ENERGIJA

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA

PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

GODIŠTE 19. GODINA 1970.

SADRŽAJ »ENERGIJE« U 1970. GODINI

Studije i istraživanja

Str.

Begović K.: Osnovni kriteriji za izbor uređaja automatike proizvodnih grupa u hidroelektranama 129

Boranić V.: Potrošnja energije u socijalističkim zemljama 5

Božuta F.: Potrebe i mogućnosti promjene rezervne zaštite I dio 33

Božuta F.: Potrebe i mogućnosti promjene rezervne zaštite II dio 73

Budanko B.: Elektroenergetsko rješenje i perspektivna mreža 110 i 35 kV otoka srednjeg i južnog Jadrana 251

Budanko B.: Tehničko ekonomski osvrt na izbor našeg novog podmorskog kabela 281

Čupin N.: Spoj simetričnih sistema i strujne nesimetrije na transformatorima za slušaj prekida faza 201

Damjanović B.: Kabelski razvoj 35 kV i transformatorske stanice 35/10/0,4 kV 1×4 MVA + $+ 1 \times 400$ kVA 80

Feretić D.: Dugoročna projekcija razvoja nuklearnih elektrana na području SR Hrvatske i SR Slovenije, s aspekta utroška i ekonomike nuklearnog goriva 193

Hebel Z.: Program za računanje tokova snage u električnim mrežama za stroj IBM-1130 . . . 90

Jung M.: Nulte nadomjesne konstante autotransformatora 150

Ožegović M.: Ekvivalentiranje dijelova mreže u računu dinamičke stabilnosti 20

Pavlović T.: Podmirenje vršne snage plinskim elektranama 212

Ružić D.: Prijedlog za napajanje kvarnerskih otoka električnom energijom vodovima 110 kV 25

Stefanini B.: Problematika kratkog spoja 323

Šaban S.: O proračunu stupnjeva parnih turbina 95

Škarica R.: Mehanički proračun sabirnica . . . 65

Vagić N.: Osnovno rješenje opskrbe područja općine Senj i otoka Goli i Rab — električnom energijom 139

Pogonsko-tehnička problematika

Str.

Cvetković Z.: Elektroprivreda UAR 41

Čerina P.: Kabelska veza 110 kV Dugi Rat — otok Brač 284

Černohous F.: Defekti namota generatora u Termoelektrani-Toplani Zagreb, i potreba kontrole izolacije 346

Kirinčić D.: Rasklopište HE Rijeka 160

Pavičić K.: Izgradnja hidroelektrane »Sklope« . 97

Šaban S.: Rekonstrukcija prototipne parne turbine od 400 kW 208

Šimundža Š.: Sve veća potreba primjene kabela 10 kV za napajanje manjih mjesta 155

Ekonomsko-financijska problematika

Adžajić T.: Diskriminacija potrošača električne energije primjenom različitih cijena 343

Bendeković J.: Metodologija za donošenje investicionih odluka u elektroprivredi 336

Hudin V.: Električni priključci, potrošnja električne energije i rast industrijske proizvodnje 351

Vijesti iz poduzeća i elektroprivrede

Feöcze D.: Predstavnici »Elektre« i »Eldih-a« Zagreb, u posjeti »Stadtwerke Mainzu« 292

Horvat V.: Iz poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije SR Hrvatske — XXVII i XXVIII sjednica Upravnog odbora 54

Horvat V.: XXIX sjednica Upravnog odbora . . 181

Horvat V.: XXX sjednica Upravnog odbora . . 227

Horvat V.: XXXI, XXXII i XXXIII sjednica Upravnog odbora 362

Jamnicki I.: Metoda optimiranja regionalne energetike 44

Mrvoš Ž.: 20-godišnjica poduzeća »Elektroistra« Pula 356

Radman I.: 20-godišnjica uspješnog rada poduzeća »Elektroprojekt« 46

Str.

Radman I.: 20 godina poslovanja Kvarnerskih elektrana 179

Radman I.: Pogon »Elektra« — Bjelovar 215

Stipančić N.: Rad Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, XXVIII i XXIX redovita i XI izvanredna sjednica Upravnog odbora . 107

Stipančić N.: XII izvanredna i XXX redovita sjednica Upravnog odbora 182

Stipančić N.: XXXI i XXXII redovita sjednica Upravnog odbora 228

Savjetovanja i konferencije

— Drugi kongres Međunarodnog društva za mehaniku stena 60

— Međunarodni skupovi u godini 1970. 61

— Simpozij o građevinarstvu 63

Lucati J.: Šesta konferencija za industrijsku energetiku 120

Str.

Markovčić B.: Drugo savjetovanje o reaktivnim snagama i naponima u energetskim sistemima 236

Markovčić B.: Sa XXIII zasjedanja CIGRE u Parizu 307

Markovčić B.: Sastanak Studijskog komiteta JNK CIGRE za jugoslavensku mrežu najvišeg napona 312

Mijić D.: Dvadesetosmo zasjedanje komiteta za električnu energiju, ekonomske komisije za Evropu — OUN, održano od 24. do 28. XII 1969. u Ženevi 116

Mijić D.: Struktura i programi radova energetskih komiteta ekonomske komisije za Evropu — OUN 239

Moser J.: Pedeset godina CIGRE 302

Radman I.: Seminar JUREME 243

Zloković V.: Međunarodna konferencija za seosku elektrifikaciju, komiteta za električnu energiju u Ženevi 121

Zloković V.: Informacije o organizaciji UNIPEDE 186

GOD. 1970. (19) energija BROJ 1 — 2

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

50 GODINA STUDIJA ELEKTROTEHNIKE

U isto vrijeme kada je Zagreb proslavljao 300 godišnjicu svoga Sveučilišta, Elektrotehnički fakultet u Zagrebu, slavio je pedeset-godišnjicu svoga rada.

Proslava 50-godišnjice studija elektrotehnike održana je 21. studenog 1969. u dvorani studentskog centra, u prisustvu brojnih naučnih, društvenih i političkih radnika.

Svečanost je otvorena sjednicom Fakultetskog savjeta, Vijeća nastavnika i učesnika proslave, a zatim je slijedio referat prof. dr ing. Hrvoja Požara o razvoju studija elektrotehnike u Zagrebu. U referatu prof. Požara interesantni su upravo oni detalji koji govore o dvadeset-godišnjem nastojanju da se u Zagrebu osnuje Visoka tehnička škola. Prvi prijedlozi potječu od Društva inženjera i arhitekata Hrvatske i Slavonije već 21. veljače 1898. Zatim slijedi ponovni prijedlog Društva hrvatskih inženjera i arhitekata 8. prosinca 1903. U programu vlade hrvatsko-srpske koalicije 1906. godine također je planiran osnutak Visoke tehničke škole.

Godine 1910. nastaju zaključci ondašnjeg Bana, da se još iste jeseni otvori Tehnička visoka škola. Sve su to bili samo pokušaji, obećanja i zaključci, koji ostaju neostvareni.

Tek Ukazom ondašnjeg Regenta od 2. travnja 1919. imenovana su tri redovna profesora, te je i škola iste jeseni, 1. listopada 1919. počela radom na današnjem Rooseveltovom trgu 6.

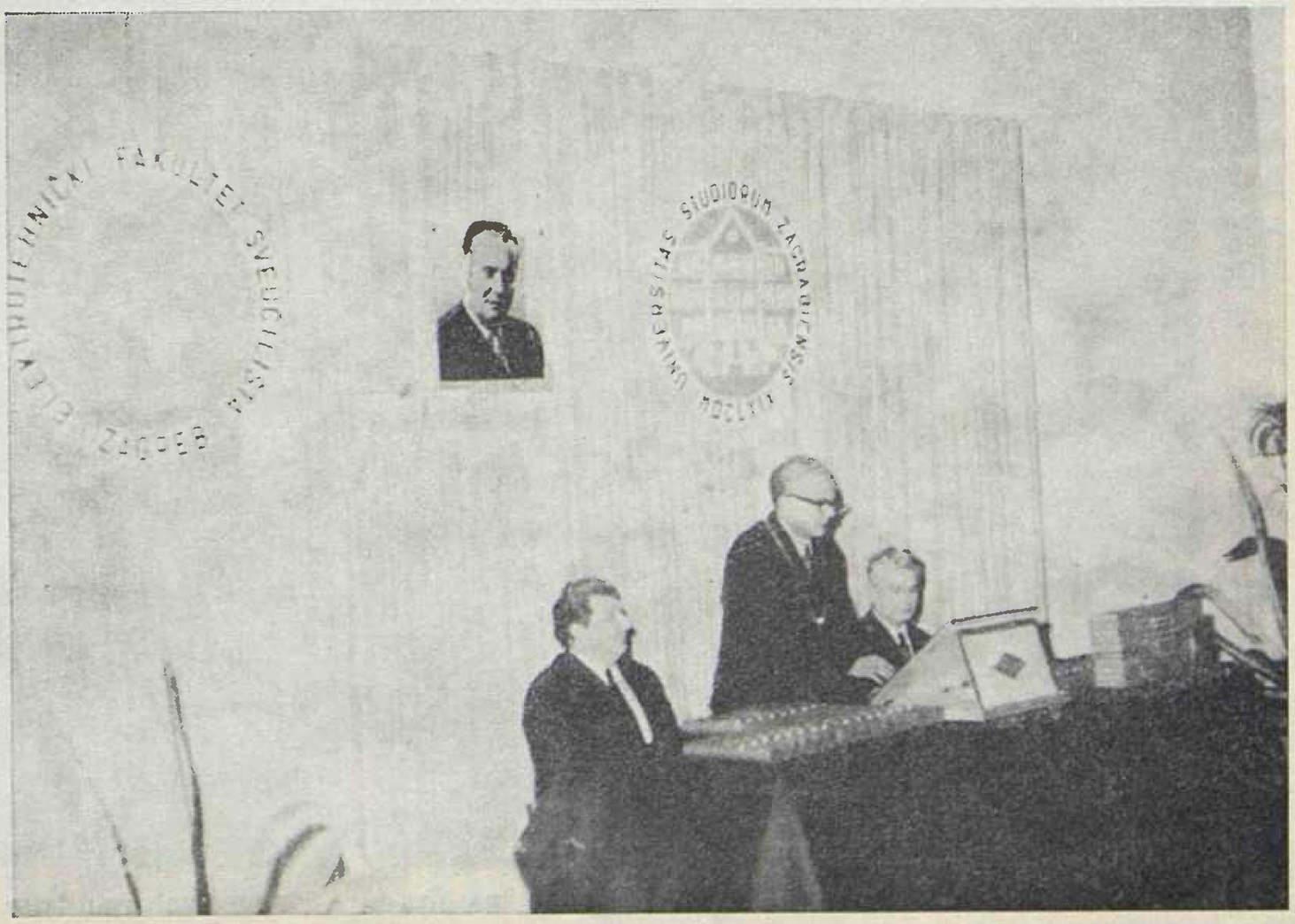
U školskoj godini 1919/20. otvorena su samo prva godišta svakog odjela, i izrađene »naučne osnove« za sva godišta.

Pored Elektro-inženjerskog odjela postojali su još Arhitektonski, Građevno-inženjerski, Kulturno-inženjerski, Strojarsko-inženjerski, Brodograđevno-inženjerski, Kemijsko-inženjerski odjel i Geodetski i Trgovački tečaj.

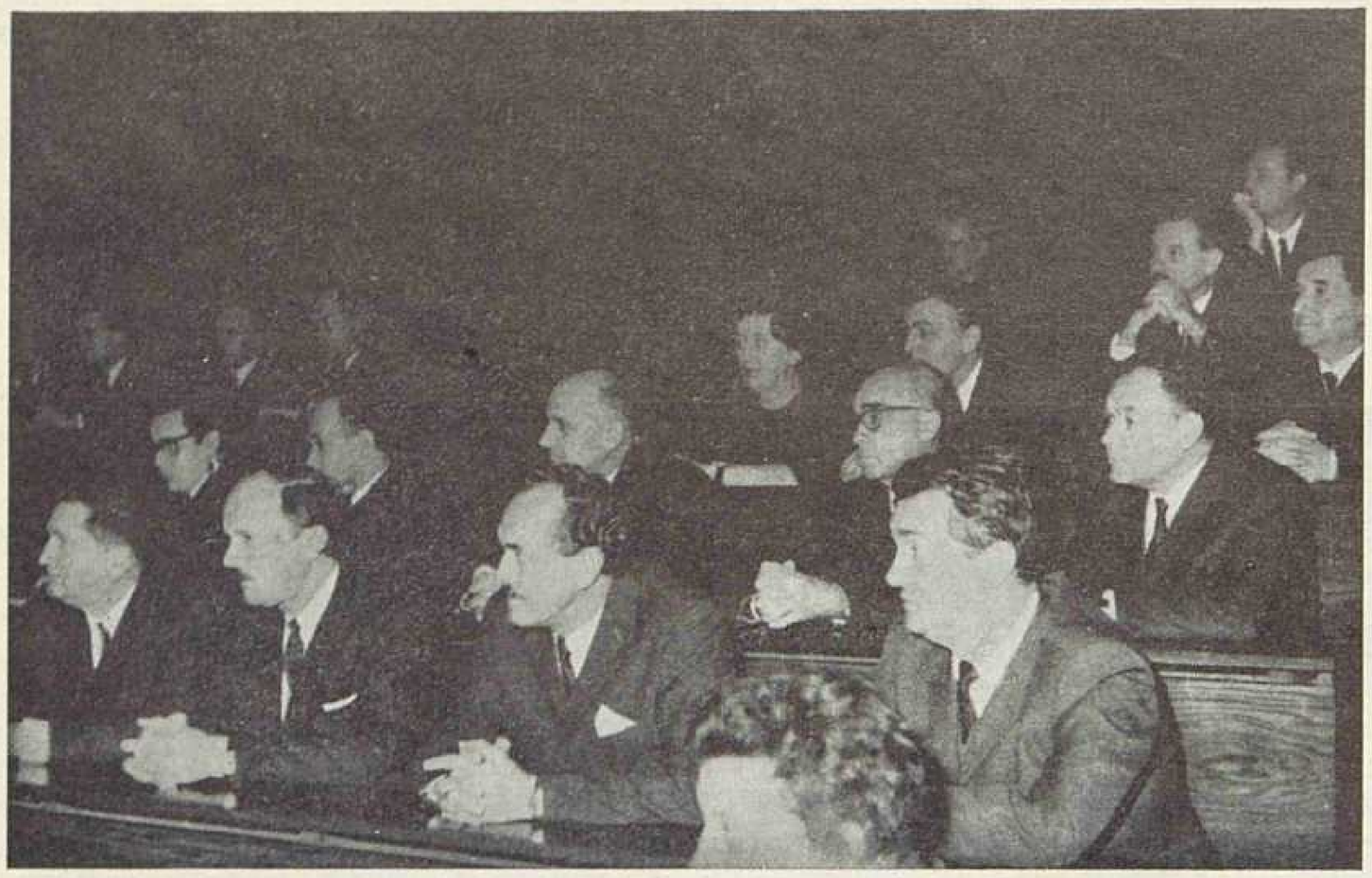
Tehničkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu proglašena je Tehnička visoka škola 31. ožujka 1926.

U prvoj godini svoga postojanja Tehnička visoka škola je imala tri redovna profesora i 225 studenata.

Danas, pored Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu djeluje i Elektrotehnički fakultet u Splitu i Visoka tehnička škola vojske JNA u Zagrebu, sa blizu dvije tisuće studenata, preko 50 stalnih i preko 50 honorarnih nastavnika i oko stotinu i pedeset stalnih i honorarnih asistenata.



Svečana sjednica Fakultetskog savjeta, govori prof. Hrvoje Požar



Učesnici svečane sjednice

Broj diplomiranih elektrotehničkih inženjera u prvom razdoblju od godine 1919—1941. bio je malen, ali je upravo ta generacija elektrotehničkih inženjera nosilac svih značajnih aktivnosti poslije oslobođenja: elektrifikacije Hrvatske, pa i Jugoslavije, izgradnje industrije električnih strojeva u Jugoslaviji, razvoja radiodifuzije i izgradnje industrije telekomunikacionih uređaja.

Elektrotehnički fakultet u Zagrebu odgojio je 2815 elektrotehničkih inženjera, a među njima i niz uglednih naučnih radnika i cijenjenih stručnjaka. Četrdeset i pet doktorata i 79 magisterija, brojna javna priznanja, republičke nagrade »Nikola Tesla«, »Ruđer Bošković« i nagrade Grada Zagreba rezultat su napora i zalaganja nastavnog osoblja i angažiranosti novih generacija elektrotehničkih inženjera.

U znak priznanja za doprinos razvoju i unapređenju studija elektrotehnike, podijeljeno je na proslavi 150 plaketa: prvoj generaciji diplomanata, zaslužnim profesorima, poduzećima, ustanovama i institutima.

Proslava 50-godišnjice popraćena je izložbom i akademijom što su je održali studenti elektrotehnike.

Na svečanoj akademiji studenti su dirljivim riječima odali priznanje svojim profesorima, svjesni da im duguju mnogo. Riječi koje Anđelko Ber-

Zgrada Fakulteta na Rooseveltovu trgu 6

Stara zgrada Fakulteta u Žerjavićevoj ulici

ković u ime svojih kolega studenata ETF-a uputio uzvanicima, donosimo u cijelosti:

»Čast mi je što mi se pružila prilika da u ime svih studenata ETF-a u Zagrebu pozdravim prisutne.

Drago nam je što ste se odazvali pozivu da prisustvujete ovoj proslavi koja za nas ima naročito značenje, i time pokazali da cijenite nastojanja profesora, asistenata i studenata ovog fakulteta da studij podignu na još viši nivo.

Da su ta nastojanja uspješna najbolje pokazuje ugled koji naš fakultet uživa u zemlji i izvan nje.

Mi, studenti, smo naročito ponosni na 50-godišnju tradiciju u izučavanju tehničkih nauka na našem Sveučilištu. Tradiciju koja je to značajnija što su prilike u kojima se razvijala nauka i kultura u našem narodu, stjecajem raznih političkih i ekonomskih okolnosti nastojanja koje su generacije prije nas uložile da u jednoj siromašnoj i maloj zemlji zapale, sačuvaju i razgore svijest o vlastitoj moći i sposobnosti.

Ne jedanputa, naši su prethodnici znali pokazati da nipošto nismo duhom i snagom manje bogati od ostalih.

Mi iskreno želimo da u svom djelovanju ne zaostanemo za generacijama koje su prije nas prošle ovaj studij. Nadamo se, da ćemo znati i moći, dati svome narodu i domovini ono što im dugujemo, kao što su to mnogi od vas ovdje prisutnih znali i učinili. Pri tom nam kao uzor mogu poslužiti mnogi naši profesori koji su svojim radom među nama stalno potvrđivali veličinu čovjeka. Iako nam nije uvijek bilo lako složiti i sporazumjeti se s njima, svijesni smo njihovih želja i nastojanja da nam pomognu kako bismo postali više nego što smo sada i u stručnom i u humanom pogledu.

Vjerujte da još uvijek oko naših glava lebdi ona aureola mladenačke neozbiljnosti, koja je oduvijek resila studente. Stoga nas ni naši profesori ne sude odviše oštro, a kada to i čine, prisjećaju se sigurno i svojih studentskih dana. Prihvativši nas kao svoju djecu, često ne baš najbolju, pomažu nam dohvatiti zajednički cilj i zbog toga smo im zahvalni.

Sretna je okolnost što naša proslava pada u isto vrijeme s proslavom 300-godišnjice osnutka Sveučilišta.

Nije mala stvar za jedan narod 300 godina neprekidne visokoškolske tradicije.

Živeći na tlu lijepe naše domovine, nije hrvatskome narodu bilo baš odviše lijepo.

Stoljećima kidan i mučen sa tisuću strana, sačuvao je svoju dušu i svoju svijest. I ne samo da je sačuvao, nego je smogao snage i hrabrosti da u takvim teškim prilikama misli na nešto više nego što je očuvanje golog života. I tako, živeći između rata i mira koji je bio samo priprema za

Elektrotehnički fakultet danas

novi rat, naši su pređi žrtvovali mnogo i premnogo da bi omogućili svojim potomcima da stanu ravnopravno i ponosno uz bok mnogo sretnijih i bogatijih naroda. Da su u tome i uspjeli dokaz je ovih 300 godina što hrvatski narod ima svoje Sveučilište na kojem su najviše obrazovanje stekle generacije mladih ljudi ne samo iz Hrvatske, nego i iz niza ostalih, pogotovo južnoslavenskih naroda.

I to je ono što ne smijemo nikada zaboraviti.

Zar bismo mogli »proći tako maleni ispod zvijezda« da prezremo ono što su generacije prije nas stvorile?!

Zar bismo mogli biti časni ljudi a ne vratiti svome narodu ono što smo od njega primili?!

A najbolji dokaz da nismo zaboravili krv i žuljeve žrtvovane za sretniju budućnost, za nas, biti će trud koji će uložiti u napredak svoga naroda.

Radeći na ovome tlu, stvarajući nove vrijednosti i poštujući one prije nas stvorene, možemo postići mnogo.

Zajedno sa svim narodima svijeta, moramo rasti upleteni u čarobnu arabesku čovječanstva. Ne smijemo dozvoliti da naš trag nestane, izblijedi, da arabeska osiromaši za jednu šaru. Ta nismo dali još ni tisućiti dio onoga što možemo. Zar ne bismo bili zločinci kada bismo dozvolili da nestane i bude uništeno ono što je s toliko ljubavi stvarano.

Jer ono čega nema ne može nikoga usrećiti i nitko ne može porasti u svojoj čovječnosti bez čvrstog tla pod sobom. Da bismo mogli više dati, više porasti kao ljudi obogaćujući čitavo čovječanstvo, moramo nastaviti veliko djelo onih koji su prošli prije nas. Samo obogaćujući svoj narod moći ćemo dati drugima, jer onaj koji sam nema ne može ni drugome dati, samo tako ćemo postati dostojni velike ideje bratstva svih ljudi. Samo tako ćemo postati dostojni ljubavi i žrtava s kojima su nas odgajali naši profesori, roditelji i čitav narod.

Još jednom zahvaljujemo svim našim nastavnicima, a napose pak profesoru Lončaru, na trudu koji ulažu da od nas učine ličnosti dostojne da ponosno nose ime »čovjek« i obećajemo da ćemo se truditi da u svom životu opravdamo njihovo povjerenje.

Zahvaljujemo i domovini, svjesni svega što smo od nje primili, i obećajemo da ćemo joj biti vjerni i da ćemo nastojati da rastući u svojoj ljudskosti

Z. J.

POTROŠNJA ENERGIJE U SOCIJALISTIČKIM ZEMLJAMA

Vilim Boranić, Zagreb

Analiza je načinjena prema podacima do 1966. objavljenim u publikaciji Ujedinjenih naroda »World Energy Suplies« početkom 1969. Po metodologiji prikupljanja podataka UN ne mogu dati podatke za bliže godine. Međutim, tendencije i odnosi iza 1966. se nisu bitno mijenjali, osim što se nastavlja u svim državama stagnacija u potrošnji krutih goriva, a raste potrošnja ostalih nosilaca energije.

DK 620.91

Svjetska potrošnja energije rasla je u zadnjih desetak godina prosječnom stopom od oko 5,5 %. Taj porast uvjetovan je općim porastom privrede i poboljšanim uvjetima života. No, tehnički razvoj i ekonomski faktori utjecali su na promjenu u strukturi potrošnje primarne energije, jer potrošnja krutih goriva raste stopom od 2,2 %, tekućih goriva sa 7,3 %, prirodnog plina s 8,2 %, a hidroenergije sa 6,9 %.

Kretanje svjetske potrošnje primarnih nosilaca energije prikazano je u dijagramu 1.

Različit porast potrošnje pojedinih nosilaca energije uvjetovao je, naravno, i promjene u procentualnom učešću, kako se to vidi u tablici 1.

Struktura svjetske potrošnje energije

Tablica 1.

Godina	Kruta goriva		Tekuća goriva (nafta)		Prirodni plin		Hidroenergija		Ukupno	
	Mln t	%	Mln t	%	Mln t	%	Mln t	%	Mln t	%
1956.	1882	55,3	1028	30,2	427	12,6	64	1,9	3401	100.0
1960.	2205	52,1	1322	31,3	617	14,6	86	2,0	4230	100,0
1963.	2172	46,1	1644	34,9	797	16,9	101	2,1	4714	100,0
1966.	2296	41,7	2075	37,7	1013	18,4	125	2,2	5509	100,0

P.S. — Kruta goriva - bez drva i otpadaka biljnog porijekla.
— Hidroenergija uzeta kao njome proizvedena električna energija.

Porast potrošnje nosilaca energije nije, međutim ni u pojedinim krajevima svijeta bio jednak, kako se to vidi u tablici 4.

Potrošnja primarnih nosilaca energije u svijetu

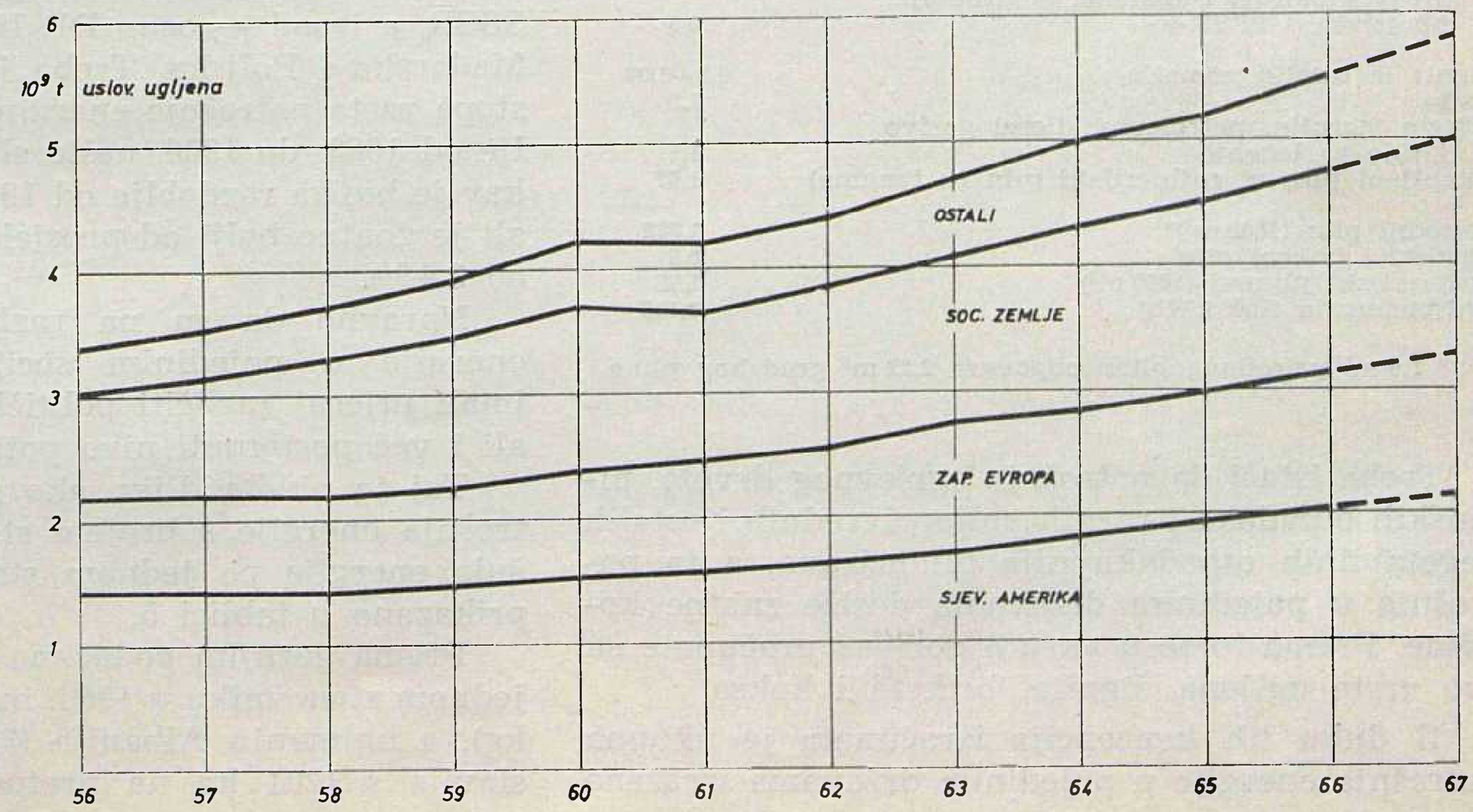
Tablica 2.

Područje	1956.	1963.	1699.	%	kg po stanovniku	Stopa rasta 1956/56
	u mln tona uslovljenog ugljena					
Zap. Evropa	772	997	1085	19,7	3139	3,4
Socij. zemlje	824	1376	1629	29,5	1510	7,0
Srednji Istok	20	37	49	0,9	538	9,4
Daleki istok	153	281	348	6,3	340	8,6
Australija i Oceanija	39	53	65	1,2	3748	5,2
Afrika	58	76	92	1,7	289	4,7
Sjev. Amerika	1428	1751	2048	37,2	9435	3,7
Ostala Amerika	107	164	193	3,5	814	6,1
Ukupno	3401	471	5509	100,0	1648	5,5

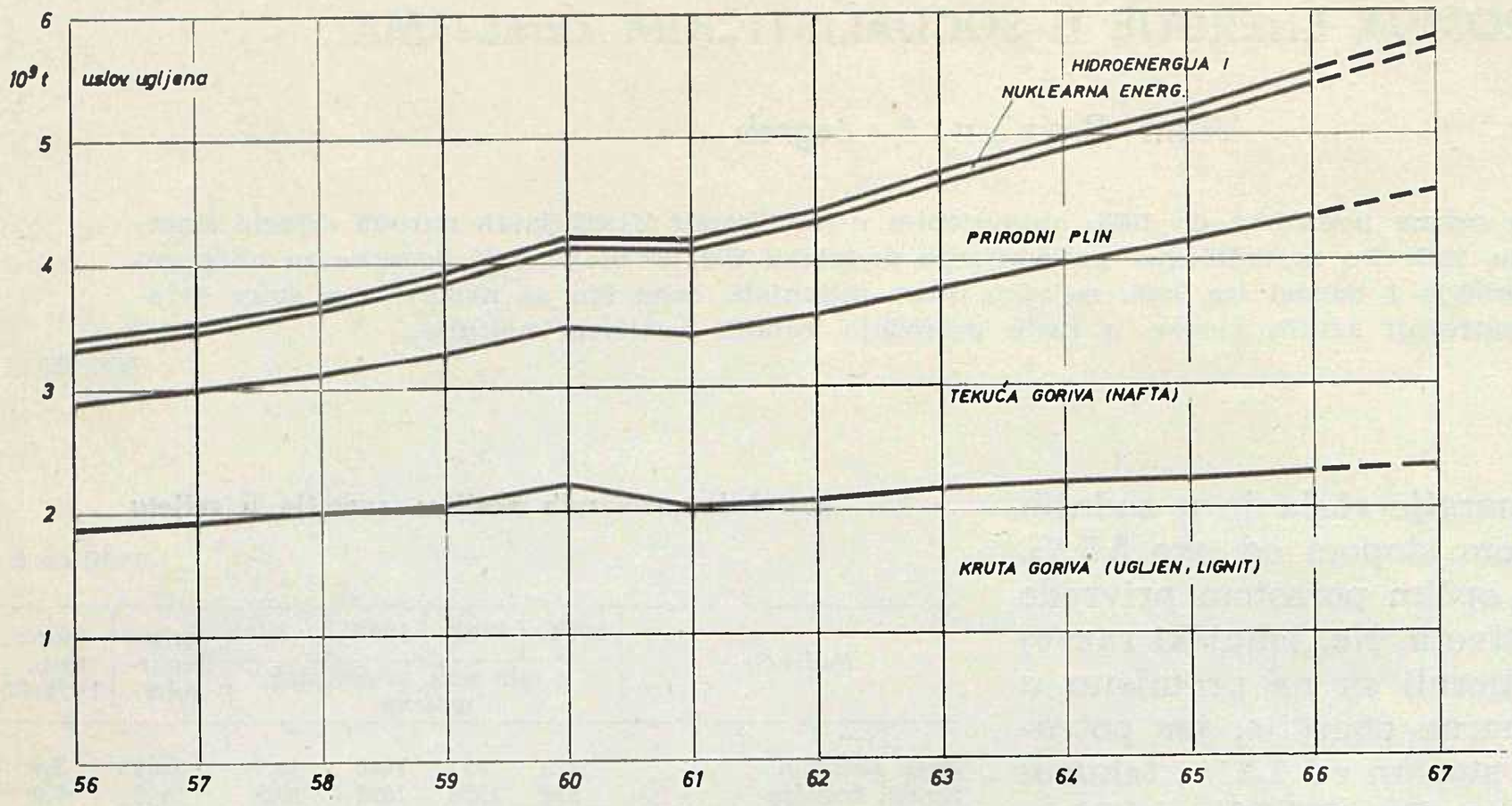
Kretanje ukupne potrošnje primarnih nosilaca energije u pojedinim područjima svijeta prikazano je i grafički u dijagramu 2.

Ne ulazeći u analizu kretanja ukupne potrošnje primarnih nosilaca energije u pojedinim područjima svijeta, jer to prelazi okvir ovog članka, koji obuhvaća problematiku potrošnje energije u socijalističkim zemljama Evrope, treba istaći da su te zemlje u cjelini u godini 1966. (kako se vidi u tablici 2.) učestvovale gotovo 30 % u svjetskoj potrošnji energije i da su u zadnjih deset godina imale visoku stopu rasta (7,0 %), a po jednom stanovniku trošile su energije 1510 kg izraženo u uslovnom ugljenu.

Ovaj članak sastavljen je prema podacima u elaboratu »World Energy Supplies 1963—1966«, koji su izdale Ujedinjene Nacije kao Statistical Papers, Servies J No 11.



Sl. 1 Potrošnja primarne energije u svijetu (bez biljnog goriva), po geografskim područjima



Sl. 2 Potrošnja primarne energije u svijetu (bez biljnog goriva), po izvorima energije

Po metodologiji tog elaborata u socijalističke zemlje u cjelini nije uračunata Jugoslavija, a uračunate su zemlje u Aziji sa socijalističkim uređenjima i to za razdoblje od 1956. do 1966., a za pojedine države dani su podaci tek od 1963.

Ako se izvrši korektura u smjeru koncepcija ovog članka tj. ako se uzmu Jugoslavija, SSSR i ostale socijalističke zemlje Istočne Evrope zasebno, a bez onih u Aziji, tada je u tim državama ukupna potrošnja primarnih nosilaca energije u godini 1963. iznosila 1097 mln tona uslovnog ugljena, a u 1966. godini 1287 mln tona.

U tablici 3. iskazani su faktori konverzije s kojima je računato kod obračunavanja raznih nosilaca energije.

Faktori konverzije

Tablica 3.

	Uslovni ugljen 1 tona
Ugljen (kameni, mrki) i antracit	1,0
Brikete od ugljena	1,0
Koks od kamenog ugljena i antracita	0,9
Koks od mrkog ugljena i lignita	0,67
Smolni ugljen	0,67
Briketi od lignita	0,67
Lignit iz Čehoslovačke	0,6
Lignit iz Albanije, Bugarske, Jugoslavije, Mađarske i SSSR-a	0,5
Lignit iz ostalih zemalja	0,3—0,33
Nafta	1,3
Benzin, gazolin, petroleum, diesel gorivo i ulje za loženje	1,5
Ukapljeni plinovi rafinerijski plin (u tonama)	1,67
Prirodni plin (1000 m³)*	1,332
Gradski i koksni plin	0,6
Rafinerijski plinovi (1000 m³)	1,75
Hidroenergija (1000 kWh)	0,125

* 1,0 m³ prirodnog plina odgovara 2,22 m³ gradskog plina

Treba istaći da potrošnja ogrjevnog drveta, pilanskih otpadaka i raznih poljoprivrednih i ostalih vegetabilnih otpadaka nije bilancirana, a ta potrošnja u pojedinim državama dosiže znatne količine. Prema tome u »kruta goriva« uračunate su sve vrste ugljena, lignita, briketa i koksa.

U duhu tih koncepcija izračunata je ukupna potrošnja energije u pojedinim državama izražena u tonama uslovnog ugljena (1 kg = 7000 kcal) i kretanje te potrošnje iskazano je u tablici 4.

Ukupna potrošnja energije u socijalističkim zemljama

Tablica 4.

Država	1963.	1964.	1965.	1966.	Indeks 1966/63	Stopa 1963/66
	000 tona uslovljenog ugljena					
Albanija	569	560	580	633	111,2	3,5
Bugarska	15751	19594	21022	22506	142,9	12,6
Čehoslovačka	78566	81375	80316	80322	120,3	6,5
DR Njemačka	91465	94871	92826	93741	120,5	0,8
Jugoslavija	19555	21909	23240	23713	121,3	6,6
Mađarska	26070	28601	28541	28757	110,3	3,2
Poljska	105306	109639	110481	114326	108,6	2,8
Rumunjska	32471	33786	37196	39654	122,1	6,9
SSSR	726846	781093	832795	883121	121,5	6,6
Ukupno	1096599	1171428	1226997	1286773	117,4	5,4

Kako se iz te tablice vidi, potrošnja energije u godinama, od 1963. do 1966. najviše je porasla u Bugarskoj (stopa 12,6 %), a najmanje u DR Njemačkoj (stopa 0,8 %), dok bi u prosjeku potrošnja energije u svim socijalističkim zemljama Evrope rasla za 5,4 %. Iznad tog prosjeka su — osim Bugarske — Čehoslovačka, Jugoslavija, Rumunjska i SSSR, a ispod — osim DR Njemačke — Albanija, Mađarska i Poljska. Treba istaći da je prosječna stopa rasta potrošnje energije od 5,4 % za razdoblje od 1963. do 1966. nešto slabija od prosjeka kakav je bio za razdoblje od 1956. do 1966., tj. 7,0 %, ali je znatno bolji od prosjeka u Zapadnoj Evropi od 3,4 %.

Naravno da su na različiti porast potrošnje energije u pojedinim socijalističkim zemljama imali utjecaj različiti političko-ekonomski faktori, ali i već postignuti nivo potrošnje energije.

Taj je nivo vidljiv, ako se uzme u odnos potrošnja energije s brojem stanovništva, tj. potrošnja energije po jednom stanovniku, kako je to prikazano u tablici 5.

Prema gornjim podacima najveću potrošnju po jednom stanovniku u 1966. ima Čehoslovačka (5640 kg), a najmanju Albanija (330 kg), dok je Jugoslavija s 1201 kg na pretposljednjem mjestu, a

Ukupna potrošnja energije po jednom stanovniku u socijalističkim zemljama

Tablica 5.

Država	1963.	1964.	1965.	1966.	Broj stanovnika u 1966.
	u kg uslovnog ugljena				
Albanija	323	308	310	330	1,9 mln
Bugarska	1949	2405	2563	2725	8,2 ,,
Čehoslovačka	5631	5788	5665	5640	14,2 ,,
DR Njemačka	5331	5583	5451	5492	18.0 ,,
Jugoslavija	1025	1136	1191	1201	19,5 ,,
Mađarska	2584	2826	2812	2825	10,1 ,,
Poljska	3431	3518	3507	3606	31,5 ,,
Rumunjska	1725	1785	1954	2071	19,0 ,,
SSSR	3233	3428	3612	3788	230,6 ,,
Ukupno	3106	3318	3476	3645	353,0 mln

slijedi je Rumunjska. Mađarska i Bugarska imaju približno istu potrošnju po jednom stanovniku (2825 kg odnosno 2725 kg), a slično je i kod Poljske i SSSR (3606 kg i 3788 kg), dok DR Njemačka ima približno istu potrošnju kao Čehoslovačka.

Ukupna potrošnja primarne energije u pojedinim državama ima različitu strukturu čemu su razlozi:

— raspolaganje vlastitim izvorima energije
— razvijenost privrede
— struktura saobraćaja
— tehnički nivo i struktura industrije
— plansko usmjeravanje korištenja energije
— urbanizacija naselja i lični standard

U tablici 6. prikazana je struktura potrošnje energije za 1963. i 1967., gdje su svi izvori energije izraženi u tonama uslovnog ugljena.

Ova tablica prikazuje interesantne odnose: struktura potrošnje energije u svim državama je uvjetovana (osim u Jugoslaviji) strogim sistemom administrativnog upravljanja privredom, koje uz znatnu dozu autarhičnosti preferira vlastite izvore energije ne vodeći mnogo računa o tehničkim i ekonomskim posljedicama takovog usmjeravanja potrošnje energije, pa je struktura potrošnje energije upravo nužna posljedica postignutog tehničkog nivoa privrede.

Za sve države, osim Albanije i Rumunjske i donekle SSSR karakterističan je visoki udio krutih goriva, koji u DR Njemačkoj u 1966. dosiže čak 92,5 %, a u Poljskoj 91,4 %. Međutim, u svim državama bez izuzetaka udio krutih goriva slabi, a na račun drugih plemenitijih izvora energije, što je posljedica razvoja saobraćaja, naročito motoriziranog, te podizanje novih industrijskih postrojenja, koja po svojim tehnološkim koncepcijama zahtijevaju tekuća goriva, odnosno — ako je na raspolaganju — prirodni plin.

Karakteristična je struktura potrošnje energije u Rumunjskoj, koja raspolažući bogatim ležištima prirodnog plina razvija njegovu potrošnju u svim sektorima privrede i udio je toga izvora energije iznosio u 1966. godini 55 % od ukupno potrošene energije. No, u odnosu na druge države i udio prirodnog plina u potrošnji energije u SSSR je visok (u 1969. godini 21,4 %) i ima tendenciju brzog rasta.

Interesantan je razmjerno visoki udio potrošnje hidroenergije u Jugoslaviji, tj. u 1966. godini 5,3 % prema tom udjelu u ostalim državama, gdje se

Struktura potrošnje energije u socijalističkim zemljama

000 tona usl. uglj.

Tablica 6.

Država		Ukupno		Kruta goriva		Tekuća goriva		Prirodni plin		Hidroenergija	
		1963.	1966.	1963.	1966.	1963.	1966.	1963.	1966.	1963.	1966.
Albanija	000 t	569	633	131	177	417	417	—	—	21	37
	%	100,0	100,0	23,0	28,0	73,3	66,2	—	—	3,7	5,8
Bugarska	000 t	15.751	22.506	12.312	16.237	3.168	5.917	—	96	271	255
	%	100,0	100,0	78,2	72,1	20,1	26,3	—	0,5	1,7	1,1
Čehoslovačka	000 t	78.566	80.322	72.419	70.915	4.519	6.902	1.325	1.723	304	781
	%	100,0	100,0	92,2	88,3	5,7	8,6	1,7	2,1	0,4	1,0
DR Njemačka	000 t	91.465	93.741	87.487	86.726	3.743	6.695	166	181	69	139
	%	100,0	100,0	95,6	92,5	4,1	7,1	0,2	0,2	0,1	0,2
Jugoslavija	000 t	19.555	23.713	15.945	17.111	2.389	4.815	254	535	967	1.251
	%	100,0	100,0	81,6	72,2	12,2	20,3	1,3	2,2	4,9	5,3
Mađarska	000 t	26.070	28.757	20.828	21.041	4.029	5.170	1.087	2.335	126	211
	%	100,0	100,0	79,9	73,2	15,4	18,0	4,2	8,1	0,5	0,7
Poljska	000 t	105.306	114.326	98.880	104.447	4.641	7.017	1.708	2.762	77	100
	%	100,0	100,0	93,9	91,4	4,4	6,1	1,6	2,4	0,1	0,1
Rumunjska	000 t	32.471	39.654	7.274	8.731	8.472	9.137	16.658	21.752	67	35
	%	100,0	100,0	22,4	22,0	26,1	23,0	51,3	54,9	0,2	0,1
SSSR	000 t	726.846	883.121	391.010	426.653	207.192	255.939	119.255	189.322	9.389	11.206
	%	100,0	100,0	53,8	48,3	28,5	29,0	16,4	21,4	1,3	1,3
Ukupno	000 t	1096.599	1286.773	706.286	52.038	238.570	302.009	140.453	218.706	11.291	14.015
	%	100,0	100,0	64,4	58,4	21,8	23,5	12,8	17,0	1,0	1,1

P.S. Prema koncepcijama elaborata »World Energy Supplies 1963—1966«, u kruta goriva uračunata je ukupna potrošnja primarnih i sekundarnih nosilaca energije kod krutih goriva (ugljen, lignit, koks). Takav je pristup i kod daljnjih analiza ukoliko nije izričito istaknuto, da se radi samo o primarnim izvorima.

kreće samo do 1 % (osim u Albaniji, gdje je doduše 5,8 %, ali apsolutno u gotovo neznatnoj količini).

Promatra li se ukupna potrošnja energije i njena struktura u socijalističkim zemljama kao cjelini i s druge strane u Zap. Evropi tada se za 1966. vidi ova situacija (tablica 7.)

Struktura potrošnje energije u socijalističkim zemljama i u Zap. Evropi u godini 1966.

u mln tona uslovnog ugljena i udio u %

Tablica 7.

	Ukupna potrošnja energije		Kruta goriva	Tekuća goriva	Prirodni plin	Hidro-energija
	mln tona	kg po jednom stanovniku	mln tona			
Socij. zemlje	1286,7	3645	752,0	302,0	218,7	14,0
%	100,0		58,4	23,5	17,0	1,1
Zap. Evropa	1061,6	3139	469,4	518,1	32,6	41,5
%	100,0		44,2	48,8	3,1	3,9

Kako se iz tablice vidi socijalističke zemlje trošile su u 1968. ukupno energije izražene kao 1,29 mlrd tona uslovnog ugljena, a države Zap. Evrope 1,06 mlrd tona, odnosno po jednom stanovniku 3645 kg prema 3139 kg. Međutim, po strukturi se razlikuju. U socijalističkim zemljama glavni izvor energije su kruta goriva (58,4 %), a u Zap. Evropi tekuća goriva (48,8 %). Potrošnja prirodnog plina je različita s obzirom na raspoložive količine (17,0 % prema 3,1 %) i slično je i kod hidroenergije, gdje je situacija donekle obrnuta (1,1 % prema 3,9 %).

Sva dosadašnja uspoređenja načinjena su svođenjem svih količina pojedinih izvora energije na tone uslovnog ugljena (1 kg = 7000 kcal), a u slijedećim izlaganjima i analizama uzete su u obzir naturalne veličine.

1. Kruta goriva

Kretanje proizvodnje, uvoza, izvoza i potrošnje svih vrsta krutih goriva iskazano je u tablici 8.

Utablici 8. iskazano je ukupno kretanje krutih goriva u godini 1963. i 1966. i odgovarajući indeksi. Ta tablica daje situaciju u zbiru svih vrsta ugljena, lignita i koksa, i u pogledu potrošnje kao konačnog rezultata, odgovara tablici 6. (uz neznatne razlike radi zaokruživanja). Tablica 8. (ne pokazuje kretanje pojedinih vrsta krutih goriva, tako da se npr. za Čehoslovačku ne vidi da li uvozi ugljen a izvozi koks ili obrnuto, a slična je situacija i kod drugih država.

Interesantno je međutim, da potrošnja krutih goriva u Čehoslovačkoj i DR Njemačkoj u apsolutnim količinama i po jednom stanovniku opada, da stagnira u Mađarskoj, a u ostalim državama naročito u Bugarskoj pa i u Rumunjskoj raste. Izuzimajući Albaniju, Rumunjska ima najmanju

Situacija krutih goriva u socijalističkim zemljama

000 tona usl. uglj.

Tablica 8.

Država		Godina	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Snabdjevanje brodova	Razlika u zalihama	Potrošnja	kg stanov.
Albanija	000 t	1963	130	10	—	—	+ 10	130	74
		1966	150	20	—	—	—	180	92
	1966/63	Indeks	115,0	150,0				138,4	124,3
Bugarska	000 t	1963	10790	1570	50	—	—	12310	1524
		1966	12820	3420	—	—	—	16240	1966
	1966/63	Indeks	118,8	217,8				131,9	128,9
Čehoslovačka	000 t	1963	72160	5280	5020	—	—	72420	5190
		1966	71190	4650	4950	—	—	70920	4980
	1966/63	Indeks	98,6	88,0	98,2			97,9	95,9
DR Njemačka	000 t	1963	78750	13490	4750	—	—	87490	5099
		1966	76700	13600	3570	—	—	86730	5081
	1966/63	Indeks	97,4	100,8	75,2			99,1	99,6
Jugoslavija	000 t	1963	14350	1670	120	10	— 50	15950	836
		1966	15210	1990	100	—	+ 10	17100	867
	1966/63	Indeks	105,9	119,1	83,3,			107,3	103,7
Mađarska	000 t	1963	17090	3950	230	—	— 20	20830	2064
		1966	17350	3810	130	—	+ 10	21040	2067
	1966/63	Indeks	101,5	96,1	56,5			101,0	100,1
Poljska	000 t	1963	117750	1790	20730	—	— 140	98880	3221
		1966	129330	1550	26050	—	+ 290	104450	3295
	1966/63	Indeks	109,8	86,6	125,6			105,6	102,3
Rumunjska	000 t	1963	5770	1520	20	—	—	7270	386
		1966	7020	1710	—	—	—	8930	456
	1966/63	Indeks	121,6	113,2				120,0	118,1
SSSR	000 t	1963	410100	5690	24780	—	—	391010	1739
		1966	444200	7890	25440	—	—	426650	1830
	1966/63	Indeks	108,3	138,7	102,7			108,9	105,2
Ukupno	000 t	1963	726900	34970	55590	80	— 130	706280	2000
		1966	773970	38640	60110	10	+ 310	752040	2130
	1966/63	Indeks	106,5	110,5	108,1			106,4	

potrošnju po jednom stanovniku (u 1966. godini 456 kg), a slijedi je Jugoslavija s 867 kg.

U tablici 9. iskazana je proizvodnja svih vrsta ugljena, lignita i koksa (bilo iz domaćeg bilo iz uvoznog ugljena).

Proizvodnja ugljena, lignita i koksa u socijalističkim zemljama

a) kameni ugljen
b) lignit i mrki ugljen } u 000 tona
c) koks

Tablica 9.

Država		1963.	1964.	1965.	1966.	Indeks 1966/63
Albanija	a	—	—	—	—	—
	b	130	130	150	150	115,4
	c	—	—	—	—	—
Bugarska	a	660	610	550	490	74,2
	b	10.140	11.880	12.240	12.330	121,6
	c	130	430	730	800	615,4
Čehoslovačka	a	28.180	28.200	27.620	26.730	94,8
	b	43.980	45.360	43.930	44.460	101.1
	c	7.740	7.950	7.880	7.730	99,9
DR Njemačka	a	2.480	2.340	2.210	1.990	80,2
	b	76.270	77.080	75.250	74.710	97,9
	c	3.260	3.400	3.210	3.190	97,8
Jugoslavija	a	1.290	1.260	1.170	1.130	87.6
	b	13.070	14.120	14.390	14.080	107,9
	c	1.090	1.160	1.250	1.230	112,8
Mađarska	a	3.710	4.130	4.360	4.360	117,4
	b	13.380	13.710	13.540	12.996	97.1
	c	660	660	640	650	98,5
Poljska	a	113.150	117.350	118.830	121.980	107,8
	b	4.600	6.080	6.790	7.350	159,8
	c	8.360	8.400	7.999	7.890	94,4
Rumunjska	a	4.360	4.520	4.660	4.820	110.5
	b	1.410	1.600	1.860	2.190	155,3
	c	1.140	1.150	1.130	1.100	96,5
SSSR	a	207.550	213.540	210.620	209.200	100,8
	b	202.550	211.950	222.280	235.000	116,0
	c	63.880	66.280	67.460	68.500	107,2
Ukupno	a	361.380	371.950	370.020	370.700	102.6
	b	365.530	381.920	390.430	403.280	110,3
	c	86.270	89.480	90.300	91.090	105,6

P.S. Kameni ugljen i koks u hiljadama tona, a mrki ugljen i lignit u hiljadama tona uslovnog ugljena.

Ako se zanemari Albanija radi gotovo neznatne proizvodnje lignita, (u 1966. godini 150.000 tona), tada je u drugim državama slijedeća situacija:

— Bugarska. Proizvodnja kamenog ugljena pala je od 1963. do 1966. godine od 660.000 tona na 490.000 tona, ali je istovremeno proizvodnja mrkog ugljena i lignita porasla od 10,14 mln tona na 12,33 mln tona i koksa na bazi uvoznog ugljena od 130.000 tona na 800.000 tona.

— Čehoslovačka. Proizvodnja kamenog ugljena pala je od 28,18 mln tona u 1963. godini na 26,73 mln tona u 1966. godini, dok je istovremeno proizvodnja mrkog ugljena i lignita neznatno porasla i to od 43,98 mln tona na 44,46 mln tona, a proizvodnja koksa praktički stagnira na nešto preko 7,7 mln tona.

— DR Njemačka. Proizvodnja kamenog ugljena pala je za 20 % i to od 2,48 mln tona u 1963. godini na 1,99 mln tona u 1966. godini, isto je tako pala i proizvodnja mrkog ugljena i lignita od 76,27 mln tona na 74,71 mln tona, pa i koksa od 3,26 mln tona na 3,19 mln tona.

— Jugoslavija. Proizvodnja kamenog ugljena pala je od 1,29 mln tona na 1,13 mln tona, dok je proizvodnja mrkog ugljena i lignita zajedno porasla od 13,07 mln tona na 14,08 mln tona uslovnog ugljena, a koksa od 1,09 mln tona na 1,23 mln tona. Veći dio proizvedenog koksa dobiven je iz uvoznog ugljena. Treba, međutim, istaći da bi za Jugoslaviju — radi manjih kaloričnih vrijednosti mrkog ugljena i lignita — faktori konverzije trebali biti manji. Prema podacima naše statističke službe stvarna proizvodnja je bila slijedeća (u 000 tona):

	1963.	1963.
mrki ugljen	9945	10080
lignit	16161	18080

— Mađarska. U spomenutom vremenskom razdoblju proizvodnja kamenog ugljena porasla je od 3,71 mln tona na 4,36 mln tona, ali je proizvodnja mrkog ugljena i lignita pala od 13,38 mln tona na 12,91 mln tona te kaksa od 660.000 tona na 650.000 tona.

— Poljska. Proizvodnja kamenog ugljena povećana je za 7,8 mln tona, tj. od 113,15 mln tona u 1963. godini na 121,98 mln tona u 1966. godini. Proizvodnja mrkog ugljena i lignita nije u Poljskoj tako značajna kao proizvodnja kamenog ugljena, ali je ipak porasla od 4,6 mln tona na 7,35 mln tona na 7.89 mln tona.

— Rumunjska. Proizvodnja kamenog ugljena narasla je od 4,30 mln tona na 4,82 mln tona, a mrkog ugljena i lignita od 1,41 mln tona na 2,19 mln tona, ali je proizvodnja koksa neznatno pala, tj. od 1,14 mln tona na 1,10 mln tona.

— SSSR je najveći proizvođač krutih goriva. Međutim, proizvodnja kamenog ugljena — praktički stagnira, jer je u 1963. godini iznosila 207,55 mln tona, a u 1966. godini 209,2 mln tona, tj. proizvodnja nije povećana niti za jedan posto. Proizvodnja mrkog ugljena i lignita porasla je od 202,55 mln tona na 235,00 mln tona, a koksa od 63,88 mln tona na 68,50 mln tona.

Ako se proizvodnja spomenutih triju izvora energije u socijalističkim zemljama kao cjelina usporedi s odgovarajućom u Zap. Evropi (bez Jugoslavije) tada se vide odnosi prikazani u tablici 10.

Proizvodnja krutih goriva u socijalističkim zemljama i u Zapadnoj Evropi

mln tona uslov. ugljena Tablica 10.

	Socijalističke zemlje			Zapadna Evropa		
	1963.	1966.	Indeks 1966/63	1963.	1966.	Indeks 1966/63
Ugljen kameni	361,4	370,7	102,6	447,1	396,0	88,6
Lignit i mrki ugljen	365,5	403,3	110,3	44,0	40,7	92,4
Koks	86,3	91,1	105,6	91,9	91,3	99,4

Iz gornje tablice proizlaze slijedeći interesantni odnosi:

— Proizvodnja kamenog ugljena u Zap. Evropi i u Ist. Evropi je na približno istom nivou, ali u Zap. Evropi s tendencijom naglog opadanja, a u Ist. Evropi slabog porasta. Razlog tome je nagli prijelaz Zap. Evrope na jeftinija i kvalitetnija goriva, dok su države Ist. Evrope — osim Jugoslavije, koja svoju privredu sve više usmjerava prema tržnim zakonima — s obzirom na koncepciju administrativnog upravljanja privredom do sada zadržale kruta goriva (osim u Rumunjskoj) kao glavni izvor energije.

— Proizvodnja mrkog ugljena i lignita u Zap. Evropi je deset puta manja nego u Ist. Evropi i ima tendenciju slabljenja, dok u Ist. Evropi proizvodnja raste iz istih razloga kao i proizvodnja ugljena.

— Proizvodnja koksa je u Zapadnoj i Istočnoj Evropi na istom nivou s time što u Zap. Evropi proizvodnja stagnira, a u Ist. Evropi lagano raste. Razlog je tome što u Zap. Evropi poboljšanjem tehnološkog procesa na visokim pećima pada jedinična potrošnja koksa, pa je porast potrošnje koksa manji od porasta proizvodnje sirovog željeza. U Ist. Evropi to nije slučaj jer nova tehnologija još nije provedena u toj mjeri, da bi se osjetila kod potrošnje, dakle i u proizvodnji koksa.

Treba istaći da bi prema raspoloživim rezervama i proizvodnji i socijalističke zemlje i države u Zap. Evropi mogle svoje potrebe za krutim gorivom pokrivati vlastitom proizvodnjom, ali Zap. Evropa ne samo da sve više prelazi na tekuća goriva dobivena iz uvozne nafte, nego i uvozi kam. ugljen iz SAD i zatvara vlastite rudnike.

2. Tekuća goriva

U tablici 11. prikazano je kretanje nafte potrebne za proizvodnju tekućih goriva, tj. proizvodnja, uvoz, izvoz te količine raspoložive za preradu.

Prema podacima iz tablice 11 vidi se slijedeće:

— Albanija je od 1963. do 1966. godine povećala proizvodnju nafte od 750.000 tona na 920.000 tona, zadržavajući izvoz na nivou od oko 300.000 tona, tako da je u 1963. godini imala na raspolaganju za preradu 440.000 tona, a u 1966. godini 640.000 tona ili za 45,4 % više. Albanija nije imala uvoz nafte.

— Bugarska je u spomenutom razdoblju povećala proizvodnju od 170.000 tona na 400.000 t. i uvoz od 450.000 tona na 2,6 mln tona, tako da je u 1963. godini imala za preradu raspoloživo 540.000 tona nafte, a u 1966. godini gotovo tri miliona tona. Tako nagao skok je posljedica puštanja u rad nove rafinerije u Burgasu, i potrebe njenog alimentiranja naftom, pa je uvoz preorijentiran od gotovih proizvoda na naftu. (vidi tabelu 13).

— Čehoslovačka. Proizvodnia nafte se je neznatno povećala, te je u 1966. godini iznosila 190.000 tona i daleko zaostaje za potrebama zemlje, pa je uvoz nafte porastao od 4,22 mln tona u 1963. go-

Situacija nafte u socijalističkim zemljama Tablica 11.

Država		Godina	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Netto izvoz-uvoz	Raspoloživo za preradu
Albanija	000 t	1963	750	—	310	— 310	440
	,,	1966	920	—	280	— 280	640
	Indeks	1966/63	122,7		90,3		145,4
Bugarska	000 t	1963	170	450	80	370	540
	,,	1966	400	2600	20	2580	2980
	Indeks	1966/63	235,3	577,8		267,3	548,1
Čehoslovačka	000 t	1963	180	4220	—	4220	4400
	,,	1966	190	6510	—	6510	6700
	Indeks	1966/63	105,5	154,2		154,2	152,3
DR Njemačka	000 t	1963	30	3160	—	3160	3200
	,,	1966	60	6440	—	6440	6500
	Indeks	1966/63	200,0	203,8		203,8	203,1
Jugoslavija	000 t	1963	1620	780	450	320	1940
	,,	1966	2240	2200	320	1880	4120
	Indeks	1966/63	138,2	282,2		587,5	212,4
Mađarska	000 t	1963	1760	1830	—	1830	3580
	,,	1966	1710	2910	—	2910	4620
	Indeks	1966/63	97,2	159,0		159,0	129,0
Poljska	000 t	1963	230	1420	—	1420	1650
	,,	1966	420	3350	—	3350	3770
	Indeks	1966/63	182,6	235,9		235,9	228,5
Rumunjska	000 t	1963	12580	—	—	—	12580
	,,	1966	13220	—	—	—	13220
	Indeks	1966/63	105,1			—	105,1
SSSR	000 t	1963	206070	540	30240	— 29700	176370
	,,	1966	265130	—	50310	— 50310	214810
	Indeks	1966/63	128,6		166,3		121,8
Ukupno	000 t	1963	223400	12400	31080	19330	204700
	,,	1966	284290	24100	50940	30680	257370
	Indeks	1966/63	127,2	194,3	163,9	158,7	125,7

dini na 6,51 mln tona u 1966. godini, tako da je u 1963. godini bilo raspoloživo za preradu 4,4 mln tona, a u 1966. godini 6,7 mln tona.

— DR Njemačka ima neznatnu proizvodnju nafte, koja u 1966 godini nije ni s 10 % pokrivala potrebe zemlje, tako da je njen uvoz od 3.16 mln tona u 1963. godini porasao na 6,44 mln tona u 1966. godini, pa je bilo raspoloživo 3,2 mln tona odnosno 6,5 mln tona.

— Jugoslavija je povećala proizvodnju u spomenutom razdoblju od 1,62 mln tona na 2,24 mln tona i smanjila izvoz nafte od 450.000 tona na 320.000 tona. S obzirom na potrebe zemlje u 1963. godini bilo je uvezeno 780.000 tona nafte, a u 1968. godini 2,2 mln tona. Za preradu bilo je raspoloživo 1,94 mln tona, odnosno 4,12 mln tona..

— Mađarska. Proizvodnja nafte imala je tendenciju slabljenja, tj. od 1,76 mln tona u 1963. godini pala je na 1,71 mln tona u 1966. godini, ali je uvoz porastao od 1,83 mln tona na 2,91 mln tona, pa je za preradu bilo na raspolaganju 3,53 mln tona odnosno 4,62 mln tona.

— Poljska je povećala proizvodnju nafte od 230.000 tona na 420.000 tona i uvoz od 1,42 mln tona na 3,35 mln tona, te je za preradu bilo u 1963. godini 1,65 mln tona, a u 1966. godini 3,77 mln tona.

— Rumunjska svu raspoloživu naftu prerađuje, te je u 1963. godini proizvela i preradila 12,58 mln tona, a u 1966. godini 13,22 mln tona. Kako se vidi proizvodnja nafte ima gotovo tendenciju stagnacije. Rumunjska ne izvozi naftu, nego samo gotove proizvode ali je u zadnje vrijeme počela uvoziti naftu za preradu i povećavati izvoz gotovih proizvoda.

— SSSR najveći je i najvažniji proizvođač nafte u socijalističkom bloku i s obzirom na rezerve — otkrivene i potencijalne — s perspektivama daljnjeg povećanja proizvodnje u 1963. godini bilo je proizvedeno 206,07 mln tona, a u 1966. godini 265,13 mln tona, dok je izvo znafte u toj godini bio 50,31 mln tona prema 29,70 mln tona u 1963. godini. Za preradu je bilo raspoloživo u 1963. godini 176,37 mln tona prema 214,81 mln tona u 1966. godini.

Međutim, rajoni proizvodnje nafte u SSSR se sve više pomiču prema sjevernim dijelovima zemlje, pa će njena proizvodnja radi teških klimatskih uvjeta, kao i njena doprema biti skuplja nego do sada. Očekuje se stoga da će u perspektivi stopa rasta proizvodnje biti slabija nego što je bila u zadnjim godinama.

U tablici 12 prikazana je situacija nafte u socijalističkim zemljama u cjelini, te (za usporedbu) u Zap. Evropi.

Kako se iz tablice vidi socijalističke zemlje u cjelini mogu svoje potrebe na nafti pokrivati vlastitom proizvodnjom — uglavnom iz SSSR-a, dok države Zapadne Evrope moraju gotovo 95 % svojih potreba na nafti pokrivati uvozom. Nadalje proizvodnja nafte u socijalističkim zemljama (tj. u SSSR) ima tendenciju rasta, dok u Zap. Evropi ima tendenciju postepenog opadanja. Dosadašnji uvoz nafte u socijalističkim zemljama ima interni karakter, jer se obavlja pretežnim dijelom iz SSSR, dakle unutar SEV-a, dok su države Zapadne Evrope upućene na uvoz sa Srednjeg Istoka, Afrike, SSSR i u manjoj mjeri sa Zapadne Hemisfere.

Situacija nafte u socijalističkim zemljama i Zapadnoj Evropi u 1963. i u 1966. godini

000 tona — Tablica 12

	Socijalističke zemlje			Zapadna Evropa		
	1963.	1966.	Indeks 1966/63	1963.	1966.	Indeks 1966/63
Nafta						
— proizvodnja	223.400	284.290	127,3	17.080	18.250	106,8
uvoz	12.400	24.010	193,6	243.790	370.290	106,8
izvoz	31.080	50.940	163,9	2.220	430	19,4
raspoloživo	204.700	257.370	125,7	258.600	388.120	150,0
Tekuća goriva						
— uvoz	8.140	6.380	78,4	86.480	108.280	125,2
izvoz + bunker	29.000	32.480	112,0	75.540	102.730	136,0

I u socijalističkim zemljama i u onima u Zapadnoj Evropi vidi se jasna tendencija porasta uvoza nafte i porasta prerade nafte. U socijalističkim zemljama u 1963. godini bilo je na raspolaganju za preradu 204,70 mln tona nafte, a u 1968. godini 257,37 mln tona ili za 25,7 % više, a na Zapadu 258,6 mln tona odnosno 388,12 mln tona ili za 50,0 više.

Uvoz, odnosno izvoz tekućih goriva na obje strane ovisi o slobodnim viškovima, odnosno o potrebi pokrivanja manjkova, što ima više manje lokalni značaj, ukoliko nema izrazit izvorni karakter, kao npr. u Rumunjskoj, Italiji i Holandiji.

U tablici 13 dana je situacija tekućih goriva u 1963. i 1966. godini. Nisu uzeti u obzir tzv. neenergetski proizvodi, tj. primarni benzini kao sirovine i pomoćna sredstva, maziva ulja i masti, parafin, bitumen i petrolkoks. U grupu ulja za loženje uzeto je (prema metodologiji statističke službe O.U.N.) zajedno diesel gorivo, ulje za loženje za domaćinstva i sve vrste ulja za loženje.

U grupi petroleja su sve vrste petroleja i goriva za mlazne motore. Ukapljeni plinovi radi malih količina nisu iskazivani, ali su uključeni u »sva tekuća goriva«, pa stoga ta brojka nije kod nekih država jednaka zbiru pojedinih grupa derivata.

Za DR Njemačku i SSSR nema podataka za pojedine grupe tekućih goriva, pa se stoga ne može dati za te države kompleksna analiza, ali sumar za sve socijalističke zemlje daje i te podatke. Naravno, da se radi ograničenog prostora ne može dati detaljnija analiza kretanja proizvodnje i potrošnje iskazanih tekućih goriva, a za to manjkaju i podaci o faktorima koji su takvo kretanje uvjetovali. To se naročito vidi kod procentnog udjela potrošnje benzina u ukupnoj potrošnji tekućih goriva, koji se kreće od 13,0 % u Mađarskoj do 35,7 % u Poljskoj. Nažalost nema podataka o potrošnji diesel goriva (koja je uključena u potrošnji ulja za loženje), jer bi odnos između potrošnje benzina i diesel goriva dao izvjesnu

indikaciju o strukturi motorizacije u pojedinim državama. Ovako, gdje je diesel gorivo i ulje za loženje uzeto zajedno, izlazi da se njihov udio u ukupnoj potrošnji kreće od 62,0% u Poljskoj do 85,5 % u Mađarskoj. Petrolej i gorivo za mlazne motore od većeg je značaja samo u Rumunjskoj (udio 10,5 %) i Čehoslovačkoj (udio 8,5 %).

Kod uvoza i izvoza tekućih goriva vidi se, da su u 1966. veći uvoznici bili Poljska (2,12 mln tona), SSSR (1,46 mln tona) i Bugarska (1,41 mln tona), ali da uvoz gotovih proizvoda ima tendenciju slabljenja s obzirom na izgradnju rafinerijskih kapaciteta. U izvozu je najjači SSSR s 22,88 mln tona, Rumunjska (5,37 mln tona), koja ne izvozi naftu nego samo gotove proizvode, te DR Njemačka s 1,34 mln tona.

Uvoz odnosno izvoz gotovih proizvoda ovisi o mnogo faktora od kojih bi najvažniji bili — raspoloživi rafinerijski kapaciteti, debalans između proizvodnje i potrošnje tekućih goriva i uključivanje u međunarodnu podjelu dobara.

Usporeñenje kretanja nafte i gotovih proizvoda u 1966. godini dano je u tablici 14.

Razlike između raspoložive, tj. i prerañene nafte i proizvedenih tekućih goriva otpada na proizvodnju tzv. neenergetskih proizvoda, te na prijelazne zalihe i gubitke prerade.

Kako se vidi Bugarska i Poljska su veliki uvoznici nafte i tekućih goriva, dok je SSSR veliki izvoznik i nafte i tekućih goriva, a Rumunjska samo tekućih goriva. Treba međutim istaći da pretežni dio u socijalističke zemlje uvezene nafte

Situacija tekućih goriva

Tablica 13.

000 tona i

Država		Godina	Sva tekuća goriva						Benzin		
			Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Bunker	Potrošnja	kg po stanovniku	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Albanija	000 tona	1963	270	10	10	—	280	157	50	10	—
	,,	1966	260	20	—	—	280	145	50	10	—
	Indeks	1966/63	96,3				100,0		100,0		
	% u	1966	100,0				100,0		19,2		
Bugarska	000 tona	1963	460	1.650	—	—	2.110	261	70	430	—
	,,	1966	2.690	1.410	160	—	3.940	477	420	170	—
	Indeks	1966/63	584,8				186,7		600,0		
	% u	1966	100,0				100,0		15,6		
Čehoslovačka	000 tona	1963	3.020	550	560	—	3.010	215	520	120	140
	,,	1966	4.840	530	770	—	4.600	323	580	240	130
	Indeks	1966/63	160,3				152,8		1.115		
	% u	1966	100,0				100,0		12,1		
DR Njemačka	000 tona	1963	2.940	680	1.130	—	2.500	145	—	250	530
	,,	1966	5.610	180	1.340	—	4.460	261	—	140	600
	Indeks	1966/63	190,8				178,4				
	% u	1966	100,0				100,0				
Jugoslavija	000 tona	1963	1.560	160	80	40	1.590	83	340	10	10
	,,	1966	3.840	220	800	50	3.210	162	790	30	180
	Indeks	1966/63	246,1				201,9		232,3		
	% u	1966	100,0				100,0		20,6		
Mađarska	000 tona	1963	2.760	410	470	—	2.690	266	330	90	80
	,,	1966	3.640	450	640	—	3.450	338	560	60	160
	Indeks	1966/63	96,8				128,2		169,7		
	% u	1966	100,0				100,0		15,4		
Poljska	000 tona	1963	1.060	2.640	570	—	3.090	100	300	1.110	—
	,,	1966	3.070	2.120	480	—	4.680	147	820	850	—
	Indeks	1966/63	289,6				151,4		273,3		
	% u	1966	100,0				100,0		26,7		
Rumunjska	000 tona	1963	11.110	—	5.470	—	5.650	300	2.750	—	1.790
	,,	1966	11.460	—	5.370	—	6.090	318	2.700	—	1.180
	Indeks	1966/63	103,4				107,8		98,1		
	% u	1966	100,0				100,0		23,6		
SSSR	000 tona	1963	156.770	2.030	20.680	—	138.130	614	—	1.530	3.340
	,,	1966	192.050	1.460	22.880	—	170.630	631	—	940	2.700
	Indeks	1966/63	122,5				123,6				
	% u	1966	100,0				100,0				
Ukupno	000 tona	1963	179.950	8.140	28.960	40	159.040	483	37.260	3.550	5.920
	,,	1966	227.470	6.380	32.480	50	201.340	590	46.460	2.430	4.970
	Indeks	1966/63	126,4				126,6		124,3		
	% u	1966	100,0				100,0				

P.S.: Podaci o strukturi u DR Njemačkoj i SSSR nisu objavljeni

(ukupno 24,01 mln tona) otpada na SSSR, koji je u druge zemlje van socijalističkih izvezao približno 26 mln tona nafte.

Kako je već prije spomenuto važan kriterij za ocjenu intenziteta potrošnje energije a u ovom slučaju tekućih goriva je potrošnja po jednom stanovniku, a ta je u 1966. godini bila ova (tablica — 15).

Iz gornje se tablice vidi da se ukupna potrošnja tekućih goriva po jednom stanovniku u 1966. godini kreće od 145 kg u Albaniji do 731 kg u Sovjetskom Savezu. Podataka o strukturi ukupne potrošnje u SSSR i DR Njemačkoj nema, pa se bez tih država vidi, da je najmanja potrošnja benzina po jednom stanovniku u Jugoslaviji (31 kg) a najveća u Rumunjskoj (79 kg). Petroleja i goriva za mlazne motore troši najviše Rumunjska (33 kg) a najmanje Mađarska (1 kg). Ulje za loženje i diesel motore po jednom stanovniku troši najviše Bugarska (395 kg), a najmanje Poljska (91 kg). Ukapljene plinove najmanje troši Albanija i Bugarska (1 kg), a najviše Rumunjska (9 kg).

U dijagramu 3. prikazana je struktura potrošnje tekućih goriva po jednom stanovniku u pojedinim socijalističkim državama u 1963. i u 1966. godini.

U tablici 16 prikazana je situacija tekućih goriva za socijalističke zemlje u cjelini kao i za zemlje Zapadne Evrope za 1963. i za 1966. godinu.

Ukapljeni plinovi, čija situacija proizlazi iz razlike ukupnih goriva i zbira pojedinih tekućih goriva nisu, radi malih količina bilancirani, a nji-

u socijalističkim zemljama

udio u %

Tablica 13.

Benzin			Petrolej i gorivo za mlazne motore						Ulje za loženje i diesel gorivo					
Bunker	Potrošnja	kg po stanovniku	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Bunker	Potrošnja	kg po stanovniku	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Bunker	Potrošnja	kg po stanovniku
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
—	60	36	—	—	—	—	10	3	210	—	10	—	210	117
—	60	32	—	—	—	—	10	3	210	—	—	—	210	100
	100,0		—				100,0		100,0				100,0	
	21,4		—				3,6		80,8				75,0	
—	500	61	10	20	—	—	30	3	380	1.210	—	—	1.590	196
—	590	70	80	10	—	—	90	11	2.190	1.230	—	—	3.260	395
	118,0		700,0				300,0		576,3				205,0	
	15,0		3,0				2,3		81,4				82,7	
—	— 490	35	90	270	—	—	360	25	2.400	160	410	—	2.150	153
—	680	48	130	260	—	—	390	27	4.080	30	610	—	3.500	245
	137,0		144,4				108,3		170,0				162,7	
	14,9		2,7				8,5		85,2				76,6	
—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	390	590	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	750	—	—	—
10	330	17	100	—	—	—	100	5	1.100	140	70	30	1.130	59
10	630	31	110	10	—	—	110	5	2.910	180	60	40	2.450	123
	190,9		110,0				110,0		264,5				216,8	
	19,6		2,8				3,4		75,8				76,4	
—	340	33	70	—	—	—	70	7	2.330	320	390	—	3.250	223
—	450	44	20	—	—	—	20	1	3.030	390	480	—	2.950	289
	132,3		28,6				28,6		130,0				131,1	
	13,0		0,6				0,6		83,2				85,5	
—	1.410	45	20	50	10	—	60	1	730	1.480	550	—	1.620	52
—	1.670	52	20	70	—	—	90	2	2.210	1.200	470	—	2.900	91
	118,4		100,0				150,0		302,7				179,0	
	35,7		0,6				1,9		72,0				62,0	
—	950	50	1080	—	420	—	660	35	7.160	—	3.250	—	3.910	207
—	1.520	79	920	—	280	—	640	33	7.700	—	3.910	—	3.790	197
	160,0		85,2				96,9		107,5				97,9	
	25,0		8,0				10,5		67,1				62,2	
—	—	—	—	200	1.270	—	—	—	—	290	16.060	—	—	—
—	—	—	—	50	1.250	—	—	—	—	470	18.930	—	—	—
—	35.000	106	22.710	590	1.700	—	21.590	66	118.600	3.980	21.370	30	100.160	307
—	43.910	128	27.680	390	1.540	—	26.530	78	149.670	3.560	25.910	40	127.290	371
	125,4		121,9				122,9		126,2				127,1	
	21,8						13,2						63,2	

Kretanje nafte i gotovih proizvoda u 1966. u socijalističkim zemljama

Tablica 14.

Država	Nafta				Tekuća goriva			
	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Raspoloživo za preradu	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Razpoloživo za potrošnju
Albanija	920	—	280	640	260	20	—	280
Bugarska	400	2600	20	2980	2690	1410	160	3940
Čehoslovačka	190	6510	—	6700	4840	530	770	4600
DR Njemačka	60	6440	—	6500	5610	180	1340	4460
Jugoslavija	2240	2200	320	4120	3840	220	850	3210
Mađarska	1710	2910	—	4620	3640	450	640	3450
Poljska	420	3350	—	3770	3070	2120	480	4680
Rumunjska	13220	—	—	13220	11460	—	5370	6090
SSSR	265130	—	50310	214810	192050	1460	22880	170630
Ukupno	284290	24010	50940	257370	227470	3680	32480	201340

hova bi potrošnja u socijalističkim zemljama u 1963. i u 1964. godini iznosila 2,29 mln tona, odnosno 3,61 mln tona, a u zemljama Zapadne Evrope 5,42 mln tona, odnosno 8,97 mln tona.

U vezi s gornjom tablicom treba istaći da su podaci uzeti iz prije citirane publikacije Ujedinjenih Nacija i da se bilanciranje kod pojedinih produkata ne slaže, što se u komentaru publikacije tumači kao posljedica zaokruživanja.

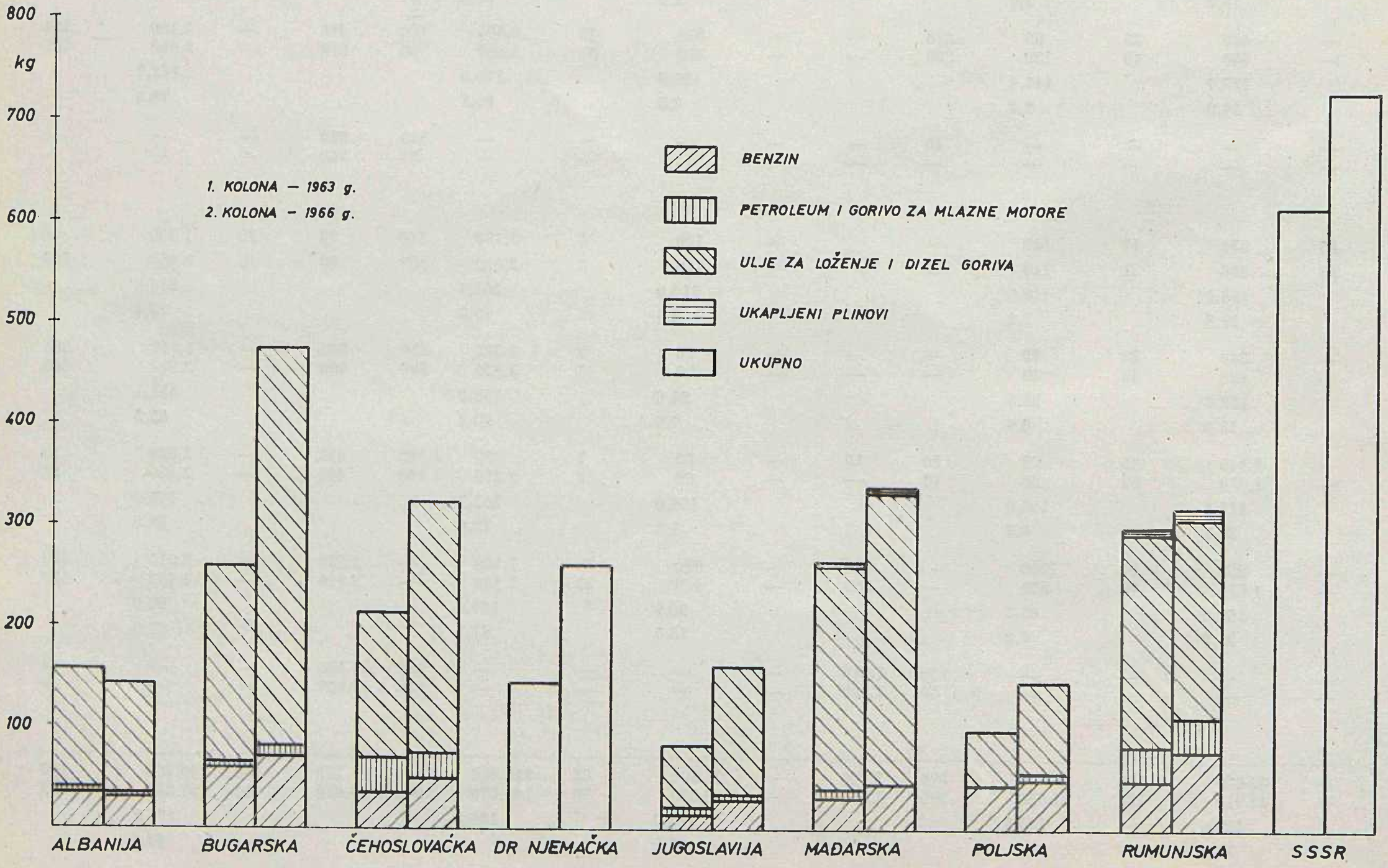
Neovisno o tim razmjerno zanemarivim netačnostima u vezi s podacima iz te tablice treba spomenuti da porošnja tekućih goriva u socijalističkim zemljama raste sporije nego na Zapadu i da po potrošnji po jednom stanovniku zaostaje za Zapadnom Evropom — 590 kg u 1966. godini prema 1008 kg.

Procentualno učešće benzina u ukupnoj potrošnji tekućih goriva u socijalističkim zemljama je

Potrošnja tekućih goriva po jednom stanovniku u 1966. godini u socijalističkim zemljama

Tablica 15.

Država	Benzin	Petrolej i mlazno gorivo	Ulje za loženje i diesel gorivo	Ukapljeni plinovi	Ukupno tekuća goriva
Albanija	32	3	109	1	145
Bugarska	70	11	395	1	477
Čehoslovačka	48	27	245	3	323
DR Njemačka	—	—	—	—	261
Jugoslavija	31	5	123	3	162
Mađarska	44	1	289	4	338
Poljska	52	2	91	2	147
Rumunjska	79	33	197	9	318
SSSR	—	—	—	—	731
Ukupno	128	78	371	—	590



Sl. 3 Potrošnja tekućih goriva po jednom stanovniku u 1963. i 1966. godini u socijalističkim zemljama

Situacija tekućih goriva u socijalističkim zemljama i u Zap. Evropi u 1963. i 1966. godini Tablica 16.

	Socijalističke zemlje			Zapadna Evropa		
	1963.	1966.	Indeks 66/63	1963.	1966.	Indeks 66/63
Ukupno tekuća goriva						
— proizvodnja	179950	227470	126,3	229520	339840	148,0
uvoz	8140	6380	78,4	84480	108280	128,2
izvoz i bunker	29000	32480	113,0	75540	102730	136,0
potrošnja	159040	201340	126,6	241010	345380	143,3
potrošnja po stanovniku u kg	483	590	—	721	1008	—
Od toga:						
Benzin						
— proizvodnja	37260	46460	124,3	40750	52909	129,8
uvoz	3550	2430	68,4	11610	15290	131,7
izvoz	5920	4970	83,9	11160	12730	114,0
potrošnja	35000	43910	125,4	41740	55460	132,9
% udio u potrošnji	22,0	21,8		17,3	16,0	
potrošnja po stanovniku u kg	106	128		125	162	
Petrolej						
— proizvodnja	22710	27680	121,9	10200	13890	136,1
uvoz	590	390	66,1	4650	6840	147,1
izvoz	1700	1540	90,6	4770	5680	119,1
potrošnja	21590	26530	122,9	10070	15040	149,3
% udio u potrošnji	13,5	13,2		4,2	4,3	
potrošnja po stanovniku u kg	66	78		30	43	
Ulje za loženje i diesel gorivo						
— proizvodnja	118600	149670	126,2	173000	264350	142,4
uvoz	3980	3560	89,4	69510	84500	121,6
izvoz	21370	25910	121,2	58750	82930	141,1
potrošnja	100160	127290	127,1	183780	265910	144,7
% udio u potrošnji	63,0	63,2		76,3	77,0	
potrošnja po stanovniku u kg	307	371		550	776	

Situacija prirodnog plina u socijalističkim zemljama

mln m^3 Tablica 17.

Država	Godina	Proizvodnja	Uvoz	Izvoz	Netto uvoz	Potrošnja
Albanija	mln m^3 1963	—	—	—	—	—
	,, 1966	—	—	—	—	—
	Indeks 1966/63					—
Bugarska	mln m^3 1963	—	—	—	—	—
	,, 1966	70	—	—	—	70
	Indeks 1966/63					—
	m^3 po 1 stanovniku					—85
Čehoslovačka	mln m^3 1963	1000	—	—	—	1000
	,, 1966	1300	—	—	—	1300
	Indeks 1966/63					130,0
	m^3 po 1 stanovniku	130,0				91,5
DR Njemačka	mln m^3 1963	100	—	—	—	100
	,, 1966	120	—	—	—	120
	Indeks 1966/63	120,0				120,0
	m^3 po 1 stanovniku					0,5
Jugoslavija	mln m^3 1963	190	—	—	—	190
	,, 1966	400	—	—	—	400
	Indeks 1966/63	210,5				210,5
	m^3 po 1 stanovniku					20
Mađarska	mln m^3 1963	610	200	—	200	820
	,, 1966	1550	200	—	200	1750
	Indeks 1966/63	254,1				213,4
	m^3 po 1 stanovniku					175,0
Poljska	mln m^3 1963	980	310	—	310	1290
	,, 1966	1380	700	—	700	2080
	Indeks 1966/63	140,8				161,2
	m^3 po 1 stanovniku					66,0
Rumunjska	mln m^3 1963	12710	—	200	—200	12510
	,, 1966	16530	—	200	—200	16330
	Indeks 1966/63	130,0				130,5
	m^3 po 1 stanovniku					816,5
SSSR	mln m^3 1963	89830		300	—300	89530
	,, 1966	142960	—	830	—830	142130
	Indeks 1966/63	159,1				158,7
	m^3 po 1 stanovniku					618
U k u p n o	mln m^3 1963	105420	510	500	10	105430
	,, 1966	164310	900	1030	130	164180
	Indeks 1966/63	155,8				155,7
	m^3 po 1 stanovniku 1963					300
	1966					465

veće nego u Zapadnoj Evropi, tj. 21,8 % prema 16,0 %, ali je potrošnja po jednom stanovniku slabija — 128 kg prema 162 kg u 1966. godini. Udio petroleuma je tri puta veći (13,2 % prema 4,3 %), pa je i potrošnja po jednom stanovniku veća — 78 kg prema 43 kg. Učešće ulja za loženje i diesel goriva je manje (63,2 % prema 77,0 %) i potrošnja po jednom stanovniku je također manja, tj. 371 kg., prema 776 kg.

Može se reći, da je u socijalističkom zemljama sve to posljedica strukture privrede i usmjeravanja potrošnje društvenog standarda, a u Zapadnoj Evropi, kao i u sve većoj mjeri i u Jugoslaviji, utjecaj slobodnog tržišta i ekonomskih cijena pojedinih izvora energije.

3. Plinovita goriva

U ovoj analizi obuhvaćen je prirodni plin kao primarni izvor energije, te plinovi dobiveni u plinaramama, kokserijama i rafinerijama. Međutim, prirodni plin (a njegova je situacija iskazana u tablici 17.) je iskazan u naturalnim jedinicama, gdje je 1 N m³ uzet sa 8600 kcal, dok su količine svih ostalih plinova koncentrirane na gradski plin (1 m³ = 4200 kcal).

Kako se iz tablice vidi, pojedine države su uglavnom upućene u korištenje vlastitih rezervi prirodnog plina, tako da je u 1966. godini prirodni plin uvozila samo Poljska iz SSSR-a i Mađarska iz Rumunjske. S obzirom na potrošene količine prirodni je plin od veće važnosti samo u Rumunjskoj, gdje potrošnja iznosi 16,33 mlrd kub metara i 55 % od ukupno potrošene energije i naravno u SSSR-u, gdje potrošnja iznosi 142,13 mlrd kub metara i 21,4 % od ukupne potrošnje energije (preračunato na tone uslovnog ugljena).

Albanija nije trošila prirodni plin a prema situaciji nema mnogo izgleda da će ga i u buduće trošiti. Bugarska je u 1966. godini, otvaranjem otkrivenih plinskih polja, počela trošiti prirodni plin (u 1966. godini 70 mln m³). DR Njemačka je u 1966. godini potrošila 120 mln kub metara prirodnog plina, dok se u ostalim državama potrošnja kreće od 400 mln kub metara u Jugoslaviji do 2,08 mlrd kub metara u Poljskoj.

Situacija prirodnog plina u socijalističkim zemljama i u Zapadnoj Evropi u 1963. i 1966.

u mlrd kub metara — Tablica 18.

	Socijalističke zemlje			Zapadna Evropa		
	1963.	1966.	Indeks 1966 63	1963.	1966.	Indeks 1866/63
Proizvodnja	105,4	164,3	155,8	16,3	23,5	144,2
Uvoz	0,5	0,9		—	1,1	
Izvoz	0,5	1,0		—	0,1	
Netto uvoz	—	—0,1		—	1,0	
Potrošnja	105,4	164,2	155,8	16,3	24,5	150,3

Proizvodnja i potrošnja plinova u socijalističkim zemljama

u mln m³ grad. plina — Tablica 19.

Država		Godina	Ukupna proizvodnja		Od toga				Potrošnja
					prirodni plin	koksni plin	gradski plin	rafinirani plin	
Albanija	mln m³	1963	—	—	—	—	—	—	—
	,,	1966	—	—	—	—	—	—	—
	Indeks	1966/63	—	—	—	—	—	—	—
Bugarska	mln m³	1963	—	—	—	—	—	—	—
	,,	1966	—	160	160	—	—	—	160
	Indeks	1966/63	—	—	—	1560	—	—10	—
Čehoslovačka	mln m³	1963	7760	2220	3980	1560	—	—10	7750
	,,	1966	8800	2890	4210	1700	—	—10	8780
	Indeks	1966/63	113,4	130,0	105,8	109,0	—	—	113,0
DR Njemačka	mln m³	1963	3340	220	1250	1870	—	50	3390
	,,	1966	3720	260	1370	2090	—	40	3760
	Indeks	1966/63	111,3	120,0	109,5	111,8	—	—	110,9
Jugoslavija	mln m³	1963	1330	420	850	50	—	—	1330
	,,	1966	1850	890	890	60	—	—	1850
	Indeks	1966/63	139,1	210,2	104,7	120,0	—	—	139,1
Mađarska	mln m³	1963	1800	1360	70	380	—	460	2260
	,,	1966	3980	3450	80	450	—	440	4420
	Indeks	1966/63	221,1	254,1	114,3	118,4	—	—	107,1
Poljska	mln m³	1963	7970	2180	4980	810	—	660	8630
	,,	1966	9360	3050	5400	910	—	1550	10910
	Indeks	1966/63	117,4	140,8	108,4	112,3	—	—	126,4
Rumunjska	mln m³	1963	29010	28220	530	—	260	— 450	28560
	,,	1966	38890	36700	570	—	1630	— 440	38450
	Indeks	1966/63	134,0	130,0	107,5	—	626,9	—	134,6
SSSR	mln m³	1963	227440	199430	25240	1650	1120	— 670	226770
	,,	1966	349840	317380	38600	1710	2150	—1840	348000
	Indeks	1966/63	109,8	159,1	113,3	103,6	191,9	—	153,4
Ukupno	mln m³	1963	278650	234040	36900	6310	1380	— 400	278690
	,,	1966	416590	364770	41120	6940	3770	— 260	146330
	Indeks	1966/63	149,8	155,0	111,4	110,0	273,2	—	149,0

U odnosu na ukupnu potrošnju energije prirodni je plin osim u Rumunjskoj i SSSR-u od veće važnosti još samo u Mađarskoj (učešće 8,1 %), dok u ostalim državama to učešće dosiže 2,4 % (Poljska).

Uzimajući, međutim, u obzir već otkrivene velike rezerve prirodnog plina u SSSR, kao i perspektivne mogućnosti otkrivanja novih rezervi te planiranu izgradnju plinovoda iz SSSR preko Istočne i Centralne Evrope sve do Zapadne za očekivati je da će prirodni plin već u bližoj budućnosti postati važan izvor energije gotovo u čitavoj Evropi.

Ako se i za prirodni plin usporedi situacija u socijalističkim zemljama kao cjelini sa situacijom u Zap. Evropi tada se vide slijedeći odnosi (tablica 18.).

Kako se iz gornje tablice vidi, proizvodnja i potrošnja prirodnog plina u socijalističkim zemljama je za sedam puta veća nego u zemljama Zapadne Evrope. Nadalje, uvoz prirodnog plina obavlja se unutar samih socijalističkih zemalja, dok je na Zapadu taj uvoz bio iz drugih privrednih područja (Afrika).

U tablici 19. dana je situacija svih vrsta plinova — izvora energije.

Kako se vidi, u Čehoslovačkoj, DR Njemačkoj, Poljskoj i SSSR-u važan izvor energije je koksni plin, a gradski plin u Čehoslovačkoj, DR Njemačkoj i donekle u SSSR, dok su rafinerijski plinovi od važnosti u Rumunjskoj i SSSR, što je i razumljivo s obzirom na dosadašnji razvoj rafinerijskih — naročito sekundarnih kapaciteta i njene tehnologije. Interesantno je da je proizvodnja gradskog plina u SSSR jednaka onoj u Čehoslovačkoj, a manja nego u DR Njemačkoj.

Naravno, da bi za temeljitiju analizu proizvodnje i potrošnje koksnog, gradskog i rafinerijskog plina bila potrebna i temeljita analiza uvjeta njihove proizvodnje i potrošnje, koji su u svakoj zemlji drugačiji.

Ako se opet načini usporedba između socijalističkih zemalja i onih u Zapadnoj Evropi, tada se dobiju odnosi prikazani u tablici 20.

Proizvodnja i potrošnja plinova u socijalističkim zemljama i u Zapadnoj Evropi u 1966.

u mlrd kub. met. grad. plina — Tablica 20

	Ukupna proizvodnja	Od toga				Uvoz ili izvoz	Potrošnja
		Prirodni plin	koksni plin	gradski plin	rafin. plin		
Soc. zemlje	416,6	364,8	41,1	6,9	3,8	—0,3	416,3
Zapadna Evropa	129,3	52,2	41,8	25,8	9,5	2,2	131,5

Kako se iz gornjega vidi, plinovi u cjelini se već sada u socijalističkim zemljama proizvode i troše u znatno većoj količini nego u Zapadnoj Evropi, što je posljedica sedam puta veća proizvodnja prirodnog plina, pa prema tome i njegove potrošnje. Razlog je tome otkrivanje velikih rezervi prirodnog plina u SSSR i time stvaranje uvjeta za veliku proizvodnju.

No, interesantno je da socijalističke zemlje proizvode istu količinu koksijskog plina kao i zemlje u Zapadnoj Evropi, dok iste proizvode daleko veće količine gradskog plina, tj. 26 mln kub. metara prema sedam miliona kub metara u socijalističkim zemljama. Konačno, proizvodnja tzv. rafinerijskih plinova je više nego upola manja u socijalističkim zemljama, nego u Zapadnoj Evropi (3,8 mln kub metara prema 9,5 mlrd kub metara u ekvivalentu grad. plina). Razlog tome je u različitim tehnološkim procesima u rafinerijama. Naime, rafinerije u Zap. Evropi raspolažu s više kapaciteta za destruktivnu preradu (kat. kreking, kat. reforming i sl.), koji daju veće prinose rafinerijskih plinova.

Razmjerno mala dosadašnja proizvodnja prirodnog plina u Zap. Evropi nije mogla omogućiti i veću potrošnju, makar je u pojedinim državama, kao npr. u Italiji i u južnoj Francuskoj bio važan izvor energije. Međutim, otkrivanje velikih rezervi prirodnog plina u Holandiji i Sjev. moru, te mogućnosti ekonomske dopreme prirodnog plina u ukapljenom stanju iz sjev. Afrike, a u perspektivi putem plinovoda iz SSSR stvorit će uvjete, da prirodni plin postane važan izvor energije i u Zapadnoj Evropi. S obzirom na očekivano povećanje rafinerijskih kapaciteta u socijalističkim zemljama, kao i na uklapanja sekundarnih procesa za očekivati je, da će se prinos rafinerijskih plinova povećati i u socijalističkim zemljama. Proizvodnja gradskog plina vjerojatno će ostati na dosadašnjem nivou, ali će promijeniti sirovinsku bazu (ugljen-derivati nafte) dok će proizvodnja koksnog plina ovisiti o razvoju crne metalurgije, odnosno, poboljšanju njene tehnologije, koja ide u smjeru smanjenja jedinične potrošnje koksa, dakle u masi smanjenja njegove potrošnje i proizvodnje i ovisno o tome smanjenju proizvodnje koksnog plina.

4. Električna energija

U tablici 21. prikazana je proizvodnja električne energije u socijalističkim zemljama za 1963. i 1966. godinu u cjelini i od toga ona proizvedena na hidroenerganama (dakle kao primarna energija), koja je tako i bilancirana u ukupnoj potrošnji energije. Nadalje su prikazane tzv. javne energane (van industrije), uvoz električne energije i konačno njena potrošnja.

Kako se iz tablice vidi, potrošnja električne energije po jednom stanovniku kreće se od 216 kWh u Albaniji u 1966. godini do 3329 kWh u DR Njemačkoj. Jugoslavija je s potrošnjom od 876 kWh na pretposljednjem mjestu.

S obzirom na razmjerno malen izvoz potrošnja električne energije odgovara njenoj proizvodnji — osim u Čehoslovačkoj, koja je izvezla 2,0 mlrd kWh, Mađarskoj s izvozom od 1,5 mlrd kWh i SSSR, koji je izvezao 2,2 mlrd kWh.

Najveći uvoz bio je u Mađarskoj, tj. 1,6 mlrd kWh.

Situacija električne energije u socijalističkim zemljama

u mln kWh

Tablica 21.

Država		Godina	Proizvodnja						Netto uvoz	Potrošnja	
			Javne i industrijske centrale			Samo javne centrale				ukupna	kWh po stan.
			ukupno	od toga hidro-	nuklearne	ukupno	od toga hidro-	nuklearne			
Albanija	mln kWh	1963	258	168	—	230	168	—	—	258	146
	,,	1966	415	300	—	375	300	—	—	415	216
	Indeks	1966/63	160,8	179,1	—	163,0	179,1	—	—	160,8	
Bugarska	mln kWh	1963	7.184	2.086	—	6.613	2.086	—	83	7.267	899
	,,	1966	11.757	2.010	—	9.918	2.010	—	33	11.790	1.427
	Indeks	1966/63	163,6	96,3	—	149,9	96,3	—	—	128,3	
Čehoslovačka	mln kWh	1963	29.861	2.289	—	22.564	2.096	—	142	30.003	2.150
	,,	1966	36.528	4.256	—	28.147	4.072	—	1.995	38.523	2.705
	Indeks	1966/63	122,3	185,9	—	124,5	194,2	—	—	128,3	
DR Njemačka	mln kWh	1963	47.450	547	—	25.805	487	—	2	47.452	2.766
	,,	1966	56.866	1.050	96	34.412	960	96	34	56.832	3.329
	Indeks	1966/63	119,8	191,9	—	133,3	197,1	—	—	119,7	
Jugoslavija	mln kWh	1963	13.535	8.028	—	12.410	7.915	—	295	13.240	694
	,,	1966	17.174	9.880	—	15.538	9.765	—	130	17.304	876
	Indeks	1966/63	126,9	123,1	—	125,2	126,6	—	—	130,7	
Mađarska	mln kWh	1963	9.665	81	—	8.486	81	—	930	10.595	1.080
	,,	1966	11.855	100	—	10.581	100	—	1.592	13.447	1.321
	Indeks	1966/63	122,6	123,4	—	124,7	123,4	—	—	126,9	
Poljska	mln kWh	1963	36.962	670	—	30.371	670	—	50	36.912	1.202
	,,	1966	47.385	929	—	40.715	929	—	131	47.254	1.490
	Indeks	1966/63	128,3	138,7	—	134,0	138,7	—	—	128,0	
Rumunjska	mln kWh	1963	11.682	537	—	9.626	469	—	4	11.678	620
	,,	1966	20.806	1.035	—	18.175	936	—	751	20.055	1.047
	Indeks	1966/63	178,1	192,7	—	188,8	199,6	—	—	171,7	
SSSR	mln kWh	1963	412.418	75.859	—	318.600	73.710	—	747	411.671	1.831
	,,	1966	544.566	91.823	—	420.950	89.250	—	2.172	542.394	2.326
	Indeks	1966/63	132,0	121,1	—	132,1	136,0	—	—	131,7	
U k u p n o	mln kWh	1963	569.015	90.265	—	434.705	87 682	—	659	569.076	1.612
	,,	1966	747.352	111.383	96	578.811	108.811	96	662	748.014	2.177
	Indeks	1966/63	131,3	122,6	—	133,1	124,1	—	—	131,4	

Odnosi proizvedene električne energije u 1966. u socijalističkim zemljama

u mln kWh

Tablica 22.

Država	Ukupno proizvedena el. energija	Proizvedeno na hidroenerganama	Procenat hidroenergije %
Albanija	415	300	71,8
Bugarska	11.757	2.010	17,1
Čehoslovačka	36.528	4.256	11,6
DR Njemačka	56.866	1.050	1,8
Jugoslavija	17.174	9.880	57,5
Mađarska	11.855	100	0,8
Poljska	47.385	929	2,0
Rumunjska	20.806	1.035	5,0
SSSR	544.566	91.823	16,9
U k u p n o	747.352	111.383	14,9

Po apsolutnoj potrošnji i proizvodnji električne energije na prvom je mjestu SSSR s 542,4 mlrd kWh, a na posljednjem mjestu Albanija s više od hiljadu puta manje (415 mln kWh). No, i ostale države imaju daleko manju apsolutnu potrošnju od SSSR i to 56,8 mlrd kWh DR Njemačka do 11,8 mlrd kWh Bugarska. U Jugoslaviji je potrošnja bila 17,3 mlrd kWh.

Promatra li se odnos između ukupno proizvedene električne energije i one dobivene na hidroelektranama tada se za 1966. godinu vide ovi odnosi (tablica 22).

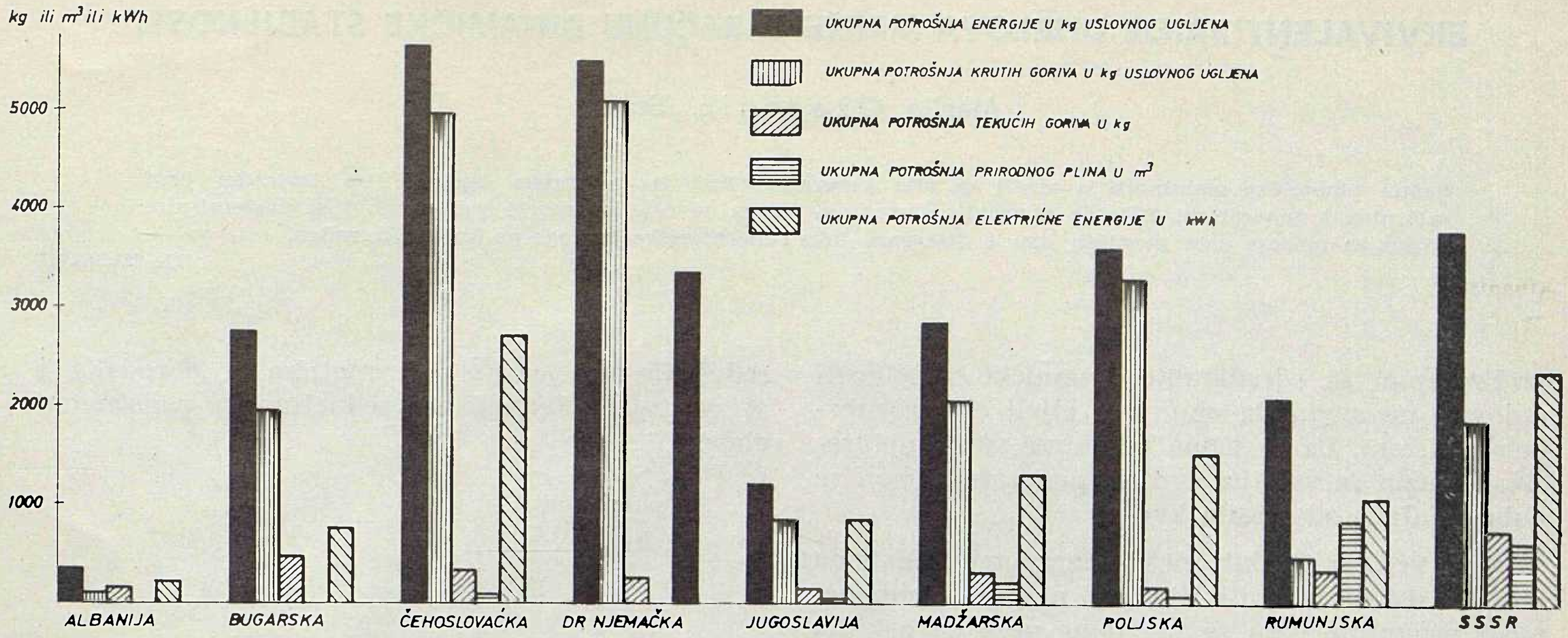
Kod gornjih podataka pada u oči nisko učešće električne energije dobivene na hidroenerganama, tj. od 17 % u SSSR i Bugarskoj do 0,8 % Mađar-

Situacija električne energije u socljalističkim zemljama i u Zapadnoj Evropi u 1966.

u mlrd kWh

Tablica 23

	Ukupna proizvodnja	Od toga		Učešće hidroelektrične energije	Uvoz ili izvoz	Ukupne potrošnja	Potrošnja po stanovniku kWh
		hidro	nuklearna				
		elektroenergija					
Socijal. zemlje	747,3	111,4	0,1	14,9	0,7	748,0	2177
Zap. Evropa	858,0	035,8	26,6	35,6	0,1	858,1	2532



Sl. 4 Potrošnja energije po jednom stanovniku u 1966. godini

skoj. Izuzeci su Albanija sa 71,8 % koja, međutim obzirom na vrlo malu proizvodnju nije od veće važnosti. Ali je interesantna Jugoslavija, gdje električna energija dobivena na hidroenerganama sudjeluje sa 57,5 %, što je posljedica hidrometereoloških uvjeta tokova rijeka, ali i forsiranja gradnje hidroenergana na račun termoenergana.

Situacija odnosa ukupne proizvodnje električne energije, one na hidroenerganama i ukupne potrošnje u 1966. godni za socijalističke zemlje i Zapadnu Evropu u cjelini prikazana je na tabeli 23.

Kako se iz tablice vidi, potrošnja električne energije po jednom stanovniku je u socijalističkim zemljama za oko 14 % manja nego u Zapadnoj Evropi, tj. 2177 prema 2532 kWh. Međutim, ukupna je potrošnja za oko sto milijardi kWh manja ili za oko 13 %. U ukupnoj proizvodnji električne energije ona dobivena na hidroenerganama u socijalističkim zemljama učestvuje s oko 15 %, a u Zap. Evropi s oko 35,5 %. Proizvodnja električne energije na nuklearnim termoecentralama iznosila je u Zap. Evropi 26,6 mlrd kWh, a u socijalističkim zemljama samo 100 mln kWh i to u DR Njemačkoj no treba spomenuti da takva proizvodnja u SSSR nije posebno iskazana.

Zaključak

Iz svega se izloženoga vidi, da je dosadašnja potrošnja energije u socijalističkim zemljama kao i njena struktura bila posljedica administrativnog upravljanja privredom kao i tehničkog nivoa industrije, polagane modernizacije industrije te sporog rasta motoriziranog saobraćaja, a u znatnoj mjeri i u autarkičkim koncepcijama u snabdijevanju energijom. Sve je to nužno dovelo do visokog učešća krutih goriva u ukupnoj potrošnji energije.

U dijagramu 4. prikazana je potrošnja pojedinih izvora energije u naturalnim jedinicama po jednom stanovniku u 1966. godini.

Međutim, potrošnja energije u Jugoslaviji uvjetovana brzom motorizacijom, izgradnjom industrijskih objekata prema suvremenim tehnološkim koncepcijama te prilagođavanjem potrošnje energije koncepcijama tržišne politike brzo mijenja strukturu potrošnje energije u smjeru korištenja plemenitijih izvora energije.

No, razvoj motoriziranog saobraćaja, nove tehnologije u industriji te otvaranje bogatih izvora nafte i prirodnog plina u SSSR i veći uvoz nafte sa Srednjeg Istoka i Afrike uvjetuju u zadnjim godinama sve veću promjenu u strukturi potrošnje energije u socijalističkim zemljama u smjeru jačanja učešća tekućih goriva i prirodnog plina, a na račun krutih goriva, prvenstveno lignita.

Zahvaljujem ing. Jamnickom, koji me je prigodom recenzije članka upozorio na izvjesne manjkavosti u istome i koje su u duhu tih preporuka ispravljene, odnosno tekst nadopunjen.

Naslov pisca: Vilim Boranić, dipl. ing., Zagreb, INA-Institut, Proleterskih brigada 78

EKVIVALENTIRANJE DIJELOVA MREŽE U RAČUNU DINAMIČKE STABILNOSTI

Marija Ožegović, Split

Račun dinamičke stabilnosti u mreži sa više generatora traži da se mreža ograniči na izvjestan broj sabirnica i generatora. Zato je napravljen program kojim se dijelovi mreže reduciraju i ekvivalentiraju. Ovdje se opisuje sam program kao i dijagram toka i matematske podloge po kojima je rađen.

DK 621.316.001

Programi za određivanje dinamičke stabilnosti redovito ne mogu da obuhvate cijeli elektroenergetski sistem. Uz to nema nikakove svrhe opterećivati račun sa velikim brojem generatora, koji se nalaze daleko od mjesta kvara.

Kod velikih i jakih elektroenergetskih sistema može se uvijek izdvojiti dio, koji ne prelazi mogućnosti programa i da se pri tome veze sa ostalim sistemom smatraju vezama sa krutom mrežom.

Kod manjih sistema teško da se mogu odrediti sabirnice beskonačne snage, pa je potrebno cijeli sistem svesti na onoliko strojeva i onoliko sabirnica koliko to dozvoljava raspoloživi program. Redukcijom se postiže smanjenje broja sabirnica, a ekvivalentiranjem smanjenje broja generatora.

Na slici 1. prikazan je elektroenergetski sistem koji je podijeljen na centralni sistem i podsistem. Podsistem je dio sistema koji se želi matematskim metodama svesti na manju mrežu, dok centralni sistem ostaje nepromijenjen.

Neka veza centralnog sistema i podsistema bude u L čvorova. Mreža podsistema neka ima ukupno N čvorova. N čvorovi neka sadrže x pasivne čvorove i M čvorove. M čvorovi su čvorovi EMS-a generatora i L čvorovi. Među pasivne čvorove ubrajaju se i čvorovi potrošača, jer su potrošači ovdje nadomješteni admitancijama. Numeracija čvorova podsistema mora se sada provesti kako slijedi:

$$i = 1, 2, \ldots L, L+1, \ldots M, M+1, \ldots N \qquad (1)$$

Bitno je ostvariti što neposredniju vezu između čvorova EMS-a generatora, tj. čvorova iza tranzientnih reaktancija generatora, sa svim čvorovima $1, 2 \ldots L$. Ovo se postiže redukcijom pasivnih čvorova podsistema. Tako se mreža sa N čvorova reducira na mrežu sa M čvorova. Slika 2.

Podsistemu je prije redukcije pripadala matrica $[\overline{\mathbf{Y}}]_N$, tj. matrica sa N redaka i N stupaca, a poslije redukcije matrica $[\overline{\mathbf{Y}}]_M$, tj. matrica sa M redaka i M stupaca. Jednadžbe reduciranog podsistema glase:

$$\begin{aligned}
\left(\frac{\overline{S}_1}{\overline{E}_1}\right)^* &= \overline{Y}_{11}\overline{E}_1 + \ldots\ldots + \overline{Y}_{1L}\overline{E}_L + \\
&+ \overline{Y}_{1,L+1}\overline{E}_{L+1} + \ldots + \overline{Y}_{1M}\overline{E}_M \\
\left(\frac{\overline{S}_2}{\overline{E}_1}\right)^* &= \overline{Y}_{21}\overline{E}_1 + \ldots\ldots + \overline{Y}_{2L}\overline{E}_L + \\
&+ \overline{Y}_{2,L+1}\overline{E}_{L+1} + \ldots + \overline{Y}_{2M}\overline{E}_M \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\left(\frac{\overline{SL}}{\overline{E}_L}\right)^* &= \overline{Y}_{L1}\overline{E}_1 + \ldots\ldots + \overline{Y}_{LL}\overline{E}_L + \qquad (2) \\
&+ \overline{Y}_{L,L+1}\overline{E}_{L+1} + \ldots + \overline{Y}_{LM}\overline{E}_M \\
\left(\frac{\overline{S}_{L+1}}{\overline{E}_{L+1}}\right)^* &= \overline{Y}_{L+1},\overline{E}_1\overline{E}_1 + \ldots. + \overline{Y}_{L+1,L}\overline{E}_L + \\
&+ \overline{Y}_{L+1,L+1}\overline{E}_{L+1} + \ldots + \overline{Y}_{L+1,M}\overline{E}_M \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\left(\frac{\overline{S}_M}{\overline{E}_M}\right)^* &= \overline{Y}_{M1}\overline{E}_1 + \ldots. + \overline{Y}_{ML}\overline{E}_L + \\
&+ \overline{Y}_{M,L+1}\overline{E}_{L+1} + \ldots + \overline{Y}_{MM}\overline{E}_M
\end{aligned}$$

Reducirani podsistem sa slike 2. želi se nadomjestiti ekvivalentnim podsistemom sa slike 3. To je slučaj kada je $M = 7$ i $L = 3$. Uvjet je da ostanu nepromjenjene vlastite i međusobne admitancije čvorova $1 \ldots L$ reduciranog podsistema.

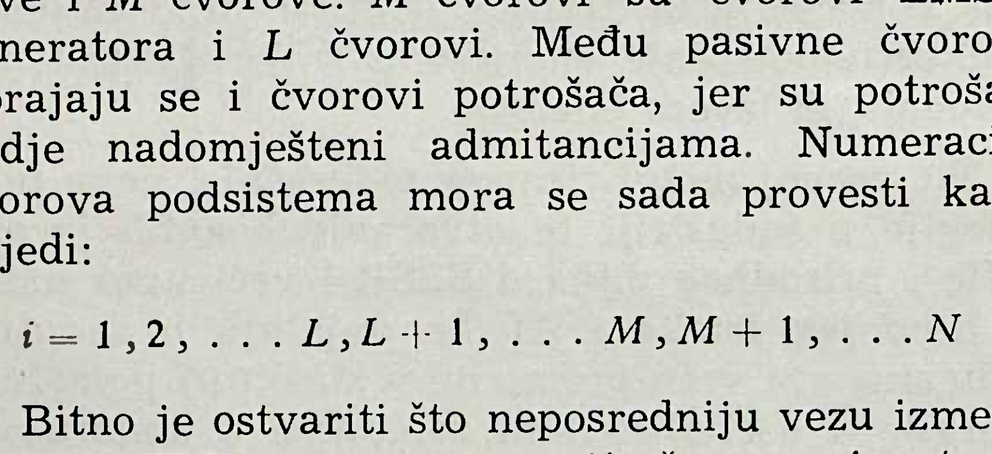
$$\begin{aligned}
\left(\frac{\overline{S}_1}{\overline{E}_1}\right)^* &= \overline{Y}_{11}\overline{E}_1 + \ldots + \overline{Y}_{1L}\overline{E}_L - \overline{Y}_{1-e}\overline{E}_{1e} \\
\left(\frac{\overline{S}_2}{\overline{E}_2}\right)^* &= \overline{Y}_{22}\overline{E}_1 + \ldots + \overline{Y}_{2L}\overline{E}_L - \overline{Y}_{2-e}\overline{E}_{2e} \qquad (3) \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\left(\frac{\overline{S}_L}{\overline{E}_L}\right)^* &= \overline{Y}_{L1}\overline{E}_1 + \ldots + \overline{Y}_{LL}\overline{E}_L - \overline{Y}_{L-e}\overline{E}_{Le}
\end{aligned}$$

gdje je:

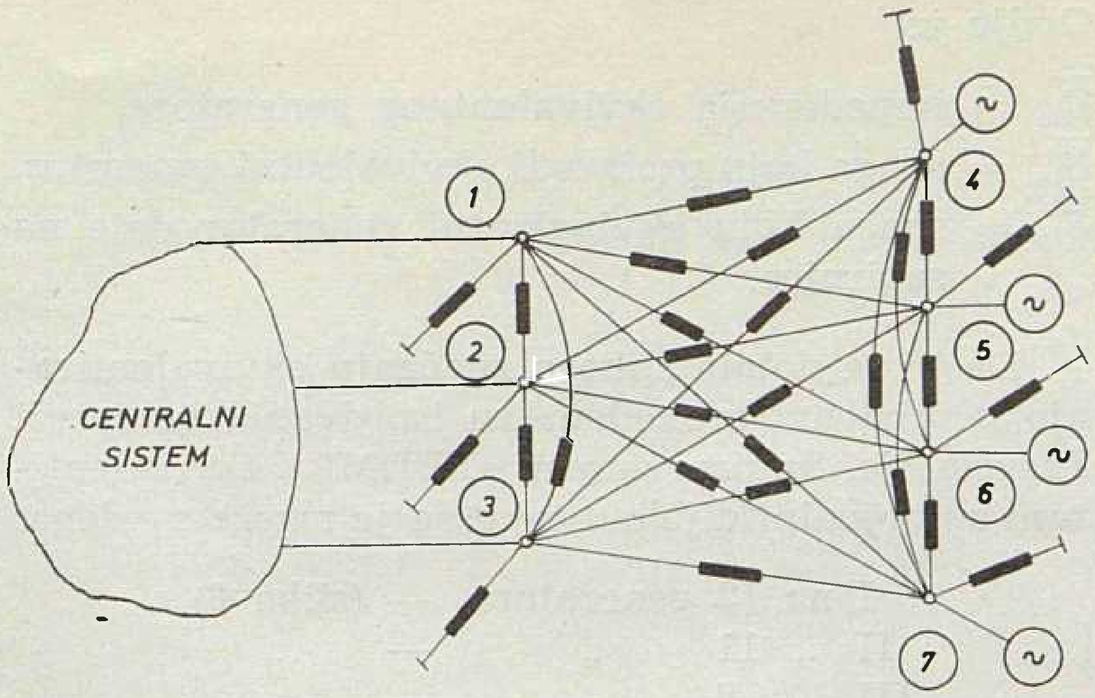
$\overline{Y}_{i-e}$ = admitancija ekvivalentnog generatora

$\overline{E}_{ie}$ = elektromotorna sila ekvivalentnog generatora ili za i-ti čvor

$$\left(\frac{\overline{S}_i}{E_i}\right)^* = \sum_j \overline{Y}_{ij}\overline{E}_j - \overline{Y}_{i-e}\overline{E}_{ie} \qquad \begin{matrix} i = 1..L \\ j = 1..L \end{matrix} \qquad (4)$$



Sl. 1 Zadani sistem i podsistem



Sl. 2 Reducirani podsistem kod kojeg je M = 7, L = 3

Iz jednadžbe 4. dobije se odmah:

$$\bar{E}_{ie} = \frac{1}{\bar{Y}_{i-e}} \left[\sum_{j=j}^{L} \bar{Y}_{ij} \bar{E}_j - \left(\frac{\bar{S}_i}{\bar{E}_i} \right)^{\star} \right] \qquad i = 1 \,..\, L \qquad (5)$$

U matrici reduciranog podsistema iznosi:

$$\bar{y}_{ii} = - \sum_{j=1}^{M} \bar{y}_{ij} + \bar{y}_{i-o} \qquad \begin{matrix} i = 1 \,..\, L \\ i \neq j \end{matrix} \qquad (6)$$

a u matrici ekvivalentnog podsistema:

$$\bar{y}_{ii} = - \sum_{j=1}^{L} \bar{y}_{ij} = \bar{y}_{i-o} + \bar{y}_{i-e} \qquad \begin{matrix} i = 1 \,..\, L \\ i \neq i \end{matrix} \qquad (7($$

$\bar{Y}_{i-o}$ = admitancija grane između nule i čvora i.

Kako su po pretpostavci oba $\bar{Y}_{ii}$ jednaka, može se pisati:

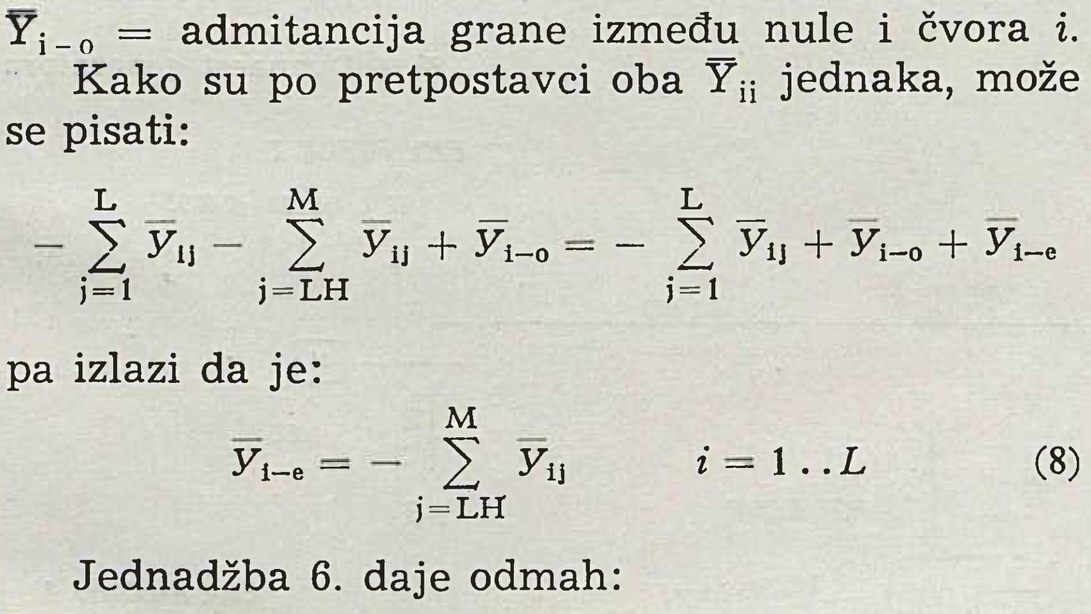
$$- \sum_{j=1}^{L} \bar{y}_{ij} - \sum_{j=LH}^{M} \bar{y}_{ij} + \bar{y}_{i-o} = - \sum_{j=1}^{L} \bar{y}_{ij} + \bar{y}_{i-o} + \bar{y}_{i-e}$$

pa izlazi da je:

$$\bar{y}_{i-e} = - \sum_{j=LH}^{M} \bar{y}_{ij} \qquad i = 1 \,..\, L \qquad (8)$$

Jednadžba 6. daje odmah:

$$\bar{y}_{i-o} = \sum_{j=1}^{M} \bar{y}_{ij} \qquad i = 1 \,..\, L \qquad (9)$$



Sl. 3 Ekvivalentni podsistem za L = 3

Tražene relacije jesu 5, 8 i 9. One upotrebljavaju matricu reduciranog podsistema i traže poznavanje snaga i napona samo u čvorovima 1 . . . L. Međutim, redukcija matrice $[\bar{\mathbf{Y}}]_N$ zahtijeva eliminiranje potrošačkih čvorova, pa je potrebno još poznavati snagu i modul napona na potrošačkim sabirnicama, jer je:

$$\bar{y}_P = \frac{\bar{S}_P{}^{\star}}{(\bar{E}_P)^2} \qquad (10)$$

Za elektroničko računalo IBM 1130 napravljen je program nazvan »REDMR«. Podaci se računalu zadaju iz liste podataka koju treba pripremiti prema slici 4. Svi podaci zadaju se u jediničnim vri-

g	s	t	$\bar{z}_{s-t}$		$\bar{y}_{s-t}$	
1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—
:	:	:	:	:	:	:
0	—	—	—	—	—	—
i	$\bar{y}_i$		$\bar{s}_i$		$\lvert \bar{e}_i \rvert$	ϑ_i
1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—
:	:	:	:	:	:	:
L	—	—	—	—	—	—
:	:	:	:	:	:	
M	—	—	—	—	—	
M + 1	—	—	—	—	—	
:	:	:	:	:	:	
N	—	—	—	—	—	

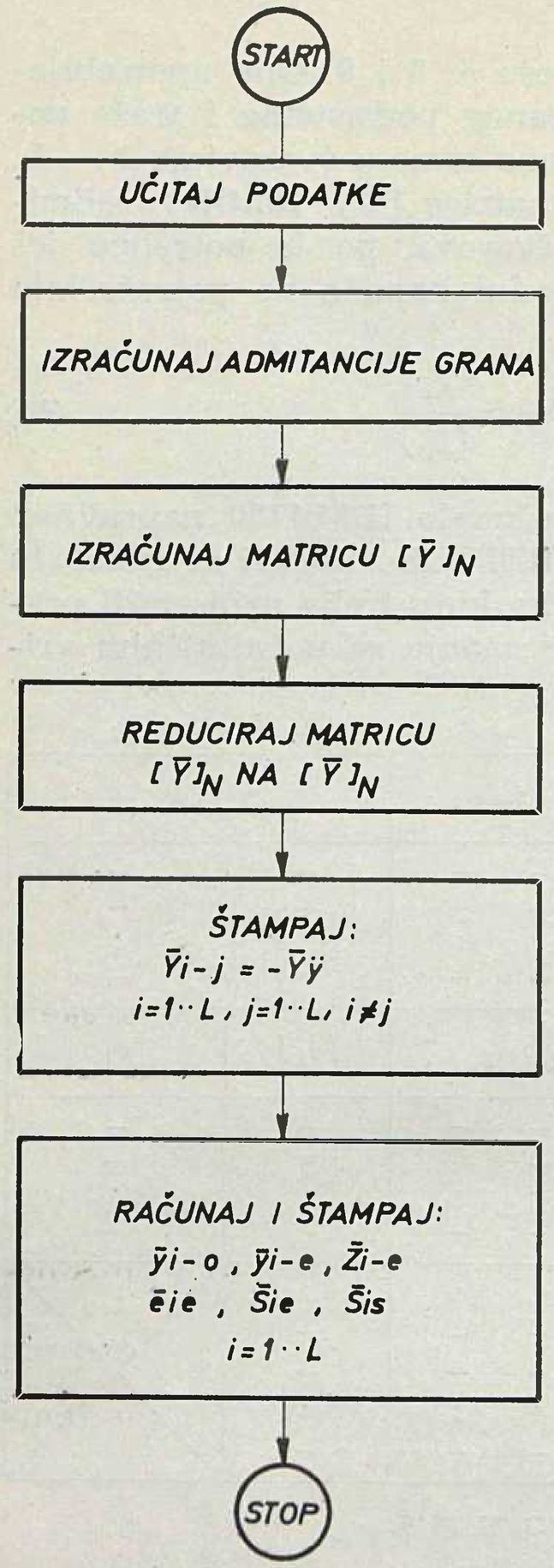
G, N, M, L

Slika 4. Ekvivalentni podsistem lista podataka

jednostima. Najprije se odrede uzdužne impedancije i poprečne admitancije vodova i transformatora. To su podaci grana. Zatim dolaze podaci čvorova, tj. admitancije između čvora i nule, snage čvorova i naponi. Kod čvorova 1 . . L zadaju se snage koje ulaze u podsistem. Snage potrošača čvorova 1 . . L ostaju izvan podsistema ili se zadaju u sklopu admitancija $\bar{Y}_i$. Za čvorove $L + 1$ do N zadaju se samo snage potrošača, a ne zadaju se snage generatora. Modul i argument napona zadaje se za čvorove 1 . . L, za potrošačke čvorove zadaje se samo modul napona, dok se za ostale čvorove na mjestu modula napona upisuje bilo koji broj samo da nije nula (obično 1.0) Na kraju treba još navesti konstante G, N, M i L. (G = broj grana).

Na slici 5. nalazi se blok dijagram toka. Nakon što su učitani podaci slijedi izračunavanje matrice $[\bar{\mathbf{Y}}]_N$. Redukcija ove matrice na matricu $[\bar{\mathbf{Y}}]_M$ zahtijeva najviše vremena u cijelom računu. Zatim se štampaju članovi matrice $[\bar{\mathbf{Y}}]_M$ iz L redaka i L stupaca za $i \neq j$ pomnoženi sa (— 1). To su upravo admitancije grana između L čvorova, a koje po pretpostavci kod ekvivalentiranja ostaju nepromjenjene. Slijedi izračunavanje i štampanje

$\bar{y}_{1-o}$, $\bar{y}_{i-o}$, $\bar{y}_{i-e}$, $\bar{Z}_{i-e}$, $\bar{E}_{ie}$, $\bar{S}_{ie}$, $\bar{S}_{is}$ za $= 1 \,..\, L$.



Sl. 6 Blok dijagram toka, ekvivalentni podsistem

Ovdje je:

$\overline{Z}_{ie}$ = impedancija ekvivalentnog generatora,
$\overline{S}_{ie}$ = snaga koju proizvodi ekvivalentni generator,
$\overline{S}_{is}$ = snaga koju ekvivalentni generator daje na sabirnice.

Da bi se dobila slika o značenju ekvivalentiranja podsistema provedena su ispitivanja na mreži Jugoslavije. Sa programom »REDMR« ekvivalentirani su pojedini dijelovi tako da je mreža svedena:

I na 12 generatora — (slika 6)
II „ 11 „ — „
III „ 8 „ — „
IV „ 5 „ — (slika 7)

Kod računanja dinamičke stabilnosti potrebno je ekvivalentnim generatorima osim veličina koje daje »REDMR« odrediti nominalnu snagu i konstantu inercije. Za jedan ekvivalentni generator na koji je sveden podsistem vrijede relacije:

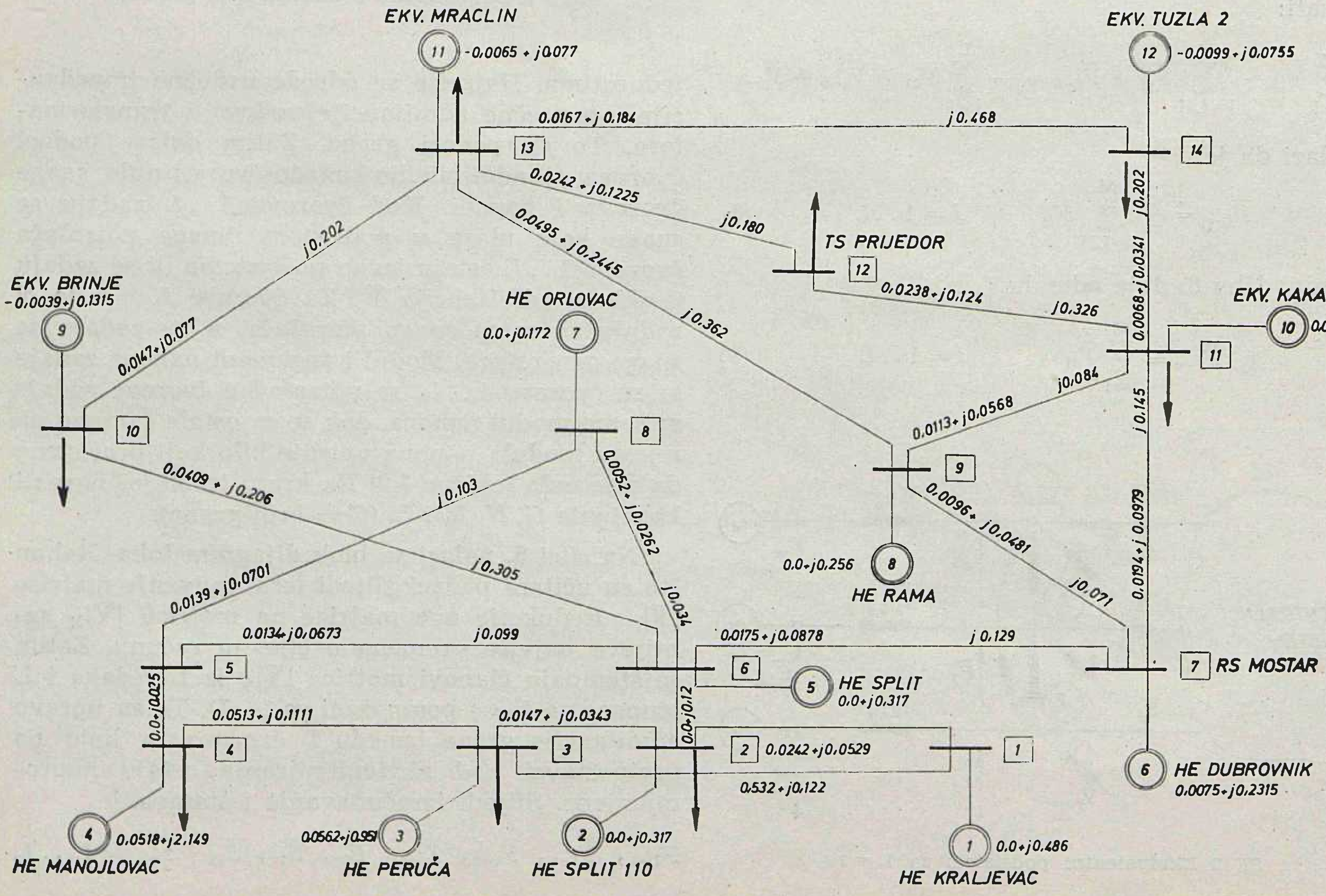
$$\overline{S}_e = \sum S_i \qquad I = L + 1 \,..\, M \qquad (11)$$

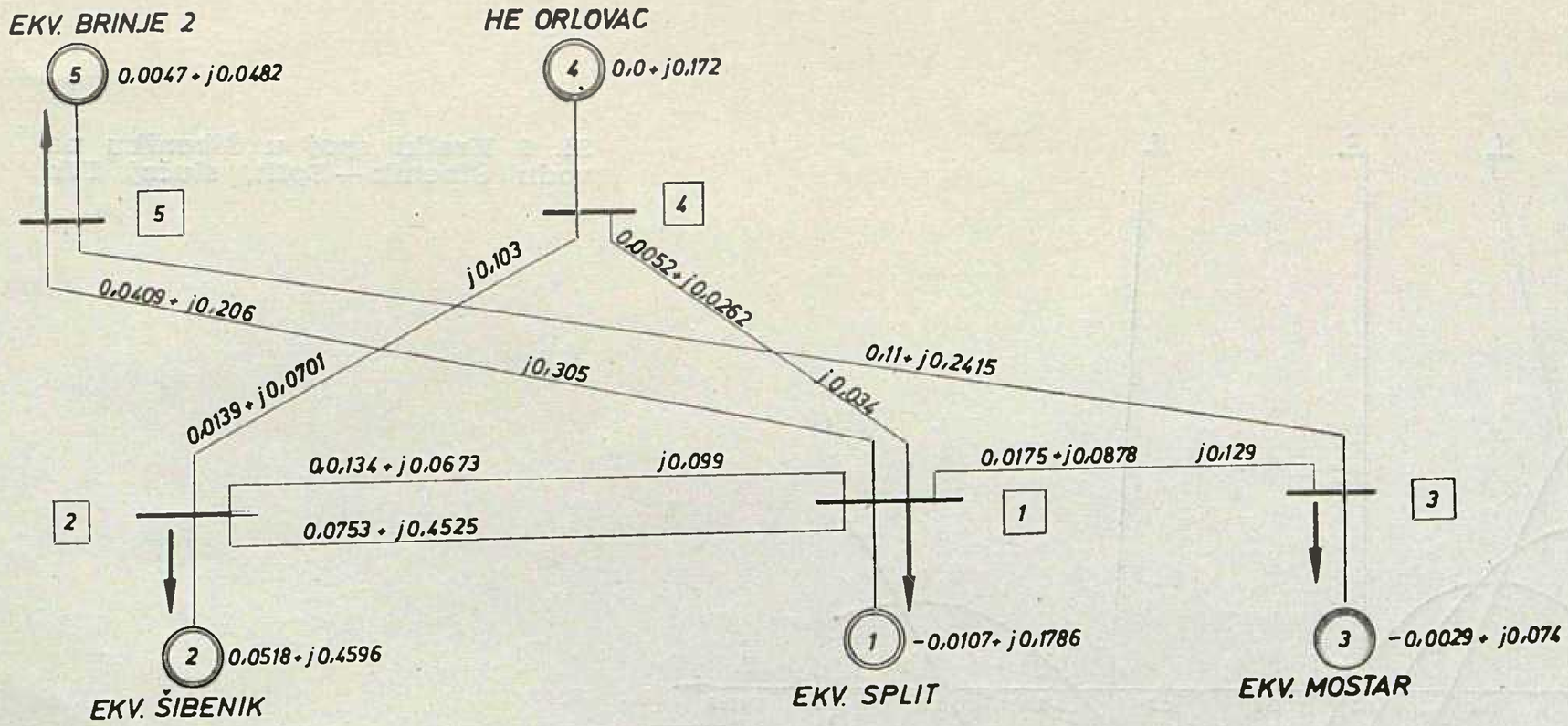
$$H_e = \frac{\sum H_i S_i}{\sum S_i} \qquad i = L + 1 \,..\, M \qquad (12)$$

a za više ekvivalentnih generatora na koji je sveden podsistem:

$$\sum_{1}^{L} S_{ie} = \sum_{L+1}^{M} S_i \qquad (13)$$

Sl. 6 Dvanaest generatora





Slika 7 pet generatora

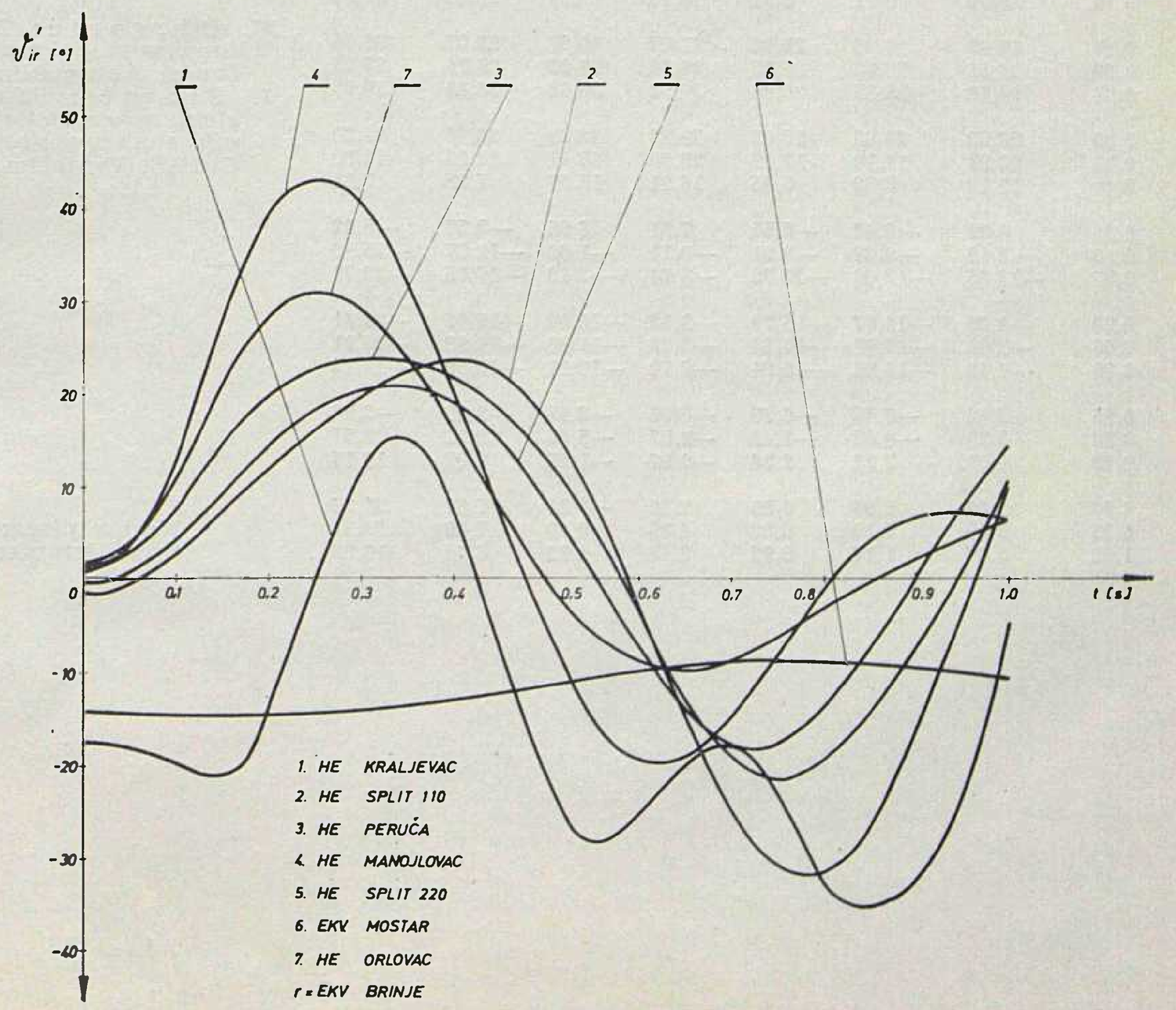
$$\frac{\sum_{1}^{L} H_{ie} S_{ie}}{\sum_{1}^{L} S_{ie}} = \frac{\sum_{L+1}^{M} H_i S_i}{\sum_{L+1}^{M} S_i} \qquad (14)$$

Relacije 13 i 14 daju:

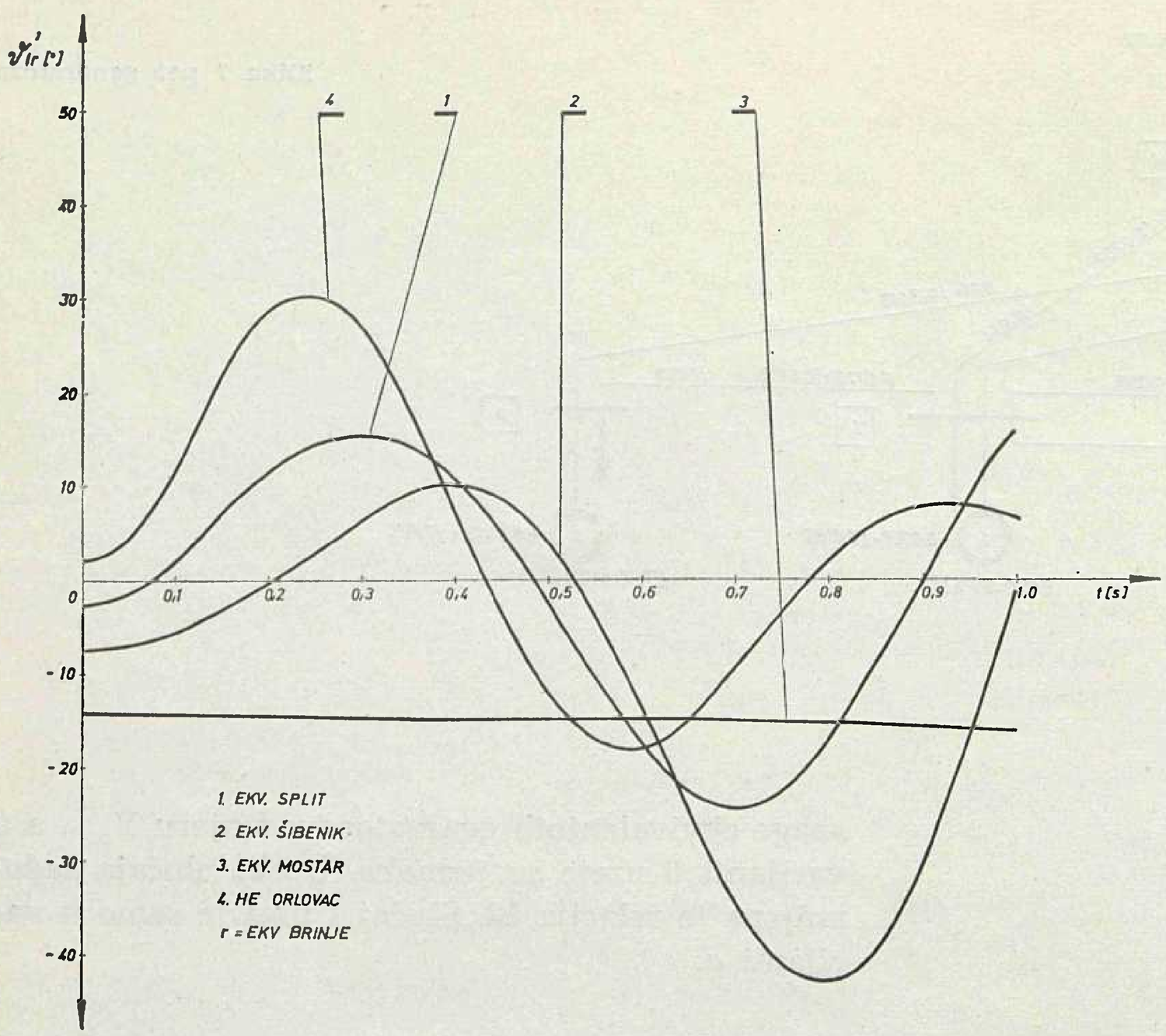
$$\sum_{1}^{L} H_{ie} S_{ie} = \sum_{L+1}^{M} H_i S_i \qquad (15)$$

Sistemi II, III i IV podijeljeni su sada na varijante *a* i *b*. U varijanti *a* određene su nominalne snage ekvivalentnih generatora u omjeru Y_{e-i}, a u varijanti *b* uzete su jednake. U oba slučaja zadovoljena je relacija 13. Slučaj I uzet je samo u varijanti *a*.

Sistemima I, II, III i IV računata je zatim dinamička stabilnost za slučaj kratkog spoja u Šibeniku na vodu Šibenik—Split. Račun je proveden sa originalnim IBM programom »Transient Stability — PG6«. Rezultati za HE Orlovac uz referentni ekvivalent Brinje nalaze se u tablici.



Sl. 8 Kratki spoj u Šibeniku, na vodu Šibenik — Split, slučaj IIIa



Sl. 9 Kratki spoj u Šibeniku na vodu Šibenik — Split, slučaj IVa

KRIVULJE NJIHANJA $\vartheta'_{ir} = f(t)$

HE Orlovac — EKV Brinje

	I	II		III		IV	
	a	a	b	a	b	a	b
0,00	1,47	1,47	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
0,05	3,61	3,54	3,54	3,99	3,98	4,11	4,10
0,10	9,90	9,61	9,61	10,58	10,54	11,08	11,04
0,15	19,89	19,26	20,25	21,07	20,98	22,07	22,04
0,20	26,51	25,33	25,33	28,18	28,02	28,94	28,05
0,25	28,78	26,85	26,85	30,92	30,68	30,49	30,88
0,30	26,63	23,83	23,82	29,23	28,89	26,65	27,23
0,35	20,92	17,19	17,17	23,88	23,41	18,34	18,80
0,40	13,12	8,50	8,45	16,21	15,57	7,25	7,21
0,45	4,92	—0,47	—0,55	7,81	6,95	—3,57	—5,22
0,50	—2,12	—8,07	—8,21	—0,11	—1,00	—12,37	—15,90
0,55	—16,95	—13,09	—13,32	—5,74	—7,13	—17,35	—22,71
0,60	—9,09	—14,97	—15,29	—9,13	—10,80	—18,02	—24,41
0,65	—8,68	—13,79	—14,24	—9,98	—11,93	—14,93	—20,91
0,70	—6,43	—10,26	—10,84	—8,70	—10,91	—19,38	—13,13
0,75	—3,32	—5,47	—6,20	—6,08	—8,47	—3,28	—2,90
0,80	—3,34	—0,62	—1,49	—2,97	—5,46	2,21	8,57
0,75	1,77	3,32	2,36	—0,07	—1,45	6,03	16,17
0,90	2,82	5,88	4,89	2,32	—0,01	7,82	21,36
0,95	3,10	7,19	6,22	4,35	2,29	7,80	22,31
1,00	3,37	7,77	6,93	6.47	4,82	6,74	18,87

Rezultati su zadovoljavajući. Karakter krivulja je nepromijenjen za sve slučajeve. Utjecaj promjene $H_e S_e$ je neznatan. Na slici 8 nacrtane su krivulje njihanja svih generatora za slučaj IIIa, a na slici 9 za slučaj IV a. Stabilnost sistema jednako je izražena u oba slučaja.

Literatura

M. Ožegović: *Redukcjia mreže na proizvoljan broj čvorova pomoću matrice vlastitih i međusobnih admitancija čvora*, Automatika No. 1, 1968 god.

J. Štarklj: *Ekvivalentna zamena jednog složenog dela elektroenergetskog sistema prostijim pri proučavanju raznih stacionarnih režima u drugom delu sistema*, referat, CIGRÉ, Vrnjačka Banja, 1968 god.

Naslov pisca: Marija Ožegović, dipl. ing., Split, Istarska 2.

PRIJEDLOG ZA NAPAJANJE KVARNERSKIH OTOKA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM VODOVIMA 110 kV

Dragutin Ružić, Rijeka

Predlaže se način napajanja otoka Krka, Cresa i Lošinja električnom energijom putem mreže vodova 110 kV. Uz obrazloženje prijedloga, opisane su etape izgradnje i aproksimativne investicije.

DK 621.311.1

Uvod

Do drugog svjetskog rata na Kvarnerskim otocima Krku, Cresu, Lošinju i Rabu bila su djelomično elektrificirana samo neka obalna naselja, što je bio uvjet da se podmire najnužnije potrebe tadašnjeg »turizma«, a ponegdje za nužne potrebe male »industrije-obrta« kao što su bili »škverovi«, prerada ribe itd. Male lokalne elektrane na tekuće gorivo i upojni plin opskrbljivale su ograničeni broj potrošača u naseljima pretežno samo po nekoliko sati u toku večeri, dakle uglavnom za potrebe rasvjete.

Prvih godina poslijeratnog razdoblja pristupilo se nešto intenzivnijoj elektrifikaciji naselja, ali zbog »izoliranosti« i tada još nedovoljno razvijene elektrifikacije obalnog područja kojem gravitiraju otoci, ta intenzivnost je bila ograničena mogućnošću povećanja kapaciteta postojećih lokalnih izvora i instaliranja novih. Tek izgradnjom odgovarajućih prijenosnih postrojenja u obalnom području povezanih s ostalom zemaljskom mrežom napajanom iz »čvrstih« izvora, omogućeni su temeljitiji zahvati izgradnjom distributivnih postrojenja na otocima.

U razdoblju do 1964. godine izvršena su povezivanja otoka na kopnenu mrežu kako slijedi:

— otoci Krk, Cres i Lošinj vodom 30 [35] na HE Vinodol
— otoci Goli i Rab vodom 30 [35] kV na HE Senj
— otok Pag vodom 10 kV na distributivni sistem »Elektre« Zadar.

Provedeno radijalno povezivanje mreža otoka na kopnenu mrežu, iako je predstavljalo kvalitetni zahvat s obzirom na dotadašnje stanje, nije riješilo problem u cjelini, prvenstveno zbog nepostojanja sigurnosti napajanja, pa je prema tome i shvaćeno kao »prva etapa« rješavanja problema snabdijevanja otoka električnom energijom, s time da će u kasnijem razdoblju sam razvoj konzuma nekog otoka diktirati daljnje zahvate, kojim će biti osigurane dovoljne količine kvalitetne i sigurne energije.

Nagliji porast turizma u našoj zemlji, pa tako i na otocima, i elektrifikacija do tada još neelektrificiranih naselja, kao i opći porast standarda, uvjetovali su brži porast potrošnje a naročito opterećenja u toku ljetne sezone, tako da su osim prvobitnih nedaća u pogledu sigurnosti, nastupile teškoće i zbog kvalitete električne energije i to naročito u Lošinju, Rabu i Pagu. Ako se pak nastavi trend porasta opterećenja u toku ljetne sezone, što se može očekivati, onda predstoje na nekim od vodova i količinska ograničenja zbog predstojećih uskih grla, kao npr. 30 kV kabelska dionica ispod budućeg aerodroma na Krku.

Kako je već danas situacija u pogledu napajanja kritična, tako npr. distributivno poduzeće »Elektroprimorje«, u čiju nadležnost potpadaju svi Kvarnerski otoci izuzev Paga, predviđa kao privremenu mjeru postavljanje regulacionog transformatora u Lošinju, a na Rabu diesel-elektrane.

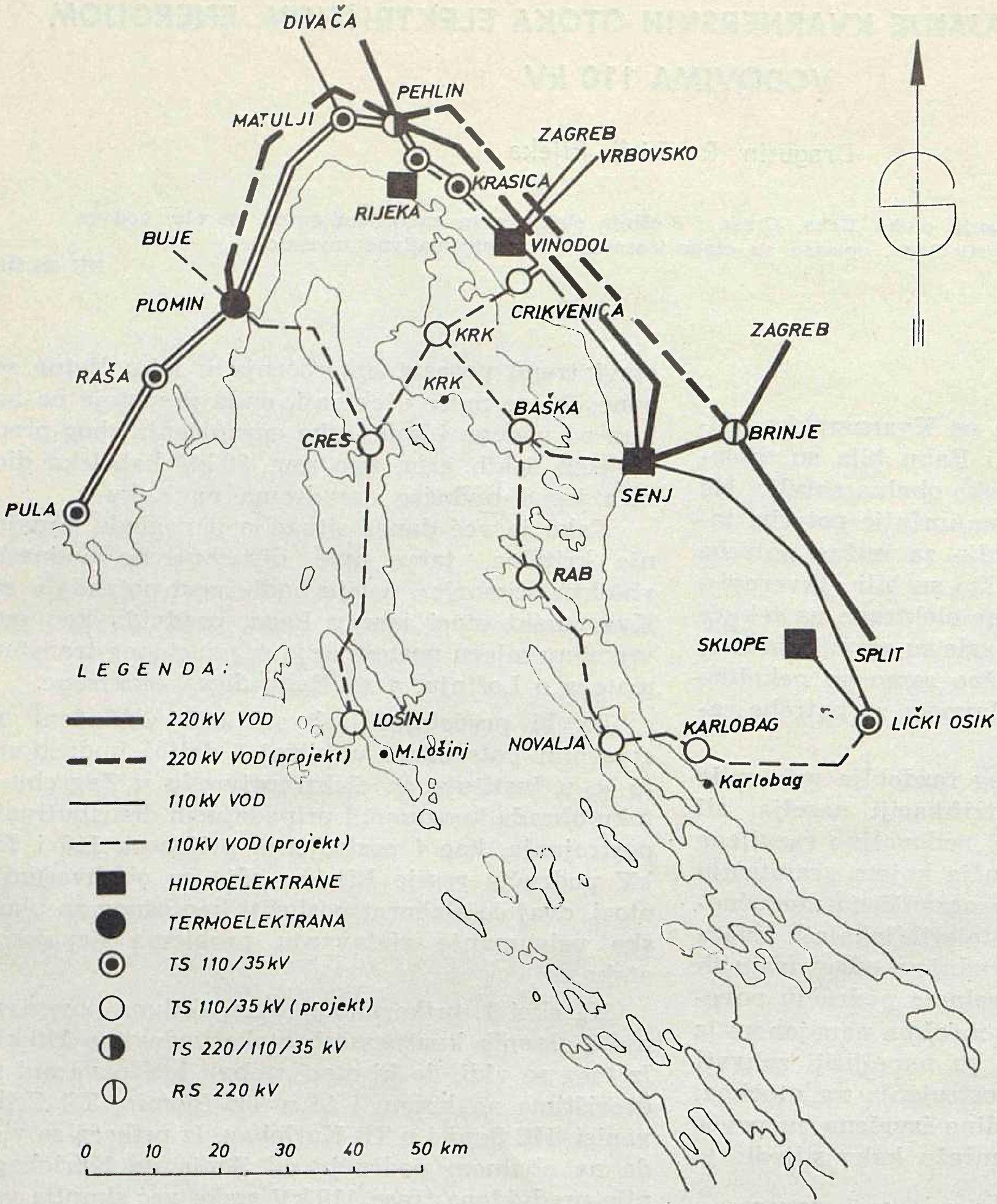
Da bi predstojeći zahvati bili usklađeni sa stvarnim potrebama u bližoj i daljoj budućnosti, to je u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu u toku obrada konzuma, i pripadajućih distributivnih postrojenja, kao i postrojenja prijenosa 110 i 220 kV područja regije Rijeka, gdje su obuhvaćeni i otoci, ovaj će elaborat poslužiti kao osnov za plansko pristupanje rješavanju problema napajanja otoka.

Na slici 1. prikazano je perspektivno povezivanje 5 glavnih kvarnerskih otoka vodovima 110 kV. Iz toga se vidi, da bi otoci trebali biti povezani sa čvorištima na kopnu i to u TE Plomin, TS Crikvenici, HE Senj i u TS Karlobag. Iz prikaza se vidi da na obalnom području od Senja do Karlobaga nije predviđena trasa 110 kV voda, već skuplja varijanta s dionicama voda u kabelu od Krka (Senja) preko Raba i Paga do Karlobaga. Razlozi za ovaj prijedlog povezivanja proizlaze iz slijedećeg:

— konzum je koncentriran na otocima, prema tome u budućnosti treba transformaciju 110/35 kV locirati u centru tog konzuma,
— obalna trasa je nepogodna i teško pristupačna,
— vod 110 kV bio bi u obalnom području izložen zaleđivanju i okomitom istovremenom djelovanju bure, što bi neminovno izazvalo kvarove u toku zime.

Iskustvo u Hrvatskom primorju je pokazalo da su daleko manji problemi s vodovima izgrađenim u smjeru bure (Vinodol—Gorski Kotar, Senj—Brinje), nego što je to slučaj s vodom Senj—Vinodol, na koji u tom području djeluje bura okomito, i na kojem svake zime nastaju kvarovi. Zato je predviđeno da trasa 110 kV voda do TS Karlobag ide od Lički Osik, tj. preko Velebita u smjeru djelovanja bure.

Predviđene dionice nadzemnog voda na otocima također će imati nedaća, kako zbog bure, tako i



Slika 1

zbog zasoljavanja. No ukoliko se ponekad i pojavi zaleđivanje, neće biti takvo kakvo se može očekivati u priobalnom području. Iznimno se nešto veće zaleđivanje pojavljuje na dionici nadzemnog voda na potezu Porozina — TS Cres na Cresu, kojeg trasa mjestimično dosiže visinu od preko 400 metara. Svakako pri projektiranju pojedine dionice voda treba o takvim nedaćama voditi računa, kako u konstrukcionom pogledu, tako i u pogledu dekora. Na dionici trase Lički Osik—Karlobag pri projektiranju će se koristiti iskustva s postojećim vodovima izgrađenim u smjeru djelovanja bure.

Kako je situacija u pogledu snabdijevanja Kvarnerskih otoka kritična, to se u Službi razvoja Elektroprivrede Rijeka pristupalo djelomičnoj obradi »Prijedloga«, za sada za napajanje otoka Krka, Cresa i Lošinja vodovima 110 kV. Elaborat je prihvatila interna revizija u Elektroprivredi Rijeka, i u skladu je sa zacrtanom razradom Instituta za elektroprivredu u Zagrebu. Ova tri otoka mogla su se posebno obraditi, jer svojim geografskim položajem i konfiguracijom diktiraju pravce vodova 110 kV i njihovo vezivanje na pojne tačke na kopnu. Na slici 2. dat je detaljniji prikaz trasa budućih vodova 110 kV kao i postojećih vodova 30 [35] kV.

Koliko će stvarna rješenja napajanja Kvarnerskih otoka odstupati od ovog prijedloga, s obzirom na otoke Rab i Pag, zavisit će od daljnje razrade, pri čemu treba voditi računa da svaka etapa izgradnje zadovolji konzum pojedinog područja po količini, kvaliteti i sigurnosti i da omogućava daljnje perspektivne zahvate. Prema sadašnjem gledanju, za otoke Rab i Pag bi trebalo u prvoj etipi pristupiti izgradnji transformacije 110/35 kV u u Karlobagu i voda 110 kV Lički Osik—Karlobag. Na ovu bi se transformatoru stanicu priključio Pag sa 35 kV, područje Jablanca i Rab. Kasnije etape izgradnje, tj. dovođenje 110 kV na pojedini otok zavisit će od razvoja konzuma. Pri povezivanju otoka treba voditi računa o eventualnim opravdanim većim ulaganjima u pojedine dionice, kao što su npr. kabeli ili nadzemni vodovi reda 110 kV koji bi se u početku koristili za napon 35 kV.

2. Obrazloženja za zahvate na otocima Krk-Cres-Lošinj

Kako je već spomenuto radijalno napajanje putem 35 kV ova tri otoka s kopna bio je prvi korak definitivnijem rješenju, i danas svega pet godina kako je vod izgrađen do Lošinja, nameće se potreba novih zahvata, jer je osim prvobitnog problema sigurnosti nastao i problem kvalitete napajanja. Ukoliko se nastavi sadašnji trend porasta vršnog opterećenja, može se uskoro očekivati i ograničenje potrošnje konzuma u toku turističke sezone.

Pri početnoj obradi razmatralo se rješenje problema izgradnjom novih vodova 35 kV, po mogućnosti drugim trasama, koji bi bili priključeni na druga pojna mjesta na kopnu. No uvidjelo se da bi ta rješenja bila bez perspektive, trenutno ne toliko za otok Krk i donekle za otok Cres, koliko za otok Lošinj. Naime duljina voda do centra konzuma u Lošinju je tolika da diktira novi vod napona 110 kV. Izgradnjom voda 100 kV do Lošinja, pruža se veća perspektiva bližim otocima, naročito Krku, gdje se nakon izgradnje aerodroma i mosta Krk—kopno može očekivati veća intenzivnost izgradnje, a time i veći zahtjevi za električnom energijom, čemu će se u danom času moći udovoljiti izgradnjom 110/35 kV transformacije na otoku.

2.1. Karakteristični podaci sadašnjeg stanja transformacija, vodova 35 (30)kV i konzuma

2.1.1. *Instalirana snaga transformatorskih stanica* 35/10 kV (u pogonu 30/10 kV):

Krk:	TS Malinska	3430 kVA	
	TS Dunat	2500 kVA	5930 kVA
Cres:	TS Cres		860 kVA
Lošinj:	TS Lošinj		2500 kVA
Ukupno			9290 kVA

2.1.2. *Vodovi* 35 [30] kV:

Duljine vodova po dionicama:

HE Vinodol — TS Malinska:

a) nadzemni vod HE Vinodol—obala 3 × 120 mm² Ač	km	6,158
b) podmorski kabel kopno—Krk 3 × 70 mm² Cu	„	0,652
c) podzemni kabel ispod aerodroma 3 × 70 mm² Cu	„	3,268
d) nadzemni vod aerodrom—TS Malinska 3 × 120 mm² Ač	„	10.700
Ukupno	km	20,775

Dionica TS Malinska—TS Cres:

a) nadzemni vod TS Malinska uvala Grkmork 3 × 95 mm² Ač	km	11,498
b) podmorski kabel Krk—Cres 3 × 50 mm² Cu	„	7,400
c) nadzemni vod uvala Merag—TS Cres 3 × 50 mm² Cu	„	4.221
Ukupno	km	23,119

Dionica TS Cres — TS Lošinj:

a) nadzemni vod TS Cres—Osor 3 × 50 mm² Cu	km	31,768
b) podmorski kabel u Osoru 3 × 50 mm² Cu	„	0,690
c) nadzemni vod Osor—uvala Kovčanja 3 × 50 mm² Cu	„	13,713
d) podzemni kabel Kovčanja—TS Lošinj 3 × 50 mm²	„	4,500
Ukupno	km	50,581
Ukupna duljina voda HE Vinodol—TS Lošinj	km	94,478

TS Dunat na Krku priključena je nadzemnim vodom 3×70 mm² Ač, duljine 11,193 km na TS Malinska.

2.1.3. *Konzum:**

Godišnja potrošnja u 1968. god.:

Krk	8,861.000 kWh	s gubicima
Cres i Lošinj	7,845.000 kWh	„ „
Ukupno	16,706.000 kWh	s gubicima

Maksimalno opterećenje karakterističnog dana u 1969. god. zimi:

TS Malinska i TS Dunat	1560 kVA
TS Cres	500 „
TS Lošinj	1180 „

ljeti:

TS Malinska	1640 kVA
TS Dunat	1430 „
TS Cres	590 „
TS Lošinj	1970 „

Ukupno maksimalno opterećenje za cijeli vod iznosilo je ljeti 1969. oko 5560 kVA.

Porast maksimalnog opterećenja i godišnje potrošnje tokom zadnjih pet godina:

Maks. opterećenje u toku ljeta:

Krk	15,5 %
Cres i Lošinj	18,2 %

Godišnja potrošnja:

Krk	19%
Cres i Lošinj	16%

2.2. Perspektivna sagledavanja razvoja konzuma na otocima

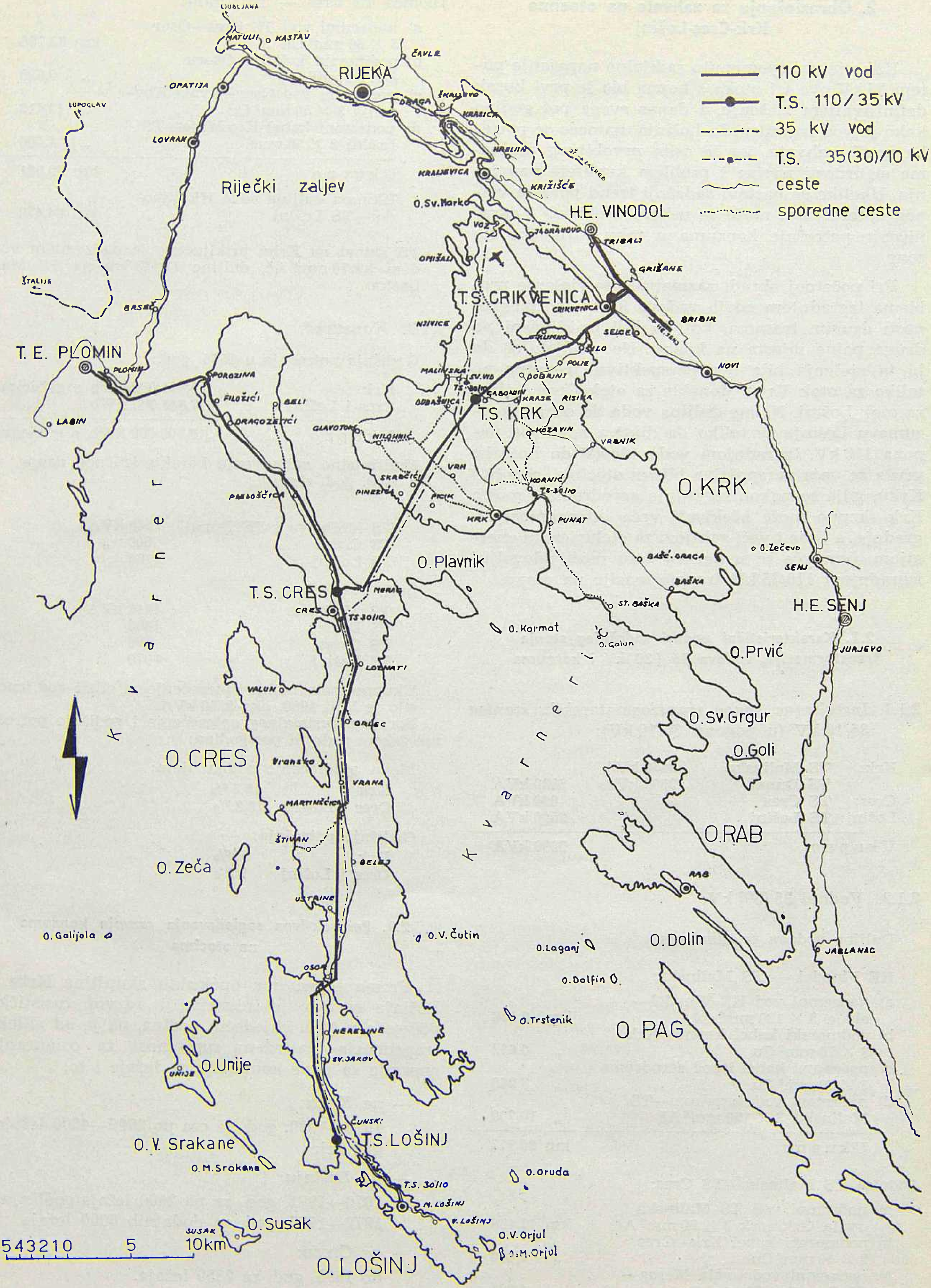
Prema planovima općinskih skupština Krka i Lošinja zacrtan je intenzivniji razvoj turističke privrede u toku slijedećih godina, pa je od »Elektroprimorja« zatražena suglasnost za osiguranje energije za nove komercijalne ležaje i to:

— *na Krku:*
1970—1980. god. za cca po 3000—4000 ležaja/godišnje

— *na Lošinju:*
1970—1971. god. za po 2000 ležaja/godišnje
1972—1975. god. za dodatnih 6000 ležaja

— *na Cresu:*
do 1975. god. za 2350 ležaja.

* Podaci Konzuma dobiveni su od »Elektroprimorja«


110 kV vod
T.S. 110/35 kV
35 kV vod
T.S. 35(30)/10 kV
ceste
sporedne ceste
LJUBLJANA
MATULJI
KASTAV
RIJEKA
ČAVLE
OPATIJA
LOVRAN
LUPOGLAV
ŠTALIJE
BARBAN
Riječki zaljev
ČABAR
DRAGA
ŠKALJEVO
KRASICA
HRELJIN
KRALJEVICA
KRIŽIŠĆE
O.Sv.Marko
VOZ
ORMIŽALI
H.E. VINODOL
JABRANOVO
TRIBALJ
GRIŽANE
T.S. CRIKVENICA
CRIKVENICA
NJIVICE
DRUMINO
SELCE
BRIBIR
H.E. SENJ
NOVI
POLJE
MALINSKA
SV.VID
DOBRINJ
GABONJIN
KRASE
RISIKA
ODBAŠNICA
T.S. KRK
KOZAVIN
VRBNIK
GLAVOTOK
NILOHIĆ
VRH
SKRBČIĆI
PINEZIĆA
PIĆIK
KORNIĆ
TS 30/10
KRK
PUNAT
O.KRK
O.Plavnik
BAŠĆ. DRAGA
BAŠKA
ST. BAŠKA
o O.Zečevo
SENJ
H.E. SENJ
T.E. PLOMIN
PLOMIN
POROZINA
FILOŽIĆI
BELI
DRAGOZETIĆI
LABIN
PREMANTURA
T.S. CRES
MERAG
CRES
TS 30/10
LOZNATI
VALUN
ORLEC
O. CRES
VRANA
MARTINŠĆICA
ŠTIVAN
O. Zeča
BELEJ
USTRINE
O. Galijola
O.V. Čutin
OSOR
NEREZINE
SV. JAKOV
O.Unije
UNIJE
O. Kormat
O. Galun
O.Prvić
JURJEVO
O. Sv. Grgur
O. Goli
O. RAB
RAB
O. Dolin
O. Laganj
O. Dolfin
JABLANAC
O. Trstenik
O PAG
ČUNSKI
T.S. LOŠINJ
O. V. Srakane
O. M. Srakane
T.S. 30/10
M. LOŠINJ
V. LOŠINJ
O. Oruda
O. V. Orjul
O. M. Orjul
O. Susak
SUSAK
O. LOŠINJ
543210 5 10km
Kvarner

Slika 2

Na temelju mjerenja koje je izvršilo »Elektroprimorje« u pojedinim hotelima i ostalim ugostiteljskim objektima namijenjenim komercijalnom turizmu, istovremenost opterećenja u toku ljetne sezone iznosila je prošle godine od 280—850 W/ležaju, zavisno o opremi i vrsti objekta kao i njegovoj lokaciji. Na području Crikvenice te su vrijednosti bile veće, a na otocima manje. U prosjeku su vrijedosti na otocima bile od 280—380 W/ležaju. Ta su opterećenja nastupala istovremeno kod svih objekata komercijalnog turizma. Prema tome potrebno je u persjektivi računati s istovremenim opterećenjem na otocima od 500 W/ležaju, ma da to danas iznosi oko 300 W/ležaju.

Dakle porast potreba snage, koju treba očekivati, ako bude omogućena zacrtana izgradnja objekata komercijalnog turizma na sva tri otoka sa po cca 5500 ležaja godišnje, iznosit će prvih godina po cca 1600 kVA, a kasnije i do 2500 kVA godišnje, što je praktički više nego dvostruki godišnji porast opterećenja od današnjeg. Da li se to može realno očekivati?

U toku zadnjih godina, izuzev manje izgradnje na Krku, većih zahvata na otocima nije bilo, dok sada postoji veliki interes privrednih organizacija za izgradnju turističkih objekata i to na Krku i na Lošinju. Primjera radi može se navesti, da poduzeće »Brodokomerc« iz Rijeke ima sada u gradnji 2000 novih ležaja na Krku, mada još nema suglasnost »Elektroprimorja« u pogledu osiguranja energije. Prema tome se može očekivati zaista veći godišnji porast opterećenja od dosadašnjeg, ukoliko ne dođe do poremećaja u planiranim zahvatima, koji bi bili uzrokovani trećim razlozima.

Kako je turistička privreda specifični potrošač s relativno malim upotrebnim vremenom (cca 100 dana godišnje), to porast potrošnje neće slijediti porast opterećenja, što znači da će nove investicije u prijenosna postrojenja na otocima predstavljati veliko financijsko opterećenje po utrošenom kWh. U konkretnom slučaju je to opterećenje daleko veće nego kod sličnog konzuma na kopnu, stoga što su potrebna velika ulaganja za kabelske dionice vodova ispod mora i inače dulje vodove do centara konzuma. No, bez obzira na »nerentabilnost« ulaganja u prijenosna postrojenja na otocima uz današnje uvjete financiranja i cijene električne energije, elektroprivredna poduzeća tog područja su svjesna potrebe izgradnje nekih objekata, koji će potrošačima na otocima osigurati dovoljne količine kvalitetne i sigurne energije u bližoj i daljoj perspektivi. Naravno tim zahvatima treba pristupiti etapno, na takav način da svaka etapa osigurava snabdijevanje potrošača po količini, sigurnosti i kvaliteti za dano razdoblje i da ne prejudicira konačno rješenje.

2.3. Potreba stanice 110/35 kV u području Crikvenice

U toku razrade budućeg napajanja otoka, usporedo je rješavano i napajanje obalnog područja Crikvnice, koje je danas napajano cca 7 km dugim vodom 35/30 kV iz HE Vinodol.

2.3. Karakteristični podaci transformacije i konzuma Crikvenice

Instalirana snaga transformatorskih stanica: 35/10 kV
(u pogonu 30/10 kV):

TS Crikvenica	2×3430 kVA	6860 kVA
TS Novi		2140 „
Ukupno		9000 kVA

Konzum:

Godišnja potrošnja u 1968. s gubicima 19,700.00 kWh

Maksimalno opterećenje karakterističnog dana u 1969.:

zimi: 3150 kVA
ljeti: 5600 kVA

U današnjoj situaciji nameće se potreba izgradnje još jednog pojnog voda 35/30 kV iz HE Vinodol do TS 30/10 kV Crikvenica, prvenstveno zbog sigurnosti napajanja. Budući da se ovo područje, mada već turistički razvijeno, i dalje razvija naročito u pravcu Kraljevice i Novog Vinodolskog, to će u bližoj budućnosti doći do potrebe izgradnje novih distributivnih stanica 35 [30] 10 kV, koje bi se priključile na HE Vinodol. Transformacija 110/35 [30] kV u HE Vinodol za snabdijevanje distributivne mreže sastoji se iz dva vodom hlađena transformatora smještena u podzemnim kavernama snage:

20 MVA	110/30 kV
8,5 [10] MVA	110/30 [35] kV

Postrojenje 30 kV je također smješteno ispod zemlje i ima još dva slobodna polja 30 kV, pa eventualno i treće, koje je predviđeno za zagrijavanje vodova 30 kV, ali se ne upotrebljava.

Kako je na cijelom našem području predviđen prijelaz postrojenja 30 kV na 35 kV, što se već na užem području Rijeke provodi, kao jedna od slijedećih etapa se predviđa i prijelaz na područje HE Vinodol, što se iz tehničkih razloga neće moći provesti odjednom, već kroz dulje vremensko razdoblje, možda i kroz nekoliko godina. To bi za to vrijeme prijelaza zahtjevalo rad na oba napona, tj. 30 i 35 kV, od kojih bi svaki naponski nivo bio napajan iz jednog transformatora. Posljedice bi bile:

a) sada slobodne ćelije 30 kV ne bi se mogle upotrijebiti za potrebe novih izvoda,
b) ne bi postojala rezerva u transformaciji,
c) došlo bi u toku prijelaznog perioda do količinskih ograničenja, najprije na nivo-u 35 kV na transformatoru 8,5 [10] MVA kada bi poraslo opterećenje, a kasnije na 30 kV, kada bi novi transformator preuzeo nivo 35 kV, a transformator 8,5 [10] MVA bi preuzeo snabdijevanje još preostalih potrošača nivo-a 30 kV.
d) bili bi potrebni relativno skupi provizoriji na postrojenju 30 [35] kV i česta prebacivanja.

Dakle, kroz cijelo vrijeme prijelaznog razdoblja, bila bi smanjena sigurnost napajanja potroša-

ča, koji bi ponekad bili podložni redukciji. Sve ovo ukazuje da bi bilo nužno da se za prijelazno razdoblje osigura provizorna transformacija s jednim ili dva transformatora, s pripadajućim 110 kV i 35 kV rasklopnim uređajima, što bi trebalo smjestiti uz postojeće vanjsko rasklopno postrojenje 110 kV.

Praktički bi ovi zahvati bili reda veličine troškova nove stanice 110/35 kV sa dva transformatora.

Kako je transformacija 110/30 kV u HE Vinodol za napajanje distributivne mreže smještena u centru »periferno koncentriranog konzuma«, koji je pretežno radijalno napajan, perspektivno sagledavajući treba povećanje potrošnje i opterećenja i zahtjeve za kvalitetu i sigurnost njegovog napajanja, tražiti u izmještanju čvornih pojnih tačaka u periferne centre konzuma. Ovo je potrebno i zato što se u HE Vinodol ne mogu smjestiti u kavernama transformatora snage veće od po 20 MVA.

Kao zaključak slijedi:

a) Zbog teškoća koje proizlaze iz potrebe provedbe prijelaza postrojenja 30 kV na napon 35 kV, treba izbjeći skupe provizorije transformacije i pripadnih rasklopnih postrojenja u HE Vinodol, što je moguće jedino u slučaju da se prethodno izuzme dio konzuma.
b) Za budućnost treba ograničiti snagu transformacije 110/35 kV u HE Vinodol na maksimalno 2 × 2 MVA, jer se veći ne mogu smjestiti u podzemne kaverne.
e) Povećane potrebe konzuma pojedinog perifernog područja treba rješavati izgradnjom transformacije 110/35 kV u centru tog konzuma.

U sklop rješenja napanjanja otoka Krka, Cresa i Lošinja uklopljeno je i napajanje obalnog područja Crikvenice izgradnjom stanice 110/35 kV u Crikvenici na vodu 110 kV koji će napajati otoke.

Ovim se rješava problem prijelaza sa 30 na 35 kV u Hrvatskom primorju. Nepotrebne su investicije skupih provizorija u HE Vinodol i povećane mogućnosti napajanja konzuma na ostalim područjima napajanim iz HE Vinodol u toku prijelaznog razdoblja. Kako se kasnije predviđa izgradnja transformacije 110/35 kV u Gorskom Kotaru, to će transformacija u HE Vinodol izgubiti na važnosti kao »primarno napajanje« distributivnih mreža 30 [35] kV. Kada istekne »životna dob« postojećih transformatora može doći do nabavke jednog ili oba transformatora manje snage tj. po 10 MVA, čija će snaga biti dovoljna za konzum, koji će napajati HE Vinodol, bilo kao potreba ili djelomična rezerva.

Potrebe konzuma obalnog područja Crikvenice po količini, a prvenstveno po sigurnosti napajanja, diktirat će vrijeme kada treba pristupiti izgradnji transformatorske stanice. No, u ovom slučaju problem prijelaza postrojenja 30 na 35 kV u HE Vinodol bit će mjerodavan za eventualnu raniju izgradnju stanice 110/35 kV u Crikvenici.

2.4. Etapni pristup izgradnji napajanja otoka vodom 110 kV

Prema »Prijedlogu« predviđeno je ostvarenje napajanja sa 110 kV u 3 etape i to:

I etapa: 1971. godine:
— 110 kV vod do Cresa i transformacija 110/35 kV na Cresu.

II etapa: iza 1972. godine.
— 110 kV vod od Cresa do Lošinja i transformacija 110/35 kV u Lošinju.
— transformacija 110/35 kV u Crikvenici.
— transformacija 110/35 kV u Krku i ev. ukidanje TS Cres.

III etapa: oko 1980. godine.
— 110 kV ostvarenje zamke Plomin—Cres—Krk—Crikvenica.

Kojem će se objektu dati prioritet izgradnje u II etapi zavisit će od potrebe i uvjeta u danom momentu. U osnovi vrijedi, kao što je već spomenuto, da svaka etapa, odnosno svaki zahvat unutar etape treba po mogućnosti riješiti u potpunosti problem snabdijevanja potrošača električnom energijom u određenom periodu.

Predviđene su trase vodova:

a) Trasa Vinodolska kotlina—TS Cres:
— Uvađanje postojećeg voda 110 kV HE Vinodol—HE Senj, kao dvostrukog voda u duljini od cca 2 km do buduće TS Crikvenica.
— Kabelska dionica od TS Crikvenica kroz Crikvenicu, i dalje ispod mora do blizine mjesta Šilo na otoku Krku u duljini od cca 5,65 km.
— Nadzemni vod preko otoka Krka od Šila do uvale Mali Bok nasuprot otoka Cresa u duljini od cca 21,3 km.
— Kabelska dionica ispod mora od uvale Mali Bok na Krku do uvale Merag na otoku Cresu u duljini od cca 7,65 km.
— Nadzemni vod od uvale Merag do buduće TS Cres u duljini od cca 3,6 km.
Ukupna duljina ove trase bila bi cca 40,0 km.

b) Trasa HE Plomin—TS Cres:
— Kabelska dionica od rasklopišta TE Plomin kopnom do pumpne stanice termoelektrane u Plominskom zaljevu i dalje ispod mora do blizine trajektnog pristaništa Porozina na otoku Cresu u duljini od cca 11,75 km.
— Nadzemni vod na Cresu od Porozine do TS Cres u duljini od cca 23 km.
Ukupna duljina ove trase bila bi cca 34,75 km.

c) Trasa TS Cres—TS Lošinj:
— Nadzemni vod po otoku Cresu i Lošinju do poluotoka Čunski na Lošinju u duljini od cca 50 km.

Presjeci voda:

Dvostruki nadzemni vod:	2 × 3 × 240 mm² Ač
Nadzemni vod:	3 × 150 mm² Ač
Podzemni kabel:	3 × 120 mm² Cu
Podmorski kabel:	3 × 95 mm² Cu

Predviđene snage transformatora:

TS Cres:	20 MVA 110/30 kV, kasnije ev. 110/35 kV
TS Lošinj:	20 MVA 110/30 kV, kasnije 110/35 kV
TS Krk:	20 + 20 MVA 110/35 kV
TS Crikvenica:	20 + 20 MVA 110/35 kV

2.5. Troškovi izgradnje i izbor trase prve etape:

Troškovnik je baziran na cijenama, koje su vrijedile u drugom polugodištu 1968. godine za nadzemne vodove, za opremu i građevne radove stanica, a za kabelske dionice na cijenama stranih usluga za uljne kabele švedske firme »AKTIEBOLAGET LILJEHOLMES KABELFABRIK« iz iste godine. Prema tom troškovniku ukupna investicija ovih triju etapa iznosila bi cca 85.000.000 N. din.

Po etapama to iznosi kako slijedi:

2.5.1. *Ako se kao I etapa izgradi vod TE Plomin—TS Cres:*

a) III etapa zatvaranje zamke na trasi TS Cres—TS Krk.

I	etapa	N. din cca	22.710.000
II	„	„ „	44.781.000
III	„	„ „	17.455.000
	Ukupno	N. din	84.946.000

b) III etapa zatvaranje zamki na trasi TS Crikvenica—TS Krk.

I	etapa	N. din cca	22.710.000
II	„	„ „	46.292.000
III	„	„ „	15.944.000
	Ukupno	N. din	84.946.000

2.5.2. *Ako se kao prva etapa izgradi vod Vinodolska kotlina—TS Cres,* a treća etapa zatvaranje zamke na trasi TE Plomin—TS Cres:

I	etapa	N. din cca	28.226.000
II	„	„ „	32.316.000
III	„	„ „	21.886.000
	Ukupno	N. din	82.428.000

Nešto manji ukupni iznos za sve tri etape pod 2.5.2. od onog pod 2.5.1. proizlazi iz cijena stranih usluga za polaganje kabela, jer se prema 2.5.2. odjednom polažu dvije dionice.

Iz prikaza troškova proizlazi da su ulaganja u I etapu manja, ako se vod 110 kV do TS Cres izgradi od TE Plomin umjesto od Vinodolske kotline preko otoka Krka, i to za cca 20%, odnosno u apsolutnom iznosu za 5.516.000 N. din. Usprkos ovoj razlici u »Prijedlogu« je predviđeno da se kao I etapa izgradi vod od Vinodolske kotline do TS Cres, iz ovih razloga:

a) Trasa voda od Vinodolske kotline do Crikvenice i preko otoka Krka manje je izložena atmosferskim nepogodama i, izuzevši kratke dionice na otoku Cresu, lako je pristupačna u svako doba godine, za razliku od trase iz Porozine preko otoka Cresa, koja je praktički na cijeloj duljini na visini od 300 do 450 m pa je u toku zime izložena jakoj buri i čestoj poledici. Prema tome kao I etapa, prvenstveno zbog održavanja, trasa preko Krka ima očitu prednost.

b) Ulaganja u drugoj etapi su manja ako se kao prva etapa izgradi vod preko otoka Krka. Prema sadašnjem gledanju predstoji neposredno po završetku prve etape izgradnja TS Crikvenica zbog problema prijelaza postrojenja 30 na 35 kV, a u bližoj budućnosti i TS Krk, pa se tu očituje prednost predloženog redoslijeda izgradnje.

c) Prema redoslijedu u »Prijedlogu«, pristup izgradnji treće etape predviđen je oko 1980. godine, sigurno kasnije nego što bi to bio slučaj kod drugog redoslijeda.

d) Kao prva etapa, čvorna pojna tačka u budućoj TS Crikvenica, koju će napajati HE Vinodol i HE Senj sa po 3 agregata, ima izvjesne prednosti pred čvornom tačkom HE Plomin.

2.6. Što se postiže izgradnjom pojedine etape?

Nakon izgradnje prve etape:

U Lošinju:

— moguće je povećanje opterećenja praktički za kapacitete voda 30 kV Cres—Lošinj,
— poboljšavaju se naponske prilike,
— postiže se veći stupanj sigurnosti snabdijevanja s obzirom na kraći pojni vod.

U Cresu:

— na raspolaganju su dovoljne količine kvalitetne energije,
— sigurnost napajanja postoji sadašnjim 30 kV vodom, no u ograničenom stupnju prenosnog kapaciteta voda za potrebe Krka, Cresa i Lošinja.

U Krku:

— rasterećenjem opterećenja postojećeg voda 30 kV sa konzumom Cresa i Lošinja omogućeno je povećanje opterećenja dvostruko od današnjeg,
— sigurnost postoji kroz povratno napajanje vodom 30 kV iz TS Cres u veličini opterećenja njegovog prenosnog kapaciteta. U slučaju ispada voda 110 kV sigurnost napajanja je smanjena na prijenosnu moć postojećeg voda za potrebe sva tri otoka.

Nakon izgradnje druge etape:

U Lošinju:

— na raspolaganju su dovoljne količine kvalitetne energije,
— postoji sigurnost napajanja 30 kV vodom Krk (Cres)—Lošinj,

U Cresu:

— ukoliko se transformacija u Cresu ukine, tada je osigurano snabdijevanje vodom 30 kV bilo iz Krka ili Lošinja,
— sigurnost napajanja postoji zbog dvostranog napajanja,
— ukoliko transformacija na Cresu bude i dalje postojala, tada će područje Cresa biti u potpunosti zadovoljeno, a veći stupanj sigurnosti se postiže na Krku i Lošinju,

U Krku:

— na raspolaganju su dovoljne količine kvalitetne energije,
— sigurnost napajanja se postiže vodom 30 kV iz HE Vinodol i iz TS Lošinj, odnosno iz TS Cres ukoliko bude i dalje postojala transformacija u Cresu.

U Crikvenici:

— na raspolaganju su dovoljne količine kvalitetne energije,
— sigurnost napajanja potpuna kroz dva 110 kV voda.

U slučaju ispada napajanja putem 110 kV neminovne će biti redukcije s obzirom na tadašnju potrošnju i bit će veće, ukoliko ispad bude na potezu između Crikvenice i Krka, a manje ukoliko ispad bude na potezu iza Krka.

Nakon izgradnje treće etape postiže se kod svih stanica na otocima još veća sigurnost i kvaliteta napajanja, a ispad neke od dionica voda 110 kV ne bi imao za posljedicu redukciju djelomično možda na Lošinju ukoliko bi opterećenje Lošinja preraslo kapacitet postojećeg voda, koji će tada biti pod naponom 35 kV. U danim okolnostima moguć je i transport energije između HE Vinodol (HE Senj i TE Plomin u količinama koje budu diktirane pasivnim karakteristikama voda, karakteru potrošnje u pojedinim čvorištima, naponskim prilikama, i naravno termičkom granicom voda.

Općenite napomene

Lokacije transformatorskih stanica 110/35 kV izuzev Crikvenice, približno su određene i definirat će se pri izradi projekta. Stanica Cres se u prvoj etapi predviđa provizorno uz postojeću transformatorsku stanicu 30/10 kV, i to s vanjskim postrojenjem 30 kV. Prema tome će za dulje vrijeme postojeći vod na otocima biti pod tim naponom. Kasnije, pri izgradnji treće etape izgradila bi se rasklopnica 110 kV ili eventualno transformatorska stanica 110/35 kV na odgovarajućoj lokaciji. Stanice Lošinj i Krk izgradit će se za 110/35 kV, no može se desiti da budu obje ili jedna od njih s donjim naponom 30 kV kroz neko vrijeme, što će ovisiti o okolnostima u vezi prijelaza sa 30 na 35 kV u HE Vinodol i o budućnosti TS Cres. Transformatorska stanica Crikvenica bit će već u početku s donjim naponom 35 kV.

Kabelske dionice u »Prijedlogu« obrađene su na temelju korištenja trožilnih uljnih kabela, jer su samo ti podaci bili na raspolaganju, međutim samim projektom bit će određena vrsta, izvedba i tip kabela na temelju ponude koja će biti prihvaćena.

Naslov pisca: Drago Ružić, dipl. ing., Elektroprivreda, Rijeka.

ATM

PODUZEĆE ZA AUTOMATIZACIJU I TEHNIKU MJERENJA U INDUSTRIJI

ZAGREB, HEINZELOVA 70 A

KONZULTACIJE, PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJA, MONTAŽA, SERVIS I ODRŽAVANJE
MJERNO REGULACIONIH UREĐAJA ZA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA I RAZVOD ENERGETSKIH FLUIDA

— TERMOELEMENTI
— OTPORNI TERMOMETRI
— POKAZIVAČI TEMPERATURE
— MJERAČI PROTOKA
— MJERAČI UTROŠKA TOPLINE (KALORIMETRI)
— MJERENJE PRITISKA
— ANALIZA DIMNIH PLINOVA

— AUTOMATSKE STANICE ZA REDUKCIJU PRITISKA I TEMPERATURE PARE
— AUTOMATSKA REGULACIJA NIVOA, TEMPERATURE, PRITISKA, PODTLAKA, PROTOKA
— DALJINSKA KOMANDA (SERVOMOTORI I REGULACIONI VENTILI)
— SIGNALIZACIJA

TELEFONI: 514-122, 515-713, 515-050
TELEX: 21364, PP 466

POTREBA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE REZERVNE ZAŠTITE

Franjo Božuta, Sarajevo

Kako se pod električnom zaštitom podrazumijeva cijeli zaštitni lanac, to na sigurnost zaštite utječu dakako svi elementi lanca, a ne samo zaštitni relej. Razmotrena je opravdanost i mogućnost rezervnog štićenja elemenata mreže zaštitnim uređajima sa stepenastom karakteristikom iz susjednih postrojenja. Analizirana je opravdanost i mogućnost realizacije posebnih rezervnih zaštita, udvostručenjem elemenata u zaštitnom lancu.

DK 621.316.9

1. Uvod

Upotrebom sve kvalitetnijih materijala i sve savršenije tehnologije kod proizvodnje generatora, transformatora, prekidača, vodiča, izolacionih elemenata i druge opreme, opada broj kvarova po jednom ugrađenom uređaju, tako da se može smatrati da je oprema sve sigurnija. Vrlo naglim razvitkom proizvodnje i potrošnje električne energije broj postrojenja i uređaja u njima postaje sve veći a prenosne i distributivne mreže sve gušće. Zbog povećanog broja uređaja na kojima se može pojaviti kvar, raste i apsolutni broj kvarova u promatranom elektroenergetskom sistemu, usprkos kvalitetnijoj opremi.

Zbog sve većih jediničnih snaga i velikog broja generatora i transformatora koji rade paralelno, struje kratkih spojeva su sve veće. To ima za posljedicu jako razaranje na mjestu pojave kvara i negativan utjecaj na stabilan rad sistema. Automatizirani i sve složeniji industrijski procesi i drugi specijalni potrošači zahtijevaju, s druge strane, sve kvalitetniju električnu energiju i posljedice makar kratkotrajnih prekida u napajanju potrošača sve su teže.

Ovakvim razvitkom elektroenergetskih sistema tehnika relejne zaštite mreža i uređaja u postrojenjima dobila je izuzetan značaj. Zadatak zaštitnih relejnih uređaja je da signaliziraju i (ili) isključe štićeni objekat u slučaju pojava opasnih pogonskih stanja i na taj način spriječe pojavu kvara, ili da brzim isključenjem štićenog objekta svedu na minimum eventualne posljedice kvara.

Osnovni zahtjevi koji se postavljaju pred zaštitne relejne uređaje su:

— selektivnost djelovanja
— brzina djelovanja
— dovoljna osjetljivost
— sigurnost u radu

Selektivnost je karakteristika zaštite da u slučaju pojave kvara isključi iz pogona samo štićeni objekt tj. da djeluje na isključenje prekidača najbližih kvaru. Na taj se način osigurava normalno napajanje ostalih potrošača i normalan rad sistema. Selektivno djelovanje postiže se odgovarajućim vremenskim stepenovanjem ili primjenom specijalnih zaštita sa strogo ograničenom zonom djelovanja.

Brzina djelovanja postaje sve važnija karakteristika zaštitnih uređaja. Ugradnjom sve većih generatorskih i transformatorskih jedinica (kod nas 200 — 300 MW, a u svijetu i iznad 1.000 MW) postižu se vrlo velike snage kratkog spoja, tako da je i razaranje na mjestu kvara intenzivnije. Padovi napona koji se tokom trajanja kratkog spoja pojavljuju na velikom području mreže mogu izazvati ispade ili nenormalan rad automatski reguliranih procesa u industrijskim pogonima, ispade iz pogona sinhronih motora, i ispade iz pogona ili nenormalna pogonska stanja drugih specijalnih grupa potrošača. Najbrže eliminiranje kvarova zahtijeva se i zbog izbjegavanja intenzivnijih njihanja ili gubitka sinhronizma u sistemu.

Pomoću elektromehaničkih zaštitnih uređaja postignuta su vremena djelovanja zaštite reda 30 do 50 ms, dok suvremeni statički releji djeluju u vremenu 5 do 20 ms. Da bi se kvar brzo eliminirao potrebno je i vrlo brzo djelovanje prekidača. Suvremeni prekidači isključuju 40 — 60 ms nakon dobijanja komande za isključenje, dok je vrijeme djelovanja starijih izvedbi reda 100 ms ili više.

Osjetljivost je karakteristika zaštite da djeluje sigurno i kod najnepovoljnijih pogonskih uvjeta, kad su struje kvara (ili druge mjerne veličine na koje je zaštita priključena) minimalne. Definira se koeficijentom osjetljivosti:

$$k_{os} = \frac{I_{k\,min}}{I_{pr}} \qquad (1)$$

gdje je:

$I_{k\,min}$ — minimalna vrijednost kontrolirane veličine kod kvara na najnepovoljnijem mjestu u predviđenoj zoni djelovanja zaštite
I_{pr} — proradna vrijednost zaštite

Da bi zaštita sigurno djelovala i kod najnepovoljnijih uvjeta koeficijent osjetljivosti se treba kretati u granicama 1,4 do 1,6.

Sigurnost djelovanja je jedna od najvažnijih karakteristika zaštitnih uređaja. Nesigurno djelovanje ili zatajenje zaštite može imati katastrofalne posljedice za štićeni objekat i za normalno napajanje potrošača. Visok stupanj sigurnosti postiže se:

— izborom što kvalitetnijih elemenata za sintezu zaštitnih relejnih uređaja,
— što je moguće jednostavnijom shemom spoja, s minimalno potrebnim brojem elemenata, naročito onih koji uvjetuju djelovanje ostalih dijelova zaštitnog uređaja,

— izvedbom koja garantira neovisnost o vanjskim utjecajima,
— ispravnim izborom, montažom i održavanjem zaštite.

Kod mehaničkih zaštitnih releja postignut je kod kvalitetnih proizvađača visok stupanj sigurnosti. U novije vrijeme sve se više primjenjuju statistički (tranzistorizirani) relejni uređaji. Zbog nepostojanja pokretnih dijelova i s tim povezanih utjecaja trenja u ležajima, inercije, iskrenja na kontaktima i dr. statistički releji mogu biti sigurniji od elektromehaničkih. Zbog velikog broja elemenata u statičkim relejima (otpornici, kondenzatori, potenciometri, ispravljači, tranzistori, varistori itd.) moraju se za sintezu zaštitnih uređaja primijeniti izuzetno kvalitetni i specijalnim postupcima odabrani elementi, da bi relej kao cjelina imao dobar stupanj sigurnosti.

Na osnovi detaljnijih analiza i pogonskog iskustva može se zaključiti da su današnji zaštitni releji vrlo sigurni i da zadovoljavaju suvremenim zahtjevima. No to ne znači da je i zaštita kao cjelina isto tako sigurna. Pod zaštitom treba, naime, promatrati ne samo zaštitni relej, nego cijeli lanac kojim dolazi do eliminiranja kvara, ako se pojavi. Zaštitni lanac sastoji se od:

— uređaja za obuhvaćanje kontrolirane mjerne vrijednosti kao što su: strujni i (ili) naponski mjerni transformatori, pretvarači električnih ili neelektričnih mjernih veličina (transformatori, ispravljači, pretvarači temperature, pritiska, brzine strujanja, broja okretaja i sl.) i visokofrekventnih uređaja za prijem i transfiguraciju visokofrekventnih signala iz susjednih postrojenja.

— Sekundarnih vodova do zaštitnih releja, uključujući redne stezaljke, osigurače ili automate na naponskim mjernim transformatorima, stezaljke za kratko spajanje strujnih krugova, stezaljke ili preklopke za ispitivanje i dr.

— Samih zaštitnih uređaja sa pomoćnim elementima bez kojih relej ne može djelovati, kao što su npr.: pomoćni istosmjerni napon iz akumulatorske baterije, pretvarači istosmjernog napona u napon drugog nivoa (napojne jedinice uz statičke releje), pomoćni izmjenični napon iz posebnog izvora ili iz zasićenih strujnih transformatora, automati, osigurači, filteri i dr.

— izvršnih organa: visokonaponskih prekidača, sklopki, elektromagneta i okidača za: isključenje vodova, demagnetizaciju generatora, aktiviranje servomehanizama za zatvaranje dovoda vode ili pare turbinama, aktiviranje uređaja za gašenje požara i sl.

— pomoćnih uređaja uz izvršne organe kao što su: izvori pomoćnog napona za isključenje prekidača (akumulatorska baterija, kondenzatorski isklopni uređaji, strujni transformatori i međutransformatori) sklopnici, pomoćni releji za isključenje, sekundarni komandni vodovi, redne stezaljke, automati i osigurači kao i svi drugi elementi između releja i svitka za isključenje prekidača, uređaji za održavanje dovoljnog pritiska zraka, pritiska ulja ili navijanje opruga prekidača.

Ako se zaštita promatra s ovog stanovišta vidi se da je ona kao cjelina znatno manje sigurna od samih zaštitnih releja. Budući da kod zatajenja samo jednoga od nabrojenih elemenata u promatranom zaštitnom lancu dolazi do zatajenja djelovanja zaštite kao cjeline, mora se sigurnost djelovanja zaštitnih uređaja promatrati s gledišta cijelog zaštitnog lanca.

Posljedice zatajenja zaštitnih uređaja postaju sve teže. U prvome redu dolazi do teškog razaranja ili potpunog uništenja objekata na kojem se je kvar pojavio. To predstavlja velike štete s obzirom na sve veće i skupocjenije jedinice. Radovi na popravku ili zamjeni oštećenog objekta su skupi i dugotrajni. Indirektna šteta izazvana nemogućnošću plasmana raspoložive energije ili nemogućnošću snabdijevanja potrošača drugim putevima može biti daleko veća od direktne štete zbog razaranja štićenog objekta.

Teške posljedice u slučaju zatajenja osnovne zaštite mogu se izbjeći primjenom tzv. rezervnih zaštita. Pod rezervnom zaštitom podrazumijeva se poduzimanje svih mogućih mjera za eliminiranje primarnog kvara, kad zataji bilo koji element u lancu osnovne zaštite. Pri tome se pretpostavlja da istovremeno može zatajiti samo jedan od elemenata u zaštitnom lancu. Može se, naime, smatrati nevjerojatnim da u momentu kvara zataje dva elementa koji međusobno nemaju nikakvih uzročnih veza (npr. kratko spojen strujni transformator i pregoren osigurač istosmjernog napona). Samo kod izuzetno važnih dijelova postrojenja može se rezervna zaštita projektirati s pretpostavkom da istovremeno zataje dva elementa u zaštitnom lancu.

Opseg primjene rezervne zaštite ovisi o pouzdanosti pojedinih elemenata u lancu zaštite, učestalosti i kvaliteti revizija i ispitivanja, o vrijednosti štićenog uređaja i o težini posljedica eventualnog zatajenja zaštite (postojanje rezerve, momogućnost nabavke novog uređaja, mogućnost napajanja potrošača ili plasmana energije drugim putem i sl.).

Sigurno eliminiranje kvarova može se postići na ove načine:

— poduzimanjem mjera za povećanje sigurnosti djelovanja osnovnih zaštita,
— odgovarajućim podešavanjem zaštita sa stepenastom vremenskom karakteristikom, tako da budu u stanju da eliminiraju kvar u rezervnom stepenu,
— primjenom posebnih rezervnih zaštita, tj. udvostručavanjem pojedinih elemenata u zaštitnome lancu,
— primjenom zaštite od zakazivanja prekidača,
— primjenom centralnih rezervnih zaštita.

2. Mogućnost povećanja sigurnosti djelovanja osnovnih zaštita

Povećana sigurnost da zaštita ne će u kritičnom momentu zatajiti može se postići na ove načine:

— ispravnim izborom i dovoljno osjetljivim podešavanjem osnovne zaštite,

— periodičnim ispitivanjem zaštite kao cjeline,

— trajnom kontrolom mjernog napona koji je potreban za ispravno djelovanje zaštite,

— trajnom kontrolom pomoćnog istosmjernog napona potrebnog za djelovanje zaštitnih uređaja i isključenje prekidača,

— kontrolom neprekinutosti krugova za isključenje prekidača.

Periodično ispitivanje zaštite treba obuhvatiti:

— pregled općeg stanja i mehanizama zaštitnih releja,

— sekundarno ispitivanje releja, sa snimanjem proradnih i vremenskih karakteristika (2 puta godišnje),

— pregled sekundarnih strujnih i naponskih krugova (priključnih stezaljki na mjernim transformatorima, rednih stezaljki, premosnica, automata, osigurača, rednih stezaljki na relejnim pločama i relejima),

— pregled istosmjernih strujnih krugova (provjera kapaciteta akumulatorske baterije, zamjena patrona osigurača, pregled rednih stezaljki na pločama i relejima), i mjerenje izolacionih otpora istosmjernih krugova.

— Pregled i reviziju prekidača i drugih izvršnih organa (čišćenje i podmazivanje, kontrola zazora, pregled isključnog svitka i okidača, mjerenje brzine i istovremenosti djelovanja svih triju polova prekidača, zamjena ulja i dr.),

— funkcionanlo ispitivanje djelovanja cijelog zaštitnog lanca na isključenje prekidača i aktiviranje signalno-alarmnih uređaja, aktiviranjem zaštitnih uređaja s primarne strane ili od sekundarnih stezaljki mjernih transformatora,

— funkcionalno ispitivanje signalnih uređaja za nestanak izmjeničnog mjernog napona, ispada automata za napajanje istosmjernom strujom, nestanak napona na glavnim sabirnicama izvora pomoćnog napona i prekid isključnih krugova.

Kod zaštitnih uređaja priključenih na naponske mjerne transformatore (prenaponske zaštite, vatmetarski releji, distantne zaštite) potrebno je da postoji kontrola izmjeničnog napona. Ako su sekundarni naponski krugovi štićeni brzim automatima, dovoljna je signalizacija ispada automata. U slučaju primjene osigurača rijetko se događa da istovremeno pregore osigurači svih triju faza. Signalizacija pregaranja osigurača najjednostavnije se izvodi primjenom trofazne podnaponske zaštite ili primjenom nadnaponskog releja priključenog na nultu komponentu napona, dobivenu na otvorenom trokutu pomoćnog naponskog međutransformatora.

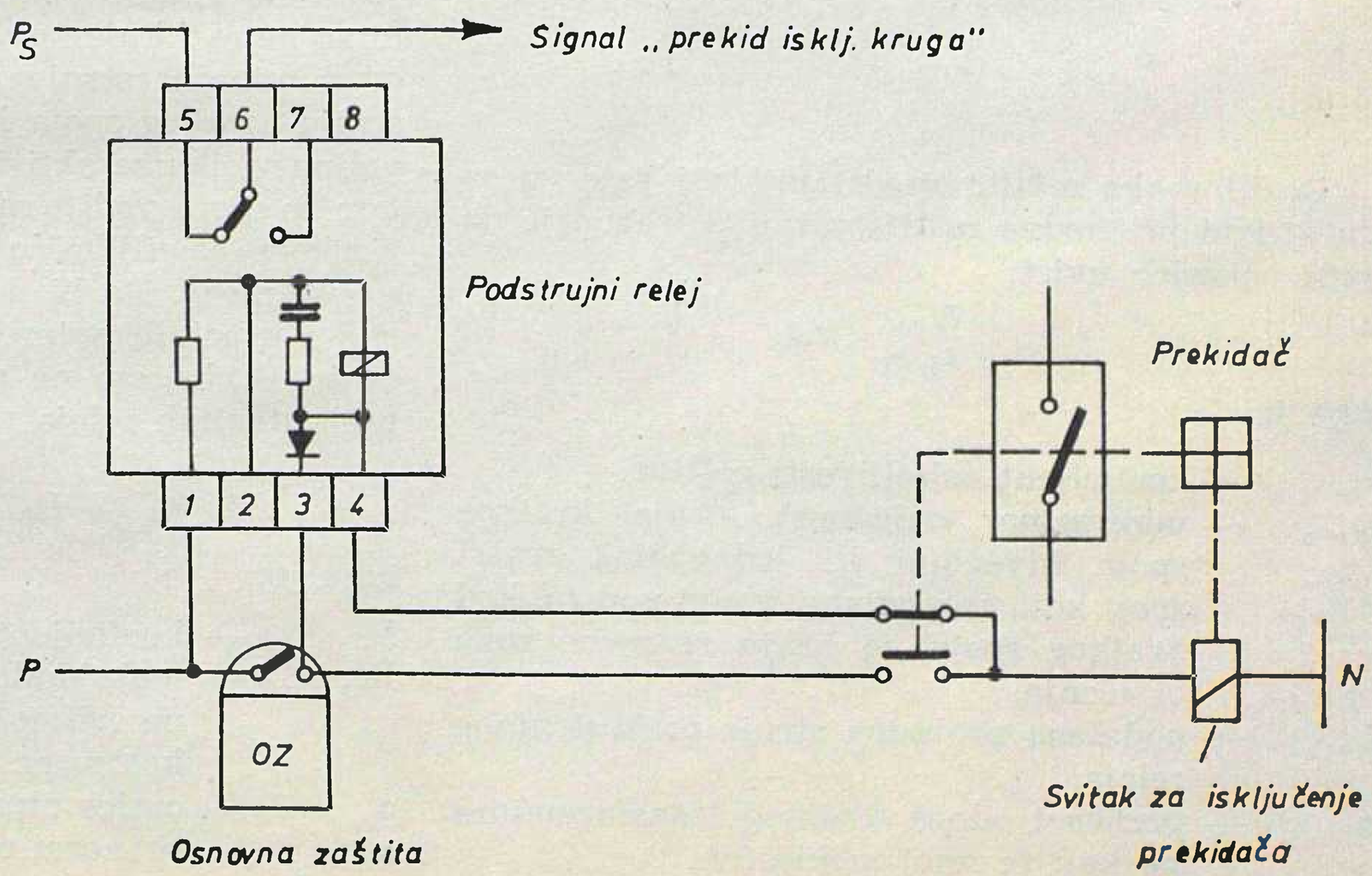
U slučaju nestanka pomoćnog istosmjernog napona zaštite ili nisu uopće u stanju da djeluju, ili nisu u stanju da isključe prekidač. Zbog toga je potrebno postojanje:

— signalizacije ispada automata istosmjernog napona za napajanje pojedinih grupa zaštita, upravljanje i signalizaciju,

— izvedba signalizacije nestanka istosmjernog napona pomoću podnaponskih releja, u slučaju kad su istosmjerni krugovi štićeni osiguračima koji nemaju signalni kontakt,

— izvedba signalizacije nestanka pomoćnog napona na glavnim sabirnicama istosmjernog napona (istosmjerni podnaponski relej koji kod djelovanja aktivira izmjenični alarmni uređaj).

Da bi se pravovremeno otkrio prekid isključnih krugova (u sekundarnim vodovima od releja do svitka za isključenje prekidača), poželjno je da na svim važnijim mjestima bude ugrađena trajna kontrola isključnih krugova. Ona se izvodi tako, da se paralelno kontaktima za isključenje prekidača spoji svitak releja (sl. 1). Kod uključenog prekidača kroz svitak releja i svitak za isključenje prekidača teče kontrolna struja reda 10 do 20 mA, dovoljna da relej bude trajno pobuđen. U slučaju prekida isključenog kruga ili nestanka komandnog



Slika 1

napona relej otpušta, zatvara kontakte i djeluje na aktiviranje signalnih uređaja. Da zaštita ne bi nepotrebno signalizirala kod namjerno isključenog prekidača, kada je isključni krug prekinut pomoćnim kontaktima prekidača, relej ostaje pobuđen putem mirnog kontakta prekidača. Da bi se dobio signal i kod nestanka istosmjernog napona za isključenje prekidača, strujni krug signalizacije treba biti odvojen od kruga za isključenje (poseban P_s).

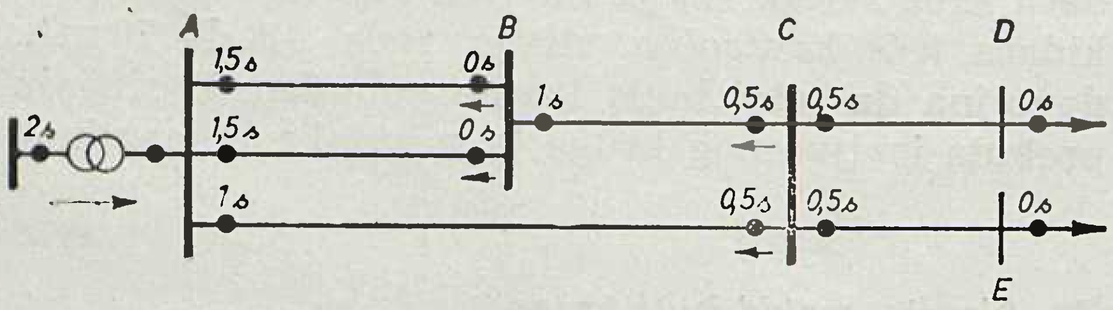
3. Postizanje rezervnog djelovanja upotrebom zaštita sa stepenastom vremenskom karakteristikom

Kod primjene zaštitnih uređaja sa stepenastom vremenskom karakteristikom može se na jednostavan način postići rezervno djelovanje u slučaju kad zataji prethodna zaštita, stepenovanjem vremenskih zatezanja djelovanja releja od kraja mreže prema izvoru napajanja. Među releje sa stepenastom karakteristikom pripadaju:

— prekostrujni primarni i sekundarni okidači i releji sa strujno nezavisnom ili strujno zavisnom karakteristikom i usmjereni prekostrujni releji,
— distantni (daljinski) releji.

Rezervno djelovanje distantnih releja

Na sl. 2 prikazana je jednostrano napajana mreža sa paralelnim vodovima, štićena običnim i usmjerenim prekostrujnim relejima. Usmjereni prekostrujni releji označeni su strelicama. Selektivno djelovanje zaštite postiže se odgovarajućim vremenskim stepenovanjem označenim iznad releja.



Slika 2

Da bi svaka zaštita predstavljala i rezervu za slučaj kad prethodna zaštita zataji potrebno je da bude ispunjen uvjet:

$$k_{os} = \frac{I_{k\,min}}{I_{pr}\, n_i} \geq 1{,}2 \qquad (2)$$

gdje je:

k_{os} — koeficijent osjetljivosti zaštite,
$I_{k\,min}$ — minimalna vrijednost struje kratkog spoja (dvopolni ili jednopolni kratki spoj) koja teče promatranim vodom, kod kratkog spoja na kraju rezervne zone oštećenja,
I_{pr} — podešena proradna struja prekostrujnog releja,
n_i — prenosni odnos strujnog transformatora na koji je relej priključen.

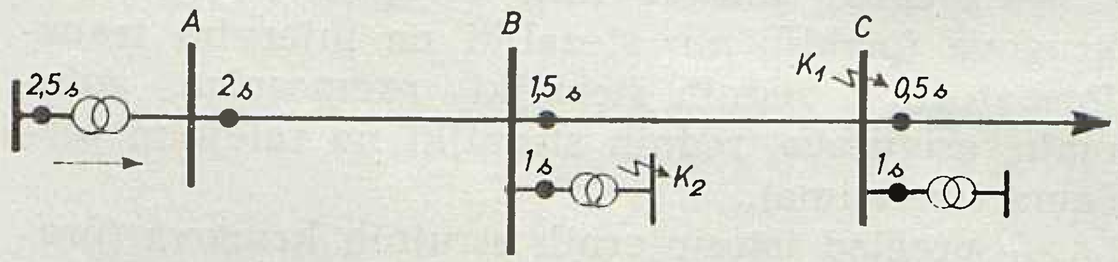
Da bi se postiglo selektivno djelovanje potrebno je da bude:

$$t_{dj\,(n)} = t_{dj\,(n-1)} + \Delta t \qquad (3)$$

gdje je:

t_{dj} — podešenje vremenskog releja promatrane (n) i prethodne zaštite (n—1).
Δ_t — potreban vremenski stepen.

Vremenski stepen za selektivno djelovanje zaštite ovisi o brzini djelovanja zaštite, o brzini djelovanja prekidača, o brzini vraćanja releja u početni položaj nakon prekida struje, kvara i o preciznosti djelovanja vremenskih releja. Kod primjene elektromehaničkih zaštita vremenski stepen iznosi 0,4 do 0,6 sek, dok se kod primjene brzih statičkih releja može smanjiti na 0,15 do 0,2 sek.



Slika 3

Prilike su nepovoljnije ako prekostrujne zaštite na odvodima jednoga postrojenja trebaju predstavljati i rezervnu zaštitu za prekostrujnu zaštitu transformatora u susjednome postrojenju, kao što je prikazano na sl. 3. Uz koeficijent osjetljivosti prema jedn. 2 potrebna podešena proradna struja treba da je:

$$I_{pr} \leq \frac{I_{k\,min}}{1{,}2\, n_i}$$

gdje je:

$I_{k\,min}$ — minimalna struja kratkog spoja na mjestu ugradnje releja, kod kratkog spoja na sabirnicama C (mjesto K_1) ili na sabirnicama nižeg napona transformatora (mjesto K_2).

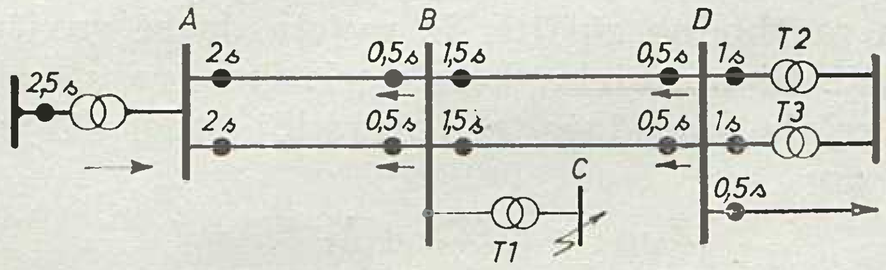
Ovakvo rezervno djelovanje može se postići kod relativno velikih snaga transformatora, tj. kad se bitno ne razlikuje nominalna struja transformatora od nominalne struje voda A-B, odnosno kad je struja kratkog spoja kod kvara na mjestu K_2 dovoljno velika za aktiviranje releja u stanici A. Pri tom se mora voditi računa da se zbog zahtjeva za visokom osjetljivošću proradna struja ne podesi suviše nisko, što bi dovodilo do djelovanja zaštite kod normalnih opterećenja ili dozvoljenih opterećenja. S obzirom na ovaj zahtjev proradna struja prekostrujnih releja treba da je:

$$I_{pr} \geq \frac{k_s}{a}\,\frac{I_{pog\,max}}{n_i} \qquad (4)$$

gdje je:

k_s — koeficijent sigurnosti (1,1—1,2),
$I_{pog\,max}$ — maksimalna pogonska struja kod koje ne želimo da dolazi do djelovanja prekostrujne zaštite,
a — omjer otpuštanja releja (0,85—0,95),
n_i — prenosni odnos strujnih transformatora.

Na sl. 4 prikazan je slučaj kad se paralelnim vodovima većina snage prenosi u stanicu *D*, a snaga transformatora T_1 u stanici *B* je mnogo manja od snage $T_2 + T_3$. U vrijeme kad vodovi nisu jako opterećeni i kod pojave kratkog spoja na sabirnicama nižeg napona transformatora u stanici *B*, može minimalna vrijednost struje kratkog spoja biti manja od proradne struje prekostrujnih releja u stanici *A*, tako da oni ne mogu predstavljati rezervnu zaštitu za slučaj zatajenja prekostrujne zaštite transformatora. Rezervno štićenje mora se u takvim slučajevima rješavati na neki drugi način.



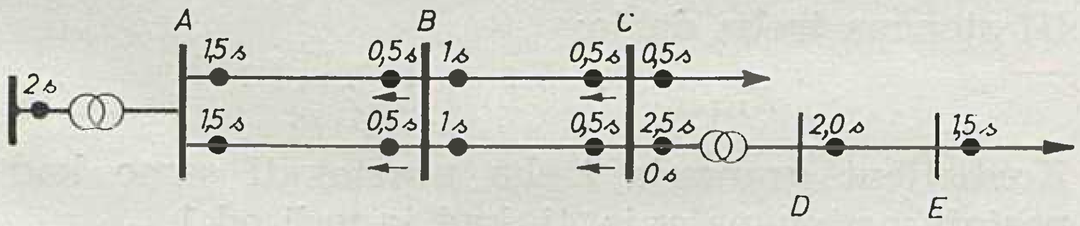
Slika 4

Ako potrebe stepenovanja u mreži nižega napona zahtijevaju relativno dugo vremensko zatezanje djelovanja prekostrujnih zaštita transformatora, može se primjenom prekostrujne zaštite s momentalnim članom postići neovisno vremensko stepenovanje u mreži nižeg i višeg napona. Na sl. 5 prikazan je takav slučaj. Prekostrujna zaštita na transformatoru ima i momentalni član koji se podešava na proradnu struju:

$$I_{pr} \geqq \frac{k_s \, I_{k\,max}}{n_i} \qquad (5)$$

gdje je:

I_{pr} — podešena proradna struja momentalnog člana,
I_{kmax} — maksimalna vrijednost struje kratkog spoja kod kvara na strani nižeg napona transformatora,
k_s — koeficijent sigurnosti (1,2—1,4).



Slika 5

Momentalni član prekostrujne zaštite djeluje, prema tome, samo kod kvarova na strani gornjeg napona transformatora. Vremenski usporen član (podešen u primjeru na sl. 5 na 2,5 sek) podešava se tako da prekostrujna zaštita transformatora bude osjetljiva na kvarove na kraju rezervne zone zaštite (kvar na sabirnicama *E*), tj. prema kriteriju određenom jednadžbom 2.

Proradna struja prekostrujnih releja u stanicama *A* i *B* treba biti veća od struje koja teče kroz releje u slučaju kratkog spoja na sabirnicama *D*, kako ne bi dolazilo do neselektivnog djelovanja ovih releja. Prema tome, zaštite u stanici *B* na odvodima prema *C* ne predstavljaju rezervnu zaštitu za slučaj zatajenja prekostrujne zaštite transformatora. Rezervna zaštita mora se i u ovom slučaju osigurati na neki drugi način.

Isto razmatranje vrijedi i za podešavanje usmjerenih prekostrujnih releja.

Rezervno djelovanje prekostrujnih releja

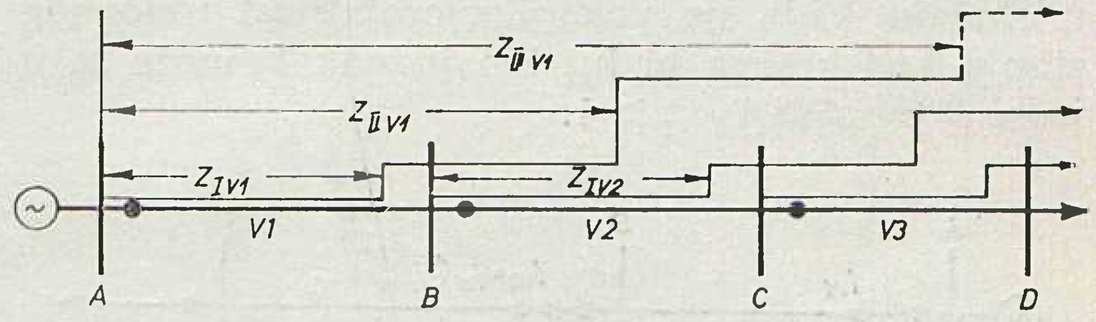
Stepenasta vremenska karakteristika distantnih releja omogućava također postizanje rezervnog djelovanja u slučaju zatajenja prethodne zaštite. Na sl. 6 prikazan je princip stepenovanja distantnih releja na jednostavnom primjeru radijalnog voda.

Proradni otpor *I* stepena distantnih releja podešava se obično tako da štiti 80 do 90% promatranog voda (u ovisnosti o tačnosti releja i tačnosti poznavanja podataka o konstantama vodova), tj.:

$$Z_{I\,v1} = k_s \, Z_{v1} \qquad (6)$$

gdje je:

K_s — koeficijent sigurnosti (0,8—0,9),
$Z_{I\,v1}$ — podešenje proradnog otpora I stepena distantne zaštite na vodu 1.



Slika 6

Vrijeme djelovanja zaštite u I stepenu iznosi 0,02 do 0,2 sek ovisno o brzini primijenjenih releja.

Drugi stepen distantne zaštite treba štititi preostali dio voda i po mogućnosti što veći dio susjednog voda, uz uvjet da se ne sijeku proradne karakteristike dvaju susjednih releja. Prema tom uvjetu proradni otpor II stepena zaštite podešava se na vrijednost:

$$Z_{II\,v} \leq k_s \, (Z_{v1} + Z_{I\,v2}) \qquad (7)$$

gdje je:

k_s — koeficijent sigurnosti (0,8—0,9),
$Z_{I\,v2}$ — podešenje I stepena zaštite na vodu 2.

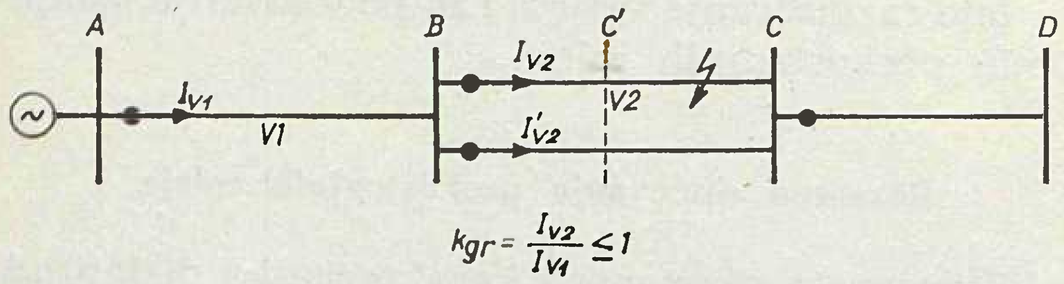
Ako na susjednim sabirnicama dolazi do grananja struje, tj. ako je $I_{v2} \gtrless I_{vI}$ treba uzeti u obzir i tzv. koeficijent grananja struje, definiran kao:

$$k_{gr} = \frac{I_{v2}}{I_{v1}} \qquad (8)$$

Na sl. 7 prikazan je slučaj kad je koeficijent grananja manji od 1. Zbog grananja struje sabirnice *C* se prividno nalaze na mjestu *C'*, gledano s mjesta ugradnje releja u stanici *A*. Prema tome, i

otpor $Z_{I\,v2}$ je prividno skraćen, tako da se proradni otpor II stepena releja u stanici *A* podešava na vrijednost:

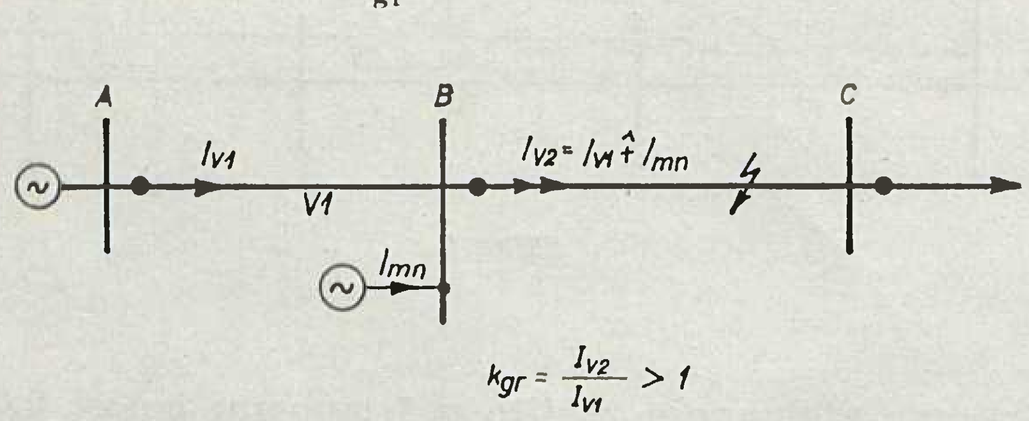
$$Z_{II\,v1} = k_s\,(Z_{v1} + k_{gr}\,Z_{I\,v2}) \qquad (9)$$



Slika 7

Ako na sabirnicama *B* postoji dodatni izvor struje kratkog spoja (sl. 8), struja na vodu V_2 veća je od struje na vodu V_1, tako da je koeficijent grananja, definiran prema jedn. 8, veći od jedan. Prema tome, utjecaj međunapajanja manifestira se kao povećanje otpora voda 2, jer je pad napona na njemu jednak $Z_{v2}\,(I_{v1} + I_{mn})$, gdje je I_{mn} struja međunapajanja.

U vrijeme kad je izvor struje međunapajanja isključen (elektrana obustavljena ili vod ispao ili isključen) koeficijent grananja jednak je jedinici. Da u takvom slučaju ne bi dolazilo do presjecanja karakteristika II spetena zaštita u *A* i *B* treba u jedn. 9 uvrstiti k_{gr} samo kad je manji od 1. Jedino u slučaju kada ne postoji vjerojatnost uklopnog stanja kod kojega bi k_{gr} bio jednak 1, može se u jedn. 9 uvrstiti i $k_{gr} > 1$.



Slika 8

Vrijeme djelovanja II stepena podešava se za vremenski stepen iznad vremena djelovanja I stepena zaštite u susjednim postrojenjima, tj.:

$$t_{II\,v1} = t_{I\,v2} + \Delta t \qquad (10)$$

Vremenski stepen odabire se 0,4 do 0,6 sek kod elektromehaničkih, a 0,15 do 0,2 sek kod statičkih distantnih releja, u ovisnosti o preciznosti vremenskih releja.

Zaštita u stanici *A* treba da u II stepenu sigurno štiti i sabirnice susjednog postrojenja. Koeficijent osjetljivosti, definiran kao:

$$k_{os} = \frac{Z_{II\,v1}}{Z_{v1}} \qquad (11)$$

treba da je veći od 1,2.

Ovaj uvjet je redovito ispunjen kod normalnih dužina dalekovoda, ili kad se kraći vod nalazi ispred dužeg voda. Ako se, međutim, na dugi vod nastavlja kratak vod ili više paralelnih vodova (sl. 9), $Z_{II\,v1}$ određen po jedn. 9 ne bi zadovoljavao uvjet dovoljne osjetljivosti zaštite (jedn. 11), tj. relej ne bi sigurno štitio sabirnice susjednog postrojenja. Proradni otpor II stepena podešava se u tom slučaju na vrijednost:

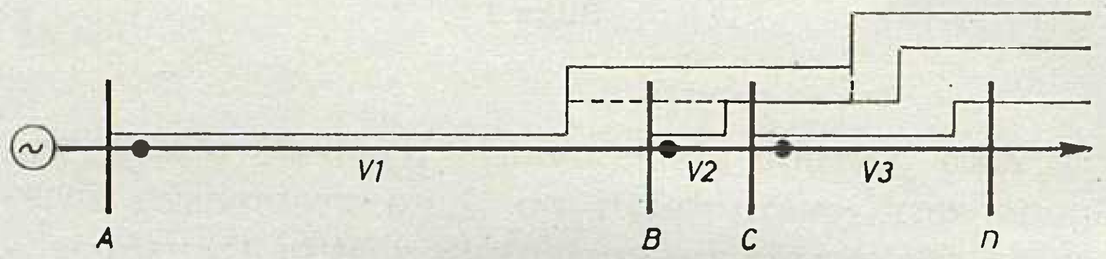
$$Z_{II\,v1} \geq 1{,}2\,Z_{v1}$$

a vrijeme djelovanja podešava se za vremenski stepen iznad vremenna djelovanja II stepena susjedne zaštite:

$$t_{II\,v1} = t_{II\,v2} + \Delta t$$

III stepen distantnih releja predstavlja čisti rezervni stepen, tj. rezervnu zaštitu za slučaj zatajenja prethodne zaštite. Iz uvjeta da se suviše ne približe ili ne sijeku karakteristike dvaju susjednih releja određuje se proradni otpor III stupnja kao:

$$Z_{III\,v1} = k_s\,(Z_{v1} + k_{gr}\,Z_{II\,v2}) \qquad (12)$$



Slika 9

U gornjoj jednadžbi treba uzeti u obzir k_{gr} samo kad je manji od 1, iz istih razloga kao i kod II stupnja zaštite. Koeficijent grananja veći od 1 može se uzeti u obzir samo ako ne postoji vjerojatnost uklopnog stanja kod kojega bi on bio jednak ili manji od 1. Vrijeme djelovanja III stupnja podešava se u tom slučaju za vremenski stupanj iznad vremena djelovanja II stupnja prethodne zaštite:

$$t_{III\,v1} = t_{II\,v2} + \Delta t \qquad (13)$$

Kod distantnih zaštita koje imaju samo tri stepena, III stepen treba sigurno štititi cijeli susjedni vod, tj. da predstavlja rezervnu zaštitu u slučaju kad prethodna zataji. Prema tome, proradni otpor III stepena treba da je:

$$Z_{III\,v1} \geq 1{,}2\,(Z_{v1} + k_{gr}\,Z_{v2}) \qquad (14)$$

Koeficijent grananja treba uvrštavati samo kad postoji međunapajanje, tj. kad je veći od 1.

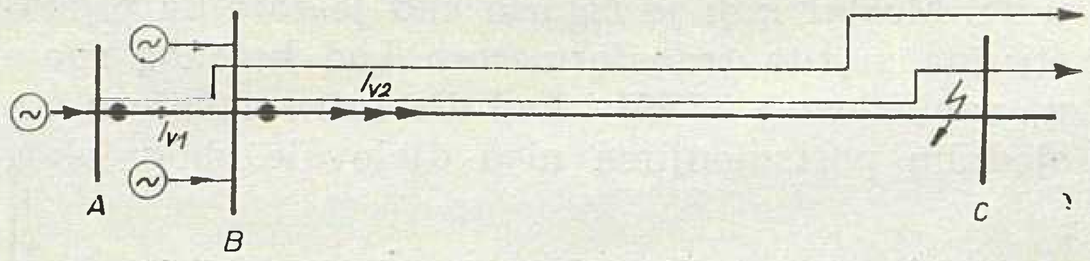
Ako proradni otpor III stepena određen prema jedn. 12 ne zadovoljava uvjet jedn. 14, određuje ga se prema posljednjoj, s tim što se vrijeme djelovanja III stepena mora podesiti s vremenskim stepenom iznad vremena III stepena prethodne zaštite, tj.:

$$t_{III\,v1} = t_{III\,v3} + \Delta t \qquad (15)$$

Kod distantnih releja koji imaju 4 stupnja prethodno razmatranje se može odnositi na III ili IV stepen, prema tome kako je pogodnije za stepenovanje zaštita.

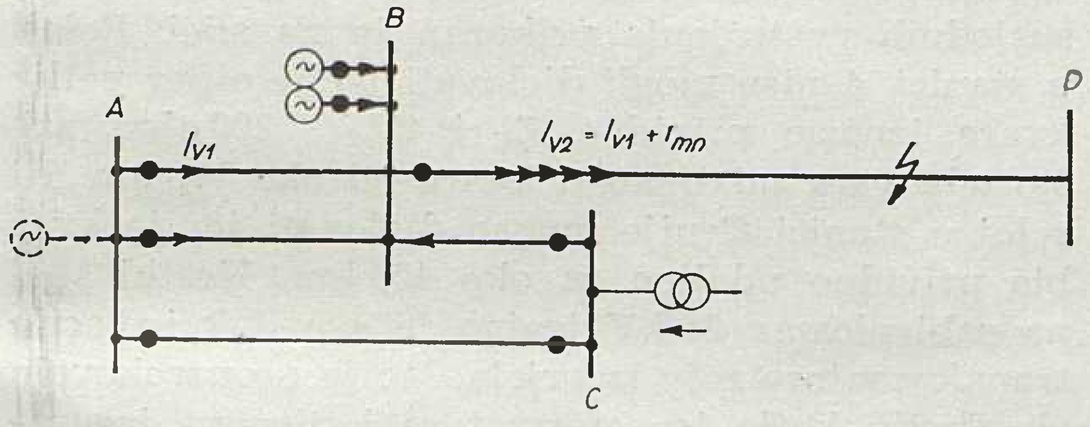
Kod vrlo dugih vodova, i kad na susjednim sabirnicama postoji jako međunapajanje tako da je k_{gr} mnogo veći od 1, često je nemoguće postići

rezervno štićenje cijelog susjednog voda. Na sl. 10 prikazan je takav slučaj. U stanici *B* postoji jako međunapajanje koje prividno produžava i onako dugi vod. Naročito neugodan slučaj pojavljuje se kod postojanja paralelnih vodova i međunapajanja.



Slika 10

Na sl. 11 prikazan je dio mreže 220 kV našeg sistema (Mostar—Jablanica—Kakanj—Mraclin). Zbog vrlo jakog međunapajanja i grananja struja na paralelne vodove, koeficijent grananja je vrlo velik, tako da zaštite u susjednim postrojenjima nisu u stanju da isključe kvar ako zataji distantni relej na vodu *D* u stanici *B*. U takvim se slučajevima rezervna zaštita mora rješavati na neki drugi način, jer postoji opasnost da kvar uopće ne bude isključen i da dođe do izgaranja cijeloga voda, ako nije dovoljno visok koeficijent osjetljivosti prekostrujnih releja na generatorima ili transformatorima koji napajaju mrežu.



Slika 11

Poseban problem predstavlja rezervno štićenje transformatora priključenih na sabirnice susjednih postrojenja. Jedinične snage transformatora sve više rastu, tako da i otpori transformatora opadaju. Otpor transformatora može se, naime, izraziti kao:

$$Z_T = \frac{u_k U_n^2}{100 S_n} \text{ (ohm, \%, kV, MVA)} \qquad (16)$$

U mreži 110 kV transformatori snage 60 MVA predstavljaju otpore reda 20 ohm/fazi što predstavlja ekvivalentan vod dug oko 50 km. U mreži 220 kV kod na se primjenjuju transformatori snage 150 MVA, što predstavlja otpor ekvivalentan otporu voda dugog oko 70 km, gledano sa strane 220 kV, a otpor ekvivalentan otporu voda dugog oko 20 km, gledano sa strane 110 kV.

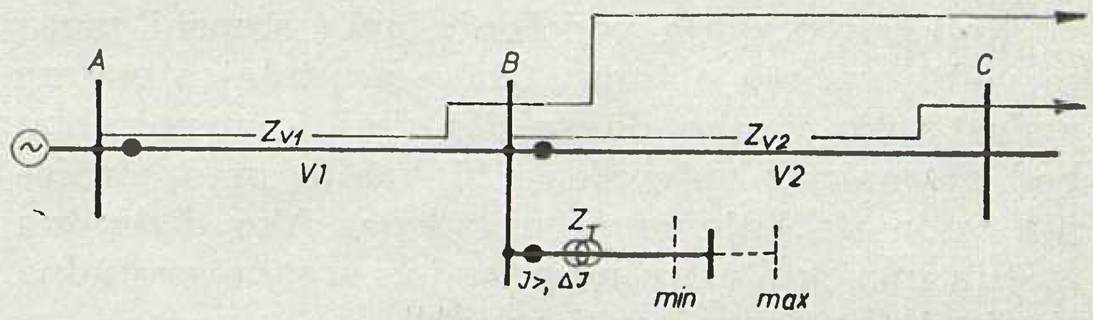
Transformatori, prema tome, predstavljaju otpore reda veličine otpora vodova priključenih na susjedne sabirnice. Da bi se spriječilo neselektivno djelovanje zaštite vodova kod kratkog spoja u mreži donjeg napona transformatora, mora se kod podešavanja distantnih releja voditi računa o transformatorima u susjednim postrojenjima. Kako su transformatori obično štićeni prekostrujnom zaštitom s vremenskim zatezanjem reda 2—3 sek, potrebno je II stepen distantnih releja podesiti tako da proradna impendacija sigurno ne prelazi na stranu nižeg napona transformatora. Na sl. 12 prikazan je takav slučaj. Prema tome:

$$Z_{II\,v1} \leq k_s [Z_{v1} + (1 - n_T)^2 Z_{T\,mic}] \qquad (17)$$

gdje je:

k_s — koeficijent sigurnosti (0,6—0,8),

n_T — opseg regulacije regulacionih transformatora (npr., kod regulacije ± 15% uvrštava se $n_T = 0{,}15$. Time se uzima u obzir smanjenje otpora sa smanjenjem broja zavoja.



Slika 12

$Z_{T\,min}$ — rezultirajući otpor svih transformatora koji rade paralelno kod regulacione sklopke u srednjem položaju, sveden na napon na kojemu je ugrađen relej.

Vrijeme djelovanja II stepena distantnog releja određuje se za vremenski stepen iznad vremena djelovanja transformatorskih zaštita od unutrašnjih kvarova:

$$t_{II\,v1} \gtrsim t_T + \Delta t \qquad (18)$$

gdje je:

t_T — vrijeme djelovanja diferencijalne, kotlovske ili Buchholzove zaštite (0,1 do 0,2 sek).

Treći stepen distantnoga releja predstavlja rezervnu zaštitu distantnom releju u stanici *B* na vodu *C* (sl. 12). Bilo bi poželjeno da distantni relej predstavlja i rezervnu zaštitu prekostrujnoj zaštiti susjednog transformatora. Kod transformatora većih snaga proradni otpor III stepena određen po jedn. 12 ili 14 prelazi preko transformatora duboko u mrežu donjeg napona. Da bi sigurno postojalo rezervno štićenje kod najnepovoljnijeg uklopnog stanja potrebno bi bilo da je:

$$Z_{III\,v1} = 1{,}2 [Z_{v1} + k_{gr} (1 + n_T)^2 Z_{T\,max}] \qquad (19)$$

gdje je:

k_{gr} — koeficijent grananja, koji se uvrštava samo kad postoji međunapajanje tj. kad je veći od 1.

$Z_{T\,max}$ — maksimalno moguć otpor transformatora u susjednoj stanici (isključena rezerva, u pogonu minimalno moguć broj transformatora), kod regulacione sklopke u srednjem položaju.

Vrijeme djelovanja III stepena zaštite podešava se u tom slučaju za vremenski stepen iznad vremena djelovanja prekostrujne zaštite transformatora, tj.:

$$t_{\text{III vl}} = t_{\text{prekostr.}} + \triangle t \qquad (20)$$

Kod distantnih releja sa 4 stepena rezervno djelovanje se može postići ili u III ili u IV stepenu, kako to već odgovara s obzirom na stepenovanje sa distantnim relejima na ostalim vodovima.

Uslovi rezervnog štićenja transformatora i sabirnica nižega napona u susjednom postrojenju naročito su nepovoljni, jer obično postoji prilično jako međunapajanje, tako da je koeficijent grananja znatno veći od 1. Time se dobiju vrlo visoke vrijednosti potrebnog podešavanja III ili IV stepena distantne zaštite.

Kod određivanja podešenja ovih stepeni mora se voditi računa o tome, da se proradni otpor ne podesi tako visoko da zaštita djeluje nepotrebno kod normalnog opterećenja ili malih preopterećenja voda na kojemu je ugrađena. Ako distantna zaštita ima prekostrujne pobudne organe, proradna struja treba ispunjavati uvjet:

$$I_{\text{pr}} \geq \frac{k_s \, I_{\text{max pog}}}{a \quad n_1} \qquad (21)$$

gdje je:

k_s — koeficijent sigurnosti (1,1—1,3),
$I_{\text{max pog}}$ — maksimalna pogonska struja na mjestu ugradnje releja kod koje zaštita ne treba djelovati,
a — omjer otpuštanja pobudnog prekostrujnog releja (0,85—0,95).

Ako je pobudni organ distantne zaštite podimpedantni, proradna impedancija treba biti manja od minimalne pogonske impedancije:

$$Z_{\text{pr}} \leq \frac{U_{\text{min pog}}}{k_s \sqrt{3} \, I_{\text{max pog}} \, a} \qquad (22)$$

gdje je:

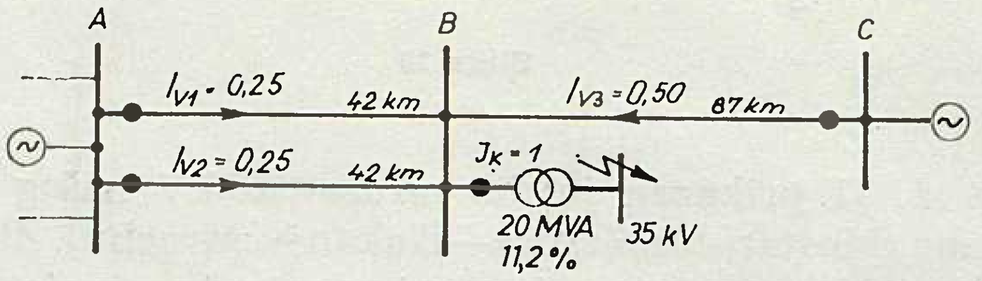
$U_{\text{min pog}}$ — minimalni linijski napon mreže na mjestu ugradnje releja,
k_s — koeficijent sigurnosti (1,1—1,2),
a — omjer otpuštanja pobudnog releja (0,8—0,95).

Kod određivanja podešenja distantnih releja sve gornje vrijednosti otpora treba preračunati na sekundarnu stranu mjernih transformatora.

Kod transformatora velikih jediničnih snaga ili u slučaju više paralelnih transformatora, ako međunapajanje nije preveliko, može se na jednostavan način postići rezervna zaštita u slučaju da zataje prekostrujne zaštite transformatora, ili zaštite od unutrašnjih kvarova transformatora, odgovarajućim podešenjem distantnih releja u susjednim stanicama.

Rezervno djelovanje ne može se postići kod transformatora relativno malih snaga (8—40 MVA) na nivou 110 kV i kod utjecaja međunapajanja, koji može biti vrlo velik, ako je na sabirnicama priključen velik broj vodova.

Karakterističan je slučaj transformatora 20 MVA u TS Mostar koji je izgorio kad je zatajila prekostrujna zaštita transformatora kod kratkog spoja na sabirnicama 35 kV i kad distantne zaštite u susjednim postrojenjima nisu djelovale zbog jakog



Slika 13

utjecaja međunapajanja. Na sl. 13 prikazana je pojednostavljeno shema mreže toga područja. Zbog direktnog udarca groma u vod 35 kV došlo je do kratkog spoja u dalekovodnoj ćeliji. Električni luk se proširio na signalne kabele i sekundarne strujne krugove, što je dovelo do pregaranja glavnih osigurača na akumulatorskoj bateriji, tako da je transformatorska stanica ostala bez istosmjernog napona. Udio struja kratkog spoja koje su tekle iz susjednih postrojenja prikazan je na slici. Releji u stanici *A* nisu mogli djelovati jer je otpor petlje kvara iznosio prividno $Z_V + 4\,Z_T = 290$ ohm/fazi, što odgovara udaljenosti kvara od oko 700 km. Ni relej u stanici *C* nije mogao djelovati jer je kvar bio prividno udaljen za oko 450 km. Kratki spoj na sabirnicama 35 kV trajao je sve dok izolacija transformatora nije izgorjela, što je prouzrokovalo eksploziju kotla transformatora i njegovo izgaranje. Tek kad je došlo do proboja izolacije na 110 kV, korektno su djelovale distantne zaštite u susjednim postrojenjima. Analiza podešavanja distantnih releja i utjecaja međunapajanja pokazala je, da se i ostali transformatori u mreži 110 kV nalaze u sličnom položaju u pogledu dosizanja susjednih distantnih releja.

U slučajevima kada distantne zaštite ne mogu predstavljati rezervnu zaštitu moraju se primijeniti posebne rezervne zaštite transformatora.

Prednost postizanja rezervne zaštite pomoću releja sa stepenastom karakteristikom je u njezinoj jednostavnosti. Zbog toga je treba primjenjivati kad god je to moguće. Nedostatak je u relativno sporom eliminiranju kvara u rezervnom stepenu, zbog potrebe vremenskog stepenovanja. Ovaj nedostatak može se, unekoliko, ublažiti primjenom brzih statičkih releja kod kojih se može uzimati minimalan vremenski stepen.

Naslov pisca: Franjo Božuta, dipl. ing., Sarajevo

(nastavit će se u slijedećem broju)

ELEKTROPRIVREDA UAR

Zorko Cvetković, Zagreb

Potkraj 1969. (23. 10. do 4. 11) jedna je delegacija jugoslavenske elektroprivrede sastavljena od rukovodilaca prijenosnih poduzeća iz Sarajeva, Beograda, Splita, Titograda i Zagreba posjetila elektroprivredu UAR. Posjet je uslijedio na poziv egipatske elektroprivrede, a organizaciju posjeta sprovelo je poduzeće »Energoinvest« odnosno predstavništvo Energoinvesta u Kairu.

Principi organizacije elektroprivrede UAR

Egipatska elektroprivreda je nacionalizirana i centralizirana te spada pod ministarstvo za elektroprivredu i visoke brane. Na čelu elektroprivrede je generalni direktor, a pod njime se po organizacionoj shemi nalaze odjel za studije i istraživanja, odjel za projektiranje i izgradnju i odjel eksploatacije.

Svaki odjel se dijeli na odsjeke za izvore, prijenos i distribuciju.

U odjelu studija i istraživanja izrađuju se petogodišnji i dvadesetogodišnji planovi razvoja, a u taj odjel spadaju i laboratoriji i ispitne stanice. Petogodišnji program dolazi nakon razrade u odjelu projektiranja i izgradnje, gdje se realiziraju glavni projekti i nadzire izgradnja.

Eksploatacija je podijeljena u nekoliko regija, koje su pod rukovodstvom dispečerskog centra.

Nacionalni dispečing nalazi se u Kairu u novo izgrađenoj modernoj zgradi. Tu se nalaze i regionalni dispečing donjeg Egipta, te kompjuterski centar.

Dok je nacionalni dispečing proizvod SSSR, dotle je regionalni dispečing proizvod BBC. Postoje stanovite razlike u koncepcijama obih izvedbi. Dok je regionalni dispečing predviđen sa mnogo više podataka o proizvodnji pojedinih agregata i opterećenju mreže, nacionalni dispečing je predviđen osnovnim sumarnim podacima, očito za budući razvoj, a na bazi iskustava SSSR-a. Kompjuter ruske proizvodnje (9600 riječi memorije) ima programe za račun spoja i raspodjelu snaga, a može služiti i služi za rješavanje ostalih tehničkih i ekonomskih problema.

Osnovni energetski podaci

Ukupna potrošnja iznosila je u 1968. godini 6 milijardi kWh uz maksimalnu snagu od cca 1.000 MW.

Prema planu razvitka predviđa se da će u godini 1975. potrošnja dostići cca 12 milijardi kWh uz 2.000 MW, a 1980. godine 18 milijardi kWh i 2.750 MW.

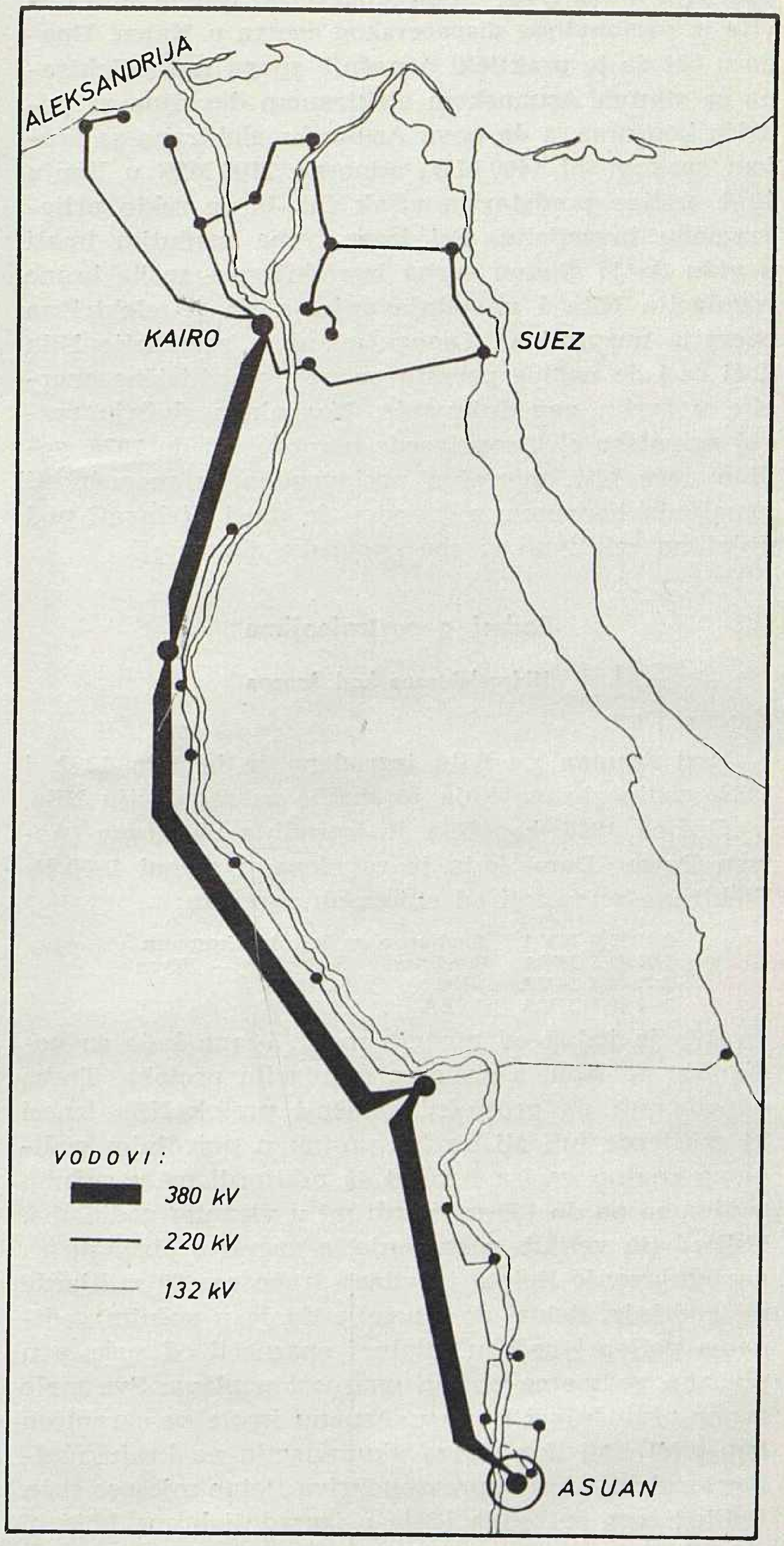
Od ukupne proizvodnje, danas, otpada na industrijske i lokalne elektrane 18 %.

Od godine 1967. u Egiptu postoji jedinstveni elektroenergetski sistem u koji je uklopljeno 11 elektrana te prijenosna i distributivna mreža.

Danas je u pogone ukupno instalirana slijedeća snaga:

TE	1350 MW	
HE	345 MW	Aswan Dam
HE	1400 MW	High Dam

Termoelektrane, koje sve rade na tekuće gorivo, nalaze se u Donjem Egiptu tj. u delti Nila gdje je uglavnom koncentrirana potrošnja dok se dvije hidroelektrane nalaze u gornjem Egiptu kod Asuana i njihova energija se prenosi do Kaira na udaljenost od cca 800 km sa dva paralelna voda napona 500 kV. Kao prijenosni naponi u Egiptu služe 66 kV, 132 kV, 220 kV i 500 kV. Kao što je vidljivo iz sl. 1 naponom 500 kV prenosi se energija iz Asuana do Kaira sa dvije međustanice.



Slika 1

Naponom 220 kV prenosi se energija na području Donjeg Egipta (delti Nila).

Napon 132 kV služi za prijenos energije iz Asuana te iz podstanica 500/132 kV za potrošače u toj zoni. Ta mreža se prostire paralelno s mrežom 500 kV do tačke cca 200 km južno od Kaira. Relativna neproporcija visine napona i dužine mreže 132 kV uvjetovana

je činjenicom koju uvijek treba uzeti u obzir, a to je relativno nisko opterećenje, ali vrlo velike udaljenosti.

Napon 66 kV u stvari je napon za razdiobu na području delte. Ovaj elektroenergetski sistem se upravlja iz nacionalnog dispečerskog centra u Kairu. Upada u oči da je praktički današnja snaga termoelektrana sa starom Asuanskom elektranom dovoljna za pokriće konzuma, a da nova Asuanska elektrana sa svojom snagom od 1400 MW, odnosno 2100 MW u lipnju 1970. godine predstavlja višak čak bi se reklo prijevremenu investiciju. Pri tome treba međutim imati u vidu da je glavna svrha izgradnje Asuanske brane regulacija Nila i navodnjavanje, a da je električna energija nuzprodukt. Omogućavanjem regulacije Nila doći će i do naglog porasta potrošnje električne energije u svrhu navodnjavanja. U svakom slučaju razvoj egipatske elektroprivrede u razdoblju do 1975. godine neće biti opterećen nesigurnošću u mogućnosti napajanja konzuma, a također će moći djelovati pod uvjetima relativno visoke pogonske sigurnosti.

Podaci o postrojenjima

Hidroelektrane kod Asuana

Aswan Dam

Kod Asuana na Nilu izgrađena je između 1902. i 1934. godine brana koja je služila za regulaciju Nila.

Godine 1945. započeta je izgradnja elektrane (Aswan Power Dam) koja je završena u sezoni 1960/61. Elektrana se sastoji od slijedećih agregata:

2 × 13,5 MVA	Secheron za lokalni konzum	
2 × 49,5 MVA	Oerlikon	+ Escher — Wyss
3 × 49,5 MVA	BBC	+ KMW
2 × 49,5 MVA	ASEA	+ KMW

Ovo je jedna od mnogih malih brana koje su podignute na Nilu, a služe za regulaciju protoka. Treba napomenuti da prosječni godišnji protok Nila iznosi 84 milijarde m³, ali da taj protok u pojedinim godinama znatno varira i to od 45 milijardi m³ u sušnim godinama pa do 150 milijardi m³ u vlažnim godinama. Uslijed tih velikih odstupanja, a uzevši u obzir da za navodnjavanje Egipta i Sudana treba cca 52 milijarde m³ godišnje, dolazi do situacije da je u sušnim godinama poljoprivreda u fatalnoj opasnosti od suše, a u vlažnim godinama postoji opasnost poplava. Sve male brane uključujući i onu u Asuanu imale su ograničen kapacitet koji dozvoljava akumulaciju na kraju vlažnog razdoblja koja upravo pokriva ljetne mjesece suše. Uslijed toga se rodila ideja o izgradnji brane koja bi stvorila takvu višegodišnju akumulaciju koja će omogućiti praktički kontinuirani protok.

Aswan High Dam

U siječnju 1960. počeli su radovi na brani cca 7 km južno od stare brane. Ova brana stvara danas akumulaciono jezero dužine 500 km ukupnog volumena 164 milijarde m³ i maksimalne dubine 98 m. Ona omogućuje godišnju upotrebu od 55,5 milijardi m³ vode za Egipat i 18,5 milijardi m³ za navodnjavanje Sudana. Ostatak od 10 milijardi m³ do godišnjeg prosjeka od 84 milijarde m³ odlazi u isparivanje i ostale gubitke. Rezultati koji se postižu ovom branom su nove površine koje će se moći kultivirati, udvostručenje proizvodnje na velikom dijelu današnjih kultiviranih površina, uklanjanje bojazni od suše i poplave, poboljšanje plovnosti i konačna proizvodnja cca 10 milijardi kWh godišnje. Nacionalni dohodak će se ovom izgradnjom popeti za cca 234 milijuna funti godišnje što znači da će troškovi izgradnje, koji iznose cca 415 milijuna funti, biti pokriveni za manje od 2 godine. Od troška za kompletnu izgradnju 65 % se plaća iz državnog budžeta, a 35 % iz zajma koji je dao SSSR na 12 godina i 2,5 % kamata.

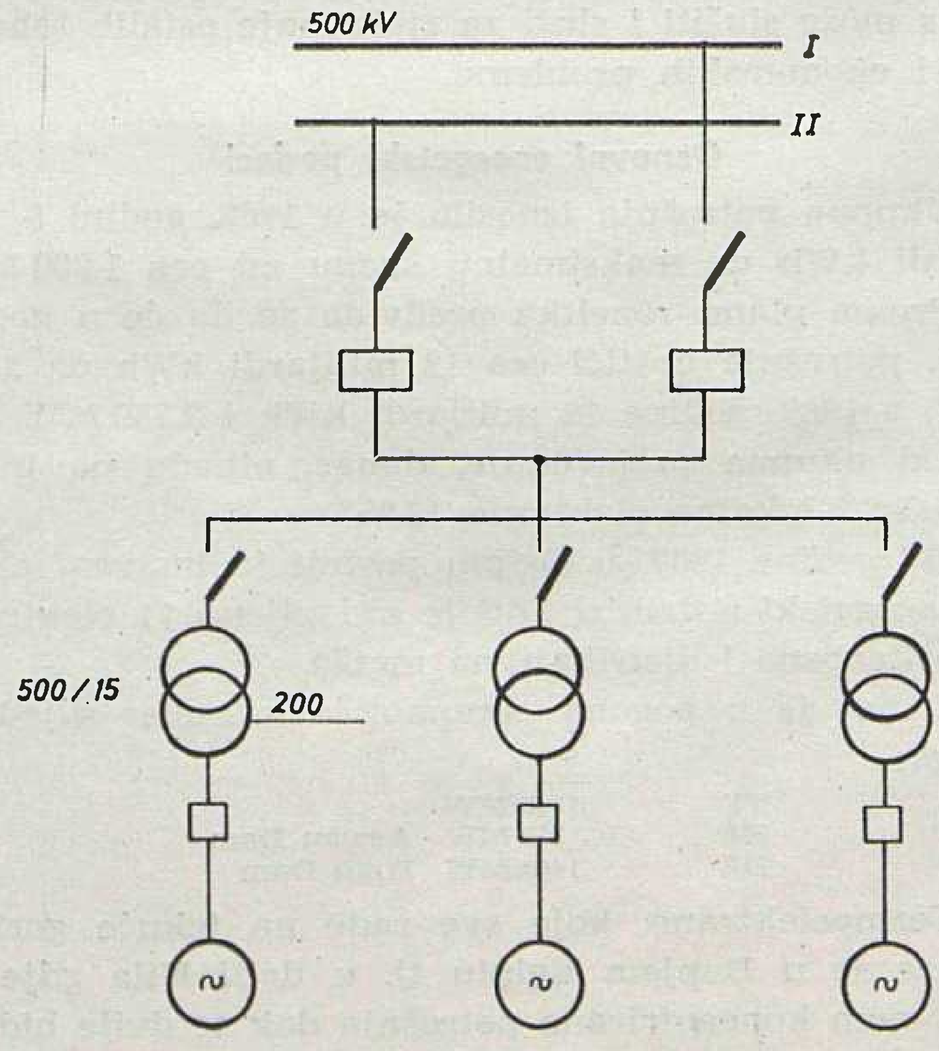
Osnovni tehnički podaci

	Maksimalni protok Nila	13.500 m³/sek
	Minimalni protok	275 m³/sek
Brana		
	Dužina ukupna	3.820 m
	Širina u bazi	980 m
	Širina na vrhu	40 m
	Visina	111 m
	Dubina injekcione zavjese	200 m
Deviacioni kanali i tuneli		
	Ukupna duljina	1.950 m
	Maksimalna protoka	11.000 m
	Broj tunela	6
	Broj ogranaka	12
	Promjer tunela	15 m
Elektrana		
	Instalirana snaga	2.100 MW
	Godišnja proizvodnja	10 mil. kWh
	Broj jedinica	12
	Kapacitet turbine	175.000 kW
	Tip turbine	Francis
	Brzina	100 o/m

U vrijeme posjeta 8 blokova je bilo spremno za pogon, dva bloka su u montaži i očekuje se završetak do konca godine, a posljednja dva bloka će biti završena prema predviđanjima u lipnju 1970.

Nominalni napon generatora iznosi 15 kV spojen na blok transformator snage 200 MVA 15/500 kV. Po tri bloka čine jednu grupu. Shema spoja dana je u sl. 2.

U elektrani se uz postrojenje 500 kV nalazi i postrojenje 132 kV sa interkonektivnim transformatorima 500/132 kV snage 2 × 180 MVA. Vlastiti pogon se napaja iz tercijara transformatora 500/132 kV kao i sa otcjepa dvaju generatora, a preko transformatora 15/6 kV. Kompletna oprema elektrane je proizvedena u SSSR-u.



Slika 2

Dalekovodi 500 kV

Dva dalekovoda 500 kV spajaju Asuan sa Kairom time da postoje još dvije podstanice koje dalekovode dijele otprilike na tri približno jednake trećine. Dalekovodi su izvedeni sa po 3 vodiča u snopu presjeka 500 mm² Ač te dva zaštitna užeta presjeka 70 mm² čelik. Stupovi su izvedeni za svaku trojku posebno.

Zaštita dalekovoda je izvedena na principu usporedbe faza, a međusobno povezana visokofrekventnim vezama. Specifična problematika vezana uz ovaj prijenos energije je:

— opasnost od pogonskih prenapona
— izolacija dalekovoda u oštrim klimatskim uvjetima.

U vezi pogonskih prenapona treba spomenuti da je:

— faktor komutacije izabran 2.5 do 3
— uključenje dalekovoda smije se obavljati samo po dionicama
— u Asuanu i međustanicama nalaze se reaktori snage 165 MVAr, a u krajnjoj stanici sinhroni kompenzatori.

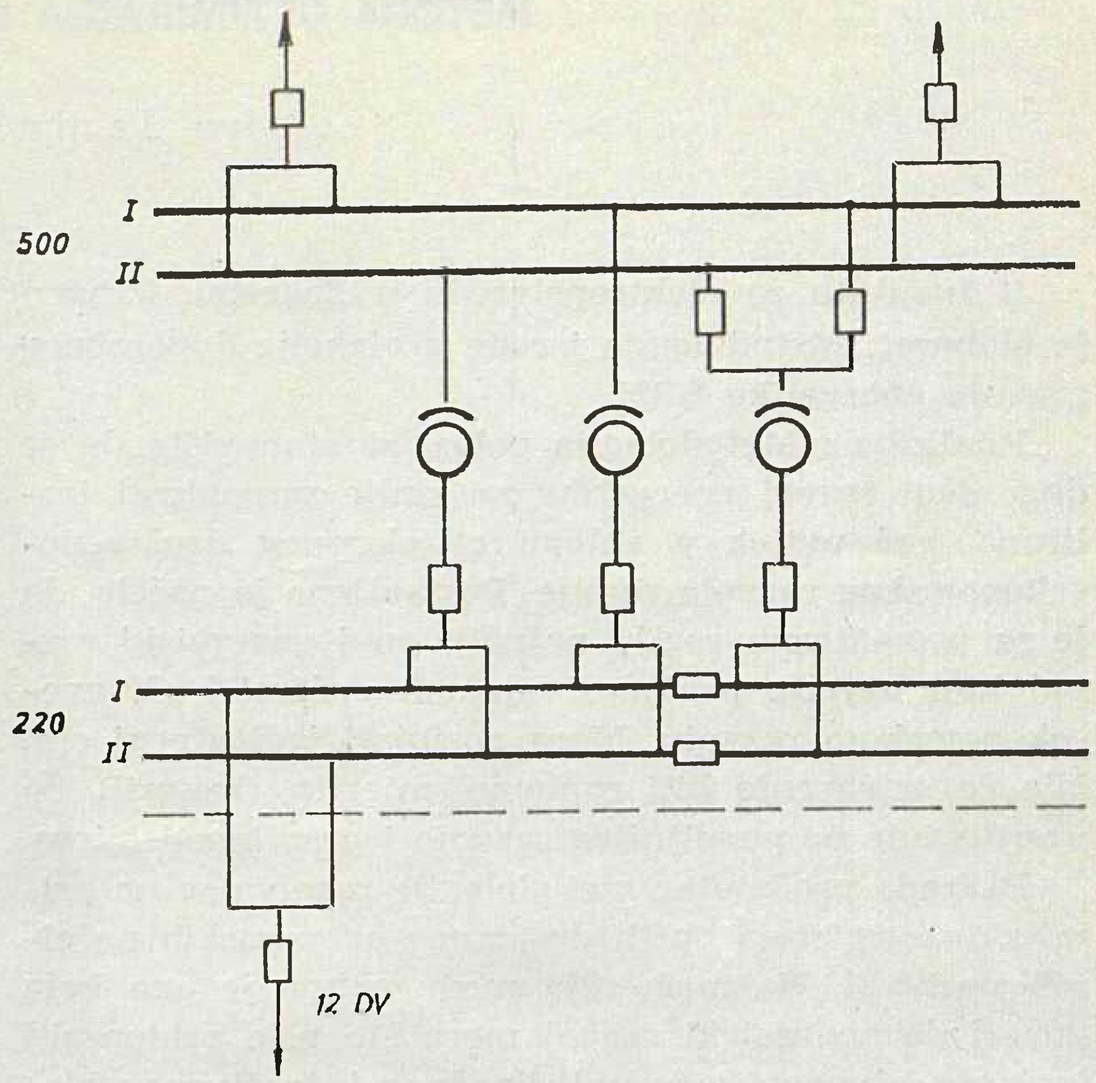
Što se izolacije tiče to je vrlo težak problem vezan uz pustinjski pijesak. Pokusi su pokazali da se od osnovne izolacije dalekovoda koja u SSSR-u iznosi 27 članaka moralo ići na 30 do 36 članaka već prema pojedinim regijama. Kako je ovo bilo naknadno usvojeno to je ponegdje visina vodiča nad zemljom smanjena ispod nominalnih 8 m. Uza sve ove mjere nužno je čistiti izolatore nekoliko puta godišnje što ima svoj utjecaj i na broj radne snage. Dok se na vodovima 500 kV čišćenje obavlja i pod naponom, na ostalim vodovima i u stanicama to se radi u beznaponskom stanju. Za čišćenje 700 km mreže 220 kV potrebno je npr. 100 ljudi, a čišćenje se negdje ponavlja nakon 45 dana. Interesantno je da upotrebom sondi za uzemljenje otpadaju problemi otpora uzemljenja čak i u pustinjskim predjelima.

Transformatorska stanica 500/200 kV Kairo

Ova stanica ima 2 dalekovodna polja 500 kV, 12 dalekovodnih polja 220 kV, dva sistema sabirnica 500 kV, dva sistema sabirnica s pomoćnim sabirnicama na 220 kV. Oba sistema 220 kV su uzdužnim prekidačem podijeljena na dvije sekcije. Stanica ima 3 transformatora po 500 MVA izvedenih kao deset monofaznih jedinica s jednom jedinicom rezerve. Na svakoj transformatorskoj grupi na tercijaru 11 kV priključen je po jedan sinhroni kompenzator hlađen vodikom snage + 80 — 45 MVAr i sa 750 o/min. Svi prekidači su na komprimirani zrak. U stanici su 6 kompresora snage 55 kW i dvije baterije po 220 V.

Uzbuda sinhronih kompenzatora se obavlja živinim ispravljačima, a automatska regulacija napona regulatorima sa magnetskim pojačalom. Upuštanje kompenzatora vrši se u dva stepena. U prvom stepenu preko prigušnice, a u drugom direktno na mrežu. Oprema stanice je proizvod SSSR. Shema stanice dana je u sl. 3.

Interesantno je da jedan transformator radi na 500 kV sabirnicu I bez prekidača, drugi transformator na sabirnicu II bez prekidača, dok treći pomoću dva prekidača može raditi na oba sistema 500 kV. Ovakav rad traži odgovarajući sistem zaštite.



Slika 3

Termoelektrana Kairo zapad

Kratak posjet termoelektrani pokazao je da je to relativno moderna elektrana na tekuće gorivo snage 3 × 80 MW proizvodnje Westinghouse. Ako treba spomenuti nešto naročito onda je to izjava pogonskog osoblja da elektrana radi praktički bez izakvih smetnji ako su remonti vrlo rijetki.

Eksploatacija

Osim problema eksploatacije koji su više manje zajednički svim energetskim sistemima egipatska elektroprivreda ima posebno naglašene slijedeće probleme:

— već opisano čišćenje izolacije na delekovodima i postrojenjima
— problem kapacitivne snage s obzirom na dugačke dalekovode 500 kV i relativno nisko opterećenje
— problem discipline pogonskog osoblja koje se istom privikava radu u jednom povezanom sistemu i disciplini koju takav način rada zahtijeva.

Možda je na kraju interesantno spomenuti jedno shvaćanje o pogonskoj sigurnosti. U doba boravka delegacije u Egiptu jedan od dalekovoda 500 kV bio je zbog radova izvan pogona na jednoj trećini dionice.

U isto vrijeme bile su angažirane sve termoelektrane u delti (donjem Egiptu), a transport iz Asuana prema delti sasvim beznačajan, iako je ogromna količina vode ispuštana iz Asuanskog jezera, a agregati u hidroelektrani Aswan High Dam su bili prazni. Na naš upit o razlozima ovakvog rada i njegovoj ekonomici odgovoreno nam je da ne žele riskirati raspad sistema u delti (maksimalna snaga cca 600 MW) do kojeg bi došlo u slučaju kad bi potrebnu energiju prenosili iz Asuana, a da dođe do ispada dalekovoda 500 kV na onoj dionici gdje nije u pogonu paralelni vod.

Zorko Cvetković, dipl. ing., »Elektroprenos« Zagreb

METODA OPTIMIRANJA REGIONALNE ENERGETIKE

Ivo Jamnicki, Zagreb

DK 620.9

U Institutu za elektroprivredu u Zagrebu, izrađen je elaborat: Metodologija izrade projekcije dugoročnog razvoja energetike SRH.

Predložena Metodologija polazi sa stanovišta da se dugoročni razvoj energetike ne smije promatrati izolirano, već uvijek u sklopu cjelokupnog društveno-ekonomskog razvoja zemlje. Postavljeno je načelo, da je za promatranu regiju najbolji onaj energetski razvoj koji najviše pridonosi njenom općem društveno-ekonomskom razvoju. Mora postojati jedinstveni cilj, čije će ostvarenje biti osnovno mjerilo (kriterij) za utvrđivanje najpovoljnijeg razvoja i pravilnosti mjera.

Razrada predmetne metodologije zasniva se na primjeni većeg broja općih društveno-ekonomskih načelnih postavki. Najznačajnija među njima je ona koja govori da energetski razvoj mora što više pridonositi trajnom i brzom rastu pojedinačnog i društvenog blagostanja i zadovoljstvu što većeg broja članova cijele društvene zajednice.

Ova metodologija predstavlja daljnju razradu metoda što su primijenjene u nizu studija iz oblasti kompleksne energetike, izrađene u ovom Institutu, u razdoblju od 1959. do 1968. godine.

Značajka predložene metodologije je svakako to, da se kao kriterij društveno-ekonomske povoljnosti energetskog razvoja ne uzimaju najmanji troškovi potrošača za energiju, već rast i raspodjela narodnog dohotka u promatranoj regiji u cjelini (ovdje za SR Hrvatsku). Ovo odstupanje, od inače najčešće primjenjivanog kriterija najmanjih troškova, odabrano je iz 3 glavna razloga:

1. Osnovni cilj društveno-ekonomskog razvoja jest stalni i brzi rast blagostanja i zadovoljstva širokih slojeva naroda, a mjerilo toga je stalni i brzi rast narodnog dohotka i njegova pravilna raspodjela.
2. Energetika ima ogroman značaj za cijeli društveni razvoj. Više od 1/8 svoje cjelokupne djelatnosti čovječanstvo utroši na opskrbu energijom. Pri tom oko 30% otpada na rad oko dobave i korištenja nosilaca energije, a oko 70% na rad uložen u izgradnju sredstava za eksploataciju, pretvorbu, prijenos, distribuciju i korištenje nosilaca energije. Za društvenu ekonomiju regija koje ta sredstva mogu sama proizvesti, nije svejedno da li se ona uvoze ili se proizvode u zemlji.
3. Brzi rast raskoraka između sve većih troškova eksploatacije ugljena iz jamskih kopova i njegove sve manje upotrebne vrijednosti, dovodi do teškoća u plasmanu ugljena i do obustava rada ugljenokopa, a time i do gubitka narodnog dohotka stvorenog tom djelatnošću.

Sve ovo, a zatim i činjenica da su velika proizvodnja i velika — a ne mala — potrošnja glavna karakteristika materijalnog blagostanja, govore u prilog iznesenog izbora kriterija optimalizacije.

Praktički primjeri navedeni u prilogu, jasno ukazuju na razliku u rješenjima po ovoj, i po dosadašnjim »standardnim« metodologijama. Iz njih se također vidi da su politički zahvati koji se, dijelom iz socijalnih a dijelom iz društveno-ekonomskih razloga, provode uvođenjem carina, trošarina, kredita, regresa i premija, većinom i stvarno društveno-ekonomski opravdani. No, ti zahvati dolaze danas najčešće sa zakašnjenjem od nekoliko godina, tek onda kada praksa pokaže da su raniji zahvati bili pogrešni ili nedovoljni. Socijalno-politički i društveno-ekonomski zahvati moraju biti pravilni i doneseni na vrijeme.

Prikazana metodologija izrađena je specijalno za utvrđivanje najpovoljnijeg dugoročnog razvoja energetike SR Hrvatske. Ona se međutim, uz neznatne preinake, može bez daljnjeg upotrijebiti i za druge regije, neovisno o njihovoj veličini i sastavu, kao i za ostale privredne djelatnosti. Kriteriji i postupak su takvi da optimum Hrvatske znači ujedno i optimum za Jugoslaviju u cjelini.

Metodologija iznesena u tom elaboratu sadrži u osnovnim izlaganjima prikaz načela, postupka razrade i kriterija optimalizacija, koji će se primijeniti pri izradi studije »OPTIMALNI RAZVOJ ENERGETIKE SR HRVATSKE DO GODINE 1985«. Osim toga u njima su izneseni glavni problemi energetike Hrvatske, opseg i tehnička razrada navedene studije, razmatranja o cijenama i vrijednostima (valorizaciji) rada, usporedba ove metodologije s drugima, i zaključak.

U posebnom prilogu nalaze se pored recenzijskog izvještaja i neka obrazloženja, 2 primjera praktične primjene metodologije, pregled korištene literature i statistike, i 1 citat i definicije energetskih pojmova i naziva s kojima se operira u elaboratu.

Pri utvrđivanju sadržaja i opsega izlaganja u studiji, kojom će se utvrditi najbolji razvoj, pošlo se sa stanovišta da studija treba poslužiti u prvom redu za:

- utvrđivanje sadašnje energetske situacije SRH, i budućeg najpovoljnijeg razvoja njezine energetike,
- utvrđivanje energetske politike zemlje,
- donašanje društvenih mjera za usmjeravanje razvoja energetike Hrvatske u skladu s utvrđenim optimumom,
- orijentaciju energetskim grupacijama pri izradi njihovih razvojnih planova,
- orijentaciju potrošačima energije pri izboru najpogodnijih nosilaca energije,
- izradu energetskih planova pojedinih regija SR Hrvatske i plana dugoročnog razvoja energetike Jugoslavije,
- orijentaciju strojogradnji i građevinarstvu o njihovoj budućoj djelatnosti za oblast energetike i
- orijentaciju urbanistima, arhitektima i ostalim projektantima pri izboru energetskih rješenja.

Brzo dobivanje dobrih privrednih instrumenata i jednoznačnih orijentacija naročito je značajno za samo-

upravljačko društveno uređenje, u kojemu pojedina poduzeća i grupacije sami donose planove i odluke o svom budućem razvoju.

Studija »Optimalni razvoj energetike Hrvatske do godine 1985«, koja će se izraditi prema ovoj metodologiji, predstavljat će po svojem sastavu regionalni, dinamički, sektorski i strukturni model. Osnovno što će on prikazivati jest dugoročni razvoj društveno-ekonomski najpovoljnije strukture energetskog fizičkog obujma. Postupak iznalaženja optimuma je osnovno iterativan.

U studiji se neće utvrđivati zbirne vrijednosti pojedinih kompleksnih agregata u energetici, kao npr. ukupnog narodnog dohotka i ukupne investicije, ali se agregati ne koriste pri provedbi ekonomskih analiza.

Postupak utvrđivanja najpovojnijeg razvoja po predloženoj metodologiji može se sažeto ovako opisati:

Na osnovu dijelom objavljenih statističkih, a dijelom po autoru prikupljenih i procijenjenih podataka, utvrđuje se današnja energetska situacija i faktori koji djeluju na budući razvoj. Na bazi koleracijskih odnosa s jednoznačno odabranim društvenim razvojem, autor odabire energetski razvoj koji po strukturi i količini smatra najpovoljnijim. Tamo gdje se pojavljuju glavne dileme o optimalnosti prije uzetog razvoja, vrše se ekonometrijske analize, a na osnovu kriterija postizavanja najvećeg narodnog dohotka i njegove najbolje raspodjele za cjelokupni društveni razvoj promatrane regije.

Pri utvrđivanju »energetskog« narodnog dohotka uzima se u obzir dohodak što ga stvara energetska privreda, dohodak koji se zbog razlike u energetskim investicijama i kadrovima stvara u vanenergetskoj privredi regije, razlike dohotka regije uslijed uvoza energetske opreme, i dohodak regije stvoren izvozom što ga je uvjetovao uvoz energetskih nosilaca i oprema. Osim stvaranja narodnog dohotka promatra se i stvaranje akumulacije za proširenu reprodukciju i visinu »energetskih« ličnih primanja.

Analiza će se raditi u prvom redu za godinu 1985. i za kritična međurazdoblja. Na temelju tih analiza izvršit će se iterativnim postupkom korekcije prije odabranog energetskog razvoja.

Zatim interpolacijom između 1985. i investicijama koje su već predodređene za 1970. godinu, odredit će se dinamika optimalnog energetskog razvoja za cijelo razdoblje, i to jednoznačno.

U studiji se utvrđuje i kvantitativni utjecaj na energetsku optimalizaciju odstupanja osnovnih postavki od prije odabranih. Posebno se kvalitativno i kvantitativno utvrđuju opće društvene mjere koje se moraju poduzeti da bi se razvoj energetike usmjerio k utvrđenom optimumu.

Veliki dio podataka morat će se procijeniti. Za dobivanje tačnih vrijednosti čitavog niza potrebnih podataka, morale bi se prethodno uvesti izmjene u vođenju energetske evidencije statističke službe cijele (ne samo energetske) privrede, i izraditi niz opće-društvenih i energetskih studija.

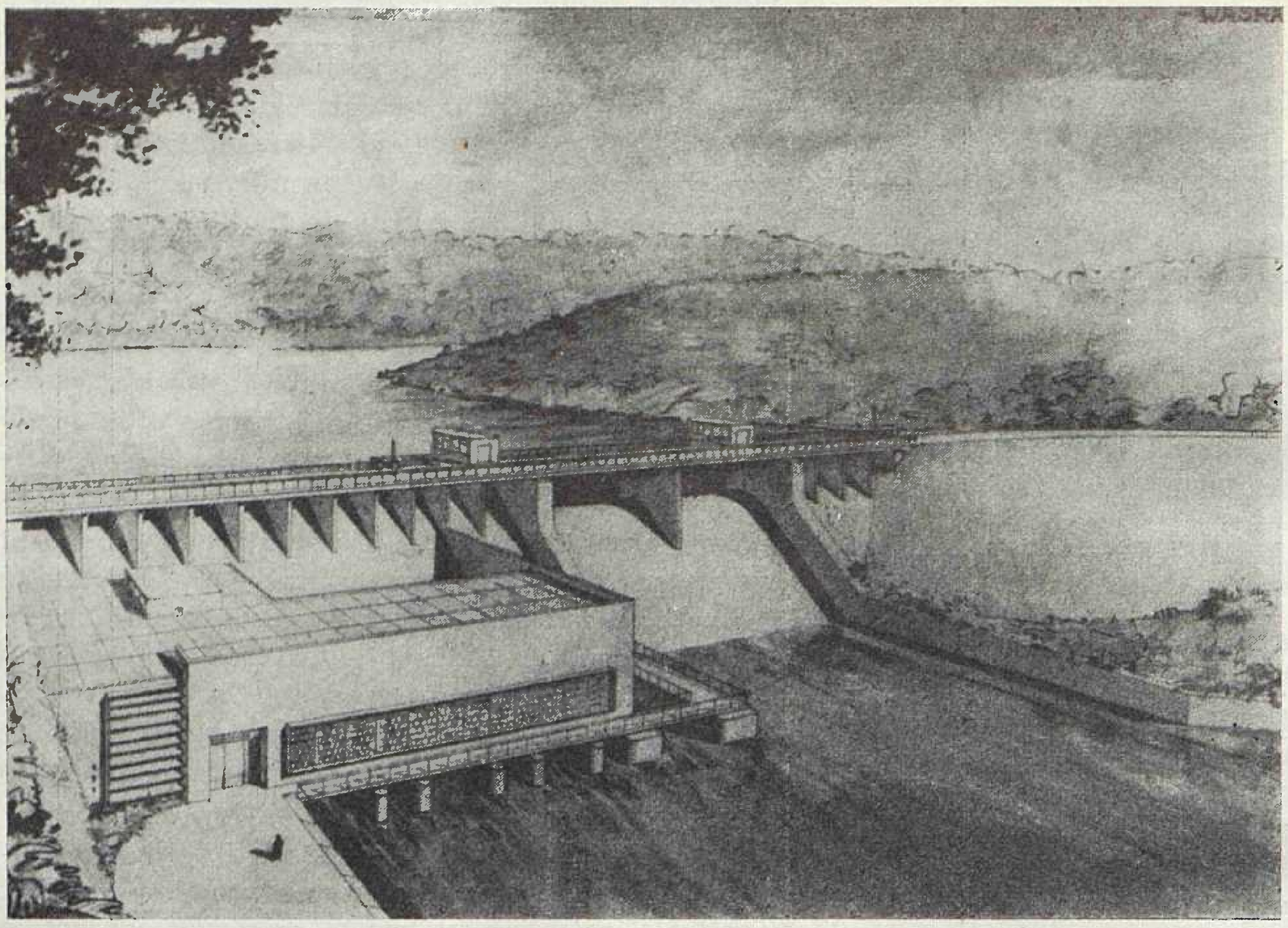
Predložena metodologija predstavlja prvi pokušaj kompleksnog ekonometričkog uključivanja energetike u cjelokupni društveno-ekonomski razvoj zemlje. Očito je da predložena metodologija još nije dorađena do kraja i da ima još mnogo nedostataka. Sigurno je, međutim, da će se brojne sadašnje i buduće dileme energetike po ovoj metodologiji rješavati pravilnije negoli po dosadašnjim metodologijama.

Energetski razvoj koji će se utvrditi po ovoj metodologiji bit će vjerojatno vrlo blizu stvarnog optimuma. Isto vrijedi i za mjere kojima bi se razvoj energetike usmjerio prema utvrđenom optimumu.

Treba naglasiti da će u studiji, koja će se raditi po ovoj metodologiji, biti prikazan energetski razvoj koji bi bio optimalan za zemlju u cjelini. Studija dakle neće davati sagledavanje (projekciju) budućeg razvoja, već osnove energetskog razvoja kakav bi morao biti.

Autor ovih redaka smatra pravilnu raspodjelu još značajnijom od brzog rasta. Pravilna raspodjela podstiče radni elan i stvaralački zanos, koji su, ne samo značajni direktni faktori unutrašnje sreće čovjeka, već i preduvjeti da se brzi ekonomski rast zaista postigne. Uzaludni su svi, pa i najbolji planovi, s najpravilnije utvrđenom razvojnom strukturom i najboljim privrednim instrumentima, ako nema radnog elana i stvaralačkog zanosa širokih masa naroda. Bez toga se neće ostvariti planovi brzog ekonomskog razvoja zemlje.

Naslov pisca: Ivo Jamnicki, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, Zagreb



Sl. 1 HE Washawng — Burma

Prije 20 godina osnovano je poduzeće »Elektroprojekt« kao mali kolektiv koji je izrastao u veliku projektantsku organizaciju specijaliziranu za projektiranje energetskih i industrijskih postrojenja i objekata iz vodoprivrede.

Jubilej »Elektroprojekta« obilježen je s 250 većih i manjih projektantskih radova u našoj zemlji, zatim Burmi, Grčkoj, Etiopiji, Bugarskoj, Alžiru, UAR, Indiji, Iraku, Iranu i Libanonu.

U povodu proslave dvadesetgodišnjice rada »Elektroprojekta« održana je svečana sjednica Radničkog savjeta 10. prosinca 1969. u Domu JNA. Svečanosti su prisustvovali članovi Radničkog savjeta, Upravnog odbora, predstavnici društveno-političkih organizacija, investitora, poslovnih partnera i članova kolektiva.

Sjednicom je rukovodio predsjednik Radničkog savjeta dipl. inž. Zvonimir Mrša. Generalni direktor poduzeća dipl. inž. Ivo Glavičić je u uvodnom govoru pozdravio prisutne goste i članove kolektiva.

Predsjednik Radničkog savjeta podnio je referat: *»Razvojni put Elektroprojekta u razdoblju od 1949. do 1969«.*

Članove kolektiva su usmeno pozdravili i čestitali im jubilej uzvanici: Dr ing. Ervin Nonveiler u ime Izvršnog vijeća Sabora SR Hrvatske, u ime Savezne Republičke privredne komore Ahmed Hanić, od Udruženja inženjera i tehničara dipl. ing. Herman Mattes, od Udruženja projektantskih organizacija dipl. ing. Većeslav Radauš, u ime Elektrotehničkog fakulteta prof. ing. Vlado Muljević, Građevinskog fakulteta Zagreb prof. dipl. ing. Krunoslav Đurović, od Instituta za elektroprivredu direktor dipl. ng. Borivoj Baranović, Instituta »Rade Končar« dipl. ing. Boris Belin, poduzeća »Hidrotehna« direktor Slavo Kovačić, a u ime Vodoopskrbe dipl. ing. Dinko Volarić. Kolektiv je primio i veći broj pismenih čestitki mnogih poduzeća, organizacija i pojedinaca.

U glavnim crtama prikazat ćemo razvoj i uspjeh poduzeća »Elektroprojekt« kroz 20 godišnje poslovanje koje je iznio u referatu predsjednik Radničkog savjeta dipl. ing. Zvonimir Mrša.

Razvojni put »Elektroprojekta«

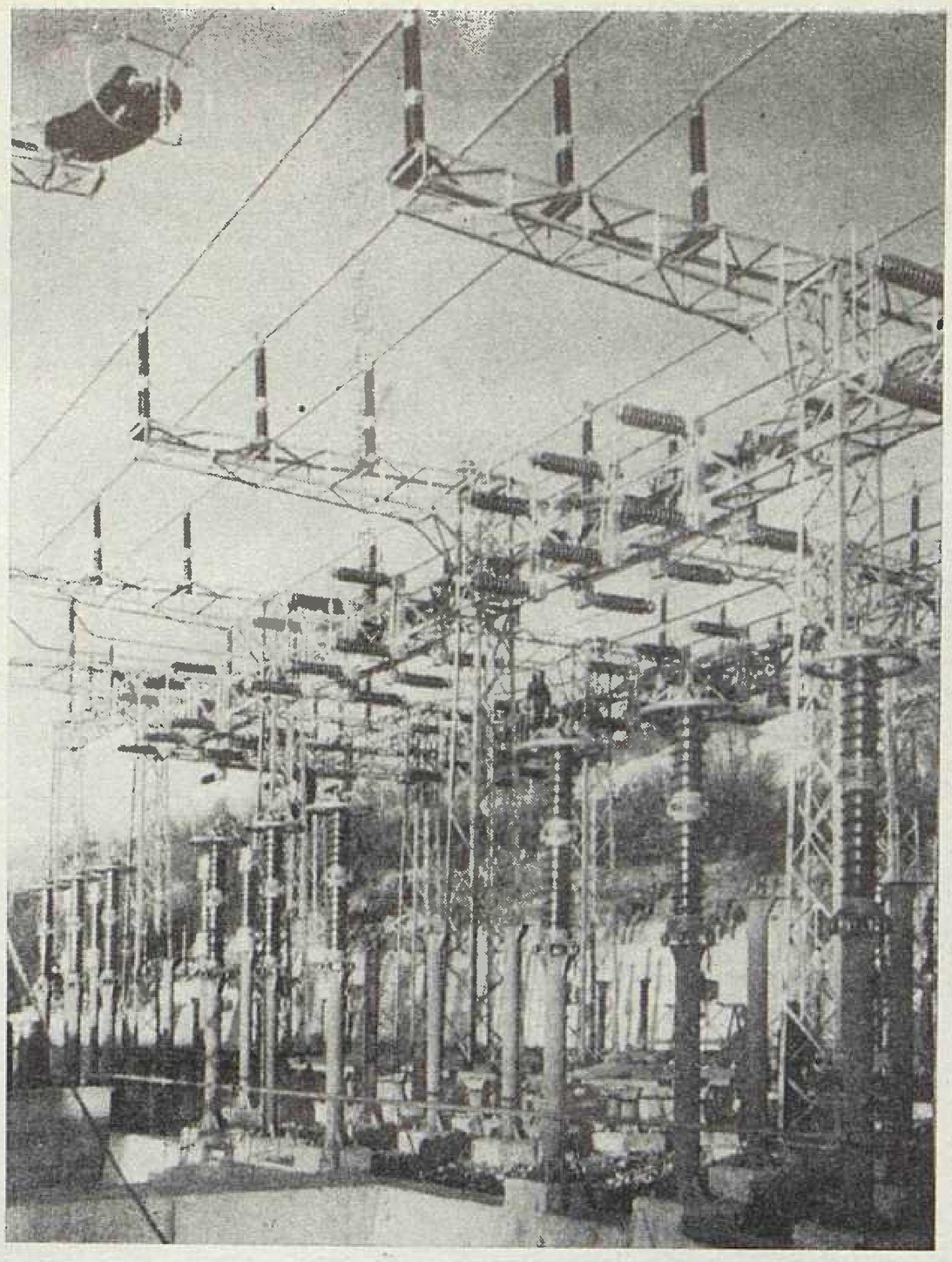
Po svršetku drugog svjetskog rata kao prioritetni zadatak obnove i izgradnje naše privrede, postavljeno je projektiranje i izgradnja energetskih izvora i distributivne mreže. Vlada FNRJ 1949. osniva poduzeće za projektiranje hidroelektrana i istražne radove pod nazivom HIDROELEKTROPROJEKT. Pod tim nazivom započelo je poduzeće svoj pionirski rad na području tehnike, na kojem do tada nismo imali nikakvu tradiciju, s vrlo skromnim tehničkim kadrom.

Godinu dana kasnije kolektiv »Elektroprojekta« izabrao je svoj prvi Radnički savjet. Istovremeno se poduzeću pripaja zagrebačka grupa TERMO — Elektroprojekta i grupa za projektiranje transformatorskih stanica.

Opseg poslovanja proširen je na projektiranje svih elektroenergetskih objekata, pa je početkom 1952. izmijenjen naziv poduzeća u ELEKTROPROJEKT — poduzeće za projektiranje elektroenergetskih postrojenja.

Već 1954. pojavljuje se poduzeće na investicionim radovima u inozemstvu, gdje uspješno primijenjuje i proširuje stečeno iskustvo na radovima u zemlji.

Odlukom Radničkog savjeta 1957. djelatnost poduzeća se proširuje na sve radove projektiranja vodogradnje.



Sl. 2 Rasklopno postrojenje HE Senj

U prvoj godini svoga poslovanja poduzeće je brojilo 45 radnika, od toga 25 inženjera i tehničara. U ovoj jubilarnoj godini ukupan broj zaposlenih iznosi 180, od čega 114 inženjera i tehničara.

U toku 21 godine rada poduzeće je okupilo i odgojilo znatan broj visokokvalificiranih stručnjaka, od kojih mnogi uživaju i međunarodni ugled.

Izvjestan broj stručnjaka angažiran je na Tehničkim fakultetima i drugim visokim i srednjim školama u svojstvu profesora i nastavnika, prenoseći na taj način svoje stručno iskustvo na mlađe generacije.

U svome dosadašnjem poslovanju organi upravljanja su usvojili one organizacione forme poslovanja koje su najbolje odgovarale realizaciji proizvodnih zadataka poduzeća.

Prije 20 godina započelo se po brigadnom sistemu rada. Brigade su radile na terenu i na mjestu izvođenja objekta. Nakon pripajanja TERMOELEKTROPROJEKTA i TRAFOSTANICE, poduzeće je formiralo 3 odjela i to: odjel za hidroelektrane, odjel za termoelektrane i odjel za transformatorske stanice. Krajem 1961. poduzeće je organizirano po biroima. Formirano je šest tehničkih biroa prema strukama, i biroi za opće poslove, komercijalnu službu i računovodstvenu službu. Uz neke manje organizacione imjene poduzeće djeluje i danas.

U pogledu materijalnog stimuliranja kadrova organi poduzeća su nastojali da u skladu s postojećim propisima provode takvu politiku raspodjele sredstava poduzeća, koja bi osiguravala pravilnu raspodjelu osobnih dohodaka i nagrađivanje prema rezultatima rada, kao i osiguranje nužno potrebnih poduzeća za daljnji razvoj.

Daljnje stimuliranje kadrova poduzeće je provodilo rješenjem stambenog pitanja svojih radnika. Tako je do danas nabavljeno ukupno 60 stanova, a u formi zajmova dodijeljeno je članovima kolektiva ukupno 30 zajmova u iznosu od 884.000.— N. dinara. Ukupno je uloženo u stanove i zajmove oko 3,200.000.— N. d.

Znatna financijska sredstva izdvajala su se i za stručnu izobrazbu radnika, i za stipendiranje novih kadrova, a pružena je materijalna pomoć i sindikalnim i ostalim društvenim akcijama.

Uspješni rezultati rada u zemlji i inozemstvu

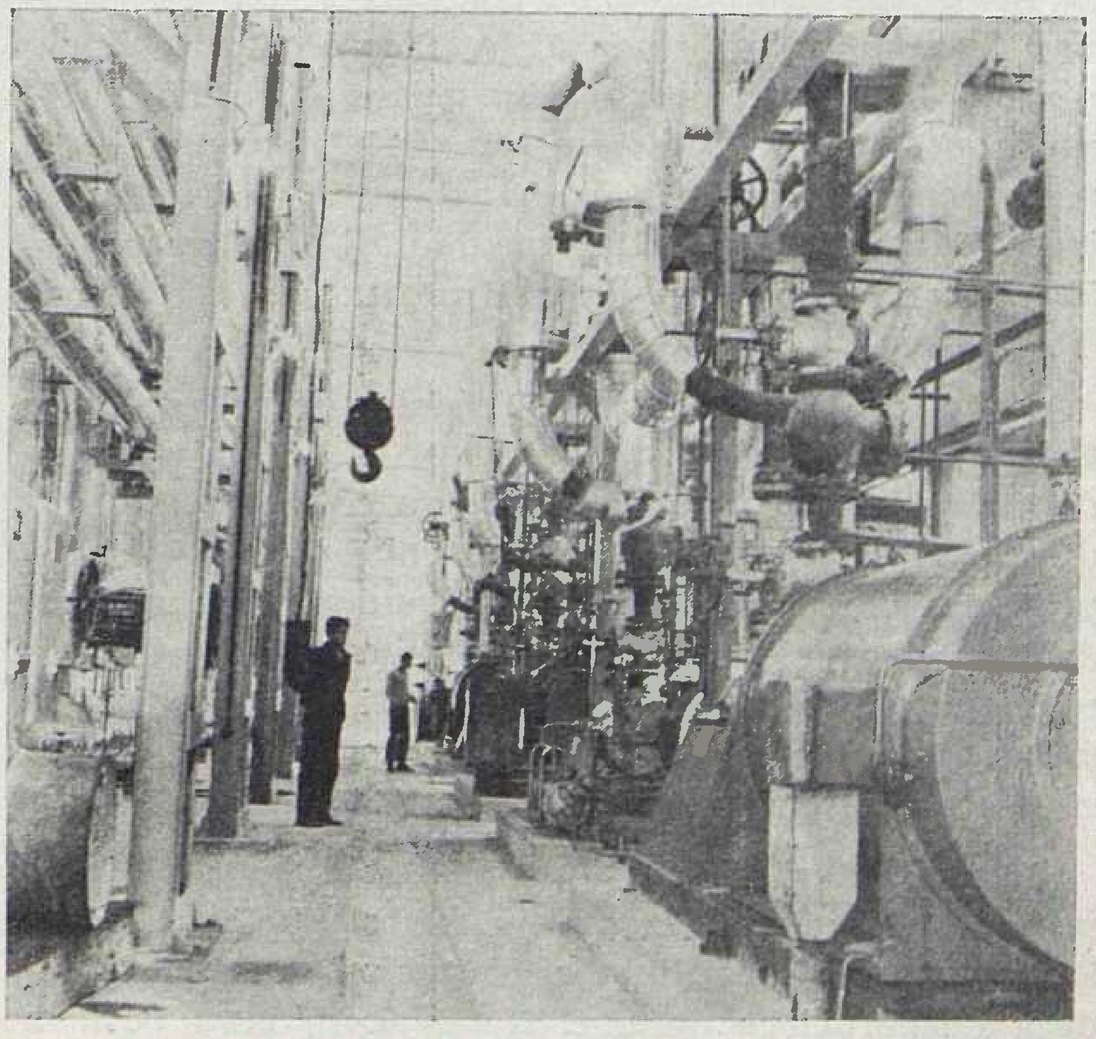
Prvih godina svoga poslovanja poduzeće je pretežno radilo u zemlji. No, nakon 1954. godine poslovanje se proširilo i na radove u inozemstvu.

U zemlji se radilo na projektiranju osnovnih i najznačajnijih energetskih objekata u NR Hrvatskoj, kao i na nekim objektima u drugim republikama. Opsežan je broj izvršenih radova, ali ćemo navest samo najznačajnije. Projektirano je preko 30 hidroelektrana, čija ukupna proizvodnja znatno nadmašuje ukupnu proizvodnju elektroenergije čitave predratne Jugoslavije.

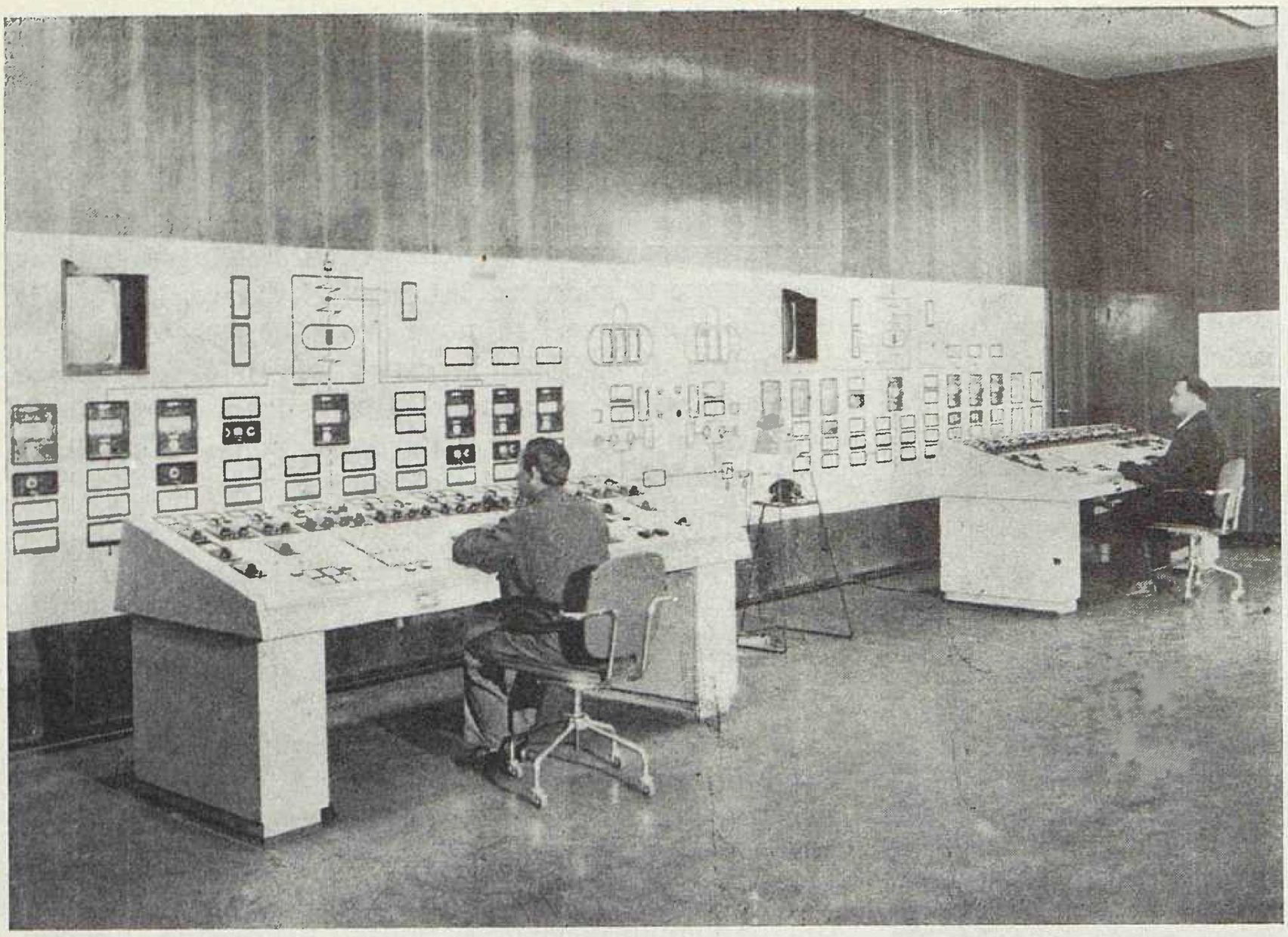
Među ostalim, poduzeće je izradilo kompletne projekte za HE »Nikola Tesla« — Vinodol, HE Gojak, HE Peruća, HE Split, HE Senj, HE Rijeka, HE Sklope, HE Orlovac.

U proteklih 20 godina projektirano je više od 10 većih termoelektrana kao što su: TE Jertovac, TE Jugovinil, TE Vlaška, TE Rijeka, TE Osijek, TE Zagreb II, Toplana Skoplje, TE Plomin, TE Sisak itd.

Projektirana su energetska postrojenja i rekonstrukcije industrijskih objekata kao u DIP Ivangrad, Željezari Sisak i Skoplje, Šećerani Županja, Aluminijskom kombinatu Titograd, DIP Belišće, Celulozi Prijedor, toplifikaciji Skoplja, itd.



Sl. 3 Detalj strojarnice Željezare Skoplje



Sl. 4 TE - TO Zagreb II termička komanda

Na inozemnom tržištu, kako je već spomenuto, poduzeće se pojavilo 1954. izvođenjem investicionih radova u Burmi. Već 1955. poduzeće je registrirano za samostalnu djelatnost na izvođenju investicionih radova u inozemstvu.

Odluka organa poduzeća o nastupu u inozemstvu bila je od dalekosežnog značaja za daljnji razvoj poduzeća. Takva okcija je bila omogućena dotadašnjim uspjesima poduzeća na radovima u zemlji, i organizacionim i kadrovskim mogućnostima. Poduzeće je u inozemstvu projektiralo tri hidroelektrane u Etiopiji, dvije u Burmi, jednu u Iranu, jednu termoelektranu u Indiji, drugu u UAR, a vodoprivredne objekte u Burmi, Iranu i drugim zemljama.

Na inozemnim poslovima poduzeće je do sada ugovorilo preko 20 milijuna USA dolara. U proteklom razdoblju poduzeće je naročitu pažnju obraćalo proširenju poslovanja u inozemstvu. Dok je godine 1961. udio inozemnih poslova u ukupnom prihodu poduzeća iznosio samo 22% već 1965. godine taj udio iznosi oko 50%, a u ovoj jubilarnoj godini premašuje udio domaćih poslova.

Osim toga treba istaknuti činjenicu da poduzeće već sada ima zaključenih poslova, koji osiguravaju veoma dobru daljnju perspektivu za slijedećih nekoliko godina. Projektiranjem za strane investitore »Elektroprojekt« je približio strana tržišta domaćim proizvođačima investicione opreme. Na investicionim radovima, i na poslovima u zemlji preuzeti su i izvođeni ne samo poslovi projektiranja već i kompletne inženjering i konzultantske usluge.

Putem inženjering usluga poduzeće je samostalno preuzelo kompletnu izgradnju investicionih objekata ili nastupa kao koordinator i organizator drugih izvođača i isporučioca opreme. Na ovakvoj vrsti poslova radi se već nekoliko godina u UAR.

Na temelju konzultantskih usluga preuzeto je i obavljanje odgovarajućih usluga za investitore, kao što su studije, izrade kompletne tehničke dokumentacije, izbor isporučioca i izvađača opreme, nadzor nad kompletnom izgradnjom, ispitivanje objekta i puštanje u pogon, primopredaja objekta i dr. Na ovakvoj vrsti poslova poduzeće radi na nekoliko objekata u Iranu.

Suradnja s privredom

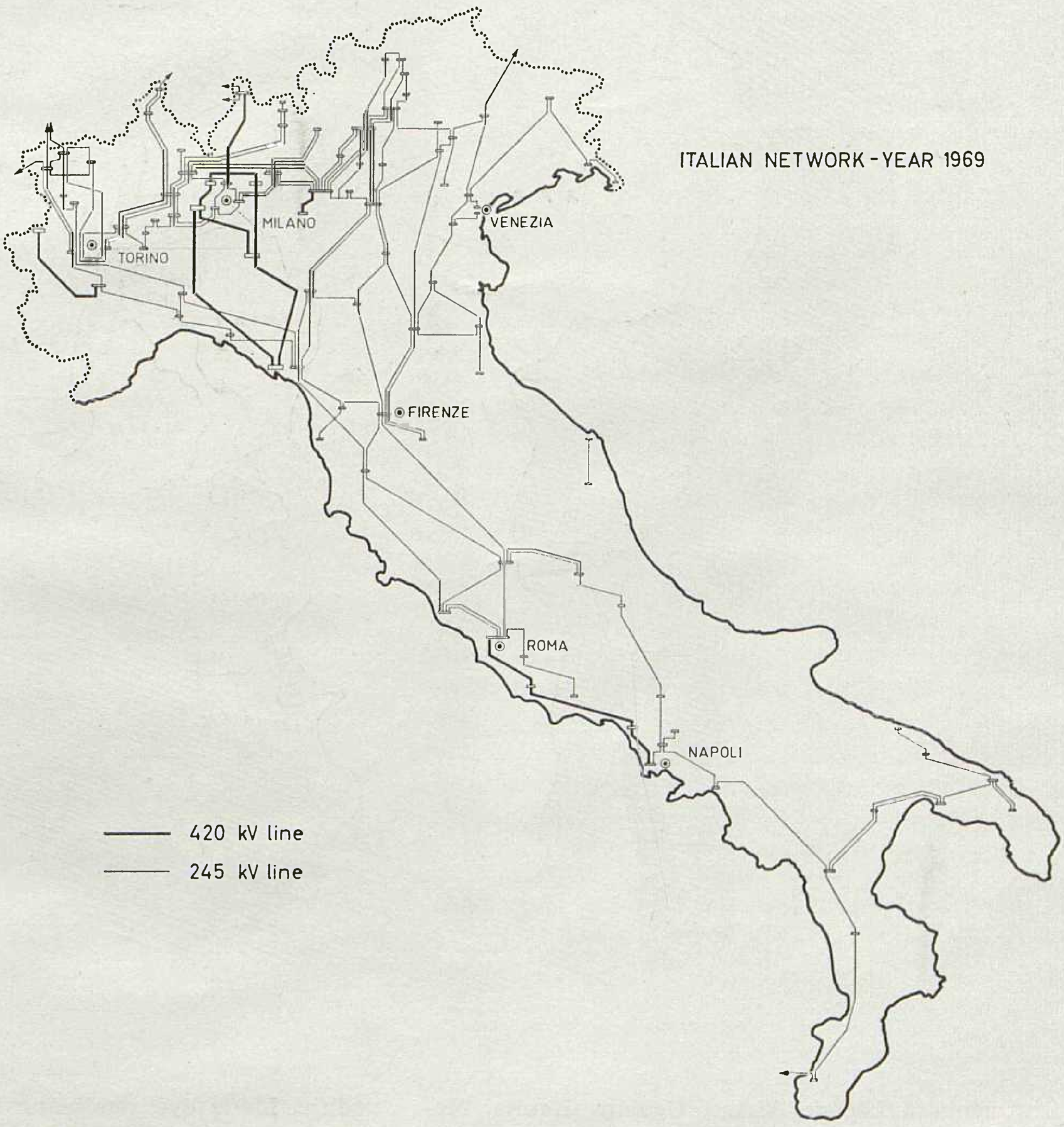
Poduzeće je u svom radu bilo upućeno na poslovnu suradnju ne samo s projektantskim organizacijama već i s brojnim poduzećima koja proizvode opremu, kao i s građevinskim i montažnim poduzećima, s fakultetima i institutima. Suradnja s ovim organizacijama vrši se u raznim vidovima, od individualnih kontakata i razmjene iskustva do konkretne poslovne tehničke suradnje na projektiranju, isporuci opreme ili izvođenju radova.

»Elektroprojekt« je bio jedan od osnivača Poslovnog udruženja projektanata »KO-PROJEKT«, INGRA-e i Poslovnog udruženja za projektiranje, Udruženja za proizvodnju i montažu nuklearne opreme i postrojenja. Naročito je vrlo aktivna suradnja sa strukovnim udruženjima i društvima: DIT-om, Elektrotehničkim društvom, Društvom strojarskih inženjera i tehničara, Geodetskim društvom, Internacionalnim udruženjem za mehaniku stijena, CIGROM, Jugoslavenskom sekcijom za visoke brane, Društvom za hidraulična ispitivanja, Fondom »Jaroslav Černi«, Društvom »Nikola Tesla«, u Deutsche Atom Forum, u Britisch Nuclear Energy itd.

U toku proteklih 20 godina rada pojedinci i poduzeće u cjelini primili su brojna priznanja u zemlji i inozemstvu. U ime vanrednih rezultata na izvršenju

(svršetak na strani 54)

Naponski nivoi prijenosne mreže Italije do godine 2000



Studijski komitet br. 31 (prijenosne mreže) CIGRE sastao se u svibnju 1969. u Rimu, gdje je između ostalog Dr F. Reggiani dao izvještaj o razvoju talijanske prijenosne mreže negdje do 2000. godine.

Srednji porast potrošnje iznosio je u Italiji prosječno 8,2% godišnje. 1967. potrošnja je bila 94,6 milijardi kWh, ali se pretpostavlja da će u godini 2000. biti 800 do 920 milijardi kWh. Područja proizvodnje i potrošnje su fiksirana, pa su se mogli utvrditi i budući tokovi energije.

Naponski nivoi u talijanskoj prijenosnoj mreži visokog napona razvijali su se ovako:

145 kV	oko	1920.
245 kV	oko	1940.
420 kV	oko	1960.

Današnje stanje mreže 245 i 420 kV prikazuje sl. 1. Nastavljajući logičan rast napona, na vidiku su prijenosni naponi 765 kV i 1050 kV. Taj je problem detaljno studiran i ovdje su izneseni glavni rezultati. Studij razvoja mreže najvišeg napona bio je usmjeren u dvije varijante: povećanje naponskog nivoa za 2,6 puta u trideset godina (420—1070 kV) ili povećanje 1,9 puta u dvadeset godina (420—790—1480 kV). Analize su pokazale da je druga varijanta za oko 10% skuplja od prve. Osim toga, prva varijanta ima još i druge predznosti koje se teško mogu valorizirati. Razumljivo je da će se konačna odluka donijeti tek nakon razvoja studija mnogih detalja. Na konačni izbor napona svakako će bitno utjecati internacionalna standardizacija naponskih nivoa.

Uloga istosmjernog prijenosa, izgleda, neće biti značajna u Italiji. Iako je cijela ova projekcija spekulativna, pokazuje se da je u neophodan prijelaz na više naponske nivoe mreže, makar distance prijenosa u Italiji nisu velike. Navedena razdoblja prijelaza na više napone možda će se i skratiti zbog sve veće orijentacije konzuma na upotrebu električne energije.

(Prema: ELECTRA br. 10, 1969.)

B. Markovčić

SADAŠNJE STANJE I PERSPEKTIVE ELEKTROPRIVREDE NEKIH ZEMALJA ISTOČNE AFRIKE

Šest zemalja Istočne Afrike, Uganda, Kenija, Mozambik, Tanzanija, Etiopija i Sudan, čine petinu afričkog stanovništva, a po površini više od jedne petine afričkog kontinenta. Ovih šest zemalja imaju mnogo zajedničkih karakteristika, kao što su prirodno blago, transport i problem saobraćajnica, i struktura dosadašnjeg ekonomskog razvoja. Zapravo ove zemlje nose osnovne karakteristike cijelog afričkog kontinenta. One su uglavnom siromašne prirodnim gorivima, ali raspolažu s dovoljno hidro-potencijala. Procjenjuje se da cijela Afrika ima trećinu svjetskog hidropotencijala, od čega na ovih šest zemalja otpada ukupno 310 TWh, što je 20% ukupnog afričkog potencijala. Međutim, dosada je iskorišten samo maleni dio, 1968. svega 0,7%.

Nacionalni dohodak i potrošnja električne energije po stanovniku su također vrlo maleni. Tako je najveći nacionalni dohodak u Sudanu 105 US $, a najniži u Etiopiji 55 US $.

Bez obzira na to svaka od ovih šest zemalja udvostručuje proizvodnju električne energije svakih pet do šest godina. Industrija troši oko 70% ukupne proizvodnje. Mada ove zemlje ne raspolažu velikim kapitalom, u razvoj proizvodnje električne energije se ulažu znatna sredstva, jer se time podiže cjelokupna ekonomija zemlje. Kod toga veliku ulogu ima Svjetska Banka. Godine 1968. ova banka je financirala projekte u visini od 344,85 milijuna US $, od toga je oko 17,5% dala zemljama o kojima je riječ.

Uganda

Kod velike većine afričkih zemalja cijena jednog kWh je visoka. U Ugandi to nije slučaj. Ova industrija je potrošila oko pola prodane energije koja je 1968. iznosila 658,5 GWh. Cijena po jeftinoj tarifi za ovu industriju iznosila je oko 1 dolarski cent (oko 12,5 starih din.) za kWh.

Uganda zauzima 236000 km² a većina od 7800000 stanovnika živi po selima.

Nema nikakvih poznatih rezervi ugljena, a sva dosadašnja ispitivanja nisu pokazala da u Ugandi ima nafte.

Ukupni hidro-potencijal Ugande procjenjuje se na 15 do 45 TWh godišnje. Najveći dio tog potencijala otpada na rijeku Nil kod jezera Viktorija. Neke procjene ukazuju na moguće iskorištenje snage od 3000 MW uz godišnju proizvodnju od 15000 do 18000 GWh.

Za sada su hidroelektrane jedini izvori primarne energije. Godine 1968. svega nešto manje od 5% stanovništva je uživalo blagodati elektrifikacije. Potrošnja po stanovniku iznosila je 57 kWh. Niski dohodak i većina seoskog stanovništva uvjetuju tako nisku potrošnju.

Sva električna energija Ugande proizvedena je i distribuirana preko državnog poduzeća Uganda Electricity Board (UEB). Dio energetskog sistema Ugande proteže se i na Keniju kuda Uganda izvozi električnu energiju.

Najveći se dio električne energije proizvodi u hidroelektrani Owen Falls na Nilu, snage 150 MW. Proizvodnja je povećana sa 470,8 GWh u 1964. na 658,5 GWh u 1968. god. Otprilike trećina energije se prodaje Keniji. U gradskim naseljima potrošnja se povećava za oko 9% godišnje.

Ukupna duljina vodova visokog napona u pogonu iznosi 6100 km (132 kV, 66 kV i 11 kV) i oko 1600 km vodova niskog napona. Distributivni sistem je standardiziran na 240/415 V 50 Hz, 3 faze sa neutralnim vodičem.

Kenija

Kenija ima površinu od 583000 km² i oko 10 milijuna stanovnika. Nacionalni dohodak iznosi oko 100 US $ po stanovniku.

Postojeće rezerve lignita nemaju nikakvu ekonomsku vrijednost. Nešto su značajnije rezerve nafte pronađene u sjevernom i priobalnom dijelu zemlje. Tamo se nalazi rafinerija nafte u Mombasi s godišnjom proizvodnjom od 2 milijuna tona.

Pretpostavlja se na je hidropotencijal Kenije, koji bi se mogao iskoristiti reda 1,5 do 50 TWh godišnje. Većina tog potencijala nalazi se na rijeci Tani. Najveća hidroelektrana danas je Seven Forks sa 40 MW, ali postoje planovi da se i ona poveća na 260 MW.

U Keniji postoje tri elektroprivredna poduzeća: East African Power and Lighting Co Ltd, koje je osnovano 132 kV, 85 km vodova 66 kV, 152 km vodova 40 kV, Ltd. Tana Riwer je samo proizvodno poduzeće.

EAPLC ima godišnju proizvodnju 350 GWh. Broj potrošača je krajem 1968. iznosio 77048, a godišnji porast potrošnje je bio 6,15%. Instalirane snage u proizvodnim postrojenjima ovoga poduzeća bile su 40 MW u termoelektranama, 4,6 MW u hidroelektranama, a trenutno je u gradnji 89 MW. Tako se predviđa da će 1971. ukupna snaga iznositi 133 MW. Prenosna mreža ovog poduzeća je imala koncem 1968. 118 km vodova 132 kV, 85 km vodova 66 kV, 152 km vodova 40 kV, 560 km vodova 33 kV i 2950 km od 11 kV. Sve termoelektrane su s loženjem na naftu a najveća proizvodna jedinica ima snagu 12,5 MW.

Kenya Power Co Ltd ima godišnju proizvodnju od 371 GWh. Sva instalirana snaga bila je u hidroelektranama 21,8 MW, a 30 MW uvozi se iz Ugande. Najveća jedinica ima snagu 4,4 MW. Prenosna mreža ima 405 km dvostrukih vodova 132 kV, 135 km vodova 66 kV, i 23 km 11 kV vodova.

Poduzeće Tana Riwer proizvodi energiju i prodaje EAPLC-u. Godišnja proizvodnja iznosi 150 GWh. Instalirana snaga u hidroelektrani Tana iznosi 40 MW, a u planu je da se proširi na 90 MW kroz slijedećih pet godina, i da se izgradi druga elektrana od 2 × 25 MW (HE Kamburu, prva etapa). Danas najveća proizvodna jedinica ima 20 MW.

Etiopija

Etiopija je najstarija nezavisna država Afrike. To je pretežno agrarna zemlja, pa oko 90%, od 23 milijuna njenih stanovnika, živi po selima. Ukupna površina zemlje je 1200000 km², a gustoća naseljenosti je 9 stanovnika na km². Etiopija ima najniži nacionalni dohodak od svih zemalja o kojima je riječ, svega 55 $. Rudnog blaga gotovo nema, osim nešto malo nafte u Eritreji uz obalu Crvenog mora. Tamo je i rafinerija natfe kapaciteta 500000 tona godišnje. Međutim, sadašnja godišnja proizvodnja rafinerije u Assabu se kreće oko 200000 tona.

Jedini izvor primarne energije u Etiopiji je hidroenergija. Procjenjuje se da bi se mogao ekonomično iskoristiti hidropotencijal od oko 50 TWh godišnje. Oko 55% toga potencijala je na Bijelom Nilu, a 3% na rijeci Awash, ali danas je iskorišten tek vrlo malen dio, svega oko 0,3%.

Proizvodnju, transformaciju i distribuciju električne energije u Etiopiji obavlja državno poduzeće Ethiopian Electric Light and Power Authority (EELPA). Ono proizvodi oko 75% ukupne energije. U Eritreji postoji privatna kompanija SEDAO, koja snabdijeva električnom energijom gradove Asmaru i Massawu. Nekoliko industrijskih poduzeća ima vlastite energetske izvore.

Vrlo mali dio stanovništva koristi električnu energiju. Godišnja potrošnja po stanovniku u 1968. iznosila je 17 kWh.

Instalirane snage u hidroelektranama su bile 1968. 92 MW, a u termoelektranama 43,5 MW. Godišnja proizvodnja je dostigla 400 GWh, uz godišnju stopu porasta od 17%.

Prijenosni naponi su zasad 132 kV i 35 kV, 15 kV napon je odabran za distributivne mreže, a niskonaponska mreža je trofazna 380/220 V sa neutralnim vodičem.

Svjetska Banka je 1969. odobrila Etiopiji kredit od 23,1 milijuna dolara za izgradnju hidroelektrane od 100 MW na rijeci Finchaa, i izgradnju 210 km 230 kV dalekovoda do Adis Abebe. Ovaj projekt bi se trebao realizirati do 1973. godine.

Mozambik

Mozambik je jedina među ovim zemljama koja još nije nezavisna, već je portugalska kolonija. Ima površinu od 783000 km² i oko 7,5 milijuna stanovnika. Glavna ekonomska aktivnost je agrikultura.

Glavni proizvođač električne energije je Sociedade Hidro-Elétrica do Revuè (SHER). Instalirana snaga je krajem 1968. iznosila 90 MW u hidroelektranama, i 7,1 MW u plinskim elektranama, dok je godišnja proizvodnja iznosila 206 GWh.

Najveći dio proizvodnje električne energije prodaje se Južnoj Rodeziji, jer je konzum u Mozambiku pre-

malen. Krajem 1968. je bilo svega 49 registriranih potrošača. Usprkos tome u gradnji je velika hidroelektrana Cabora 3 × 450 MW, koja bi trebala biti gotova do 1975. Njezina proizvodnja će se prodavati Južnoj Africi preko dva 530 kV voda duga oko 1200 km. Na ovaj vod će biti priključeni i sistemi Rodezije i Malawija.

Duljina pojedinih vrsta vodova je ova: 110 kV 300,8 km, 66 kV 46,1 km, 22 kV 175,2 km i 6,6 kV 23,7 km.

Tanzanija

Tanzanija se prostire uz Indijski ocean i obuhvaća 937000 km². To je jedina zemlja Istočne Afrike koja posjeduje znatne rezerve kvalitetnog ugljena. Procjenjene rezerve kreću se oko 180 milijuna tona, kalorične vrijednosti 7000 kCal/kg. Procijenjeni hidropotencijal je 75 TWh na rijekama koje se ulijevaju u Indijski ocean.

U Tanzaniji postoji elektroprivredno poduzeće Tanzania Electric Supply Co Ltd, a na otoku Zanzibar odvojeni sistem i drugo poduzeće, također privatno.

Instalirana je snaga krajem 1968. bila 41,2 MW u hidroelektranama i 51,3 MW u dieselektranama, dok je u gradnji 155 MW. Najveća proizvodna jedinica je 10,5 MW. Godišnja proizvodnja je 313,3 GWh, a broj potrošača je krajem 1968. bio 42141. Porast potrošnje u posljednjih pet godina iznosi 12,7%. U Tanzaniji postoji ukupno 365 km 132 kV vodova, 118 km 66 kV vodova, 940 km 33 kV vodova i 1440 km 11 kV vodova.

Sudan

Sudan je jedna od najprostranijih afričkih zemalja sa 2 506 000 km² i oko 14,5 milijuna stanovnika. To je relativno neistražena zemlja. Zasad se zna da nema značajnijih rezervi ugljena, ali se znade za nalazišta urana i bakra. Najvažnija grana sudanske poljoprivrede su uzgoj pamuka i šećerne trske. Računa se da bi se sagorijevanjem otpadaka ove proizvodnje moglo dobiti oko 500 GWh godišnje.

Hidropotencijal je procijenjen na 50 TWh godišnje. Na rijekama Nilu, Bijelom Nilu i Atbari moglo bi se izvesti niz projekata veličine 7 do 800 MW.

Central Electricity and Water Corp je državno Elektroprivredno poduzeće Sudana. Instalirana snaga je 30 MW u termo, 27 MW u hidro i 38 MW u dieselelektranama. Najveća proizvodna jedinica je parna turbina od 10 MW. Godišnja proizvodnja je iznosila 270 GWh, a broj potrošača je krajem 1968. bio 90000. U zadnjih pet godina prosječni godišnji porast potrošnje je iznosio 16,7%. Da bi se zadovoljio porast konzuma predviđa se do 1975. god. izgradnja od 210 MW u hidroelektranama i 15 MW u elektrani s plinskom turbinom u Kartumu. U Sudanu danas postoji prijenosna mreža 110 kV duljine 240 km.

Zaključak

Ovi podaci ukazuju na nizak nivo elektroprivrede zemalja Istočne Afrike, što pokazuje i slika. Sve ove zemlje imaju mogućnost intenzivnijeg privrednog razvoja, a time i razvoja svoje elektroprivrede. S obzirom na dobre i prijateljske odnose s većinom ovih zemalja, postoje velike mogućnosti suradnje. Suradnja može biti višestrana: kod projektiranja, obuke, izgradnje i slično. Isto tako naša elektroindustrija može u tim zemljama naći i potencijalne kupce.

(Prema: ENERGY international, januar 1970.)

J. Moser

(nastavak sa strane 50)

radnih zadataka odlikovano je u toku proteklih 20 godina ukazom Predsjednika Republike ukupno 79 članova kolektiva. To je veliko priznanje ne samo pojedincima već i kolektivu u cjelini.

Od mnogobrojnih priznanja posebno je značajno da je ELEKTROPROJEKT kod Organizacije Ujedinjenih nacija u New Yorku registriran kao inženjersko-konzultantska tvrtka s ovlaštenjem za rad na investicionim radovima koji se financiraju iz Specijalnog fonda Ujedinjenih nacija.

Kod Međunarodne banke za obnovu i razvoj u Washingtonu »Elektroprojekt« je registriran za sve radove koje ova banka kreditira. Ovim registracijama poduzeće je dobilo međunarodno priznanje i mogućnost da samostalno nastupi i stvori uvjete za plasman jugoslavenske opreme.

Skupština grada Zagreba dodijelila je 1964. poduzeću Privrednu nagradu grada Zagreba za vanredne rezultate rada u zemlji i inozemstvu.

Već danas su zacrtane glavne smjernice daljnjeg razvoja poduzeća. Predviđa se razvoj samoupravljanja, modernizacija tehnološkog rada, nabava suvremene opreme i pojačana izobrazba kadrova. U budućem radu posvetit će se još veća pažnja analiziranju domaćeg i stranog tržišta.

Svi dosadašnji uspjesi i nagrade ostvarene u proteklih 20 godina daju moralnu podršku i obavezu da i u budućem poslovanju nastavi još efikasnije raditi na daljnjem napretku poduzeća.

I. R.

Distributivne mreže SR Njemačke

Prema podacima iznesenim u časopisu ETZ-B distributivne mreže SR Njemačke imale su krajem 1967. god. 263800 km vodova ispod 1000 V, 67600 km vodova do 16 kV napona, 26800 km za napone od 20 do 50 kV, a za vodove iznad 55 kV 1450 km.

Ukupno je instalirano 249800 transformatora instalirane snage 220,7 GVA, od toga 140100 za napone od 0,4 do 16 kV, 106500 za napone od 20 do 50 kV, 2872 za napone od 55 do 150 kV i 319 za napone 220 i više kV.

J. Moser

Proizvodnja električne energije u Austriji

Tokom 1968. god. proizvedeno je u Austriji 22220 GWh, za 1251 GWh više nego u 1967, što predstavlja porast od 6%. Ovaj porast je nastao zbog povećanja proizvodnje hidroelektrana za 3,6% i termoelektrana za 13,7%. Inače hidroelektrane su proizvele ukupno 16602 GWh a termoelektrane 5618 GWh.

Proizvodnja je dosta ovisila o hidraulicitetu vode, koji je u 1968. bio samo 2% iznad srednje vrijednosti, dok je 1967. bio veći od 10%. Radi toga su se tokom 1968. povećali iznosi uvoza energije sa 830 GWh na 990 GWh, dok je izvoz pao sa 5499 GWh na 5466 GWh. Najveći dio razmjene električne energije ostvaren je sa SR Njemačkom.

Energija isporučena potrošačima iznosila je 17445 GWh, prema 1967. povećanje iznosi 1354 GWh (8,4%). Ako se računa i energija utrošena za pumpanje u pumpnim hidroelektranama, konzum je iznosio 16447 GWh, što je za 1300 GWh (8,3%) više nego prethodne godine.

S obzirom na razne grupe potrošača konzum je u kućanstvima bilježio porast od oko 10%, dok je konzum u industriji povećan za oko 7,8%.

Tokom godine pušteno je u pogon 394 MW snage u hidroelektranama i 124 MW snage u termoelektranama. Maksimalna snaga 31. XII 1968. je bila 5848 MW, od toga 4267 MW u hidroelektranama i 1581 MW u termoelektranama.

(Prema: Elektrizitätswirtschaft, 3—69; Lénergia eletrica, 5—69)

J. Moser

Proizvodnja električne energije u Španjolskoj

U 1968. proizvodnja svih španjolskih elektrana iznosila je 42395 GWh što je za 1625 GWh više nego u 1967. god. Povećanje iznosi 3,9%. Energija proizvedena u hidroelektranama je iznosila 22863 GWh, što je porast od 223 GWh (0,98%), dok energija proizvedena u termoelektranama iznosi 19532 GWh, i bilježi porast od 1402 GWh (7,7%).

Prvi puta u povijesti španjolske elektroprivrede u bilanci proizvodnje električne energije upisana je energija proizvedena u nuklearnoj elektrani, jer je u drugoj polovici 1968. proradila nuklearna elektrana Zorita de los Canes i do kraja godine proizvela 83.1 GWh.

Razmjena energije sa susjednim državama, Francuskom, Portugalom i Andorom ima pozitivan saldo od 1695 GWh. Konzum Španjolske je bio 40700 GWh, što je za 4429 GWh više nego 1967. U postocima porast iznosi 12,2%.

Tokom 1968. puštene su u pogon nove elektrane i agregati pa se snaga u sistemu povećala za 966 MW, od toga 324 u hidro i 642 MW u termoelektranama. Nuklearna elektrana Zorita ima snagu 153 MW.

(Prema: Revista electroténica, 2—69)

J. Moser

Investicije za proučavanje vrlo visokih napona

Američko elektroprivredno poduzeće »American Electric Power System« (AEP) i švedska firma ASEA ugovorile su program ispitivanja tehničkih i ekonomskih mogućnosti prijenosa električne energije izmjeničnim naponom od milijun volti, ili više. Program je ugovoren za sumu od 8 milijuna dolara (10 milijardi starih dinara) za vrijeme od 8 do 10 godina. Sva ispitivanja obavit će se u novom ispitnom centru »Franck Black« u Wadsworthu, Ohio, koji pripada firmi »Ohio Brass«.

AEP je najveće američko privatno poduzeće za proizvodnju i prijenos električne energije. Ono je prvo 1953. uvelo prijenos 345 kV naponom, a prije pola godine stavljen je pod napon vod od 765 kV. ASEA je jedno od najvećih elektroindustrijskih poduzeća na svijetu, dok je poduzeće »Ohio Brass« najveći američki proizvođač izolatora i ovjesnog materijala za gradnju dalekovoda.

(Prema: L'energia elettrica, 5—69)

J. Moser

Prva elektrana na plimu i oseku u SSSR

Kod Kislaja Guba, mjesta u zaljevu Barentsovog mora puštena je u pogon prva elektrana na plimu i oseku. Izgrađena je tako da turbine rade samo za vrijeme oseke, kada voda iz zaljeva kroz tubrine ističe u more gdje je niže nego u zaljevu.

Kod konstruiranja ove elektrane upotrebljen je cement posebne kvalitete sa sposobnosti vezivanja na vrlo niskim temperaturama, pa ga ne nagriza morska voda.

U ovu prvu hidroelektranu na plimu i oseku u SSSR ugrađeno je preko 500 aparata za ispitivanje svih pojava koje su specifične za ovu vrstu postrojenja.

Inače, u Francuskoj već nekoliko godina radi hidroelektrana na plimu i oseku La Ronce.

(Prema: Terres et Eaux, 3—69)

J. Moser

IZ POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA PROIZVODNJU I PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE SRH

XXVII sjednica Upravnog odbora održana 10. VII 1969. u Zagrebu

Nakon što je Upravni odbor bez primjedbi prihvatio izvještaj sa prošle sjednice, prešlo se na raspravu o dnevnom redu.

PROGRAM RADA BIROA POSLOVNOG UDRUŽENJA ZA 1969.

Već na XXIII sjednici Upravnog odbora 11. II 1969. predložen je dio Programa rada Biroa za 1969. s time, da se drugi dio Programa predloži Upravnom odboru nakon što udružena poduzeća dostave svoje prijedloge. Ujedno je formirana grupa predstavnika udruženih poduzeća, koja treba izraditi definitivan Program rada, imajući za okosnicu predloženi Program i vodeći računa o potrebama poduzeća, odnosno njihovim primjedbama i dopunama.

Ova grupa je na svom sastanku 5. VI 1969. nakon prihvaćanja već prispjelih primjedbi i prijedloga ustanovila da Programom nisu obuhvaćeni neki potrebni radovi, a obuhvaćeni su neki manje važni i manje potrebni. Ujedno je ustanovljeno, da udružena poduzeća nisu do sada poklanjala potrebnu pažnju izradi programa rada Biroa, a budući da Biro već pola godine radi po Programu koji je ranije bio predložen, smatra se da bi sada izmjene bile nepoželjne.

Na temelju prijedloga grupe predstavnika udruženih poduzeća, Upravni odbor je donio zaključke:

1. Prihvaća se Program rada Biroa Poslovnog udruženja za 1969.
2. Biro Poslovnog udruženja treba na slijedećoj sjednici Upravnog odbora podnijeti izvještaj o rezultatima I polugodišta o.g. i utvrditi rokove do kojih se nezavršeni poslovi moraju obaviti.
3. Obavezuju se udružena poduzeća da odmah pristupe analizi onih radova, koje bi za njih vršio Biro Poslovnog udruženja u idućoj godini i da to dostave Birou najkasnije do 14. X 1969, kako bi se na vrijeme mogao sastaviti prijedlog programa rada za 1970.
4. Kod izrade programa rada za slijedeću godinu potrebno je:
   a) više pažnje posvetiti osnovnim zadacima Poslovnog udruženja, iz čega će, sami po sebi, proizaći i zadaci Biroa,
   b) usklađivati program studijskog rada Biroa sa programom rada Instituta za elektroprivredu i ostalih organizacija koje se bave istom ili sličnom problematikom,
   c) uz značajnije teme — radne zadatke — potrebno je navesti i financijska sredstva koja su za to potrebna.

FINANCIJSKI PLAN BIROA POSLOVNOG UDRUŽENJA ZA 1969.

Financijski plan Biroa za 1969. bio je iznesen već na XXIII sjednici Upravnog odbora, ali je tada zaključeno, da će se o njemu ponovo raspravljati onda kada bude prihvaćen Program rada Biroa.

U materijalima za ovu sjednicu obrazložene su stavke financijskog plana, pa je Upravni odbor nakon opširne diskusije usvojio zaključke:

1. Prihvaća se predloženi financijski plan Biroa za 1969. godinu od 2,739.335.— dinara.
2. Prihvaća se iznos od 1,702.600.— dinara za izradu studija, prema prijedlogu Komisije za studije i unapređenje proizvodnje, pod uvjetima koje je Upravni odbor prihvatio na svojoj XXIII sjednici, tj. ukoliko se prihvati tema A-21 u iznosu od 750.000.— dinara.
3. Prihvaća se i odobrava financiranje studija iz sredstava amortizacije Biroa Poslovnog udruženja u ukupnom iznosu od 387.700.— dinara.
4. Osobni dohoci radnika Biroa za 1969. godinu utvrdit će se odlukom Savjeta radne zajednice primjenom tačke 17. Sporazuma, odnosno tačke 3. Uputstva o primjeni Sporazuma ovisno o kretanju osobnih dohodaka u 1969. u udruženim poduzećima.
5. Kod izrade financijskog plana za 1970. potrebno je voditi računa o tome, da poduzeća koja su zainteresirana za određene radove u Birou, te radove i financiraju.

IZVJEŠTAJ O PRIMJENI SPORAZUMA O RASPODJELI DOHOTKA UDRUŽENIH ČLANOVA ZA 1968. GODINU

Ovaj izvještaj je sastavljen na temelju podataka koje su dostavila udružena poduzeća u smislu tačke 22. Sporazuma o raspodjeli dohotka. Stručna služba u Birou vrlo je opširno obradila sav materijal i ukazala na poteškoće koje su se pojavile kod primjene nekih odredaba Sporazuma, jer njihova definicija nije dovoljno precizna i jasna. Stoga se Sporazum mora što prije srediti i usavršiti.

Nakon izvještaja i diskusije, Upravni odbor je donio zaključke:

1. Prihvaća se informacija o primjeni Sporazuma o raspodjeli dohotka udruženih članova za 1968. kako je podnesena ovoj sjednici i konstatira se, da su udružena poduzeća postupila u skladu sa odredbama Sporazuma, odnosno da porast osob-

nih dohodaka za 1968. odgovara stvarnim rezultatima privređivanja.

2. Konstatirajući povezanost između raspodjele zajedničkog prihoda udruženih poduzeća i raspodjele dohotka koji se vrši u organizacijama u sastavu, odnosno pogonima poduzeća, Upravni odbor zaključuje da Biro Poslovnog udruženja izradi analizu i ocjenu raspodjele (metodologija i sama raspodjela) zajedničkog prihoda u udruženim poduzećima za 1967. i 1968. godinu, i da u okviru takve analize ispita i dade ocjenu ostalih metodologija. U okvir analize potrebno je uključiti i podatke o kretanju i ostvarenju osobnih dohodaka organizacija u sastavu, odnosno pogona udruženih poduzeća (po kvalifikacionim kategorijama i karakterističnim radnim mjestima). Spomenuta analiza i ocjena treba se završiti do početka studenog 1969, i tako izrađena treba se prethodno raspraviti s predstavnicima poduzeća, i zatim predložiti ovom Upravnom odboru odgogovarajuća rješenja.

3. Upravni odbor zadužuje Biro Poslovnog udruženja da prikupi potrebne podatke i izradi analizu i ocjenu materijalnog položaja udruženih poduzeća i elektroprivrede SRH u cjelini, i da u okviru programa izgradnje elektroprivrednih objekata za razdoblje od 1970—1975. godine predloži konkretan prijedlog financiranja tog programa. Ovaj zadatak treba izvršiti do kraja ove godine.

Preuzimanje arhive bivše zajednice elektro-privrednih poduzeća Hrvatske

Na temelju izvještaja svojevremeno obrazovane komisije u vezi s prestankom rada Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Upravni odbor je zaključio:

Prihvaća se prijedlog komisije, s tim da Biro Poslovnog udruženja odmah pristupi sređivanju i smještaju arhive bivše ZEPH, na određeno mjesto, i da u tu svrhu ugovori poslove s Državnim arhivom, odnosno s nekom drugom organizacijom.

RAZNO.

1. Primljena je informacija o primopredaji dužnosti direktora Biroa Poslovnog udruženja. Zapisnik o primopredaji potpisat će se nakon donošenja periodičnog obračuna Biroa.
2. U vezi s funkcijama koje su vezane uz dužnost direktora, Upravni odbor daje suglasnost da se Ing. Ivo Božin razriješi dužnosti predsjednika komisije za narodnu obranu Udružene elektroprivrede i da tu dužnost preuzme novi direktor Biroa drug Ivica Pavelić, dipl. ekon.
3. Ovlašćuje se Biro Poslovnog udruženja, da ugovori kupnju stana za druga Pavelića i da na slijedećoj sjednici obavijesti Upravni odbor o visini sredstava, i zatraži odobrenje za kupnju stana iz sredstava fonda zajedničke potrošnje.

V. Horvat

XXVIII sjednica Upravnog odbora održana 1. X 1969. u SPLITU

Na ovoj sjednici raspravljalo se o važnim problemima: o organizaciji, unapređenju odnosa i ekonomskoj situaciji elektroprivrede. Prva tačka dnevnog reda glasila je:

Razmatranje elaborata »Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njezinog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«

Na temelju inicijative predstavnika republičkih izvršnih vijeća na sastanku koji je održan u Sarajevu 27. lipnja 1968. sastali su se 24. VII 1968. u Zagrebu predstavnici elektroprivrednih proizvodnih i prijenosnih poduzeća, zajedno sa predstavnicima republičkih izvršnih vijeća i savezne uprave. Tom prilikom dogovoreno je da Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, na osnovu prethodnih analiza i ocjene dosadašnjeg rada i rezultata u jugoslavenskoj elektroprivredi, razradi — po potrebi i u više varijanata — prijedloge, što treba poduzeti u tehničkom, ekonomskom, regulativnom, odnosno sistematskom, samoupravnom i organizacionom pogledu, da u narednom razdoblju budu što potpunije upotrebljene sve prednosti u radu i razvoju jugoslavenskog elektroenergetskog sistema, gradeći ga na samoupravnim osnovama, u skladu s našim društveno-ekonomskim sistemom. Pri tom treba voditi računa o tome da predložena rješenja imaju dugoročni i trajni karakter, i koristiti mišljenja, sugestije i stavove iznesene na tom sastanku. Prijedloge je trebalo izraditi do kraja studenog 1968. i dati na raspravu i usvajanje organima upravljanja elektroprivrednih organizacija, i istovremeno o tome upoznati i nadležne organe društveno političkih zajednica.

Na temelju tog dogovora, i s obzirom na različite poglede na aktuelne probleme elektroprivrede, izrađeni su ovi elaborati:

1. *»Predlog integracije jugoslavenskog elektroenergetskog sistema«:* materijal »Elektroprenosa« Sarajevo, »Elektrocrnegore« Titograd, »Elektroprenosa« Split i »Elektroistoka« Beograd; lipanj 1969.

2. *»Konstituisanje elektroprivrede Jugoslavije u veliki i složeni sistem na samoupravno-dohodnim osnovama«;* materijal članova ekonomsko-financijske grupe koordinacionog odbora Zajednice jugoslavenske elektroprivrede (ZJE) iz elektroprivrednih organizacija BiH, Makedonije i Srbije; srpanj 1969.

Ovom elaboratu su prethodili materijali:

— *»Integracija u jugoslavenskoj elektroprivredi«*, materijal tehničko-energetske grupe koordinacijskog odbora Jugela, veljača 1969;
— *»Problematika organizacije poslovanja i ekonomskih odnosa udružene elektroprivrede Jugoslavije u periodu 1965. — 1968. godine«*, materijal ekonomsko-financijske grupe koordinacijskog odbora Jugela, srpanj 1969.

3. *»Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njezinog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«:* materijal stručne grupe Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije SR Hrvatske i Poslovnog udruženja energetike SR Slovenije, srpanj 1969.

Osim ovih elaborata izrađen je kao prethodni i materijal stručne grupe Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SRH: *»Tehno-ekonomski elaborat o ekonomskom mehanizmu i organizaciji reprodukcije elektroprivrede u rastu«*, siječanj 1969.

Članovi ovog upravnog odbora su putem posebnog opširnog prikaza pojedinih elaborata, koji im je dostavljen u materijalima za ovu sjednicu, upoznati sa konkretnim stavovima, odnosno prijedlozima, o pojedinim pitanjima kako su u pojedinim elaboratima sadržani.

Stavovi o osnovnim problemima organizacije upravljačke i ekonomske strukture elektroprivrede izneseni su u prikazanim elaboratima i mogu se, unatoč razlika u pojedinim pitanjima, polarizirati oko dva osnovna koncepcijska modela:

— model elaborata stručnih grupa prijenosnih poduzeća i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, i
— model elaborata stručne grupe poslovnih udruženja elektroprivrede SR Hrvatske i SR Slovenije.

Glavna i osnovna karakteristika prvog modela je centralizirana i jedinstvena upravljačka struktura u kojoj se sve bitne odluke o eksploataciji, razvoju i ekonomskim odnosima donose na nivou federacije, iako u elaboratima postoje razlike u predlaganju organizacione strukture, posredstvom koje bi se takav sistem trebao ostvariti. Unutar tako koncipiranog sistema tehnološki i ekonomski procesi odvijaju se skoro automatizirano, prema unaprijed utvrđenim metodologijama, a autonomnost dijelova sistema je time vrlo ograničena. Upravljačka struktura ovakvog sistema u svojoj suštini je jednostepena, tj. postoji samo na nivou federacije, a proces odlučivanja zasnovan je na većinskom sistemu glasanja.

Drugi model ima glavnu karakteristiku, da osnovni elektroprivredni sistemi — elektroprivredna poduzeća — koja obuhvaćaju određeni prostor (užu ili širu regiju) u svom sastavu imaju proizvodnju i prijenos, a ne isključuje se mogućnost uključivanja i distribucije, i da su samostalni ekonomski i pravni subjekti. Oni se u skladu sa svojim interesima po određenim tehničkim i ekonomskim parametrima povezuju međusobno u šire elektroprivredne sisteme, kao i na teritoriju čitave zemlje u elektroprivredni sistem Jugoslavije. Prema tome elektroprivredni sistem Jugoslavije ima decentraliziranu upravljačku i organizacionu strukturu, time da se tehnički nužna i ekonomski interesna koordinacija vrši na nivou cijele zemlje u skladu s interesima poduzeća i interesima područja na kojima djeluju.

Budući da Upravni odbor pod ovom točkom dnevnog reda treba razmotriti elaborat što su ga izradile stručne grupe poslovnih udruženja SR Hrvatske i SR Slovenije, to su nakon uvodnog obrazloženja koje je dao Dr Čučuković i dulje diskusije u kojoj je sudjelovao veći broj prisutnih članova, doneseni ovi zaključci:

1. Prihvaća se elaborat *»Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njezinog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«*, koji je izradila zajednička stručna grupa ovog Poslovnog udruženja i Poslovnog udruženja energetike Slovenije. Podržani su, kako sama osnovna koncepcija, tako i stavovi i rješenja dani u elaboratu;

2. Elaborat treba dostaviti svim elektroprivrednim organizacijama kao i drugim zainteresiranim privrednim i društvenim faktorima, u skladu sa zaključcima inicijalnog sastanka u Zagrebu u srpnju prošle godine, i to kao elaborat i prijedlog Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije SR Hrvatske, odnosno, budući da je to zajednički rad i da ga je ono sa svoje strane već prihvatilo, kao zajednički elaborat i prijedlog ovog Poslovnog udruženja i Poslovnog udruženja energetike SR Slovenije;

3. Prihvaćanjem ovog elaborata ne prejudiciraju se diskusija i stavovi samih udruženih organizacija, kojima treba omogućiti da se upoznaju i izjasne i o drugim elaboratima koji tretiraju ovu problematiku, kako bi na temelju provedene diskusije organi upravljanja mogli zauzeti stavove i donijeti potrebne odluke.
Međutim pravo je i dužnost članova Upravnog odbora da se u svojim organizacijama zalažu za prihvaćanje koncepcije, stavova i rješenja elaborata što su ih usvojili, i

4. Zadužuje se Biro poslovnog udruženja da nastoji da u međuvremenu, tj. prije nego što se o ovoj problematici bude raspravljalo u udruženim organizacijama, bude dovršen elaborat o ekonomskim i drugim odnosima kao i organizacija elektroprivrede u republici. Izrada je povjerena Ekonomskom institutu u Zagrebu, kako bi udruženim organizacijama bila prezentirana cjelokupna problematika i cjelovita koncepcija.
U okviru ovog rada Ekonomski institut posebno i preciznije treba obraditi pitanje osiguranja približno jednakih uvjeta privređivanja, o kojima je riječ i u prihvaćenom elaboratu.
Ovo zaduženje preuzeli su na sjednici kao svoju obavezu predstavnici Ekonomskog instituta.

Ekonomski položaj udruženih elektroprivrednih poduzeća od 1970—1975. i problematika cijene električne energije

Nakon usmenog obrazloženja proračuna položaja pojedinih udruženih poduzeća, kao i Udružene elektroprivrede SR Hrvatske i dulje diskusije, materijal je primljen isključivo kao informacija, a doneseni su, u vezi s time, i ovi zaključci:

1. Polazeći od načelnih stavova o režimu i politici cijena električne energije kao rezultatu konkretne ekonomske politike koja treba biti definirana društvenim dogovorom u republici, što je prihvaćeno u elaboratu u prethodnoj tačci dnevnog reda. Zauzeto je stanovište da postojeća ovlaštenja federacije u odnosu na cijene električne energije treba prepustiti republikama.
   U vezi s time smatra se, da predstojeću raspravu o cijenama električne energije u Saveznom izvršnom vijeću treba skinuti s dnevnog reda i prenijeti u republike.

2. Konstatirajući i ovom prilikom težak ekonomski položaj elektroprivrede i neriješena pitanja financiranja njene proširene reprodukcije, i to već u narednom periodu, potrebno je najkasnije do 15. XI 1969. izraditi materijal u kojem će se nadležni republički organi upoznati sa svom težinom ovog problema i dati prijedloge rješenja u više varijanti, tj. polazeći i ovdje od načelnih stavova i principa financiranja proširene reprodukcije, kako su spomenuti već u elaboratu iz prve tačke dnevnog reda.

U vezi s tim, Biro poslovnog udruženja treba odmah izraditi ovaj materijal, tj. bez podataka iz poduzeća, a na osnovi podataka s kojima već raspolaže. Pri tome se treba služiti istom metodom kojom se služio u prošloj godini prilikom izrade sličnog materijala, ne ulazeći za sada u pitanje izbora pojedinih objekata. U materijalu treba obraditi potrebe i porast potrošnje električne energije u slijedećem periodu, ukupne potrebe za izgradnju objekata kojima bi se osiguralo snabdijevanje takve potrošnje, i sredstva potrebna za razvoj i izvore tih sredstava.

Istovremeno treba nastaviti i ubrzati rad na izradi samog programa razvoja od 1970—1975. godine, koji će obuhvatiti i same objekte, a posebno još 1970. godinu. U vezi s tim poduzeća trebaju dostaviti Birou podatke do 7. X 1969.

Informacija o toku izrade elektroenergetske bilance za 1970.

U skladu s programom rada Biroa izrađena je analiza elektroenergetskih prilika u 1970, kako na području čitave SR Hrvatske, tako i za regionalna područja Rijeke, Splita i Zagreba. Analiza je dostavljena udruženim poduzećima u drugoj polovici kolovoza.

Prema toj analizi i primijenjenoj metodologiji predviđanja potrošnje, utvrđena je za 1970. godinu za cijelu SRH ova količina električne energije:

Distribucija	4.079	GWh
Gubici prenosa	279	,,
Direktni potrošači	1.199	,,
U k u p n o	5.557	GWh

Za pokriće tih potreba moguća proizvodnja u Hrvatskoj iznosi 5.125 GWh, pa prema tome postoji manjak od 432 GWh. Kod ove proizvodnje pretpostavljena je proizvodnja hidroelektrana po računu optimalizacije, a proizvodnja termoelektrana uzeta je kao dopuna hidroelektrana uz pretpostavku, da su TE Sisak i TE Plomin spremne za pogon 1. I 1970. Nakon sastanka energetičara udruženih poduzeća 25. i 26. IX izrađene su bilance s novim konzumom i s novim terminom ulaska u pogon TE Plomin s 1. VI 1970. i TE Sisak s 1. VII 1970. Bilance su rađene samo s energijama pa je dogovoreno da će se napraviti i bilance snaga dnevnim dijagramima za radni i neradni dan.

Nakon rasprave o ovoj informaciji Upravni odbor je primio na znanje razrađene elektroenergetske bilance za 1970. što su ih izradila udružena poduzeća i Biroi poslovnog udruženja. Udružena poduzeća su zadužena da izrade, i u okviru Poslovnog udruženja usklade, elektroenergetsku bilancu i riješe međusobne ekonomske (komerijalne) odnose za 1970. godinu u skladu sa preuzetim obavezama u pogledu roka u ZJE, najkasnije do 15. XI 1969. kako je predviđeno republičkim zakonom o izgradnji i financiranju elektroenergetskih objekata.

Izmjene i dopune Pravilnika o organizaciji i radu Biroa poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije

Na svojoj VIII sjednici 19. IX 1969. Savjet radne zajednice je izvršio izmjenu i dopunu Pravilnika o organizaciji i radu Biroa poslovnog udruženja. Predviđa se i otvaranje novog radnog mjesta »savjetnik za razvoj« i dopuna nekih članova Pravilnika koji se odnose na raspisivanje izbora za Savjet, trajanje mandata članova Savjeta itd.

Nakon što se Upravni odbor upoznao s tekstom promjena pojedinih članova Pravilnika usvojilo je izmjene i dopune.

Razno:

1. Ustaja se izmjena i dopuna zaključka o osiguranju sredstava za realizaciju dopunskih veza za slučaj izvanrednih prilika u elektroprivredi. Izmjene su donijete na XXII sjednici ovog Upravnog odbora 4. X 1968. da bi se za sredstva navedena pod tačkom 1. i 2. specifikacije odobrilo povećanje za 10.134.— dinara.
   Ostali dijelovi ovog zaključka ostaju nepromijenjeni.

2. Usvaja se povećanje odobrenih sredstava za izgradnju loggia za 25.000 din, tako da se ukupna predračunska vrijednost povećava na 235.000 din. Do povećanja potrebnih sredstava došlo je radi povišenja troškova izgradnje loggia.
   Ostali dijelovi spomenutog zaključka ostaju nepromijenjeni.

V. Horvat

POŽAR U TRANSFORMATORSKOJ STANICI ĐAKOVO

U transformatorskoj stanici 220/110 kV Đakovo došlo je 18. rujna do požara većih razmjera. Vatra je izbila u postrojenju za vlastiti potrošak struje.

Požar je uzrokovao velika oštećenja na 10 kV rasklopnom postrojenju, kompenzatoru 50 MVA, te na učinskom transformatoru 150 MVA, 220/110/10 kV. Nakon požara u transformatorskoj stanici Đakovo konzum Slavonije doveden je u tešku situaciju, jer se postojećim vodovima 110 kV nije moglo osigurati dovoljno električne energije. Da bi se situacija poboljšala u Tuzli je izveden provizorni spoj za napon 110 kV, a u transformatorskoj stanici Đakovo izvršena su premoštenja, tako da je vod 220 kV stavljen privremeno pod napon 110 kV.

Osam dana poslije požara završena je zamjena učinskog transformatora. Nakon toga izvršeno je skidanje provizornog priključka u Tuzli i Đakovu, tako da je postrojenje 220 kV stavljeno u normalni pogon. Time su uklonjene teškoće u napajanju konzumnog područja Slavonije.

Stručnjaci švedske tvrtke ASEA i »Rade Končar« pregledali su štete na učinskom transformatoru 150 MVA, pa su konstatirali da se uzrok kvara ne može utvrditi sa sigurnošću. Predstavnici ASEA i »Rade Končar« smatraju da transformator treba otvoriti, detaljno pregledati i utvrditi oštećenje.

I. R.

VIJESTI IZ GRADILIŠTA

Proradio plinovod Ivanić Grad — Zagreb

Potrošak zemnog plina na zagrebačkom području za potrebe industrije i široke potrošnje u stalnom je porastu. Prosječna potrošnja zemnog plina u industriji bilo direktno, bilo preradom u gradski plin, kreće se danas oko 12 000 m³/sat.

Glavni potrošači su TE-TO Zagreb II, velik broj industrijskih poduzeća i Gradska plinara, gdje se prirodni plin konvertira u gradski plin za korištenje u domaćinstvu.

Današnji kapaciteti plinovoda iskorišteni su do maksimuma. Da bi se zadovoljile potrebe povećanog konzuma, kao i za daljnje širenje gradske mreže, sredinom 1969. je otpočela izgradnja druge linije magistralnog plinovoda Ivanić Grad—Zagreb u dužini 31,8 km, kapaciteta 60 000 m³/sat, s pritiskom od 40 atmosfera.

Radovi na izgradnji plinovoda obavljeni su u rekordnom roku, tako da je krajem prosinca plinovod na svečan način pušten u pogon. Građevne i montažne radove na izgradnji plinovoda izvele su stručne ekipe pogona »Naftaplin« i podezeća »Monter« iz Zagreba.

Puštanjem u pogon druge linije magistralnog plinovoda Ivanić Grad—Zagreb povećat će se kapacitet Gradske plinare od 360 na 600 tisuća m³ plina, što će osigurati potrošačima u Zagrebu dovoljno plina za narednih 25 godina. *I. R.*

Rezultati proizvodnje nafte

Na naftonosnim poljima u Hrvatskoj proizvedeno je u toku 1969. godine 1,933.785 tona nafte i 403 milijuna i 920 tisuća m³ prirodnog plina, i oko 32.000 tona tekućih plinova. Prema iznešenim podacima plan proizvodnje nafte i plina premašen je za oko 1%.

Radna grupa bušača Naftaplina također je u prošloj godini ostvarila svoje planske zadatke. Na terenima Jugosalvije izbušeno je 1969. na istraživačkim i eksploatacionim lokacijama oko 148.000 metara bušotina, dok je plan bio 144 tisuće metara.

Poduzeće Naftaplin usvojilo je plan proizvodnje za 1970. godinu i predvidilo proizvodnju od 2 milijuna i 100 tisuća tona nafte, 470 milijuna m³ plina i 28 tisuća tona tekućih plinova. *I. R.*

Nova rafinerijska postrojenja

Nova postrojenja za preradu nafte s godišnjim kapacitetom od 2 milijuna tona u Riječkoj rafineriji na Urinju puštena su u pogon.

Izgradnjom novih postrojenja povećat će se preradbeni kapaciteti Riječke rafinerije na 4 milijuna tona raznih derivata godišnje. Povećanjem proizvodnih kapaciteta rafinerije na Urinju smanjit će se nedostatak plinskog i lož-ulja na domaćem tržištu. *I. R.*

Upotreba akumulacionih bazena hidroelektrana

Dovršena je nova metoda upotrebe akumulacionih bazena, kojom se za svaki akumulacioni bazen u sistemu određuje takvo korištenje koje daje minimalne troškove proizvodnje električne energije u elektroenergetskom sistemu. Metoda se zasniva na određivanju prirasta troškova za male promjene upotrebe protoka u nekoj hidroelektrani. Proporcionalno s prirastima mijenjaju se veličine upotrebljenih protoka, vodeći računa o tom da ukupno potrošena količina vode bude jednaka dotoku. Iterativnim postupkom ukupni troškovi se smanjuju tako dugo dok ne postanu beznačajni. Treba voditi računa o ograničenjima zbog dotoka, turbina i generatora. Posebno treba pratiti pojavu graničnih stanja u svakom akumulacionom bazenu, jer su zbog konačnog volumena bazena ograničene mogućnosti prebacivanja vode između pojedinih vremenskih intervala.

Iterativnim postupkom dolazi se do optimalnog rasporeda proizvodnje svih akumulacionih hidroelektrana u sistemu, ali pod pretpostavkom da su protoci unaprijed poznati. Na osnovu tog rasporeda određuju se korelacijske veze (prvog ili višeg stupnja) između upotrebljenog protoka, dotoka, početnog stanja u bazenu i prilika u sistemu, koje služe za praktičnu upotrebu akumulacionih bazena u pogonu (bez pretpostavke o poznatim protocima) ili za energetsku valorizaciju projektirane akumulacione hidroelektrane.

Izrađen je program za proračun o prikazanoj metodi na računskom stroju. Prilikom proračuna uočene su neke mogućnosti poboljšanja metode, pa su unesene u novi program.

Ova metoda je ispitana na modelu elektroenergetskog sistema s tri akumulacione hidroelektrane. Izveden je jedan proračun o prvobitnom i dva o poboljšanom programu (za manji i veći broj iteracija), linearna i parabolička korelacijska analiza. Također su analizirane i prilike u modelu sistema za svaku varijantu proračuna.

Usporedba s postojećim metodama pokazala je da nova metoda daje vrlo dobre rezultate.

Juraj Keglević

Studija optimalne strukture izgradnje nuklearnih i drugih energetskih objekata u zapadnom dijelu SFR Jugoslavije

Po narudžbi Saveznog Savjeta za naučni rad izrađena je studija koja treba razmotriti mogućnosti opskrbe električnom energijom do 1985. na području SR Slovenije i SR Hrvatske, ali ne ograničavajući se samo na elektroenergetska postrojenja koja se mogu izgraditi na tom području. Podatke o investicionim i pogonskim troškovima objekata za upotrebu dao je naručilac.

S druge strane ova studija je imala zadatak da provjeri praktičnu upotrebljivost primjene linearnog programiranja za određivanje optimalne strukture elektrana prema metodi koja je razvijena u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu.

Potrebne količine električne energije u promatranim područjima osnivaju se na procjenama razvoja konzuma, koje su izvršene u odgovarajućim poslovnim udruženjima. Kao polazni podaci, uzete su one potrebne količine električne energije koje se dobivaju kad se pretpostavi da će konstantni potrošači (karbid, lučne peći u željezarama i elektrolize aluminija) preuzimati energiju kontinuirano tokom cijele godine. Takva pretpostavka je neophodna, jer nije moguće unaprijed odrediti kad će biti potrebna obustava tih potrošača. Treba ovdje napomenuti da se prilikom provođenja analize računalo sa sigurnošću opskrbe potrošača od 90 %, što će značiti da će potrošači — u prvom redu spomenuti konstantni potrošači — u 10 % slučajeva biti djelomično obustavljeni.

Izgradnjom elektroenergetskog sistema zapadnog dijela Jugoslavije na način kako je definiran ovom studijom bitno bi se izmijenila struktura proizvodnje električne energije. Udio nuklearne energije naglo bi rastao dok bi udio energije iz klasičnih termoelektrana naglo opadao. Opadanje udjela hidroenergije nije tako naglo kao udjela energije iz klasičnih termoelektrana, jer će se uvijek nastojati iskoristiti što više energije iz hidroelektrana, dok bi nuklearne elektrane postepeno sve više potiskivale klasične termoelektrane.

Božo Udovičić

Ispitivanje novog rashladnog uređaja tvornice »Pliva« u Zagrebu

Povodom proširenja proizvodnje i razvitka tehnologije proizvodnje, Tvornica »Pliva« u Zagrebu nabavila je novo rashladno postrojenje, koje je ispitano u smislu njemačkih VDI — DKV propisa o rashladnim strojevima i postrojenjima.

Postrojenje služi za veoma osjetljive proizvodne procese, pa je zbog toga njegov rashladni učin, mjerna tehnika i automatika postrojenja morala biti tačno ispitana. Rashladno postrojenje ima ukupni rashladni učin od 600.000 kcal/h, rashladni medij je amonijak, a prenosnik energije je rasolina, koja se odvodi do pojedinih potrošača.

F. Š.

Ispitivanja akustičkih osobina međukatnih konstrukcija

U tambenim objektima naselja »Škrape« — Split, izvođač poduzeće »Lavčević« iz Splita, ispitane su akustičke osobine međukatnih konstrukcija s različitim slojevima između betonske konstrukcije i gornje obloge (parketa).

Također je ispitana buka ventilatora i dizala. Ispitivanja su omogućila da se izabere ekonomski prihvatljiv, a u pogledu prigušivanja zvuka zadovoljavajući tip konstrukcije poda, i da se poduzmu mjere za uklanjanje suvišne buke dizala i odsisnih ventilatora za ventilacione kanale.

F. Š.

2. KONGRES MEĐUNARODNOG DRUŠTVA ZA MEHANIKU STENA

Drugi kongres Međunarodnog društva za mehaniku stena održaće se u Beogradu od 21. do 26. septembra 1970. godine sa sledećim dnevnim redom:

1. *Osnovna svojstva stenskih masa*: prirodni naponi, heterogenost, anizotropija, diskontinualnost.
2. *Deformabilnost stenskih masa*: mehanizam i karakter deformacija, uticaj opterećenja i vremena.
3. *Mehaničke otpornosti stenskih masa*: na pritisak, zatezanje i smicanje. Problem loma.
4. *Podzemni radovi*: sekundarna naponska stanja, deformacije, uzajamno dejstvo stenske mase i podgrade, odnosno obloge.
5. *Razaranje stenske mase*: fizičko-mehaničke osnove, bušenje, miniranje, drobljenje, abanje.
6. *Poboljšanje osobina stenskih masa*: injektiranje, dreniranje, sidrenje itd.
7. *Stabilnost padina i kosina u stenskim masama*, stalnih i privremenih.
8. *Ponašanje stenskih masa ispod temelja objekata*, uključujući deformacije i seizmičke efekte usled punjenja akumulacije.

U okviru dnevnog reda održaće se i dva predavanja i to:

— Dostignuća i doprinos jugoslovenskih stručnjaka na polju mehanike stena, i
— Jugoslavija kao zemljopisno područje.

Rad 2. kongresa obuhvata: radne sednice, posete naučnim ustanovama, zvanične prijeme, ekskurzije, i najzad posebni program za pratioce.

Na 2. kongresu može učestvovati svaki stručnjak koji se bavi proučavanjem ili primenom mehanike stena.

Zvanični jezici kursa su: engleski, francuski i nemački jezik. Na kongresu je obezbeđeno simultano prevođenje.

Kotizacija, uključivo troškovi prijave, utvrđena je:

— za članove Međunarodnog društva za mehaniku stena	80 $
— za nečlanove	120 $
— za pratioce	40 $

Uplatom kotizacije učesnici, odnosno pratioci, stiču pravo na učestvovanje u svim kongresnim manifestacijama prema programu 2. kongresa, uključivo i ekskurzijama u radnom delu kongresa, kao i na dobijanje Kongresne publikacije.

Za zemlje koje sa Jugoslavijom imaju sporazume o klirinškom platnom prometu, kotizacija će biti doznačena preko klirinškog računa zemlje učesnika u obračunskim dolarima.

Ekskurzije. Predviđene su dve vrste ekskurzija:

1. *u okviru radnog dela 2. kongresa,* i
2. *ekskurzije po završetku rada kongresa.*

1. Na dan 23. septembra predviđene su *jednodnevne* ekskurzije stručno-zabavnog karaktera. Tako:

— Beograd—Kladovo—Đerdap—Beograd (»Đerdap«)
— Beograd—Bor—Beograd (»Bor«)
— Beograd—Lazarevac—Beograd (»Kolubara«)
— Beograd—Novi Sad—Beograd (»Fruška Gora«)
— Beograd—Manasija—Beograd (»Manasija«)
— Beograd—Topola—Kragujevac—Beograd (»Šumadija«)

Napomena: troškovi navedenih ekskurzija uračunati su u iznos kotizacije.

2. Ekskurzije po završetku rada kongresa:

— »Bosna—more«,	trajanje ekskurzije	8	dana
— »Srbija—Makedonija«	„ „	7	„
— »Srbija—Južni Jadran«	„ „	5	„
— »Bosna—Južni Jadran«	„ „	5	„
— »Hrvatska—Slovenija«	„ „	5	„

Napomena: troškovi ovih ekskurzija nisu uračunati u iznos kotizacije.

Izložbe. U okviru organizacije 2. kongresa Međunarodnog društva za mehaniku stena održaće se i dve specijalističke izložbe:

1. Izložba terenske i laboratorijske opreme i instrumenata za merenje i naučna ispitivanja iz oblasti mehanike stena.

Izložba će se održati u posebnom izložbenom paviljonu koji je udaljen oko 800 m od dvorane u kojoj će zasedati kongres.

Vreme održavanja izložbe utvrđeno je od 19. do 28. septembra 1970. godine.

2. Izložba stručnih knjiga, publikacija i časopisa.

Izložba će se održati u foajeu Doma sindikata, zgradi u kojoj se održava 2. kongres.

Izložba će se održati u vremenu od 19. do 28. septembra 1970. godine.

Rok za podnošenje prethodne prijave o učešću na izložbama utvrđen je do 1. aprila 1970. godine.

Troškove izložbe snosiće izlagači.

Celokupnu korespondenciju koja se odnosi na 2. kongres treba adresovati:

Sekretarijat 2. kongresa Međunarodnog društva za mehaniku stena.

**Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«
Bulevar vojvode Mišića 43, Pošt. fah — 530
Beograd — Jugoslavija.**

MEĐUNARODNI SKUPOVI U GODINI 1970.

Januar

26—30 *Seminar o organizaciji službe održavanja u duzeću*
Plant Maintenance Services Organization, Seminar, P
BOHINJ, Jugoslavija
Višja šola za organizacijo dela, Prešernova 11, Kranj.

26—30 *Seminar o investicionoj izgradnji*
Investment Construction, Seminar, P
BLED, Jugoslavija
Višja šola za organizacijo dela, Prešernova 11, Kranj.

Februar

2—7 *II konferencija o podacima za nuklearne reaktore*
Nuclear Data for Reactors, Conference, 2nd
AUSTRIJA
International Atomic Energy Agency, Kartner Ring 11, VIENNA 1, Austria.

Mart

10—23 *Međunarodni simpozij o tehnici računanja i obradi podataka*
Computation Techniques and Data Processing, International Symposium and Exhibition
PRAG, ČSSR
Werbebüro, Opletalova 5, Praha 1, ČSSR.

23—26 *Međunarodni kongres Instituta elektro inženjera i elektrotehničkih inženjera*
(sa izložbom)
International Convention (and Exhibition) Institute, of Elektrical and Electronics Engineers
NEW YORK, SAD
W. C. Copp. IEEE Adv. Dept. 72 W 45 Street, New York NY 10036, USA.

24—4 *Međunarodni simpozij o tehnici računanja i obradi podataka*
Computation Techniques and Data Processing, International Symposium and Exhibition
OSTRAVA, ČSSR
Werbebüro, Opletalovo 5, Praha 1, ČSSR.

April

1—9 *IV kongres o kibernetici*
Cybernetics, Congress, 4th
BERLIN, SR Njemačka
Electrotechnische Verein Berlin, VBE 13-100, Berlin 12, Bismarckstrasse 33, Berlin, F.R. Germany.

18—26 *XV jugoslavenski seminar i izložba o regulaciji, mjerenju i automatizaciji*
Yugoslav Seminar and Exhibition on Regulation, Measuring and Automation, JUREMA XVth
ZAGREB, Jugoslavija
Savezni stručni odbor za automatizaciju — JUREMA, Unska ul. 17, Pob. 123, Zagreb.

20—25 *VIII kongres Jugoslavenskog nacionalnog Komiteta za visoke brane*
Yugoslav National Committee for High Dams, Congress 8th
OHRID, Jugoslavija
Jugoslavenska nacionalna Komisija za visoke brane, Brankova 4/IV.

Maj

11—14 *Međunarodni dani modernih elektrocentrala*
Modern Power Plants, International Days
LIJEŽ, Belgija
AIM, M. Craisse, 31 rue St. Gilles, Liège, Belgium.

24—28 *XV godišnja konferencija Američkog društva mašinskih inženjera, odsjeka za gasne turbine* (sa izložbom)
American Society of Mechanical Engineers, Gas Turbine Power Division, Annual Conference and Exhibition, 15th
BRISEL, Belgija
Mr. E. Wolf-Cammaerte, 69, Rue de Percke, Brussels 18, Belgium.

25—29 *Seminar o mrežnom planiranju u praksi P*
Network Planning in Practice, Seminar
BLED, Jugoslavija
Višja šola za organizacijo dela, Prešernova 11, Kranj.
XXXV generalna skupština Međunarodne komisije za elektrotehniku
International Electrotehnical Commission, General Assembly, 35th
VAŠINGTON, SAD
IEC 1, Rue de Varembé, 1211 Geneva 20, Switzerland.
Seminar o programiranju na FORTRAN-u
Fortran Programming, Seminar
BEOGRAD, Jugoslavija
Institut za nuklearne nauke »Boris Kidrič«, Odeljenje za obuku kadrova, Kosančićev venac 29, Beograd, Jugoslavija.

Juni

1—5 *Međunarodna Konvencija o inženjeringu cijevi i cjevovoda* (sa izložbom)
Pipes and Pipeline Engineering, (with Exhibition) International Convention
LONDON, Vel. Britanija
Brintex Exhibition Ltd, 2—4 Clements Inn, Strand, London, W. C. 2, U.K.

8—11 *XIV jugoslavenska konferencija za elektroniku, telekomunikacije, automatizaciju i nuklearnu tehniku (ETAN)*
14th Yugoslavi Conference for Electronics, Comunication, Automation and Nuclear Engineering — ETAN
SARAJEVO, Jugoslavija
ETAN — Miloša Velikog 9, Beograd, P. fah 356 i Energoinvest — Sarajevo, Stup, Jugoslavija.

14—20 *X međunarodni kongres za visoke brane*
High Dams, International Congress, 10th
MONTREAL, Kanada
Engineers Joint Council, 345 East 47th St., New York, N. Y. 10017, USA.

August

11—14 *Simpozij Međunarodne federacije za automatsko upravljanje*
International Federation of Automatic Control, Symposium
KJOTO, Japan
University of Kyoto-Faculty of Engineering, Dept. of Electronics, Yoshide-Honmachi, Sakayo-Ku, Kyoto, Japan.

24—28 *Svjetska konferencija o obrazovanju u oblasti računara, Međunarodne federacije za obradu informacija*
World Conference on Computer Education, International Federation for Information Processing P
AMSTERDAM, Holandija
Int. Federation for Information Processing, 6 Stadhonderskade, Amsterdam 13, Holland.

24—2 *XXIII zasjedanje CIGRE*
Conference Internationale des gradns réseaux electriques — CIGRE, Assembly, 23rd
PARIZ, Francuska
CIGRE, Boulevard Hausmann, Paris 112, France.

31—5 *VI kongres međunarodnog udruženja za analognu kompjutaciju i Međunarodne federacije za obradu informacija, o metodama izračunavanja i hibridnim simulacijama*
International Association for Analogue Computation and International Federation for Information Processing, Congress, Theme: Methods of Calculation and Hybrides Simulation, 6th
MINHEN, SR Njemačka
Prof. J. Heinhold, Technische Hochschule.
2 Arcisstrase, 21 München, FR Germany.

Međunarodna ljetna škola kibernetike — CAS
International Summer School on Cybernetics — CAS
DUBROVNIK, Jugoslavija
ETAN — Miloša Velikog 9, P. fah 356, Beograd, Jugoslavija.

Međunarodna škola elektronike
International Electronics School
HERCEG NOVI, Jugoslavija
Institut za nuklearne nauke »Boris Kidrič« — Vinča — Beograd, Jugoslavija.

Međunarodna ljetna škola: Nuklearna fizika
International Summer School on Nuclear Physics
HERCEG NOVI, Jugoslavija
Savezna komisija za nuklearnu energiju, Kosančićev venac 29, Beograd, Jugoslavija, Nuklearni institut »Jožef štefan«, Jamova 36, Ljubljana, Jugoslavija

Međunarodni seminar o prenosu toplote i mase pri strujanjima sa odvajanjem toka
Heat and Mass Transfer in Flows with Separated Regions, International Seminar
HERCEG NOVI, Jugoslavija
Institut za nuklearne nauke »Boris Kidrič« — Vinča — Beograd, Jugoslavija

Septembar

13—20 *XV međunarodni kongres Međunarodne unije proizvođača i distributera električne energije*
International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy, International Cingress 15th
KAN, Francuska
IUPDEE, 3, Avenue de Friedlend, 75 Paris, 8e, France

14—17 *III evropski simpozij o uzročnicima korozije*
European Symposium on Corossion Inhibitors, 3rd
FERARA, Italija
Instituto Chimo-Universita, Via Scandiana 25, 44100 — Ferrara, Italy

22—26 *Dani posvećeni hidraulici*
Days devoted to Hydraulics
PARIZ, Francuska
Societé Hydrotechnique de France, 199 rue de Grenoble, Paris VIIe, France

V savjetovanje za hidraulična istraživanja
Hydraulics Research, Seminar, 5th
SKOPLJE ili *KLADOVO*, Jugoslavija
Jugoslovensko društvo za hidraulička istraživanja, Beograd, Jugoslavija

Plenarno zasjedanje međunarodnih stručnjaka za smetnje radioprijema
International Experts Committee for Radio Reception Jamming, Plenary Session
LENJINGRAD, SSSR
Intourist, Prospekt Karla Marksa 16, Moscow K-9, USSR

Oktobar

Simpozij iz oblasti elektronike, za vrijeme XVII međunarodne izložbe elektronike
Electronics, Symposium during the 17th International Electronics Fair

LJUBLJANA, Jugoslavija
Jugoslavenski komitet za ETAN, Knez Miloša 9, p. fah 356, Beograd, Jugoslavija

Seminar o programiranju na FORTRAN-u
FORTRAN Programming, Seminar
BEOGRAD, Jugoslavija
Institut za nuklearne nauke »Boris Kidrič«, Odeljenje za obuku kadrova, Kosančićev venac 29, Beograd, Jugoslavija

SKUPOVI BEZ POTPUNIH PODATAKA O DATUMU I MJESTU ODRŽAVANJA

II jugoslovenski seminar za automatsku obradu podataka
2nd Yugoslav Seminar (»ADP«), Automatic Data Processing
ZAGREB, Jugoslavija
Savezni strujni odbor za obradu podataka, Jamova 39, Ljubljana, Jugoslavija

II simpozij o energetici Jugoslavije
Power Engineering in Yugoslavia, Symposium, 2nd
BEOGRAD, Jugoslavija
Srpska akademija nauka i umetnosti, Knez Mihajlova 35, Beograd, Jugoslavija

Kongres Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije
Congress Engineers and Technicans of Yugoslavia
BANJA KOVILJAČA, Jugoslavija
Savez inženjera i tehničara tekstilaca Srbije, Kneza Miloša 7, Beograd, Jugoslavija

SIMPOZIJ O GRAĐEVINARSTVU

U uskoj suradnji s Jugoslavenskim građevinskim centrom u Beogradu, Savjetom za građevinarstvo Privredne komore Hrvatske i Savezom društava građevinskih inženjera SRH priređuje poduzeće Bayer, Leverkusen, po prvi puta Simpozij o građevinarstvu i to 13. i 14. travnja 1970. u Jugoslavenskom građevinskom centru, Beograd, a 16. i 17. travnja 1970. u Radničkom Sveučilištu »Moša Pijade«, Zagreb.
Jednom izložbom i nizom referata htjelo bi poduzeće Bayer jugoslavenskim stručnjacima predstaviti na vrlo interesantnim primjerima svoje najnovije proizvode i njihovu primjenu.

OSNOVAN JE KLUB ENERGETIČARA

Krajem prošle godine, 24. studenoga, u prostorijama Elektroprivrede SR Hrvatske, osnovan je *Klub energetičara,* pa je time Društvo ekonomista Zagreba zabilježilo još jedan uspjeh. Klub je osnovan sa zadatkom da u okviru svoga rada pruži mogućnost diplomiranim ekonomistima da se stručno usavršavaju i aktivno učestvuju u razvoju svojih grupacija i cjelokupne privrede.

U Izvršni odbor Kluba izabrano je devet ekonomista iz Zagreba:

1. Feöcze Daniel, predsjednik Izvršnog odbora Kluba, iz Poslovnog udruženja ELDIH,
2. Vlaović Jelka, tajnik Izvršnog odbora Kluba, iz INE-Naftaplina,
3. Bendeković Jadranko, iz Ekonomskog instituta,
4. Kršulović Ante, iz Elektroprivrede,
5. Lešić Ante, iz INE-Instituta,
6. Mandić Mladen, iz Elektre,
7. Marinović Ivo, iz Republičkog sekretarijata za privredu SRH,
8. Sladoljev Branko, iz Gradske plinare,
9. Zorić Anica, iz Poslovnog udruženja udružene elektroprivrede SRH.

Od osnivačke skupštine prošlo je samo dva mjeseca, a već je Klub energetičara održao četiri sastanka sa diskusijama o aktuelnim temama.

Prva dva sastanka vodio je Daniel Feöcze, dipl. ek. iz Poslovnog udruženja ELDIH, a tema je bila: Sistem financiranja proširene reprodukcije u energetici. Diskusija koju je otvorio ing. Jamnicki, pokazala je da za takve sastanke postoji veliki interes.

O ulozi nafte u svijetu i kod nas, govorio je Zvonko Hill, dipl. ek. iz INE (Institut) 28. siječnja, a 25. veljače o temi Plin u energetici, govorio je Vladimir Horvat, dipl. ek. također iz INE (Institut).

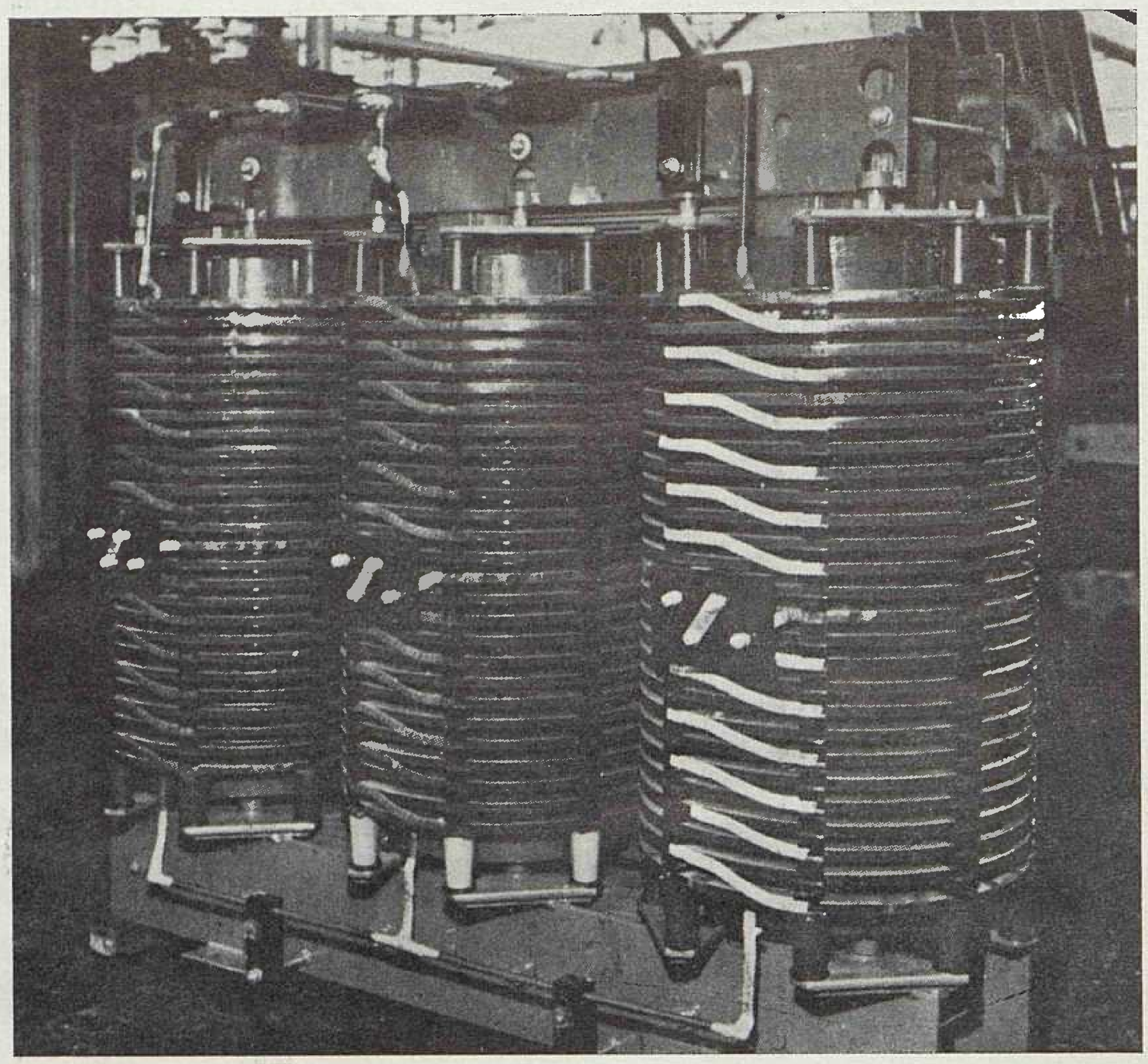
Sastanci, kao što su ovi Kluba energetičara, postaju u nas sve češći, sa svojom stalnom publikom koja želi da o svakodnevnim i stručnim problemima diskutira pred širim auditorijem.

Z. J.

OBAVEST PROFAKTA

TROFAZNI SUHI TRANSFORMATORI

250 — 1000 kVA



PRIMJENA

Smanjena težina u odnosu na uljne transformatore, lagana montaža, vrlo jednostavno održavanje i revizija, potpuna sigurnost od požara i stvaranja plinova, te pogon bez buke i vibracije uz potpunu pogonsku sigurnost su bitne prednosti suhih energetskih transformatora, koje omogućuju njihovu ugradnju u centar niskonaponskih potrošača kao što su: stambeni objekti, bolnice, škole, industrijske hale i slično.

OSNOVNE KARAKTERISTIKE

Gornji napon: do 11000 V
Donji napon: 400/231 V — max. do 1000 V
Snaga: do 1000 kVA
Frekvencija: 50 Hz
Spoj: Dy 5
Klasa izolacije: B
Zaštita: POO prema DIN 40050

Na poseban zahtjev izrađuju se transformatori drugih napona, frekvencije, spoja i snage do 2000 kVA. Također je moguća isporuka transformatora s kućištem izvedenim u zaštiti P 22 DIN 40050

TRANSFORMATORI ODGOVARAJU PROPISIMA: JUS, IEC, VDE

TEHNIČKI PODACI: 10000 ± 2,5 % ± 5 % 400/231 V, Dy 5, 50 Hz

Snaga kVA	Tip	Gubici tereta kod 75°C W	Gubici u željezu W	u_k %	Težina kp
250	3 TKS 250—12 b	2415	915	4,3	1150
400	3 TKS 400—12 b	3270	1230	4,5	1520
500	3 TKS 500—12 b	4000	1410	4,5	1760
630	3 TKS 630—12 b	4990	1655	4,6	2050
800	3 TKS 800—12 b	6000	1895	4,6	2450
1000	3 TKS 1000—12 b	6480	2265	4,6	3100

Proizvođač:

»RADE KONČAR« — Poduzeće za proizvodnju električne opreme, projektiranje i montažu postrojenja — Zagreb

GOD. 1970. (19) energija BROJ 3 — 4

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

MEHANIČKI PRORAČUN SABIRNICA

Ranko Škarica, Zagreb

U mehaničkom proračunu sabirnica za vanjska postrojenja u našoj praksi se uzimao u nekim slučajevima samo utjecaj izolatorskih lanaca, dok se utjecaj težine priključaka i progib portala uvijek zanemarivao. Svrha ovog članka je da ukaže kakve sve posljedice mogu nastupiti, ako se u proračunu sabirnica zanemare navedeni faktori.

DK 621. 316.35

Uvod

U dosadašnjoj praksi projektiranja i izvođenja transformatorskih i rasklopnih postrojenja, mehanički proračun sabirnica vršio se, u pravilu, bez obzira na izolatorske lance, pojedinačne terete (priključci) i progib portala.

U nekim slučajevima u projektima se uzimao u obzir samo utjecaj izolatorskih lanaca na provjes sabirnica, dok se utjecaj težine priključaka, kao i progib portala uvijek zanemarivao.

Svrha je ovog članka da pokaže kakve sve posljedice mogu nastupiti, ako se prilikom mehaničkog proračuna sabirnica zanemare bilo pojedini, bilo svi zajedno navedeni faktori.

Prilikom razrade ovog članka primijenjen je način računanja prema članku navedenom u pregledu literature (na kraju) pod L 2.

Kao posebni slučaj razmotren je također utjecaj tereta u rasponu na naprezanje i provjes sabirnica. Ovaj proračun proveden je prema članku navedenom pod L 3.

Postupak proračuna

Da bi se uočio utjecaj pojedinih već spomenutih faktora na provjes odnosno naprezanje sabirnica, provedeno je nekoliko proračuna, posebno za aluminijski vodič presjeka 240 mm², a posebno za bakreni vodič također presjeka 240 mm².

U nastavku je iznijeto što se sve uzelo u obzir u pojedinim proračunima, kao i to u koju se svrhu mogu koristiti dobiveni rezultati.

Provedeni su slijedeći proračuni:

A) Proračun provjesa vodiča kod +40° C pri čemu su uzeti u obzir izolatorski lanci i pojedinačni tereti.
Rezultati dobiveni ovim proračunom služe za provedbu kontrole međusobnog razmaka vodiča sabirnica, zatim za kontrolu sigurnosnih razmaka i sigurnosnih visina. Osim toga dobiveni rezultati se koriste za kontrolu provjesa nakon što je montaža sabirnica potpuno završena, tj. kad su i priključci montirani.

B) Proračun provjesa vodiča kod +40° C. U ovom slučaju uzeti su u obzir samo izolatorski lanci, pa je bilo potrebno izračunati novo maksimalno naprezanje vodiča polazeći od početnog stanja kao za slučaj *A*, a da se ne prekorači odabrano maksimalno naprezanje vodiča.
Izračunati provjes kod +40° C sabirnice moraju imati nakon što su montirani izolatorski lanci na oba kraja sabirnica. Nakon montaže priključaka vodiči će imati provjes, koji odgovara provjesu izračunatom pod *A*.

B$_1$) U ovom slučaju izračunat je provjes kod +40° C, koji služi isključivo za reguliranje sabirnica u toku montaže. Kao i u prethodnom slučaju nisu se uzeli u obzir priključci, nego samo izolatorski lanci i to na jednom kraju sabirnica. Početno stanje odgovara početnom stanju pod *B*. Nakon montaže izolatorskog lanca potrebno je i na drugom kraju sabirnica ponovno kontrolirati provjes, koji se mora poklapati sa provjesom dobivenim pod *B*.

C) Proračun provjesa vodiča kod +40° C za razna početna i razna konačna stanja.
Ovim proračunom htjelo se ukazati na razlike u provjesima između vodiča i vodiča sa izolatorskim lancima, zatim između vodiča i vodiča sa pojedinačnim teretima itd.
Uspoređivanjem dobivenih rezultata lako se može uočiti kolike se razlike pojavljuju, u pojedinim slučajevima, u sigurnosnim visinama i sigurnosnim razmacima.

D) Proračun naprezanja vodiča za isto početno stanje i različita konačna stanja. Dobiveni rezultati pokazuju za koliko se povećava naprezanje vodiča, ako se proračun provede za vodič, a sabirnice se montiraju, bilo s izolatorskim lan-

cima, bilo s priključcima ili pak kompletno s izolatorskim lancima i priključcima.

E) Ovaj proračun je identičan proračunu pod *A*, a razlika je u tome što je umjesto više pojedinačnih tereta uzet samo jedan u rasponu, i to u ovom slučaju u sredini raspona.

F) Ovaj proračun je identičan proračunu pod *D* uz razliku navedenu pod *E*.

Svi proračuni, osim onih pod *E* i *F* provedeni su sa i bez utjecaja progiba portala, kako bi se pokazalo u kolikoj mjeri utječe progib portala na provjes, odnosno naprezanje vodiča.

Osim toga isti proračuni ponovljeni su također za manji raspon ($l = 27{,}5$ m), ali samo sa tri priključka i bez progiba portala.

Osim navedenih slučajeva može se, naravno, izvesti čitav niz drugih kombinacija. Odabrani su međutim samo karakterističniji slučajevi, koji pokazuju sve ono što se ovim člankom htjelo postići.

Potrebno je spomenuti, da bi za praktične svrhe trebalo proširiti proračun na temperaturni interval kako se to u praksi i radi. No, sve bi to bilo preopširno i izašlo bi iz okvira ovog članka.

Detaljan proračun za vodič 240 mm² za sve ove slučajeve, (osim *E* i *F*), bez progiba portala može se naći u referatu Škarica — Moritz: *»Mehanički proračun sabirnica«*, Primošten 1969.

Proračun

Kako je već spomenuto proračuni su provedeni za dva vodiča, aluminijski i bakreni vodič presjeka 240 mm². Ova dva vodiča odabrana su zbog velike razlike u težini, pa su time obuhvaćeni, više-manje, svi slučajevi koji dolaze u praksi.

U oba slučaja zadržane su iste težine izolatorskih lanaca, kako bi se što jače istakao utjecaj težine izolatorskih lanaca u odnosu na težinu vodiča. Broj priključaka u oba slučaja je 3 odnosno 5, dok su težine priključaka ovisne o materijalu vodiča. Rasponi su jednaki u oba slučaja, a isto tako i maksimalno naprezanje, što odgovara praksi, jer su portali stanica često računati za određene sile bez obzira na presjek i materijal vodiča.

Za mehanički proračun sabirnica nije upotrebljiva jednadžba stanja koja daje zadovoljavajuće rezultate za mehanički proračun vodiča dalekovoda. U ovom slučaju treba uzeti u obzir utjecaj već spomenutih faktora na provjes vodiča sabirnica.

Jednadžba stanja za mehanički proračun sabirnica glasi:

$$\sigma^3 + \sigma^2 \frac{A_1 + A_2 + A_3 - A_4 - A_5 - A_6}{C_1 + C_2 + C_3} - \frac{B_1 + B_2}{C_1 + C_2 + C_3} = \varnothing$$

U gornjoj jednadžbi uzela se u obzir promjena temperature i naprezanja vodiča sa

$$A_1 = \alpha \cdot l_o (t - t_o) \qquad A_2 = \frac{l_o^3 \cdot \gamma_o^2}{24 \cdot \sigma_o^2}$$

$$A_4 = \frac{\sigma_o \cdot l_o}{E} \qquad B_1 = \frac{l_o^3 \cdot \gamma_o^2}{24} \qquad C_1 = \frac{l_o}{E}$$

Promjena duljine horizontalne projekcije izolatorskih lanaca uzeta je u obzir sa (sl. 1):

$$A_3 = \frac{l_i}{6}\left(\frac{G_{K_o} + l_o \cdot q \cdot \gamma_o}{\sigma_o \cdot q}\right)^2$$

$$B_2 = \frac{l_i}{6}\left(\frac{G_K + l_o \cdot q \cdot \gamma}{\sigma}\right)^2$$

Progib portala i prečke uzet je u obzir sa (sl. 2. i 3):

$$A_5 = \frac{m \cdot n \cdot h^3 \cdot \sigma_o}{3 \cdot E_p \cdot I_p} \qquad C_2 = \frac{m \cdot n \cdot h^3}{3 \cdot E_p \cdot I_p}$$

$$A_6 = m \cdot k \cdot \sigma_o \qquad C_3 = m \cdot k$$

$$k = n \cdot q \frac{L_r^3}{24 \cdot E_r \cdot I_r}\left(\frac{L_{r_1}}{L_r} - 2\frac{L_{r_1}^3}{L_r^3} + \frac{L_{r_1}^4}{L_r^4}\right)$$

Osim navedenih faktora koji utječu na veličinu provjesa, treba u proračun uzeti i utjecaj težine pojedinačnih tereta. Sa dovoljno tačnosti može se pretpostaviti da su pojedinačni tereti jednoliko raspoređeni po cijeloj duljini vodiča. Prema tome u gornjim formulama mjesto sa specifičnom težinom vodiča (γ) treba računati sa fiktivnom specifičnom težinom, koja je povećana zbog pojedinačnih tereta (γ), pa je time došao u obzir utjecaj težine priključaka na provjes vodiča.

Fiktivna specifična težina dobije se prema formuli:

$$\gamma' = \gamma + \frac{G_p}{l_o\, q}$$

Nakon što je izračunano naprezanje, provjes se dobiva iz formule:

$$f = f_i + f_s$$

gdje je

$$f_i = \frac{l_i}{2 \cdot \sigma}\left(\frac{G_K}{q} + l_o\, q\right)$$

$$f_s' = \frac{l_o^2 \cdot \sigma}{8 \cdot \sigma}$$

Treba još odrediti kritični raspon kako bi se moglo odabrati početno stanje.

Formula koja daje zadovoljavajuće rezultate glasi:

$$l_K = 6 \cdot \sigma_o \sqrt{\frac{10 \cdot E_t}{\bar{\gamma}^2 - \bar{\gamma}^2}}$$

gdje je:

$$\bar{\gamma}^2 = \gamma'^2 + n_o \qquad \bar{\gamma}_1^2 = \gamma_1^2 + n_1$$

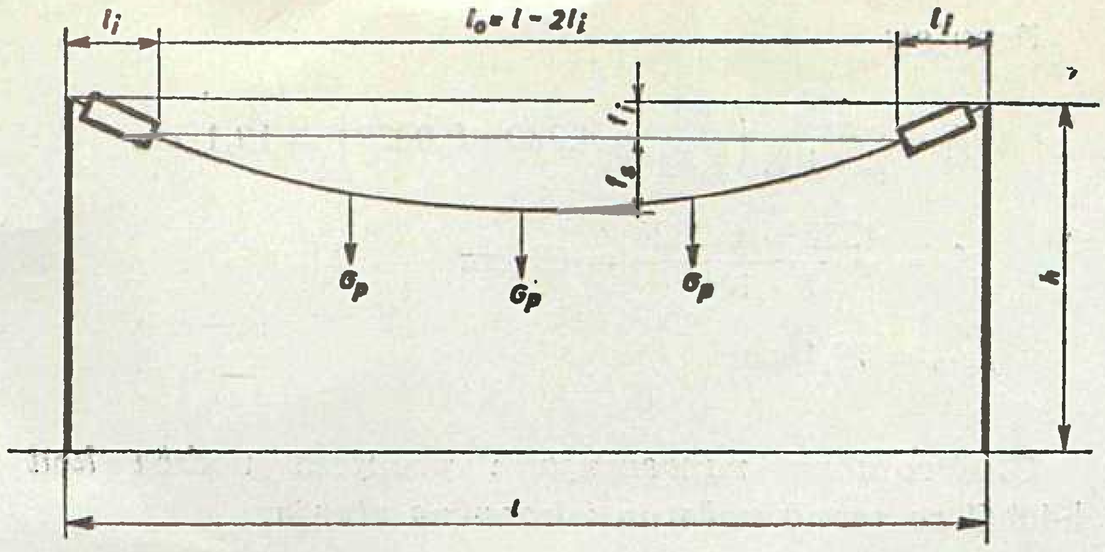
$$n_o = \frac{4 \cdot G_1 \cdot l_i}{q \cdot l^2}\left(3\gamma' + \frac{2\,G_1}{q \cdot l}\right)$$

$$n_1 = \frac{4 \cdot G_{i_o} \cdot l_i}{q \cdot l^2}\left(3\gamma_1' + \frac{2\,G_{i_o}}{q \cdot l}\right)$$

Jednadžba stanja za vodič s jednim teretom u rasponu i izolatorskim lancima glasi (sl. 4):

$$\frac{G^2}{6 \cdot q^2 \cdot \sigma^2} y - \sigma \cdot l_o' \frac{1}{E} = \frac{G_o^2}{6 \cdot q^2 \cdot \sigma_o^2} y_o - \sigma_o \cdot l_o' \frac{1}{E} + (t - t_o)\, l_o'\, \alpha$$

$$l_o' = l_o + \frac{G_o^2}{6 \cdot q^2 \cdot \sigma_o^2} y_o$$



Slika 1

Provjes dobijemo iz:

$$f = \frac{G}{q \cdot \sigma}\left(l_i \cdot W + \frac{\lambda^2 \cdot l_o^2}{2} + \lambda \cdot l_o T\right)$$

U ovim formulama indeks »0« označava početno stanje (osim l_o).

Daljnje razmatranje ovog problema dopunit ćemo skraćenim proračunom dvaju primjera. U njima će biti razjašnjene oznake iz prethodnih formula.

Primjer 1

U ovom primjeru je skraćeni proračun naprezanja i provjesa za aluminijski vodič presjeka 240 mm² sa tri priključka.

Osnovni podaci:

Vodič aluminijski presjek 240 mm²

l = 4600 cm osnovni raspon
q = 2,43 cm² stvarni presjek vodiča
γ = 2,7 $\cdot 10^{-3}$ kp/cm³ specifična težina vodiča
γ_1 = 6,04 $\cdot 10^{-3}$ kp/cm³ specifična težina vodiča s dodatnim teretom
α = 2,3 $\cdot 10^{-5}$/1⁰ C temperaturni koeficijent rastezanja
E = 0,56 $\cdot 10^6$ kp/cm² modul elastičnosti
σ_o = 300 kp/cm² najveće dozvoljeno naprezanje
l_i = 220 cm duljina izolatorskog lanca
G_i = 62 kp težina izolatorskog lanca
G_{i_o} = 67,5 kp težina izolatorskog lanca s dodatnim teretom
G_p = 4,7 kp težina pojedinačnih tereta
γ' = 4,09 $\cdot 10^{-3}$ kp/cm³ fiktivna specifična težina vodiča
γ'_1 = 7,43 $\cdot 10^{-3}$ kp/cm³ fiktivna težina vodiča s dodatnim teretom
l_o = 1—2 l_i = 4160 cm raspon vodiča
m = 2 broj portala opterećenih na savijanje
n = 3 broj vodiča zategnutih na portale
E_p = 2,2 $\cdot 10^6$ kp/cm² modul elastičnosti noge portala
I_p = 61000 cm⁴ srednji moment tromosti noge portala
E_r = 2,2 $\cdot 10^6$ kp/cm² modul elastičnosti prečke
I_r = 60000 cm⁴ moment tromosti prečke
l_r = 900 cm duljina prečke
l_{r_1} = 250 cm udaljenost između tačke zavješenja vodiča i uporišta prečke
h = 800 cm visina portala

Kritički raspon

$$l_K = 6 \cdot 300 \sqrt{\frac{10 \cdot 2{,}3 \cdot 10^{-6}}{(95{,}2 - 41{,}4)\ 10^{-6}}} = 3720 \text{ cm}$$

$l_K < 1$ pa maksimalno naprezanje vodiča nastupa kod —5⁰ s dodatnim teretom.

A. *Proračun naprezanja i provjesa kod +40⁰ C za vodič s izolatorskim lancima i pojedinačnim teretima.*

Početno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura —5⁰ C.

Konačno stanje: vodič + izolatorski lanci + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura +40⁰ C.

$A_1 = 4{,}33$, $A_2 = 1{,}88$ $A_3 = 1{,}42$, $A_4 = 2{,}24$,
$A_5 = 2{,}77$, $A_6 = 0{,}243$
$B_1 = 51 \cdot 10^3$ $B_2 = 66{,}5 \cdot 10_3$
$C_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$ $C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$
$\frac{A}{C} = 0{,}135 \cdot 10^3$ $\frac{B}{C} = 6{,}7 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma^3 + 0{,}135 \cdot 10^3\ \sigma^2 = 6{,}7 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{+40} = 153 \text{ kp/cm}^2$$

Provjes:

$$f_1 = \frac{220}{2 \cdot 153}\left(\frac{62}{2{,}43} + 4160 \cdot 0{,}00409\right) = 33{,}4 \text{ cm}$$

$$f_s = \frac{4160^2 \cdot 0{,}00409}{8 \cdot 153} = 58 \text{ cm}$$

$f_{+40} = 91{,}4$ cm

B. *Proračun naprezanja i provjesa kod +40⁰ C za vodič s izolatorskim lancima.*

Početno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura —5⁰ C.

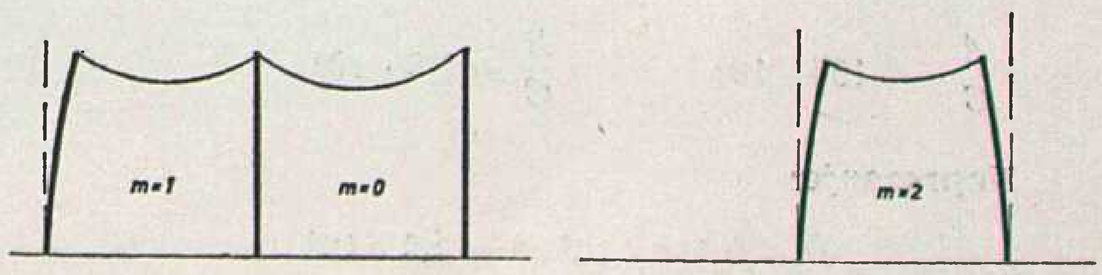
Konačno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + progib portala; temperatura —5⁰ C.

$A_1 = \varnothing$ $A_2 = 1{,}88$ $A_3 = 1{,}42$ $A_4 = 2{,}24$
$A_5 = 2{,}77$ $A_6 = 0{,}243$
$B_1 = 110 \cdot 10^3$ $B_2 = 105 \cdot 10^3$
$C_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$ $C^2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$
$\frac{A}{B} = -0{,}111 \cdot 10^3$ $\frac{B}{C} = 12{,}3 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma^3 - 0{,}111 \cdot 10^3\ \sigma^2 = 12{,}3 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{-5+1} = 274 \text{ kp/cm}^2$$



Slika 2

Početno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + progib portala; temperatura —5⁰ C.

Konačno stanje: vodič + izolatorski lanci + progib portala; temperatura +40⁰ C.

$A_1 = 4{,}33 \quad A_2 = 1{,}58 \quad A_3 = 1{,}46 \quad A_4 = 1{,}99$

$A_5 = 2{,}53 \quad A_6 = 0{,}222$

$B_1 = 22{,}3 \cdot 10^3 \qquad B_2 = 49{,}6 \cdot 10^3$

$C_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C^3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$\frac{A}{C} = 0{,}137 \cdot 10^3 \qquad \frac{B}{C} = 4{,}1 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma_3 + 0{,}137 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 4{,}1 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{+40} = 125 \text{ kp/cm}^2$$

Provjes:

$$f_1 = \frac{220}{2 \cdot 125}\left(\frac{62}{2{,}43} + 4160 \cdot 0{,}0027\right) = 32{,}4$$

$$f_s = \frac{4160^2 \cdot 0{,}0027}{8 \cdot 125} = 47 \text{ cm}$$

$$f_{+40} = 79{,}4 \text{ cm}$$

B_1. Proračun naprezanja i provjesa vodiča kod +40⁰ C s jednim izolatorskim lancem.

Početno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura —5⁰ C.

Konačno stanje: vodič + dodatni teret + jedan izolatorski lanac + progib portala; temperatura —5⁰ C.

$A_1 = \varnothing \quad A_2 = 1{,}88 \quad A_3 = 1{,}42 \quad A_4 = 2{,}24$

$A_5 = 2{,}77 \quad A_6 = 0{,}243$

$B_1 = 127 \cdot 10^3 \qquad B_2 = 46 \cdot 10^3$

$C_1 = 7{,}85 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$\frac{A}{C} = -0{,}111 \cdot 10^3 \qquad \frac{B}{C} = 9{,}65 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma^3 - 0{,}111 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 9{,}65 \cdot 10_6$$

$$\sigma_{5+1} = 256 \text{ kp/cm}^2$$

Početno stanje: vodič + dodatni teret + jedan izolatorski lanac + progib portala; temperatura —5⁰ C.

Konačno stanje: vodič + jedan izolatorski lanac + progib portala; temperatura +40⁰ C.

$A_1 = 4{,}33 \quad A_2 = 1{,}95 \quad A_3 = 0{,}705 \quad A_4 = 2{,}01$

$A_5 = 2{,}36 \quad A_6 = 0{,}208$

$B_1 = 24{,}6 \cdot 10^6 \qquad B_2 = 25{,}6 \cdot 10^6$

$C_1 = 7{,}85 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$\frac{A}{C} = 0{,}134 \cdot 10^3 \qquad \frac{B}{C} = 2{,}8 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma^3 + 0{,}134 \cdot 10^3\ \sigma^2 = 2{,}8 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{+40} = 108 \text{ kp/cm}^2$$

Provjes:

$$f_1 = \frac{220}{2 \cdot 108}\left(\frac{62}{2{,}43} + 4.380 \cdot 0{,}0027\right) = 19{,}1 \text{ cm}$$

$$f_s = \frac{4380^2 \cdot 0{,}0027}{8 \cdot 108} = 60 \text{ cm}$$

$$f_{+40} = 79{,}1 \text{ cm}$$

C. Proračun naprezanja i provjesa vodiča kod +40⁰ C za razna početna i konačna stanja.

1. *Početno stanje*: vodič + dodatni teret + progib portala; temperatura —5⁰ C.

Konačno stanje: vodič + progib portala; temperatura +40⁰ C.

$A_1 = 4{,}76 \quad A_2 = 1{,}62 \quad A_3 = \varnothing \quad A_4 = 2{,}47$

$A_5 = 2{,}77 \quad A_6 = 0{,}243$

$B_1 = 28{,}4 \cdot 10^3 \qquad B_2 = \varnothing$

$C_1 = 8{,}23 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$\frac{A}{B} = 0{,}0492 \cdot 10^3 \qquad \frac{B}{C} = 1{,}55 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma^3 + 0{,}00492 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 1{,}55 \cdot 10_6$$

$$\sigma_{+49} = 101 \text{ kp/cm}^2$$

Provjes:

$$f_{+40} = f_s = \frac{4600^2 \cdot 0{,}0027}{8 \cdot 101} = 70{,}6 \text{ cm}$$

2. *Početno stanje*: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + progib portala; temperatura —5⁰ C.

Konačno stanje: vodič + izolatorski lanci + progib portala; temperatura +40⁰ C.

$A_1 = 4{,}33 \quad A_2 = 1{,}22 \quad A_3 = 1{,}14 \quad A_4 = 2{,}24$

$A_5 = 2{,}77 \quad A_6 = 0{,}243$

$B_1 = 22{,}3 \cdot 10^3 \qquad B_2 = 49{,}6 \cdot 10^3$

$C_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$\frac{A}{B} = 0{,}082 \cdot 10^3 \qquad \frac{B}{C} = 4{,}10 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma^3 + 0{,}082 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 4{,}10 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{+40} = 137 \text{ kp/cm}^2$$

Provjes:

$$f_1 = \frac{220}{2 \cdot 137}\left(\frac{62}{2{,}43} + 4160 \cdot 0{,}0027\right) = 29{,}6 \text{ cm}$$

$$f_s = \frac{4160^2 \cdot 0{,}0027}{8 \cdot 137} = 43 \text{ cm}$$

$$f_{+40} = 72{,}6 \text{ cm}$$

3. *Početno stanje*: vodič + dodatni teret + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura —5⁰ C.

Konačno stanje: vodič + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura +40⁰ C.

$A_1 = 4{,}76 \quad A_2 = 2{,}5 \quad A_3 = \varnothing \quad A_4 = 2{,}47$

$A_5 = 2{,}77 \quad A_6 = 0{,}243$

$B_1 = 68 \cdot 10^3 \qquad B_2 = \varnothing$

$C_1 = 8{,}23 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$\frac{A}{C} = 0{,}0975 \cdot 10^3 \qquad \frac{B}{C} = 3{,}73 \cdot 10^6$

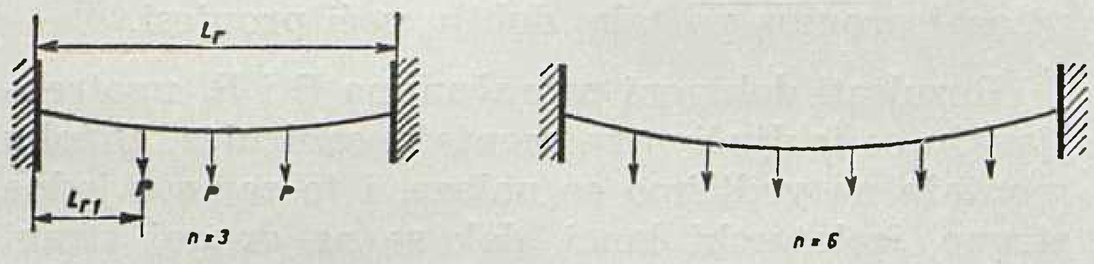
Naprezanje:

$$\sigma^3 + 0{,}0975 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 3{,}73 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{+40} = 128 \text{ kp/cm}^2$$

Provjes:

$$f_{+40} = \frac{4600^2 \cdot 0{,}00409}{8 \cdot 128} = 84{,}5 \text{ cm}$$



Slika 3

D. Proračun naprezanja za ista početna i različita konačna stanja.

1. *Početno stanje*: vodič + dodatni teret + progib portala; temperatura —5° C.

Konačno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + progib portala; temperatura —5° C.

$A_1 = \varnothing \qquad A_2 = 1{,}62 \qquad A_3 = \varnothing \qquad A_4 = 2{,}47$

$A_5 = 2{,}77 \quad A_6 = 0{,}243$

$B_1 = 110 \cdot 10^3 \qquad B_2 = 105 \cdot 10^3$

$C_1 = 7{,}25 \cdot 10^{-3} \qquad C_1' = 8{,}23 \cdot 10^{-3} \quad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$\frac{A}{C} = -0{,}212 \cdot 10^3 \qquad \frac{B}{C} = 12{,}4 \cdot 10^6$

Naprezanje:

$$\sigma^3 - 0{,}212 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 12{,}4 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{-5+1} = 328 \text{ kp/cm}^2$$

2. *Početno stanje*: kao pod 1.

Konačno stanje: vodič + dodatni teret + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura —5° C.

$$\frac{A}{C'} = -0{,}212 \cdot 10^3$$

$B_1 = 224 \cdot 10^3 \qquad B_2 = \varnothing$

$C_1' = 8{,}23 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$$\frac{B_1}{C'} = 12{,}25 \cdot 10^6$$

Naprezanje:

$$\sigma^3 - 0{,}212 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 12{,}25 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{-5+1} = 326 \text{ kp/cm}^2$$

3. *Početno stanje*: kao pod 1.

Konačno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + pojedinačni tereti + progib portala; temperatura —5° C.

$$\frac{A}{C'} = -0{,}212 \cdot 10^3$$

$B_1 = 169 \cdot 10^5 \qquad B_2 = 126 \cdot 10^6$

$C_1 = 7{,}25 \cdot 10^{-3} \qquad C_2 + C_3 = 10{,}06 \cdot 10^{-3}$

$$\frac{B}{C} = 16{,}8 \cdot 10^6$$

Naprezanje:

$$\sigma^3 - 0{,}212 \cdot 10^3 \cdot \sigma^2 = 10{,}8 \cdot 10^6$$

$$\sigma_{-5+1} = 350 \text{ kp/cm}^2$$

Primjer 2

Vodič bakreni presjeka 240 mm²

l = 4600 cm osnovni raspon
q = 2,43 cm² stvarni presjek vodiča
σ_0 = 300 kp/cm² maksimalno dozvoljeno naprezanje vodiča
G = $2{,}225 \cdot 10^{-2}$ kp/cm težina vodiča
G_0 = $3{,}036 \cdot 10^{-2}$ kp/cm težina vodiča s dodatnim teretom
α = $1{,}7 \cdot 10^{-5}/1^0$ C temperaturni koeficijent rastezanja
E = $1{,}3 \cdot 10^6$ kp/cm² modul elastičnosti
V = 67 kp težina tereta u sredini raspona
V_1 = 73 kp težina tereta u sredini raspona s dodatnim teretom
$\lambda = \frac{C}{l_0} = 0{,}5$ daje položaj tereta u rasponu $(0 \div 0{,}5)$
$\eta = \frac{L_1}{l_0} = \frac{220}{4160} = 0{,}0527$

Ostali podaci kao u primjeru 1.

E. Proračun naprezanja i provjesa kod +40° C.

Početno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + teret u sredini raspona; temperatura —5° C.

Konačno stanje: vodič + izolatorski lanci + teret u sredini raspona; temperatura +40° C.

Naprezanje:

$Y = 118{,}56 \cdot 10^9$ cm $\qquad Y_0 = 92{,}34 \cdot 10^9$ cm

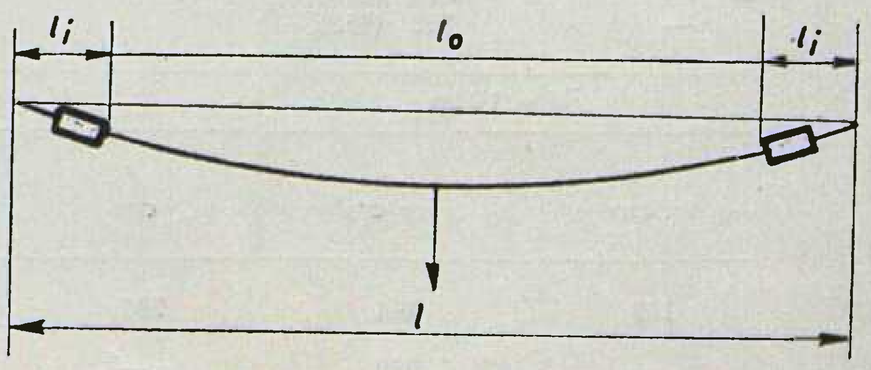
$$\frac{2{,}225^2 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 2{,}43^2 \cdot \sigma^2} \cdot 118{,}56 \cdot 10^9 - \sigma \cdot 4187 \cdot \frac{10^{-6}}{1{,}3} =$$

$$= \frac{3{,}046^2 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 2{,}43^2 \cdot 300^2} \cdot 92{,}34 \cdot 10^9 - 300 \cdot 4187 \frac{10^{-6}}{1{,}3} +$$

$$= (t + 5)\, 4187 \cdot 17 \cdot 10^{-6}$$

$$\sigma^3 + 8850 \cdot \sigma^2 = 51600 \cdot 10^4$$

$$\sigma_{+40} = 238 \text{ kp/cm}^2$$



Slika 4

Provjes:

$$f_{+40} = \frac{2{,}225 \cdot 10^{-2}}{2{,}43 \cdot 238}\left(220 \cdot 4990 + \frac{0{,}5^2 \cdot 4160^2}{2} + \right.$$
$$\left. + 0{,}5 \cdot 4160 \cdot 1510\right)$$

$$F_{+40} = 248 \text{ cm}$$

F. Proračun naprezanja kod —5° C sa dodatnim teretom.

Početno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci; temperatura —5° C.

Konačno stanje: vodič + dodatni teret + izolatorski lanci + teret u sredini raspona; temperatura —5° C.

Naprezanje:

$$\frac{3{,}036^2 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 2{,}43^2 \cdot 300^2} \cdot 31{,}5 \cdot 10^9 - 4187 \cdot \frac{10^{-6}}{1{,}3} 300 =$$

$$= \frac{3{,}036^2 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 2{,}43^2 \cdot \sigma^2} \cdot 92{,}34 \cdot 10^9 - \sigma \cdot 4187 \frac{10^{-6}}{1{,}3}$$

$$\sigma^3 + 2520 \cdot \sigma^2 = 73500 \cdot 10^4$$

$$\sigma_{-5+1} = 495 \text{ kp/cm}^2$$

Rezultati proračuna

U tablicama su dani rezultati proračuna, koji su provedeni za oba vodiča i za sve spomenute slučajeve.

Osvrt na rezultate proračuna

Ako usporedimo dobivene rezultate navedene u prethodnim tablicama, možemo lako uočiti na koji način utječu pojedini faktori na provjes, odnosno naprezanje aluminijskog ili bakrenog vodiča.

Uspoređujući rezultate dobivene pod *A* vidi se, da se s povećanjem broja priključaka povećava provjes, to više što je teži vodič. Naime u konkretnom slučaju udio težine priključaka veći je kod bakrenog, nego aluminijskog užeta u odnosu na težinu vodiča i dodatnog tereta.

Što se tiče utjecaja progiba portala on je veći za aluminijski vodič, nego za bakreni. Naime provjes se u prvom slučaju više smanjuje nego u drugom slučaju to više, što je manji broj priključaka. Kod bakrenog vodiča broj priključaka praktički ne utječe na promjenu veličine provjesa. Općenito se može reći da su razlike u provjesima male, pogotovo za bakreni vodič, tako da bi se moglo dozvoliti da se zanemari utjecaj progiba portala u proračunu provjesa, zbog toga što se, zanemari li se utjecaj progiba portala, dobiju veći provjesi.

Rezultati dobiveni proračunima B i B_1 upotrebljavaju se isključivo za montažu sabirnica. U toku montaže na vodičima se nalaze, i to samo s jedne strane, izolatorski lanci, dok se na drugoj strani nalaze koturi. Zbog toga je bilo potrebno provesti proračun B_1, kako bi se dobili provjesi potrebni za reguliranje sabirnica.

Iz dobivenih rezultata slijedi da se veličine provjesa za odabranu temperaturu praktički ne razlikuju, bilo da su izračunati prema B_1 ili B, što međutim nije slučaj s naprezanjima. Prema tome, ako se reguliranje sabirnica vrši mjerenjem provjesa, praktički je svejedno s kojim se provjesima radi da li s onima pod B ili pod B_1. Ukoliko se reguliranje provodi mjerenjem vlačnih sila u vodiču onda se reguliranje mora provesti prema podacima izračunatim pod B_1.

Nakon što je obavljeno reguliranje sabirnica prema B_1 montiraju se izolatorski lanci i na dru-

Raspon 1 = 4600 cm, vodič aluminijski presjeka 240 mm² — **Tablica 1**

Proračun	Bez progiba portala				Sa progibom portala			
	$3 \times G_p$		$5 \times G_p$		$3 \times G_p$		$5 \times G_p$	
	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²
A	100,6 (53,6)	136 (142)	108	148	89	153	98,5	162
B	92 (46,4)	108 (114)	97,7	102	79,5	125	84,5	118
B_1	95 (45,2)	90 (87)	99,4	86	79	108	84,5	101
C	90 (52)	79,5 (49)	90	79,5	71	101	71	101
	86 (44,9)	116 (118)	86	116	73	137	73	137
	99 (56)	109 (88)	106	126	84,5	128	93	142
	100,6 (53,6)	136 (142)	108	148	89	153	101	162
D	—	300 (300)		300	—	300	—	300
	—	345 (445)		345	—	328	—	328
	—	339 (485)		364	—	326	—	343
	—	378 (552)		400	—	350	—	365

	$V = 10$ kp		$V = 67$ kp	
	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²
E	103	144	206	209
F	—	300	—	300
		355	—	534

Vrijednosti u zagradama odnose se na raspon 1 = 2750 cm

gom kraju sabirnica, te se tada ponovno kontrolira provjes, odnosno naprezanje i to prema podacima dobivenim proračunom pod *B*.

Montaža sabirnica je završena tek onda, kada se montiraju i priključci. U ovom slučaju veličine provjesa odnosno naprezanja moraju odgovarati podacima dobivenim proračunom pod *A*. Da bi se mogle obaviti manje korekcije provjesa potrebno je, da stremeni na portalima na koje su zavješeni izolatorski lanci imaju mogućnost promjene duljine svornjaka, što se može postići duljim narezom svornjaka.

Rezultati dobiveni pod *C* daju razlike u provjesima između samog vodiča i vodiča s izolatorskim lancima odnosno vodiča sa priključcima, i konačno između vodiča i vodiča s izolatorskim lancima i priključcima.

Kao i u prethodnim slučajevima tako je i ovaj račun proveden sa i bez utjecaja progiba portala. Razlike između provjesa su to veće što je lakši vodič i što ima manji broj priključaka (vidi *A*). Nadalje se vidi da je utjecaj pojedinačnih tereta veći od utjecaja izolatorskih lanaca, pa se prilikom mehaničkog proračuna sabirnica ne mogu ispustiti pojedinačni tereti, a pogotovo ne izolatorski lanci i pojedinačni tereti zajedno. Prema tome izolatorski lanci i pojedinačni tereti povećavaju provjes, bilo da djeluju odvojeno ili zajedno. Iznimka je aluminijski vodič s izolatorskim lancima. U ovom slučaju je provjes nešto manji od provjesa samog vodiča, dok je naprezanje veće. Ta pojava je još izrazitija kod manjeg raspona.

Interesantno je razmotriti sam vodič, odnosno sam vodič s izolatorskim lancima s jedne strane, i vodič s izolatorskim lancima i pojedinačnim teretima s druge strane. Razlike u provjesima osobito su velike za teški vodič, a to vrijedi i za manji raspon. Prema tome bi se, naročito za teži vodič učinila dosta velika pogreška u određivanju sigurnosnih razmaka i sigurnosnih visina, ukoliko bi se zanemario utjecaj tih faktora prilikom proračuna sabirnica.

Utjecaj progiba portala i u ovom slučaju je manji za teži vodič, a za lakši vodič nema većeg značenja, pa bi se mogao i u ovom proračunu zanemariti.

Rezultati proračuna pod *D* pokazuju da je povećanje naprezanja vodiča znatno, čak opasno za portale, ukoliko se montaža sabirnica provede uzimajući u obzir provjese za sam vodič, bez obzira na izolatorske lance i pojedinačne terete.

Povećanje naprezanja je to veće što je teži vodič i što ima više priključaka. Porast naprezanja je manji, ako se uzme u obzir progib portala. Utjecaj pojedinačnih tereta i u ovom slučaju je veći od utjecaja izolatorskih lanaca, osim za aluminijski vodič za tri priključka.

Za manji raspon povećanje naprezanja je još veće za oba promatrana vodiča. Za bakreni vodič u najnepovoljnijem slučaju to povećanje iznosi čak 48%, a to znači da će portali za toliko biti preopterećeni.

U drugom primjeru provedeni su proračuni u kojima je uzet u obzir, uz izolatorske lance, i utjecaj jednog tereta u rasponu i to u ovom slučaju u sredini raspona. Težina tereta uzeta je 10 kp odnosno 67 kp. Ako usporedimo provjese (naprezanja) dobivene računom pod *E* sa provjesima (naprezanjima) dobivenim računom pod *A*, onda vidimo da se provjesi aluminijskog vodiča sa teretom težine 10 kp nalaze između provjesa sa tri odnosno pet priključaka, dok je za bakreni vodič provjes manji od oba slučaja. Bitna je razlika, ako se vrši usporedba sa rezultatima dobivenim sa teretom težine

Raspon 1 = 4600 cm, bakreni vodič presjeka 240 mm² **Tablica 2**

Proračun	Bez progiba portala				Sa progibom portala			
	$3 \times G_p$		$5 \times G_p$		$3 \times G_p$		$5 \times G_p$	
	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²
A	164,5 (78,8)	216 (212)	184,2	225	160	221	180	230
B	162,5 (76)	163 (145)	179,5	146	156	170	174	152
*B*1	163,2 (76,9)	153 (127)	183,5	136	156,2	160	175	143
C	127 (52)	185 (161)	127	185	120	191	120	191
	134 (58,2)	196 (179)	134,7	196	131	201	131	201
	155 (72,5)	210 (196)	177	218	151	216	172	224
	164,5 (78,8)	216 (212)	184,2	225	160	221	180	230
D	—	300 (300)	—	300	—	300	—	300
	—	334 (445)	—	334	—	315	—	315
	—	378 (485)	—	428	—	362	—	402
	—	405 (552)	—	445	—	375	—	414

	$V = 10$ kp		$V = 67$ kp	
	f cm	σ kp/cm²	f cm	σ kp/cm²
E	153	207	248	238
F	—	300	—	300
	—	330	—	495

Vrijednosti u zagradama odnose se na raspon *1* = 2750 cm

67 kp. U ovom slučaju provjes je veći za oba vodiča ali je za aluminijski vodič ta razlika veća, nego za bakreni.

Ako usporedimo rezultate dobivene računom pod *F* s onima dobivenim pod *D*, dolazimo do zaključka, da je teret težine 10 kp u sredini raspona za oba vodiča manje nepovoljan od bilo koje kombinacije sa tri ili sa pet priključaka. Ako pak teret u sredini raspona iznosi 67 kp slika se bitno mijenja. Tada je za oba vodiča ovaj slučaj nepovoljniji od bilo koje kombinacije, sa tri ili pet priključaka. Za aluminijski vodič naprezanje se povećava za 78%. Proračuni *F* jasno pokazuju kako teške posljedice mogu nastupiti, ako se u sredini sabirnica montira npr. izolatorski lanac, koji nije bio uzet u obzir prilikom mehaničkog proračuna sabirnica.

Zaključci

Ako se razmotre dobiveni rezultati kao i sve što je rečeno u vezi s time, možemo doći do slijedećih zaključaka:

1. Mehanički proračun sabirnica mora se provesti uzimajući u obzir izolatorske lance i težinu pojedinačnih tereta.

2. U mehaničkom proračunu sabirnica može se zanemariti utjecaj progiba portala, što osobito vrijedi za teže vodiče.

3. Prilikom određivanja razmaka između vodiča sabirnica, kao i određivanja sigurnosnih visina i sigurnosnih razmaka moraju se u računu uzeti u obzir izolatorski lanci i pojedinačni tereti.

4. Mehanički proračun sabirnica ne smije se provesti za sam vodič, a da se izvede kompletna montaža uzimajući podatke za reguliranje sabirnica iz proračuna provedenog za sam vodič.

U tom slučaju će neminovno doći do znatnog opterećenja portala kod niskih temperatura, odnosno niskih temperatura i dodatnog tereta.

5. Da bi se mogla izvršiti pravilna montaža sabirnica, potrebno je u projektu dati montažne tablice za odabrani vodič. Tablice treba izračunati za čitav temperaturni interval i to prema proračunima pod *A*, *B* i B_1.

6. Ukoliko je predviđen teži teret u rasponu, treba ga uzeti u obzir prilikom mehaničkog proračuna sabirnica, jer se u potivnom ne mogu održati propisani sigurnosnii razmaci i sigurnosne visine.

7. Preopterećenje portala (slučaj pod *D* i *F*) to je veće što je manji raspon, i što je veća razlika između težine vodiča i težine izolatorskih lanaca i težine pojedinačnih tereta.

8. Promatrani slučajevi, uz usvojene pretpostavke, u dovoljnoj su mjeri obuhvatili najčešće slučajeve iz prakse, pa ne bi trebalo očekivati neka veća odstupanja od rezultata dobivenih proračunima u ovom članku.

Literatura:

1. Škarica — Moritz, *Mehanički proračun sabirnica*, Zagreb 1969.
2. G. Freudenberger, *Seildurchhang und Seilspannung in Freiluftschaltanlagen*, Elektrizitätswirtschaft, 1959.
3. F. Böttcher, *Durchhang von Leiteunsseil bei beiderseitiger Abspannung durch Izolatorketten und Belastung durch Einzelgewicht*, ETZ 1931.
4. G. Flegel, *Der Durchhang von Starkestrom — Freileitungen und seine Berechnung*, Leipzig 1956.

Naslov pisca: Ranko Škarica, dipl. ing., Elektroprenos, Zagreb

PODUZEĆE ZA IMPREGNACIJU DRVA I PROIZVODNJU KOMPRIMIRANIH PLINOVA

KARLOVAC

Na skladištu raspolaže dovoljnim količinama impregniranih stupova-četinjara (jela-smreka) u svim dužinama.

Zahvaljujući izvršenoj rekonstrukciji pogona, impregniranje (kemijska zaštita) vrši se po najsuvremenijim metodama na način kotlovske impregnacije solima. Upotrebom najnovijih tipova soli omogućuje se najkvalitetnija zaštita u vijeku trajanja i protiv požara.

Za sve isporuke kupcima se dostavlja atest kvalitete.

POTREBA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE REZERVNE ZAŠTITE

Franjo Božuta, Sarajevo

(nastavak iz broja 1—2/1970)

DK 621.316.9

4. Primjena posebnih rezervnih zaštita

Ka ošto smo vidjeli u prošlom broju, zaštitni lanac predstavljaju:

— mjerni transformatori (strujni i naponski),
— sekundarni vodovi od mjernih transformatora do releja,
— zaštitni releji sa pripadajućim pomoćnim uređajima,
— pomoćni izvori za napajanje releja i za priključenje prekidača,
— komandni strujni krugovi od releja do prekidača,
— prekidač s pomoćnim elementima.

Povećana sigurnost djelovanja zaštitnih uređaja može se postići udvostručavanjem pojedinih elemenata u nabrojanom zaštitnom lancu. Kad bi se išlo na udvostručavanje svih elemenata u zaštitnom lancu dobila bi se dva kompletna postrojenja, što je neizvodivo zbog ekonomskih i tehničkih uzroka. Najčešće se upotrebljava udvostručavanje releja s pripadajućim sekundarnim vodovima i strujnim transformatorima, kao i primjena nezavisnih izvora pomoćnog napona.

Karakterističan slučaj udvostručavanja je npr. posebna diferencijalna zaštita generatora i posebna diferencijalna zaštita cijeloga bloka generator-transformator. Pri tom se primjenjuju ili odvojeni strujni transformatori, ili bez odvojene jezgre istog strujnog transformatora. Da bi se postiglo sigurno djelovanje potrebno je da strujni krugovi pomoćnog istosmjernog napona budu odvojeni i nezavisno napajani (napajanje iz odvojenih izvora ili bar putem posebno osiguranih strujnih krugova istog izvora napajanja).

Kod transformatora na kojima se ne može postići rezervno djelovanje pomoću distantnih ili prekostrujnih releja u susjednim postrojenjima, sigurno rezervno djelovanje se postiže udvostručavanjem prekostrujne zaštite transformatora. Prekostrujni releji ugrađuju se u tom slučaju i sa strane donjeg i sa strane gornjeg napona transformatora. Na taj način postoje dva potpuno nezavisna zaštitna lanca, počevši od strujnih transformatora, pa do prekidača. Da bi zaštita na strani gornjeg napona predstavljala sigurnu zaštitu za slučaj zatajenja prekostrujne zaštite na strani nižeg napona, potrebno je da ima nezavisno napajanje strujnih krugova za isključenje prekidača (priključak na posebnu bateriju, na kondenzatorski i isklopni uređaj, isključenje strujom strujnih transformatora ili bar posebno osigurani strujni krug sa sabirnica zajedničke baterije).

Vrlo neugodne posljedice mogu nastati ako iz bilo kojeg razloga nestane istosmjerni pomoćni napon za isključenje prekidača, naročito kad se svi zaštitni uređaji transformatora napajaju iz zajedničkog automata ili osigurača, što je vrlo česta praksa. Ispadom ili namjernim isključenjem takvog automata (kod radova na uređajima, ispitivanju releja, traženju zemljospoja u istosmjernim krugovima i sl.) potpuno se anulira cjelokupna zaštita transformatora, što može imati katastrofalne posljedice, ako se pojavi kvar na transformatoru, to više što je u takvoj situaciji nemoguće daljinsko ručno isključenje prekidača. Zbog toga bi bilo potrebno odvojeno napajanje po grupama koje jedna drugoj predstavljaju rezervu. Tako npr. kad zataji Buchholzova zaštita ne bi smjela zatajiti i direfencijalna zaštita, kad zataji diferencijalna zaštita ne bi smjela zatajiti prekostrujna zaštita i sl. Razdvajanje pomoćnih strujnih krugova na dvije ili više grupa napajanih iz dva nezavisna izvora zahtijeva dodatne automate i rezervni izvor napajanja, ali se postiže neuporedivo veća sigurnost da zaštita neće zatajiti u kritičnom trenutku.

Na dugim vodovima i u mrežama gdje postoji opasnost od velikih prelaznih otpora (kraški tereni), distantna zaštita često nije u stanju da obuhvati kvarove sa zemljom na kraju rezervne zone, a ponekad ni na kraju osnovne zone djelovanja. U takvim slučajevima treba primijeniti osjetljivu dopunsku zaštitu od zemljospojeva, priključenu na nultu komponentu struje. Ona istovremeno predstavlja i rezervu ako zataji osnovna zaštita kod kvarova sa zemljom. Zaštita se izvodi pomoću usmjerenih, osjetljivo podešenih vatmetarskih releja, spojenih na nultu komponentu snage. Vremena djelovanja mogu se stepenovati, ili releji imaju strujno zavisnu karakteristiku. Da bi zaštita predstavljala sigurnu rezervu potrebno je i u ovom slučaju primijeniti odvojeno napajanje strujnih krugova za isključenje.

Neke zemlje (npr. Amerika i Engleska) gdje postoji velika koncentracija instaliranih snaga, gdje su struje kratkog spoja velike, a posljedice prekida u snabdijevanju potrošača vrlo teške (kako za potrošača tako i za proizvođača) primjenjuju se na dalekovodima po dvije distantne zaštite; glavna i rezervna. Pri tom se pazi da karakteristike releja budu različite (npr. kombinacija MHO releja i reaktantnog releja, kombinacija elektromehaničkog i statičkog distantnog releja, diferencijalno-fazna i distantna zaštita i sl.). Releji se priključuju na odvojene strujne transformatore ili bar na odvojene jezgre istog strujnog transformatora. Napajaju se iz odvojenih akumulatorskih baterija i djeluju na odvojene svitke za iskjučenje prekidača. Na udvostručavanje naponskih transformatora i prekidača ne ide se iz ekonomskotehničkih razloga.

Prednost udvostručavanja opreme u zaštitnom lancu, tj. primjene rezervnih zaštita, je u postizanju praktički apsolutne sigurnosti da zaštita neće zatajiti u slučaju kvara. Osim toga, kad zataji glavna zaštita kvar se eliminira jednako brzo ili neznatno sporije, što nije bio slučaj kod rezervnog djelovanja zaštita sa stepenastom karakteristikom u susjednim postrojenjima. Nedostatak je u povećanju troškova. Zbog toga je potrebno u svakom konkretnom slučaju ocijeniti kvalitet opreme i releja, važnost postrojenja i posljedice u slučaju kada zataji osnovna zšatita, i uporediti ih sa troškovima za postavljanje rezervne zaštite. Nedostatak pretjeranog udvostručavanja je i kompliciranost postrojenja i povećana vjerojatnost pogrešnog i nepotrebnog djelovanja zaštite.

5. Primjena zaštite od zakazivanja prekidača

Postizanje zaštite pomoću releja sa stepenastom karakteristikom ugrađenih u susjednim postrojenjima, ima slijedeće nedostatke:

— vrijeme eliminiranja kvara u rezervnom stepenu može biti nedopustivo dugo (0,7 do 3 sek) bilo s gledišta utjecaja na stabilnost sistema, bilo s gledišta razaranja na mjestu kvara (npr. kvar u transformatoru, zatajenje osnovnih zaštita i eliminiranje kvara tek nakon 3 sek III stepenom susjednih distantnih zaštita),

— u slučaju jako uzamčenih mreža dolazi do isključenja prekidača u svim susjednim stanicama, što može dovesti do teških poremećaja u prijenosu energije,

— rezervno djelovanje može izostati kod jakog međunapajanja između mjesta kvara i mjesta ugradnje rezervne zaštite. Postizanje rezervnog djelovanja pod svaku cijenu može dovesti do neselektivnih djelovanja zaštite ili nepotrebnih djelovanja u normalnom pogonu ili kod preopterećenja.

Udvostručavanjem pojedinih elemenata u zaštitnom lancu postiže se znatno veća sigurnost i izbjegavaju se nabrojeni nedostaci, ali uz izvjesno povećanje investicija. Ni potpuno udvostručavanje svih elemenata, osim prekidača, ne daje potpunu sigurnost. U pogonu se, naime, mora računati i s mogućnošću da zataji mehanizam prekidača, prekidom strujnog kruga za isključenje prekidača ili s tim da prekidač ne može prekinuti električni luk u komorama za gašenje luka. Zbog toga treba na kritičnim mjestima predvidjeti, pored rezervnih zaštita, i posebnu zaštitu od zakazivanja prekidača (Breaker Back-Up, Schalter-Reserveschutz).

Najjednostavnija realizacija ove zaštite postiže se dodavanjem jednog ili dva vremenska releja u seriju s izlaznim kontaktima glavne ili rezervne zaštite. Kad glavna zaštita dade komandu za isključenje prekidača aktivira se i dodatni vremenski relej. Vremensko zatezanje djelovanja ovog releja podešeno je preko vremena potrebnog za isključenje prekidača i otpuštanje glavne zaštite nakon prekida struje kvara. Ako je prekidač izvršio komandu glavne zaštite za isključenje, ona otpušta i vremenski relej se vraća u početni položaj. Ako prekidač zataji, (npr. zbog nepostojanja pomoćnog napona za isključenje, prekida isključnih krugova, prevelikih zazora u mehanizmima, zaglavljenje kotve elketromagneta za isključenje, ili iz nekih drugih razloga), ili komora za gašenje luka nije u stanju da prekine struju kvara, vremenski relej zatvara svoje kontakte i ponavlja komandu za isključenje.

Da bi ovakva zaštita predstavljala rezervu za što više elemenata u zaštitnom lancu i da bi sigurno djelovala, potrebno je slijedeće:

— Djelovanje glavne zaštite ne bi trebalo biti ovisno o postojanju pomoćnog napona za isključenje prekidača (napajanje glavne zaštite iz posebnog izvora, napajanje strujom kvara, odvojeni strujni krugovi za napajanje zaštite odn. za isključenje).

— Djelovanje dodatnog vremenskog releja treba biti neovisno o pomoćnom naponu za isključenje prekidača (npr. primjena vremenskih releja napajanih iz međutransformatora protjecanih sekundarnom strujom kvara, statičkih releja napajanih iz posebnih izvora, primjena istosmjernih vremenskih releja napajanih iz posebnog izvora ili priključenih na pomoćni napon za napajanje glavne zaštite).

— Vremenski relej zaštite od zakazivanja prekidača treba djelovati na aktiviranje rezervnog elektromagneta za isključenje prekidača i to putem odvojenog izvora pomoćnog napona (rezervna baterija, poseban strujni krug iz zajedničke baterije, isključenje pomoću struje strujnih transformatora, primjena kondenzatorskih isklopnih uređaja).

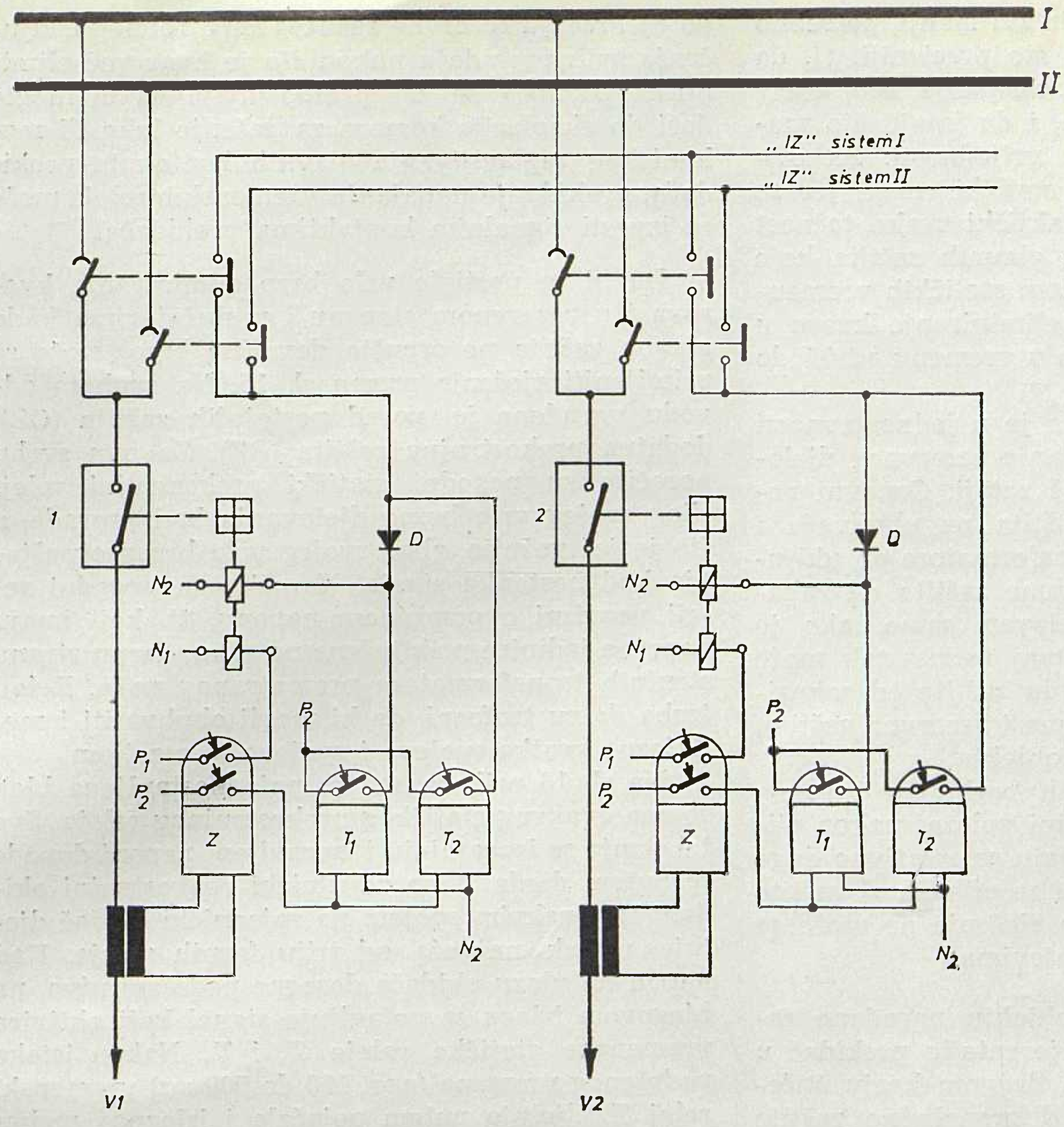
Prednost opisane zaštite od zakazivanja prekidača je u njezinoj jednostavnosti i niskim investicionim troškovima.

Nedostatak ovakvog rješenja jest to što zaštita nije u stanju da eliminira kvar, ako se radi o mehaničkom zakazivanju prekidača, ili ako se ne može gasiti električni luk.

Jedno rješenje ovoga problema je dodatni vremenski relej ili primjena dvostepenog vremenskog releja. U slučaju zatajenja osnovne zaštite prvi vremenski relej (ili I stepen zajedničkog releja) daje komandu za aktiviranje rezervnog isključenog svitka vlastitog prekidača. Ako mehanizam prekidača zakaže ili prekidač nije u stanju prekinuti struju kvara, drugi vremenski relej djeluje nakon potrebne vremenske stepenice na isključenje svih prekidača koji napajaju promatrane sabirnice.

Kod jednostrukog sistema sabirnica komanda za isključenje daje se direktno na svitke za isključenje svih prekidača. Pri tom treba primijeniti ili poseban rezervni izvor pomoćnog napona ili posebno osiguran strujni krug sa zajedničkog izvora.

Kod višestrukih i sekcioniranih sabirnica komanda za isključenje daje se putem releja za preslikavanje uklopnog stanja sabirnica na sve prekidače koji napajaju promatranu sekciju. Na sl. 14 prikazan je pojednostavljeni princip djelovanja ove zaštite. Kod kvara na vodu V_1 djeluje glavna za-



Slika 14

štita Z na glavni svitak za isključenje prekidača 1. Istovremeno se, putem drugog para kontakata, aktiviraju i vremenski releji T_1 i T_2, napajani iz nezavisnog izvora (na slici označenog sa P_2, N_2). Ako prekidač nije isključio, nakon vremena t_1 rezervni svitak prekidača 1 dobija komandu za isključenje iz nezavisnog izvora P_2, N_2. Ako prekidač ni nakon toga ne eliminira struju kvara, vremenski relej T_2 daje komandu za isključenje svih prekidača spojenih na isti sistem sabirnica, putem sabirnog voda za isključenje prekidača spojenih na sistem I ili II sabirnica.

Glavni problem kod primjene opisane rezervne zaštite od zakazivanja prekidača je postizanje dovoljne brzine djelovanja zaštite. Potreban vremenski stepen između djelovanja I i II stepena zaštite od zakazivanja prekidača treba da je:

$$\triangle t = t_{prek} + t_{otp} + 2\,t_{ras} \qquad (23)$$

gdje je:

t_{prek} — vlastito vrijeme djelovanja kod isključenja,
t_{otp} — vrijeme od momenta prekida struje kvara do momenta otpuštanja izlaznog releja glavne zaštite,
t_{ras} — rasipanje vremena djelovanja vremenskih releja.

Da bi se postigao malen vremenski stepen, a prema tome i brzo eliminiranje kvara i u rezervnim stepenima, potrebna je:

— primjena vrlo brzih prekidača,
— primjena glavnih zaštita koje otpuštaju vrlo brzo nakon nestanka uzbude,
— primjena što preciznijih vremenskih releja.

Suvremeni brzi prekidači djeluju kod isključenja u vremenu 40—60 ms, dok starije konstrukcije prekidača imaju vlastito vrijeme djelovanja i iznad 100 ms.

Zaštite sa elektromehaničkim relejima otpuštaju relativno sporo (oko 100 ms), tako da je potreban relativno velik vremenski stepen. Znatno su pogodniji statički releji jer oni i djeluju vrlo brzo (10—30 ms) a i otpuštaju vrlo brzo (6—10 ms). U slučaju kad glavna zaštita otpušta vrlo sporo može se prekidanje napajanja vremenskih releja izvesti pomoću signalnih kontakata prekidača. U tom slučaju u jedn. 23 otpada član t_{otp} i vremenski stepen može biti dosta malen (100—200 ms). Nedostatak takvog rješenja jeste to što rezervna zaštita ne može djelovati, ako je prekidač isključio ali nije bio u stanju da prekine struju kvara. Odluka o primjeni ove varijante ovisi o vrsti i pouzdanosti ugrađenog prekidača.

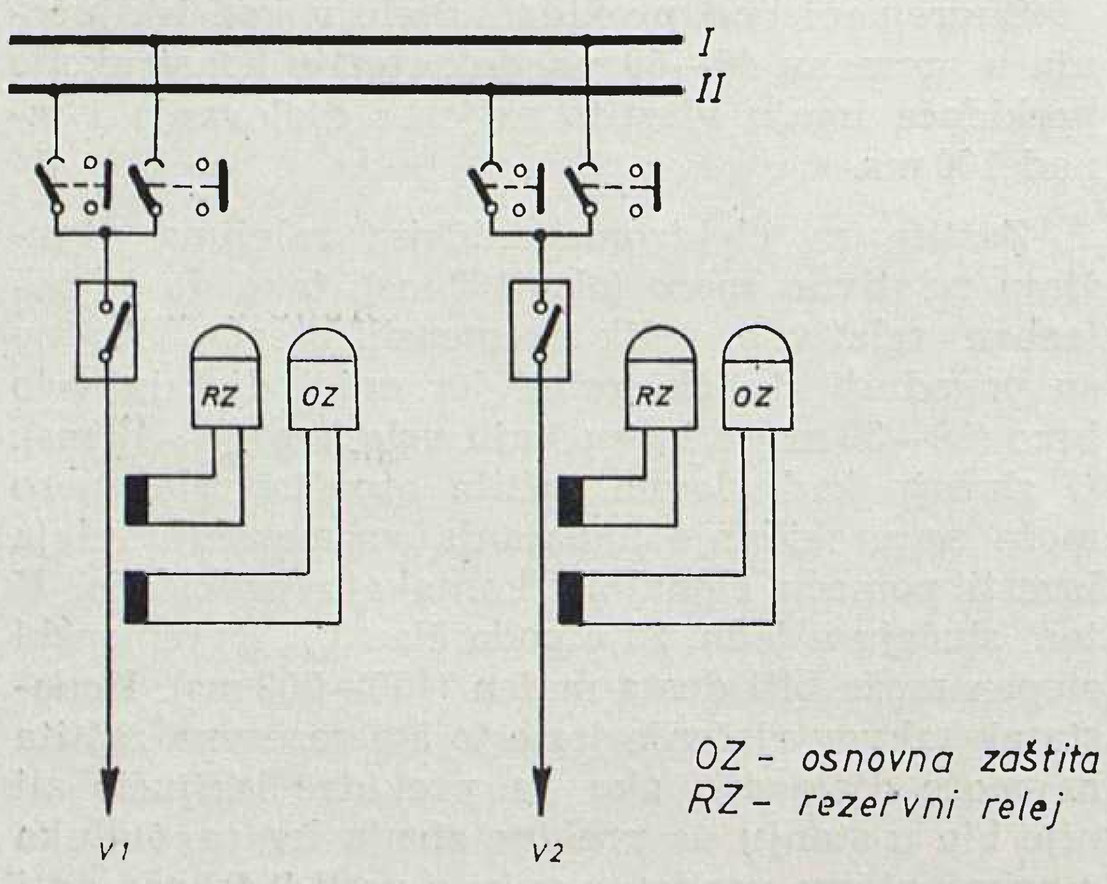
Da bi vremenski stepen bio što manji, potrebno je da vremenski releji budu što precizniji, tj. da imaju što manje vremensko rasipanje kod većeg broja ponovljenih djelovanja, i da imaju što manje odstupanje od podešene vrijednosti. Za ovu svrhu su naročito pogodni statički releji, jer se pomoću njih može postići praktički svaka tačnost djelovanja. Primjenom brzih glavnih zaštita koje otpuštaju vrlo brzo i primjenom statičkih vremenskih releja, može se postići eliminiranje kvara u slučaju zakazivanja prekidača u vremenu od 0,7 do 1 sek.

Prednost opisanog rješenja je u jednostavnosti i malim troškovima za postizanje rezervnog djelovanja u slučaju kad prekidač zataji. Osnovni nedostatak je što rezervna zaštita ne obuhvaća i zaštitni lanac od mjernih transformatora do uključivo glavne zaštite. Prema tome zaštita od zakazivanja prekidača može djelovati samo, ako je djelovala i glavna zaštita. Ovaj nedostatak može se ukloniti tako, da na pobudu zaštite od zakazivanja prekidača djeluje i glavna i rezervna zaštita, odnosno sve zaštite štićenog objekta.

U slučaju primjene sporih prekidača i releja koji se sporo vraćaju u početni položaj nakon eliminiranja struje kvara, dobijaju se relativno duge vremenske stepenice, tako da se efikasnost zaštite smanjuje. Osim toga opisano rješenje ne može se primijeniti u slijedećim slučajevima:

— ako su na štićenom objektu ugrađene zaštite koje ne otpuštaju, ako je zatajio prekidač u susjednom postrojenju ili na drugom kraju štićenog objekta (npr. uzdužne diferencijalne zaštite vodova, diferencijalno-fazne zaštite, distantne zaštite sa slanjem komande za isključenje susjednog prekidača putem VF). To bi dovelo do nepotrebnog djelovanja zaštite od zakazivanja prekidača u susjednoj stanici u kojo je prekidač isključio, ali je zaštita ostala i dalje pobuđena,

— ako glavna zaštita ne otpušta nakon davanja komande za isključenje i eliminiranja struje kvara (npr. termičke zaštite, neki tipovi Buchholzove zaštite). Primjena opisane zaštite dovela bi do djelovanja rezervne zaštite i nepotrebnog isključenja svih prekidača nakon što je kvar već eliminiran. Ukoliko se ne pretpostavlja da bi moglo doći do eksplozije komora za gašenje luka ili mehaničkog zaglavljivanja glavnih kontakata prekidača, prekidanje napajanja vremenskih releja može se izvesti signalnim kontaktima prekidača.



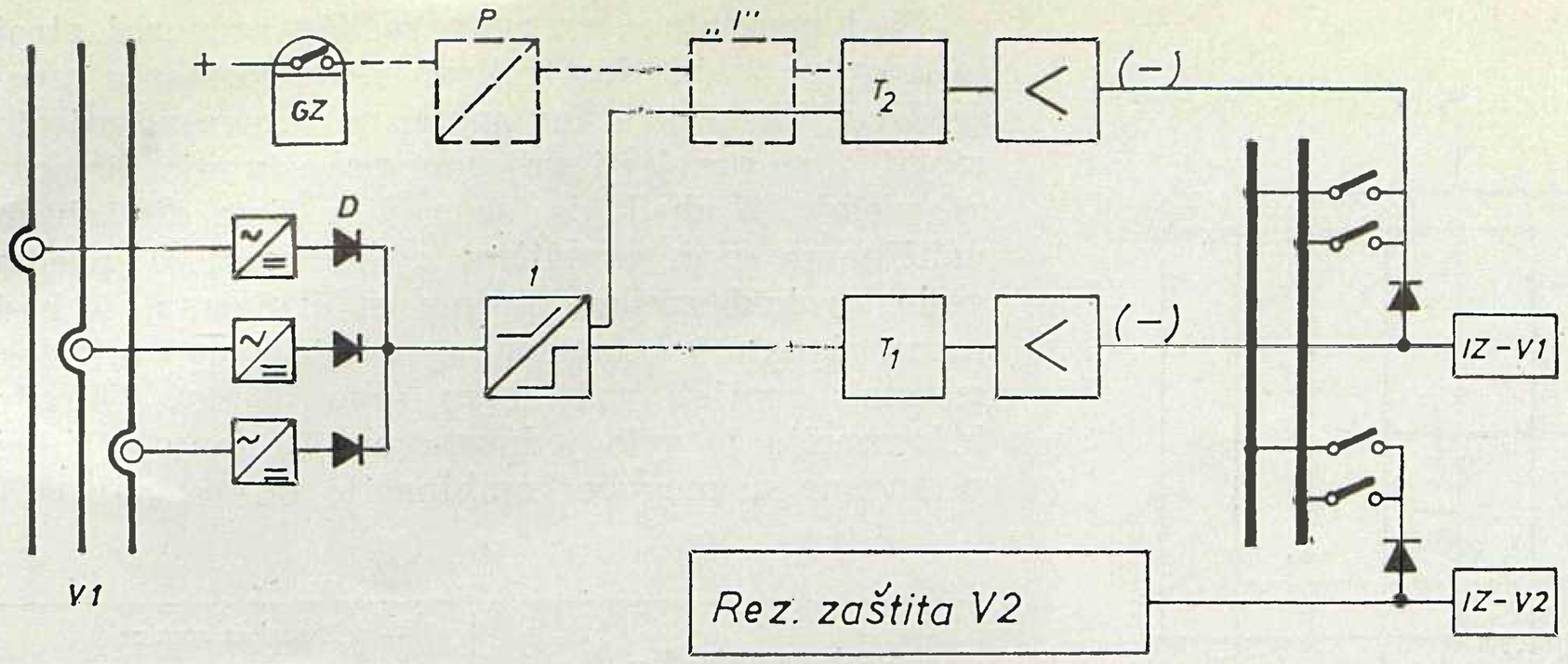
Slika 15

Da bi se postiglo vrlo brzo eliminiranje kvarova i u rezervnom stepenu i u slučajevima kada glavna zaštita ne otpušta dovoljno brzo, može se primijeniti rješenje prema sl. 15. Na svakom odvodu ugrađena je, pored postojećih zaštita (OZ), dodatna prekostrujna zaštita (RZ). Za ovu svrhu naročito su pogodni statički prekostrujni releji zbog svojeg vrlo brzog djelovanja kod prorade, a što je još važnije, zbog svojeg vrlo brzog otpuštanja kod nestanka struje. Naročito su pogodni releji neovisni o pomoćnom naponu, tj. koji imaju napojne jedinice priključene na sekundarnu stranu strujnih transformatora promatranog voda. Releji treba da su trofazni, da bi mogli obuhvatiti i međufazne kratke spojeve i spojeve sa zemljom.

Na sl. 16 prikazazana je pojednostavljena blok shema ovakvog statičkog prekostrujnog releja. Sve tri struje se ispravljaju i ispravljeni naponi dovode se putem dioda D na zajednički prekostrujni okidač (1). Ovakvim spojem na zajednički okidač djeluje uvijek najveća od triju faznih struja. Kad napon na ulazu okidača dosegne podešeni nivo, na njegovom izlazu se pojavljuje signal koji aktivira vremenske statičke releje T_1 i T_2. Nakon isteka podešenog vremena (npr. 100 do 500 ms) vremenski relej T_1 djeluje putem pojačala i izlaznog mehaničkog releja ili tiristora na rezervni svitak za isključenje prekidača. Ako prekidač ne prekine struju kvara, nakon podešenog vremena djeluje vremenski relej T_2 na isključenje svih prekidača spojenih na promatranu sekciju sabirnica. Pomoćni napon za isključenje prekidača treba uzeti iz rezervne akumulatorske baterije, ili bar putem posebno osiguranog strujnog kruga sa glavnih sabirnica istog izvora napajanja.

Ako rezervna zaštita djeluje samo na rezervni svitak za isključenje vlastitog prekidača, nisu potrebne dodatne mjere za sprečavanje nepotrebnog djelovanja zaštite od zakazivanja prekidača. Međutim, ako zaštita djeluje na isključenje svih ostalih prekidača, potrebne su dodatne mjere, jer bi nepotrebno djelovanje ove zaštite moglo imati teške posljedice za normalan rad sistema.

Sigurnost da zaštita od zakazivanja prekidača neće djelovati nepotrebno postiže se tako, da se njeno djelovanje uvjetuje istovremenim djelovanjem glavne i rezervne zaštite. Prema tome, rezervni prekostrujni releji na vodovima pobuđuju vremenski relej T_2 na sl. 16 samo ako je istovremeno djelovala i glavna i rezervna zaštita. Kod elektromehaničkih releja ovaj uvjet se postiže spajanjem u seriju kontakata glavne zaštite i kontakata rezervnih prekostrujnih releja. Kod statičkih releja može se između prekostrujnih i vremenskih releja umetnuti logički »*I*« član, prikazan crtkano na sl. 16. Relej T_2 se pobuđuje samo ako se na



Slika 16

ulazu »*I*« člana istovremeno pojavi i impuls sa glavne zaštite *GZ* (putem pretvarača *P* koji prilagođava izlazni signal glavne zaštite ulaznom signalu logičkog člana).

Prednost ovakvog rješenja je u njegovoj jednostavnosti i sigurnosti da zaštita neće izazvati totalni isklop sabirnica kod slučajne ili namjerne pobude bilo glavne, bilo rezervne zaštite (kod ispitivanja zaštitnih releja, radova na sekundarnim strujnim krugovima, zbog pobude kod preotpterećenja ili njihanja sistema i sl.). Još veća sigurnost da zaštita neće djelovati nepotrebno može se postići tako da je u normalnim pogonskim uslovima prekinut strujni krug za aktiviranje zaštite od zakazivanja prekidača. Samo u momentu pojave kvara zaštita se deblokira. Kao kriterij za deblokiranje zaštite može se primijeniti pojava inverzne i (ili) nulte komponente napona ili pad napona kod kratkih spojeva. U slučaju pojave kvara u mreži naponski releji inverzne ili nulte komponente, odnosno podnaponski releji prorađuju i dozvoljavaju djelovanje rezervnih prekostrujnih releja na aktiviranje vremenskog releja za isključenje svih prekidača koji napajaju promatrani sistem sabirnica. Prednost ovakvog rješenja je u postizanju još veće sigurnosti da zaštita od zakazivanja prekidača neće djelovati nepotrebno. Time se, međutim, zaštita unekoliko komplicira i povećava se mogućnost njenog zatajenja zbog velikog broja uslovnih kontakata spojenih u seriju.

Primjenom brzih prekostrujnih releja na svim odvodima i primjenom odgovarajućih releja za preslikavanje uklopnog stanja na sabirnicama može se i kod dvostrukog sistema sabirnica ili kod sekcioniranih sabirnica postići selektivnost utvrđivanja prekidača koji je zatajio, i isključenje samo onog dijela sabirnica na kojemu je došlo do zakazivanja prekidača. (L. 2).

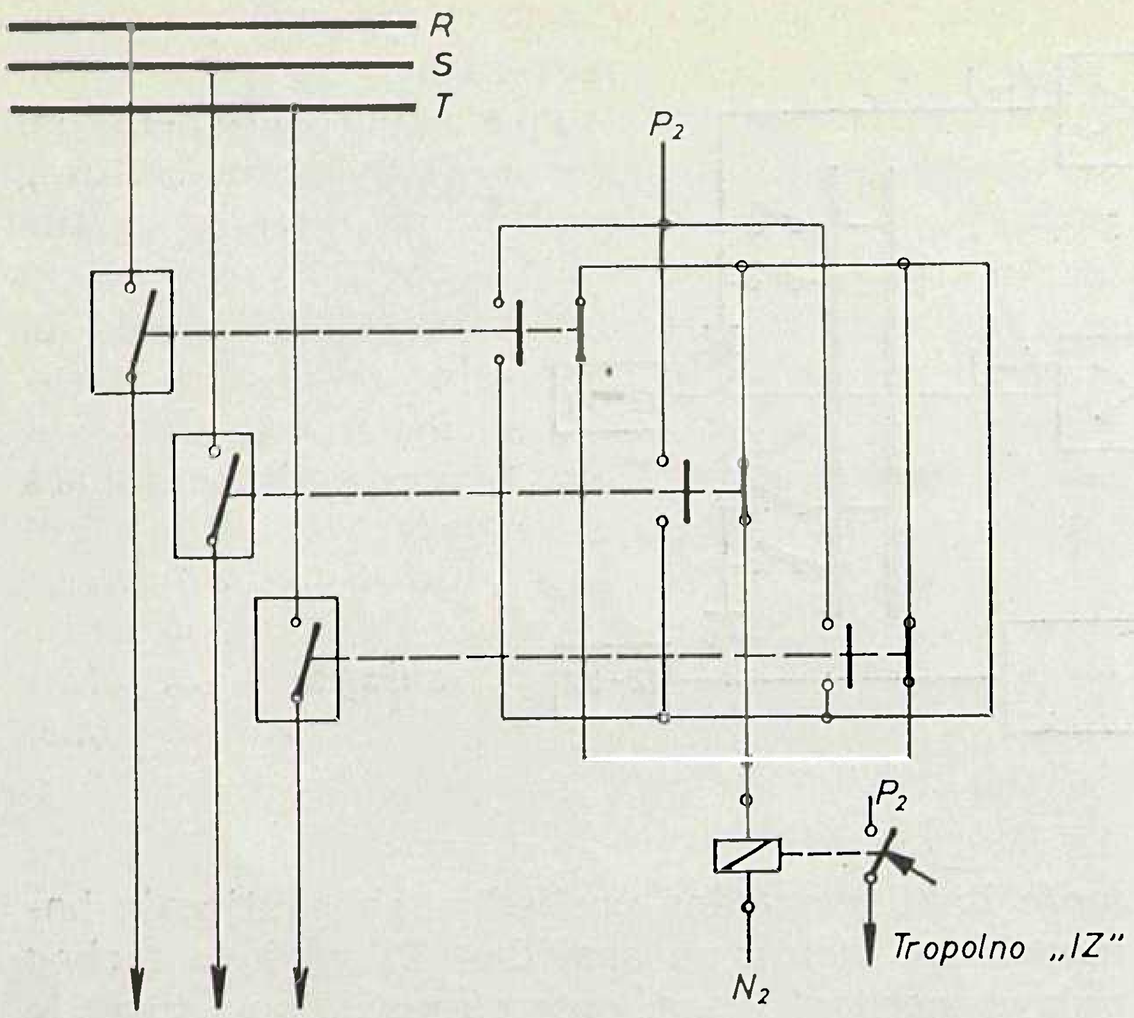
Kako kod djelovanja zaštite od zakazivanja prekidača dolazi do isključenja svih prekidača koji napajaju mjesto kvara ne može se računati s uspješnim ponovnim automatskim uključenjem isključenih vodova. Zato je potrebno da zaštita od zakazivanja prekidača istovremeno dade i komandu za blokiranje rada uređaja za APU.

Zatajenje jednog pola prekidača kod davanja komande za tropolno uključenje ili isključenje može imati neugodne posljedice zbog utjecaja homopolarne struje na susjedne TT vodove i zbog pojave nesimetričnog opterećenja. Zbog toga je potrebno da svi prekidači s odvojenim pogonom po polu imaju i zaštitu od nesklada polova. Princip djelovanja zaštite prikazan je na sl. 17. Ako sva tri pola prekidača nisu u uključenom ili u isključenom položaju aktivira se vremenski relej koji djeluje na ponavljanje komande za isključenje svih triju polova. Zaštita od nesklada polova tredjeluje na ponavljanje komande za isključenje U slučaju da do zatajenja djelovanja jednog pola dođe zbog zaglavljene kotve elektromagneta za isključenje ili zbog prevelikog zazora kotve, ponovljena komanda na isti svitak trajala bi neprekidno, što bi dovelo do izgaranja svitka. Djelovanje na rezervni svitak dovelo bi međutim do isključenja pola, ukoliko nije došlo do kvara na samom mehanizmu prekidača. U slučajevima kad nesklad polova može imati ozbiljne posljedice, zaštita od nesklada polova može se izvesti dvostepeno. Prvi stepen djeluje na ponavljanje komande za isključenje vlastitog prekidača, a ako nesklad ne nestane II stepen djeluje na aktiviranje zaštite od zakazivanja prekidača i isključenje svih prekidača spojenih na promatranu sekciju sabirnica.

6. Mogućnosti realizacije centralne rezervne zaštite dijelova sistema

U suvremenim elektroenergetskim sistemima prenose se u jedno centralno mjesto (dispečerski centar) mnogobrojne informacije iz svih tačaka mreže. Ovdje se te informacije obrađuju uz pomoć računskih strojeva i u pojedine tačke mreže šalju se komande radi što optimalnijeg rada sistema kao cjeline (centralna regulacija snage i frekvencije, regulacija tokova jalove snage i sl.). U posljednje vrijeme došlo se na ideju da se ove informacije iskoriste i u zaštitne svrhe (L. 1, 3).

Zadatak zaštitnih relejnih uređaja u mreži jest da signaliziraju i (ili) isključe štićeni objekt u slučaju opasnih pogonskih stanja (preventivne zaštite) i da što je moguće brže odvoje štićeni objekt od svih izvora napajanja, ako se u njemu pojavi kvar (zaštite od kvarova).



Slika 17

Kako se kod pojave kvarova zahtijeva vrlo brzo djelovanje zaštitnih uređaja (15 do 60 ms) i jer se mjerni organi priključuju na dosta velik broj mjernih veličina, a uz to se zahtijeva i vrlo visoka sigurnost djelovanja, za sada je nemoguća centralizacija i daljinsko djelovanje glavnih zaštita.

Preventivne zaštite ne zahtijevaju tako brzo djelovanje a i rezervne zaštite od kvarova zahtijevaju izvjesno vremensko zatezanje djelovanja. Ovisno o tome da li se radi o centralizaciji preventivnih zaštita ili rezervnih zaštita od kvarova, može, kod današnjeg stanja razvitka tehnike daljinskog mjerenja, upravljanja i signalizacije biti govora o centralnoj kontroli mreže i o centralnoj rezervnoj zaštiti.

Kod centralne kontrole mreže u dispečerski centar prenosilo bi se uklopno stanje mreže, tokovi energija i naponske prilike u pojedinim tačkama mreže. U cilju optimizacije sistema ove mjerne veličine su, u suvremenim dispečerskim centrima priključene na računske strojeve, koji periodički kontroliraju mrežu i daju naloge za optimalnu proizvodnju i prijenos, prema zadanom programu. S obzirom na vanrednu brzinu računskih strojeva oni u takvim slučajevima veći dio vremena miruju. Zbog toga se mogu iskoristiti za proračun prilika u sistemu onda kad bi iz pogona ispao neki generator, transformator ili prijenosni vod. Na osnovu toga stroj određuje potrebne mjere za dovođenje sistema u normalno pogonsko stanje. Ovakvo rješenje stroj memorira i prelazi na proračun slijedećeg fiktivnog poremećaja. Na taj način mogu se u memoriji stroja dobiti potrebne mjere kod svakog poremećaja u sistemu. Ako dođe do poremećaja ili ispada iz pogona pojedinog elementa sistema, stroj može reagirati vrlo brzo, jer nije potrebno da ponovo vrši proračune, i da dade komandu za saniranje novonastalih prilika (uključenje rezerve, uključenje ili isključenje prekidača za promjenu konfiguracije mreže, utjecaj na regulatore napona ili snage i sl.).

Kod centralne rezervne zaštite računski stroj bi također trajno kontrolirao uklopno stanje mreže. Kod pojave kratkog spoja, na centralno mjesto mogli bi se prenijeti smjerovi pokazivanja distantnih releja. Budući da se radi o čisto digitalnim veličinama (npr. o veličini x kod smjera prema vodu, y kod smjera prema sabirnicama, 0 kad nema signala) informacija se može na centralno mjesto prenijeti vrlo brzo (oko 50 ms). Obrada informacija je vrlo jednostavna. U donjoj tablici prikazane su moguće kombinacije za vod A-B.

Stanje na vodu $A - B$	Signal iz stanice	
	A	B
Normalno pogonsko stanje	0 x y	0 y x
Vod ispravan, mjerni transformatori ili prijenosni put u kvaru	0 y	y 0
Kvar na vodu, relej ispravan prekidač zatajio	x	x
U kvaru transformator, relej ili prijenosni put	0	x

Na osnovi primljenih informacija stroj kontrolira da li će lokalne zaštite eliminirati kvar (da li će se pojaviti signali 0 — 0). Ako unutar određenog vremena, potrebnog za djelovanje glavne ili lokalne rezervne zaštite i za prenošenje informacija u centar kvar ne bude eliminiran, stroj daje komandu za isključenje svih susjednih vodova koji napajaju mjesto kvara. Pri tom se odabiru optimalna mjesta isključenja, i to prema određenoj strategiji (npr. isključenje spojnog polja kod dvostrukog sistema sabirnica, sekcioniranje sabirnica na kojima je zatajio prekidač, a tek nakon toga isključenje okolnih prekidača koji još uvijek napajanja mjesto kvara). Na taj način moglo bi se postići rezervno isključenje u vremenu od oko 0,4 sek, ovisno o brzini djelovanja osnovnih zaštita i brzini prijenosa signala i komandi.

Prednost opisane zamisli je u tome što centralna mrežna rezervna zaštita može biti daleko elastičnija kod promjene uklopnih stanja u mreži, od lokalnih rezervnih zaštita. Ona može djelovati prema određenoj strategiji ovisnoj o prilikama u mreži, tako da iz pogona isključuje minimalno potreban broj vodova i odmah djeluje na sređivanje novonastalih prilika (npr. isključenje grupa generatora, ako bi dalji prijenos bio nestabilan). Nedostatak je u ekstremno visokim zahtjevima s obzirom na kvalitetu i pouzdanost prijenosnog puta i sigurnost da ne bi dolazilo do isključenja prekidača zbog vanjskih utjecaja u normalnom pogonu.

Imajući u vidu vrlo brz razvitak tehnike daljinskog mjerenja i upravljanja kao i tehnike poluvodiča i računskih strojeva može se očekivati da će se ove mogućnosti sve više primjenjivati i u zaštitne svrhe.

7. Zaključak

Iako su zaštitni releji kao samostalni uređaji vrlo sigurni, zaštita dalekovoda, transformatora i generatora kao cjeline ne može se smatrati potpuno sigurnom. Mora se računati s mogućnošću da zataji svaki od elemenata u zaštitnom lancu: mjerni transformatori — sekundarni krugovi — relej — pomoćni napon za rad releja i isključenje prekidača — prekidač. Pogonska iskustva pokazuju da je takav zaključak tačan (izgaranje transformatora 150 MVA u Kaknju, eksplozija i izgaranje transformatora 20 MVA u Mostaru, izgaranje uzemljenja i dijela dalekovoda 110 kV Trebinje — Bileća, i slični kvarovi kod elektroprivrednih organizacija u drugim republikama).

Povećana sigurnost djelovanja zaštite kao cjeline može se postići:

— odgovarajućim projektiranjem priključka zaštitnih uređaja. Od naročite važnosti je pridavanje pune pažnje istosmjernim krugovima za rad releja i isključenje prekidača. Potrebno je odvojeno napajanje pojedinih grupa zaštitnih uređaja koje po svome načinu djelovanja predstavljaju jedne drugima rezervu.

— Temeljitim ispitivanjem cijelog zaštitnog lanca kod puštanja objekata u pogon i kod redovnih revizija i ispitivanja zaštite,

— trajnom kontrolom postojanja pomoćnog napona za rad zaštite i isključenje prekidača i trajnom kontrolom neprekinutosti isključnih krugova,

— ugradnjom rezervnih zaštita koje će djelovati kad zataji osnovna zaštita. Rezervno djelovanje može se postići: odgovarajućim podešavanjem zaštitnih uređaja sa stepenastom vremenskom karakteristikom (prekostrujne i distantne zaštite), primjenom rezervnih zaštita i primjenom zaštita od zakazivanja prekidača.

Domaća industrija zaštitnih releja trebala bi razraditi detaljne sheme rezervnih zaštita transformatora i vodova, kao i sheme zaštite od zakazivanja prekidača, a domaća industrija prekidača trebala bi isporučivati prekidače s glavnim i rezervnim svitkom za isključenje. Svici za isključenje trebali bi imati što manju vlastitu potrošnju, kako bi se mogli primijeniti i relativno slabi izvori napajanja (isključenje strujom strujnih transformatora, isključenjem pomoću kondenzatorskih isklopnih uređaja).

Literatura

1. Ungrad: *Reserveschutz.* BBC. Mitt. 1968. H. 6. S. 856.
2. Ungrad: *Ustroistvo rezervirovanija pri otkaze vikljućateljej 35 — 500 kV. Rukovodjaščie ukazanija po relejnoi zaščite.* Moskva 1966.
3. Glavitsch, Pichard: *Überlegungen zu einer zentralen Netzüberwachung.* BBC Mitt. 1968. H. 7. S. 359.
4. Dittrich: *Folgeschutz in Hochspannungsanlagen.* Elektrie 1966. H. 12. S. 451.
5. Hahn: *Probleme des Reserveschutzes von Verbundnetzen.* BBC Mitt. 1966. Nr. 11/12, S. 856.
6. Barnes, Hauspurg: *Relay Protection for the Ohio Valley Electric Corporation 330 kV System.* Pow. App. and Systems 1956. No. 25. p. 613.
7. Barzam: *O primeneniji kriteriev teorii nadežnosti k tehnike relejnoi zaščiti.* El. stancii, No. 1. 1969.

Naslov pisca: Franjo Božuta, dipl. ing.
Elektroprenos, Sarajevo.

ATM

PODUZEĆE ZA AUTOMATIZACIJU I TEHNIKU MJERENJA U INDUSTRIJI

ZAGREB, HEINZELOVA 70 A

KONZULTACIJE, PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJA, MONTAŽA, SERVIS I ODRŽAVANJE MJERNO REGULACIONIH UREĐAJA ZA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA I RAZVOD ENERGETSKIH FLUIDA

— TERMOELEMENTI
— OTPORNI TERMOMETRI
— POKAZIVAČI TEMPERATURE
— MJERAČI PROTOKA
— MJERAČI UTROŠKA TOPLINE (KALORIMETRI)
— MJERENJE PRITISKA
— ANALIZA DIMNIH PLINOVA
— AUTOMATSKE STANICE ZA REDUKCIJU PRITISKA I TEMPERATURE PARE
— AUTOMATSKA REGULACIJA NIVOA, TEMPERATURE, PRITISKA, PODTLAKA, PROTOKA
— DALJINSKA KOMANDA (SERVOMOTORI I REGULACIONI VENTILI)
— SIGNALIZACIJA

TELEFONI: 514-122, 515-713, 515-050
TELEX: 21364, PP 466

KABELSKI RAZVOD 35 kV I TRANSFORMATORSKE STANICE 35/10/0,4 kV 1×4 MVA+1×400 kVA

Branko Damjanović, Rijeka

Opisan je kabelski distributivni sistem 35 i 10 kV i stanice 35/10 kV s jednom jedinicom od 4 MVA, s time da se prednost daje napojnim kabelima kao kao primarnim elementima sistema. Naprotiv, stanice 35/10 kV mogu se smatrati kao sekundarni elementi sistema, pa ih kao takve treba projektirati i izgraditi: jednostavno, brzo i jeftino.

DK 621.311.42

1. Uvod

Sve do nedavno u nekim našim mjestima bila je dovoljna jedna ili najviše dvije transformatorske stanice 30/10 kV koje su bile locirane na periferiji grada i u ono vrijeme su mogle u potpunosti opskrbiti električnom energijom čitavo gradsko područje.

Zbog naglog i brzog povećanja opterećenja i potrošnje, troškovi rekonstrukcije i proširenja stanica 30/10 kV sa priključivanjem novih kabela za povećano opterećenje postojećih i novih potrošača isplatili bi se samo do neke mjere. Proširenja i perspektivni razvoj grada i prigradskih naselja sada traži elastičnija i efikasnija tehnička i ekonomska rješenja razvoda, a eventualno i izmjenu principa dosadašnjeg načina napajanja. Jedno od takvih rješenja je »degradiranje« stanica 30/35 kV pretvaranjem u veće distributivne s time da bi ih zamijenile stanice 110/35 kV. Drugim rješenjem mogu se npr. usvojiti transformatorske stanice 110/10 kV koje bi također zamijenile postojeće 30/10 kV. U oba slučaja čitavo područje grada i okoline dobilo bi jednu ili više stanica 110/10 kV ili pak kombinirano.

Iako se u snabdijevanju potrošača u velikim gradovima može dati neka prednost transformatorskim stanicama 110/10 kV, ovdje ćemo se pozabaviti razvodom 35 kV i stanicama 35/10 kV tj. onim naponom koji je prilično raširen kod nas u Jugoslaviji.

Vodeći računa o vrlo visokim troškovima izgradnje klasičnog tipa stanice 30/10 kV, i njezinog brzog energetskog zastarjevanja, nove stanice 35/10 kV kao distributivne, moraju se što više pojednostavniti i time što više pojeftiniti.

Treba odmah napomenuti da su se do sada transformatorske stanice 30/10 kV projektirale i gradile ne samo s previše neiskorištenog prostora nego i s velikom rezervom za eventualnu naknadnu ugradnju elektroopreme. Radi toga one sada i zauzimaju velike površine koje je bilo teško osigurati u skučenom gradskom području. U traženju slobodnog prostora i slobodnog terena one su locirane daleko od centra opterećenja i potrošnje, iako bi se po pravilu, morale locirati u samom centru. Ovo udaljavanje povuklo je za sobom dulje sekundarne kabele, a time i veće presjeke. U krajnjoj liniji povećale su se investicije, a istodobno i gubici energije.

Još i sada je uobičajeno da se stanice 30/10 kV grade s većim brojem ćelija među kojima je predviđen izvjestan broj rezervnih. Osim toga u svakoj su transformatorskoj stanici predviđena barem dva učinska transformatora od kojih jedan služi kao rezerva. Na višem i nižem naponu izvode se dvostruke sabirnice (pa čak i pomoćne). Uzme li se u obzir da u jednoj stanici stoji neiskorišten jedan učinski transformator (ili samo mjesto za njega), jedan par sabirnica i po nekoliko ćelija 30 i 10 kV, i ako se uzme u obzir da je za smještaj čitave ove opreme bilo potrebno izgraditi veću zgradu izvan centra opterećenja, dolazimo do zaključka da su u jednoj zgradi smještene dvije stanice od kojih je samo jedna u pogonu i iskorištena u potpunosti. U drugi dio transformatorske stanice uložena je prilična svota novaca, koji čeka da se dovrši i da se eventualno u neodređenoj budućnosti počne eksploatirati.

Mislim da se energetski postiže ekonomčinije, a u pogonskom i strateškom pogledu sigurnije rješenje, ako se umjesto jedne glomazne stanice 30/10 kV, izgrađene izvan centra opterećenja, predvidi više manjih tipiziranih stanica sa jednom jedinicom 35/10 kV koje bi se postepeno gradile, i locirale u samom centru opterećenja.

Princip »jedan učinski transformator — jedna transformatorska stanica« opravdava se činjenicom da čak i stanice 110/35 kV u prvoj etapi izgradnje imaju samo jednu jedinicu koja godinama radi bez ikakvih smetnji, iako bi u ovako važnim tačkama morale biti montirane, radi sigurnosti pogona i nesmetanog opskrbljivanja grada električnom energijom, dvije jedinice. Znači, ako u stanicama 110/35 kV, koje su znatno važnije i izloženije unutrašnjim i vanjskim štetnim utjecajima, odmah montirane dvije jedinice, tada ni u stanicama 35/10 kV nisu potrebna dva transformatora 35/10 kV.

Prije nego damo opis pojednostavljene transformatorske stanice 35/10 kV, upoznat ćemo se s osnovnim koncepcijama na kojima se ova pojednostavnjenja baziraju.

2. Principi razvoda

S obzirom na naglo povećanje opterećenja kod postojećih, a još više pojavljivanjem novih nepredviđenih velikih potrošača, može se dogoditi da se umjesto jednog težišta opterećenja pojave dva ili više njih. U tom je slučaju bolje napustiti posto-

nice u novim centrima opterećenja nego investirati ječu i izgraditi nove, manje transformatorske sta- u proširenje jedne glomazne stanice koja je i onako u energetskom pogledu zastarjela. Nove treba tako izvesti da imaju rasplet kabela 35 i 10 kV vrlo mali. Po mogućnosti dva vodna polja na strani 35 kV i dva na strani 10 kV.

Nove stanice s napojnim kabelom, učinskim transformatorom i izlaznim kabelima opterećuju se u normalnom pogonu nominalnom strujom. U koliko se opterećenje poveća, tada treba ispitati mogućnost izgradnje nove stanice 35/10 kV, polaganje novog kabela 35 kV ili polaganje novih kabela 10 kV. Ako ovakva stanica energetski zastari, njeno napuštanje će biti vrlo jednostavno. Ulazni i izlazni kabel 35 kV međusobno se spoje u blizini napuštene stanice ili na nekom pogodnijem mjestu. To isto vrijedi i za kabele 10 kV. Zgrada se može upotrijebiti u neke druge svrhe ili rušiti.

Rasplet kabela 10 kV treba tako izvesti da se u slučaju kvara nekog vitalnog dijela, transformatorska stanica stavlja izvan pogona kompletna, s tim da njezine potrošače preuzmu susjedne stanice 35/10 kV preko kabela 10 kV ili posebna rezervna stanica 35/10 kV koja se za tu svrhu mora predvidjeti, a o kojoj će kasnije biti riječi.

Naprijed navedenom pojednostavljenju idu još u prilog i modernija tehnička i komunikaciona sredstva koja sve više utječu na sigurnost pogona i bržu intervenciju u slučaju ma kakvih smetnji na postrojenju:

a) ponovo uključivanje učinskih sklopki,

b) daljinskim upravljanjem, kontrolom i mjerenjem mogu se s jednog mjesta (iz dispečerskog centra) obavljati svi manevri i kontrole, imajući istodobno pregledno pogonsko stanje mreže i postrojenja. Primjenom ovog sistema izbjegava se dupliranje skupe opreme: visokonaponskih sklopki, strujnih i naponskih mjernih transformatora, razne relejne zaštite, itd.

c) pomoću radioveza može se uvijek narediti uklopničaru u transformatorskoj stanici 110/35 kV ili dispečeru da isključi napojni kabel ili vod, a zatim da običnim rastavljačem (ako nisu montirani učinski) izvrši potrebne manevre. To isto vrijedi i za uključivanje.

d) Upotrebom signalno-komandnih (pilot) kabela mogu se operacije pod c) obavljati i iz same stanice 35/10 kV.

Princip napajanja stanica 35/10 kV usvojen je radijalan iz TS 110/35 kV tako da kabel i sabirnice 35 kV u tim tačkama sačinjavaju jednu energetsku cjelinu pa ih je kao takve dovoljno štititi učinskom sklopkom s automatskim ponovnim ukapčanjem (kraće APU) u glavnoj transformatorskoj stanici 110/10 kV.

Također se neće mnogo izgubiti, ali će se znatno pojeftiniti TS 35/10 kV, ako se transformatorsko polje 35 kV uopće ne zaštićuje učinskom sklopkom.

Ovdje je, radi struje kratkog spoja, usvojen bakreni kabel presjeka 3 × 150 mm², ili aluminijski kabel 3×240 mm² ili pak nadzemni vod 3×120 mm² Ač koji se maksimalno mogu opteretiti strujom 300, 310 i 345 A, odnosno preko njih se može prenijeti 18,1 MVA, 18,7 i 20,7 MVA.

Kako naše tvornice imaju u serijskoj proizvodnji učinske transformatore 8, 4 i 2,5 MVA (veće i manje snage su izostavljene), to se na kabel ili na zračni vod 35 kV mogu priključiti:

2—3 transformatora snage 8 MVA,
4—5 transformatora snage 4 MVA,
7—8 transformatora snage 2,5 MVA.

Usvajanjem principa »jedan transformator — jedna stanica« proizlazi da se na jedan kabel ili na jedan vod 35 kV može priključiti isti broj transformatorskih stanica kao i transformatora.

Za gradske distributivne stanice 10 kV obično se usvajaju transformatori nominalne snage 250, 400 i 630 kVA, a za vangradske od 50 do 250 kVA. U daljnjem izlaganju, kada budemo spominjali gradske distributivne stanice 10/0,4 kV, obično će se raditi o transformatorskim stanicama u kojima je montiran transformator od 400 kVA.

Kabeli i vodovi 10 kV, koje bih preporučio da se usvoje, imaju maksimalne dozvoljene struje:

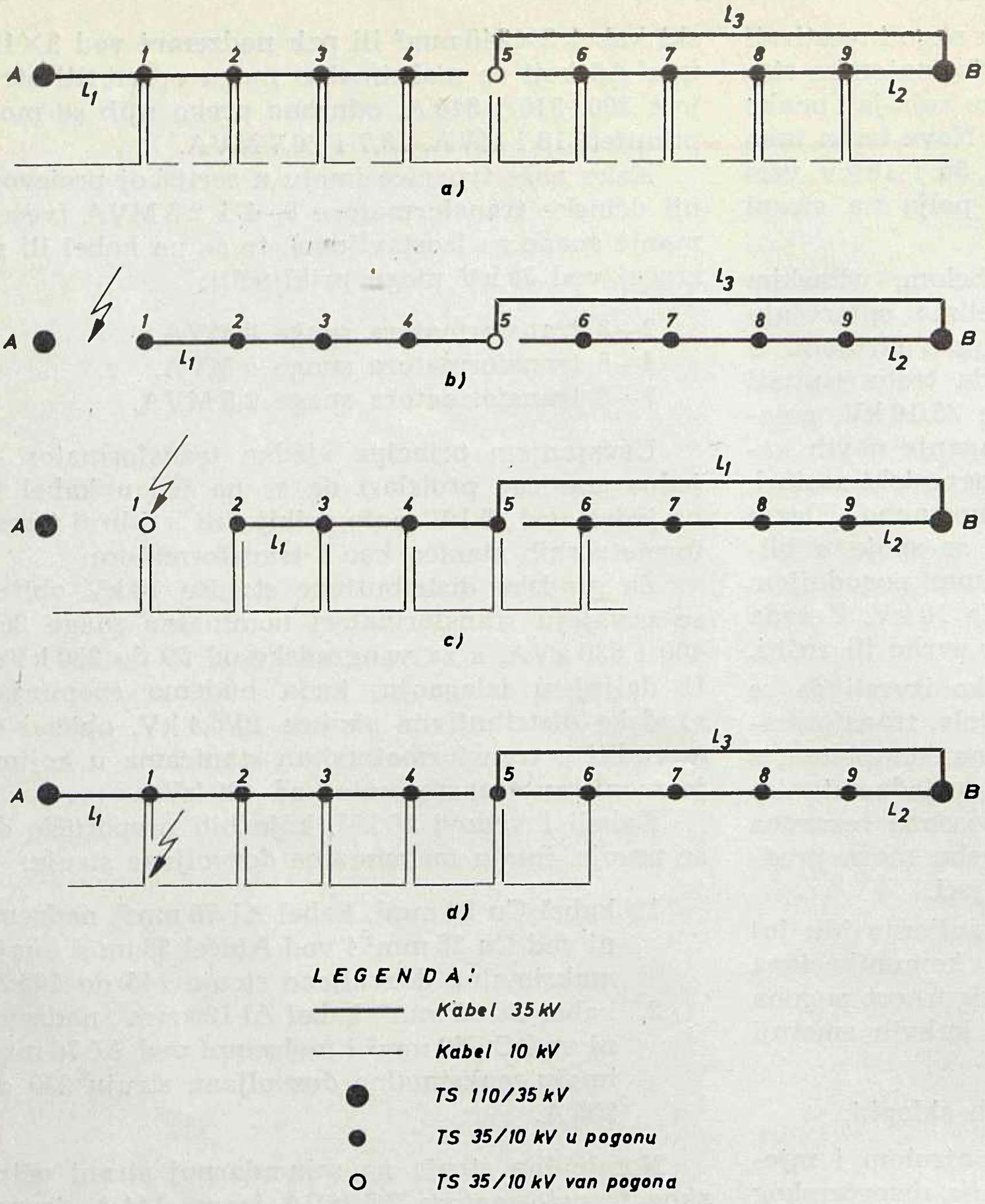
1. kabel Cu 50 mm², kabel Al 70 mm², nadzemni vod Cu 25 mm² i vod Alučel 35 mm² imaju maksimalne dozvoljene struje 145 do 165 A.
2. kabel Cu 95 mm², kabel Al 120 mm², nadzemni vod Cu 50 mm² i nadzemni vod Ač 70 mm² imaju maksimalno dozvoljenu struju 230 do 255 A.

Nominalna struja na sekundarnoj strani učinskog transformatora 2,5 MVA iznosi 144 A, transformatora 4 MVA 230 A, a transformatora 8 MVA oko 460 A. Prema tome, transformator od 2,5 MVA je dovoljan za napajanje jednog kabela ili nadzemnog voda usvojenog u prvom retku, a transformator od 4 MVA u drugom retku. Za transformator od 8 MVA morala bi se uzeti 2 kabela ili 2 voda iz drugog retka.

Gornja razmatranja imaju opravdanje kada transformatorske stanice 10/0,4 kV nisu previše udaljene jedna od druge, pa se pad napona može zanemariti. Kod vangradskih stanica mora se voditi računa i o padu napona, pa bi se za isti broj i za istu snagu transformatora morali povećati presjeci ili usvojiti veći broj izlaza. U praksi se pribjegava ovom drugom rješenju tj. povećava se broj izlaza, jer je broj priključenih stanica veći s obzirom na mala opterećenja.

Sada se postavlja pitanje: koju snagu transformatora usvojiti 2,5 MVA, 4 MVA ili 8 MVA za napajanje potrošača u već izgrađenim mrežama koje napajaju stanice 10/0,4 kV?

U većini slučajeva gradske i prigradske stanice 10/0,4 kV imaju samo ulaz i izlaz kabela 10 kV čiji presjek iznosi (zavisi od distributivnog poduzeća) 35, 70 i 95 mm² za bakar ili adekvatan za aluminij. Uspoređivanjem dozvoljenih struja za usvojene presjeke kabela i vodova, te kabela koji su već u eksploataciji, s nominalnim sekundarnim strujama



LEGENDA:

Kabel 35 kV

Kabel 10 kV

TS 110/35 kV

TS 35/10 kV u pogonu

TS 35/10 kV van pogona

Slika 1

učinskih transformatora, proizlazi da bi za gušće naseljena gradska područja bili najprikladniji transformatori od 4 MVA, a za rjeđe naseljena 2,5 MVA.

Tako bi se samo dogradnjom dijela 35 kV i komore za transformator 35/10 kV uz jednu već izgrađenu gradsku transformatorsku stanicu 10/0,4 kV odmah dobila stanica snage 4 MVA i napona 35/10/0,4 kV sa dva izlaza 10 kV.

U normalnom se pogonu usvojeni presjek kabela 35 kV može opteretiti sa 18 MVA ili pak na ovaj bi se kabel moglo priključiti

$$\frac{18{,}0}{0{,}4} = 45$$

transformatorskih stanica snage 400 kVA.

Istim se računom dobije da se na jedan transformator od 2,5 MVA može priključiti 6—7 transformatora od 400 kVA, a na onaj od 4 MVA oko 8—10 transformatora.

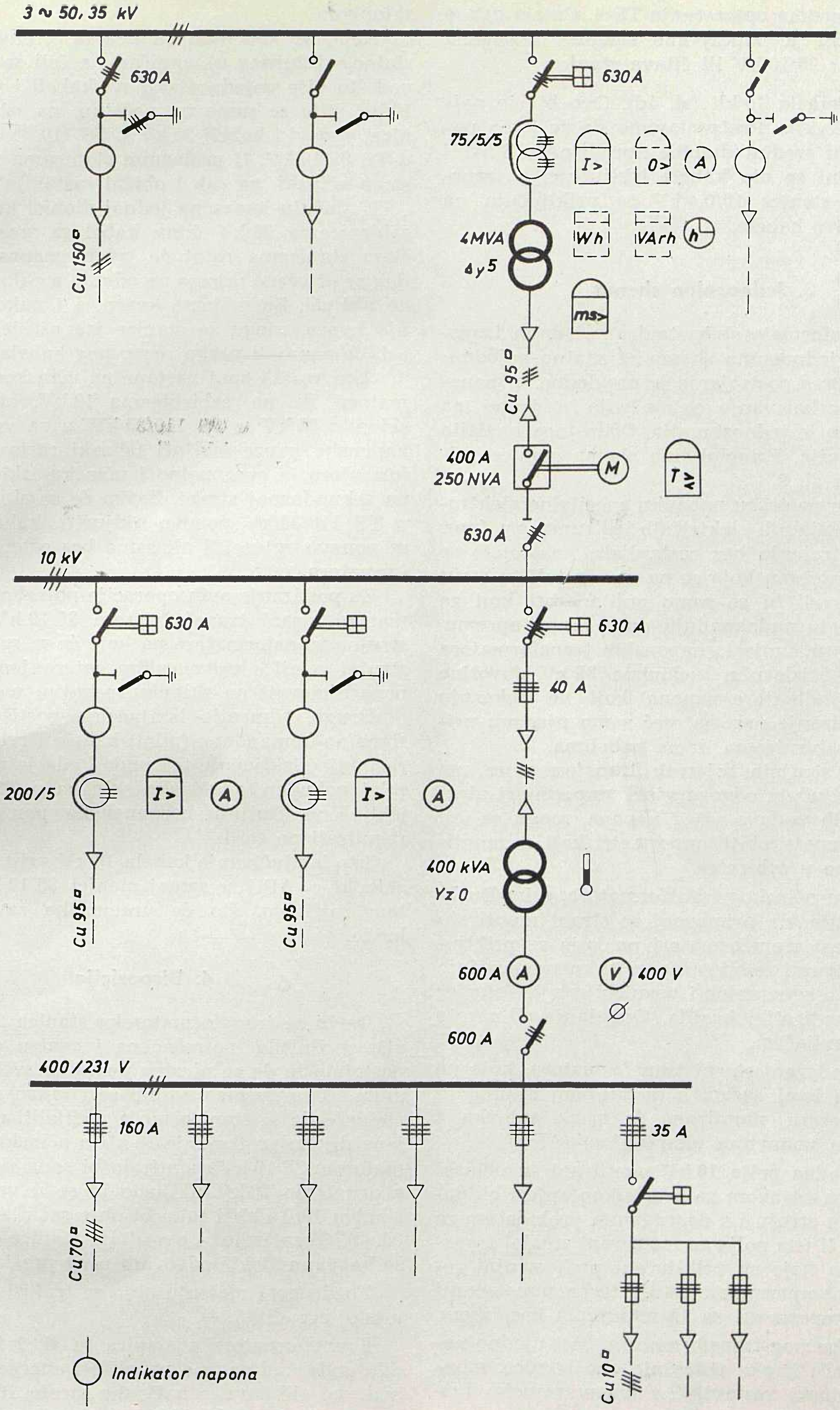
Kako iz stanice 10/0,4 kV — u većini slučajeva — izlaze barem dva kabela 10 kV, to bi bilo poželjno da se na jedan od njih mogu priključiti sve stanice 10/0,4 kV, u slučaju da je jedan od njih u kvaru ili kada preuzima opterećenje sa kabela drugih transformatorskih stanica.

Princip normalnog napajanja, kod usvojenog tipa stanice 35/10 kV kao i u slučaju kvara kabela 35 i 10 kV te ispadanje iz pogona jedne stanice, prikazan je na sl. 1. Opisat ćemo 4 karakteristična slučaja:

a) *Normalno napajanje* (sl. 1a). Osam transformatorskih stanica 35/10 kV, svaka s transformatorom od 4 MVA, napaja se iz pojnih tačaka A i B (stanice 110/35 kV) preko kabela 1_1 i 1_2, koji su sekcionirani u TS-5. Ova stanica, koja se napaja preko kabela 1_3 služi kao rezerva ostalim transformatorskim stanicama. Ona se stalno drži pod naponom kao i rezervni kabeli 35 i 10 kV koji su vezani sa susjednim stanicama. Treba napomenuti da rezervni kabel 1_3 nije potreban, ako je na kabelu 35 kV, između pojnih tačaka A i B, priključeno 4—5 stanica, svaka od 4 MVA (sl. 8a).

b) *Kvar na kabelu 35 kV* (sl. 1b). Najnepovoljniji slučaj napajanja stanica 35/10 kV nastaje kada je kvar na dionici kabela 35 kV između TS-A i TS-1 ili između TS-B i TS-9. Tada se čitavo opterećenje s oštećenog kabela prebacuje na kabel 1_3.

c) *Kvar na početku kabela 10 kV* (sl. 1c). Ovaj najnepovoljniji slučaj nastaje tada kad se kvar pojavi na početku kabela 10 kV u TS-1 ili u TS-9.


3 ~ 50, 35 kV
630 A
Cu 150 □
630 A
75/5/5
I>
0>
A
4MVA
4y5
Wh
VArh
h
ms>
Cu 95 □
400 A
250 NVA
M
T ≷
630 A
10 kV
630 A
630 A
40 A
200/5
I>
A
I>
A
Cu 95 □
Cu 95 □
400 kVA
Yz 0
600 A
A
V
400 V
600 A
400/231 V
160 A
35 A
Cu 70 □
Cu 10 □
Indikator napona

Slika 2

U tom slučaju TS-2 preuzima opterećenje stanice 1, TS-3 preuzima TS-2, TS-4 preuzima TS-3 i najzad TS-5 preuzima opterećenje TS-4. Ostalo ostaje normalno. Isti je slučaj kad ispadne iz pogona transformator 35/10 kV ili čitava stanica.

d) *Kvar kabela 10 kV* (sl. 1d). Ovo bi bio najčešći slučaj kvara. Pretpostavimo da je kvar nastao negdje u sredini dionice npr. između TS-1 i TS-2. Oštećeni se dio kabela isključuje, a transformatorske stanice 10/0,4 kV se priključuju na najbliže zdrave kabele.

3. Jednopolna shema

Kod transformatorskih stanica s jednim transformatorom jednopolna shema je znatno pojednostavljena, čitavo postrojenje je pregledno, a manevriranje i prebacivanje opterećenja s jedne na drugu stanicu je jednostavnije. Osim toga i zaštita je jednostavnija. Principijelna shema stanice prikazana je na sl. 2.

S obzirom na tešku nabavku specijalne elektroopreme i specijalnih električnih instrumenata (npr. oklopna postrojenja bez rastavljača). nastojalo se upotrijebiti opremu koja se na našem tržištu može nabaviti. Uvezli bi se samo oni aparati koji za neznatnu svotu nadoknađuju našu skupu opremu.

Tako je npr. umjesto naponskih transformatora na ulaznim i izlaznim vodovima 35 kV dovoljno upotrijebiti indikatore napona koji ne pokazuju visinu i variranje napona, već samo njegovu prisutnost na sabirnicama ili na kabelima.

Umjesto strujnih mjernih transformatora, na koje se priključuju odgovarajući ampermetri ulaznih i izlaznih vodova višeg napona, mogu se (ali ne moraju) upotrijebiti ampermetri koji se montiraju direktno u sabirnice.

Za zaštitu učinskog transformatora, osim Buchholzove zaštite, na primarnoj se strani montiraju strujni mjerni transformatori na koje se priključuju prekostrujni releji sa nezavisnim vremenskim zatezanjem, a eventualno i termički releji. Također se mogu montirati i brojila. Odvajanje od mreže vrši se rastavljačem.

Na sekundarnoj strani transformatora, koja ne mora biti u istoj zgradi s primarnom stranom i transformatorom, montirana je samo sklopka s automatskim ponovnim ukapčanjem (APU).

U dva vodna polja 10 kV montirani su učinski rastavljači sa spravom za brzo ukapčanje i okidanje na radnu struju i s dograđenim prekidačem za uzemljenje. U ista polja su montirani strujni transformatori na koje su priključeni prekostrujni releji i jedan ampermetar. Ovdje treba napomenuti da su svi ampermetri sa 15-minutnom kazaljkom.

U ćeliji kućnog transformatora, koji ujedno napaja potrošače široke potrošnje oko stanice, montiran je učinski rastavljač s odgovarajućim primarnim osiguračima.

Na sekundarnoj strani ovog transformatora pričvršćen je, direktno na sabirnice, jedan ili više ampermetra. Izlazi niskog napona štite se visokoučinskim osiguračima i sa sabirnicama se odvajaju od sekundarne strane transformatora polužnom sklopkom.

Kako se kod ovih stanica ne predviđa mjesto stalnog dežurnog uklopničara, a želi se da se razvod što više pojednostavi, svi kabeli i vodovi 35 i 10 kV štite se samo na početku, na izlazu iz stanice: vodovi i kabeli 35 kV u TS 110/35 kV, a 10 kV u TS 35/10 kV. U prolaznim stanicama usvajaju se samo učinski, pa čak i obični rastavljači.

U slučaju kvara na jednoj dionici kabela ili na sabirnicama 35 kV čitav kabel sa transformatorskim stanicama ostat će izvan pogona sve dotle dok se oštećeno mjesto ne odvoji, a sklopka ponovo ne uključi. Za vrijeme kvara, a i nakon uklanjanja kvara, mogu se stanice iza oštećenog mjesta i dalje napajati preko rezervnog kabela (sl. 1c).

Ako kratak spoj nastane na učinskom transformatoru ili na sabirnicama 10 kV, prvo isključi sklopku 35 kV u TS 110/35 kV, a za vrijeme beznaponske pauze isključi učinski rastavljač transformatora, a eventualno i učinsku isklopku 10 kV na sekundarnoj strani. Zatim će se sklopka 35 kV u TS 110/35 kV ponovo uključiti, kabel 35 kV će se ponovo opteretiti ali samo bez oštećenog transformatora.

Za postizanje ovih operacija potrebno je na primarnoj strani transformatora 35/10 kV montirati strujne transformatore na koje će se spojiti prekostrujni releji s vremenskim zatezanjem. Releji će prvo djelovati na sklopku, a zatim na rastavljač.

Drugo, sigurnije isključenje postiže se preko signalno-komandnog (pilot) kabela i releja: učinski rastavljač isključuje tek onda kada je prekostrujni relej pobuđen, a učinska sklopka u TS 110/35 kV isključena. Duljinu beznaponske pauze može se regulirati po želji.

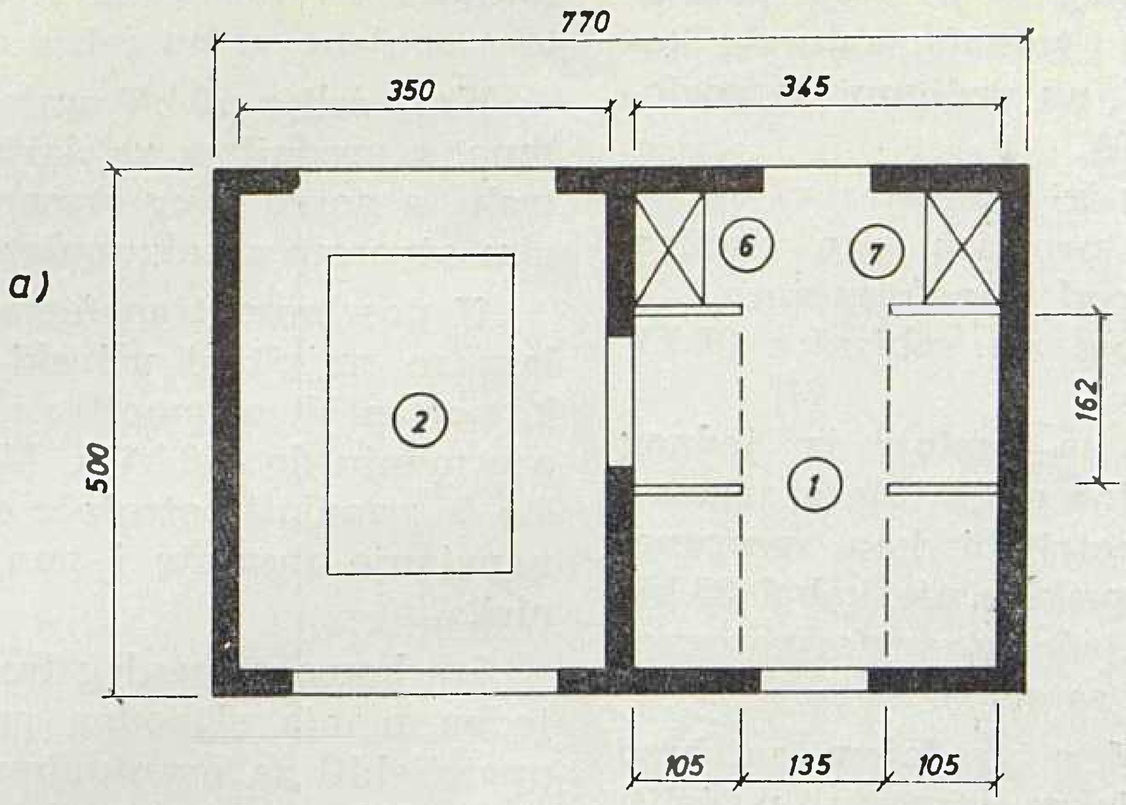
Isto isključivanje kabela 10 kV vršit će se preko sklopke s APU u samoj stanici 35/10 kV, samo s tom razlikom, što će vremensko zatezanje biti kraće.

4. Dispozicija

Da bi se transformatorska stanica 35/10 kV što više približila potrošačima i centru opterećenja, nastojalo se da se njezina površina svede na minimum. U tu svrhu usvojilo se i takvo građevinsko rješenje da se stanica može podijeliti u dva odvojena dijela: postrojenje 35 kV s učinskim transformatorom 35/10 kV montiralo bi se u jednoj zgradi, a drugi dio 10 kV uključio bi se u već postojeću stanicu 10/0,4 kV i tako bi obje sačinjavale cjelinu (sl. 3). Veza između ove dvije stanice ostvarila bi se kabelom 10 kV odgovarajućeg presjeka.

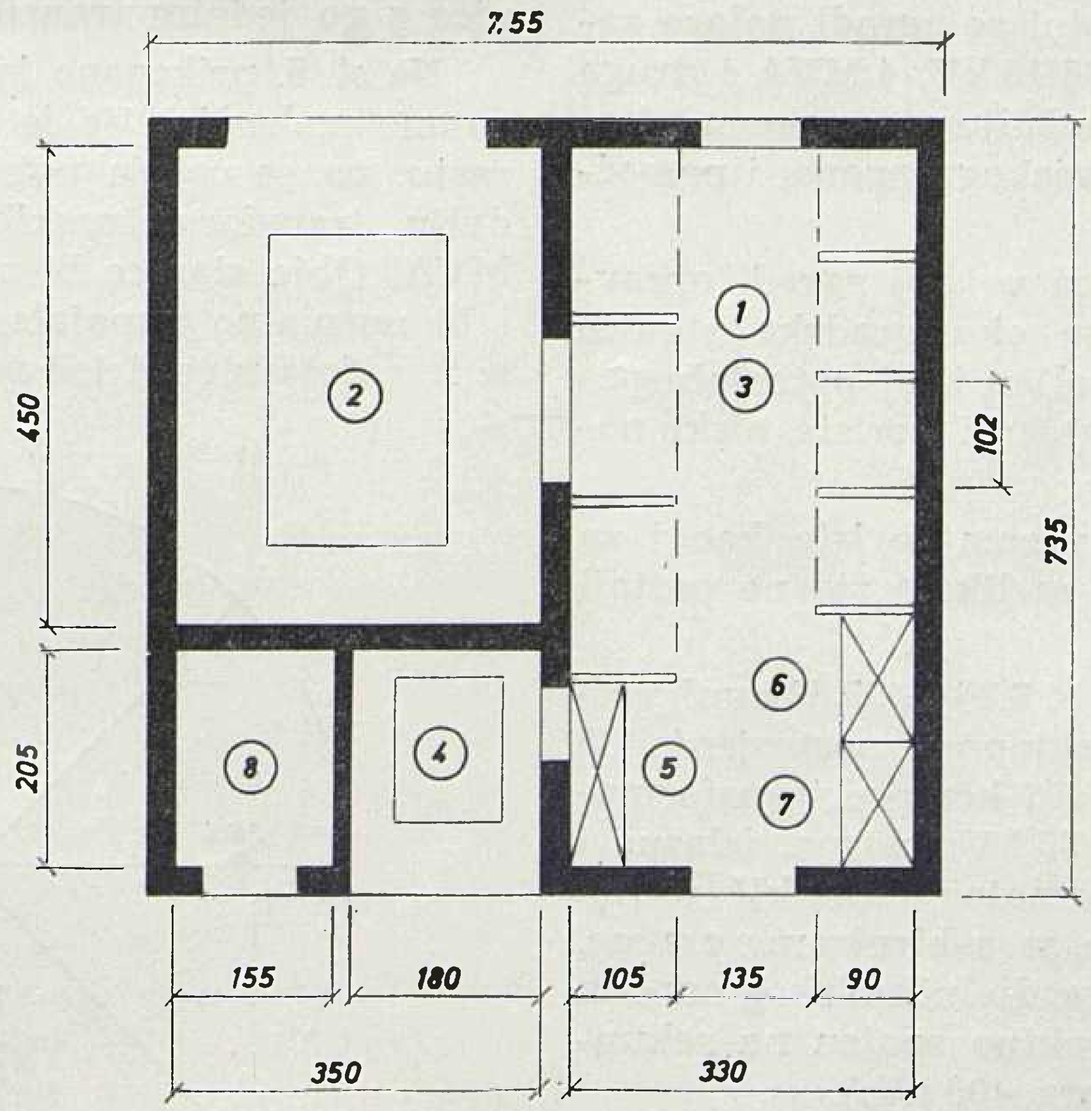
Po drugom rješenju obje se trafostanice nalaze u istoj zgradi (sl. 4).

Transformatorska stanica sa sl. 1 bi se izgradila onda kad se žele poboljšati energetske prilike kod već oblikovane kabelske mreže 10 kV tj. kod postojećeg razvoda 10 kV ili kao rezerva stanica »lanca« na koju se priključuju kabeli 35 i 10 kV, u slučaju ispadanja iz pogona jednog transformatora 35/10 kV ili kabela 10 kV (TS-5 sa sl. 1).



1. Postrojenje 35 kV
2. Trafo 35/10 kV
3. Postrojenje 10 kV
4. Trafo 10/0,4 kV
5. Razdjelnik niskog napona
6. Signalno – komandna ploča
7. Akubaterija
8. Pomoćna prostorija

Slika 3 a i b



Slika 4

Transformatorska stanica zauzima površinu $7{,}7 \times 5{,}00 = 38{,}50\ m^2$, a sastoji se iz dvije prostorije: rasklopnog postrojenja i transformatorske komore u koju će se smjestiti, na uzdignutom postolju, transformator do 4 MVA.

Hlađenje je osigurano s tri strane, a uljna jama, uslijed pomanjkanja prostora oko stanice, može se izvesti direktno ispod transformatora.

Priključak transformatora na sabirnice 35 kV izvodi se zračno.

Rasklopno postrojenje se sastoji iz jednog transformatorskog i tri vodna polja: ulaza, izlaza i rezerve. Ako se stanica upotrijebi kao rezervna, tada se u slobodnu ćeliju priključuje kabel 35 kV koji se direktno vodi do jedne transformatorske stanice 110/35 kV (kabel 1_3 sa sl. 1).

Osim rastavljača 35 kV s uređajem za brzo ukapčanje i okidanje radnom strujom, u ćeliji transformatora se nalaze još montirani strujni transformatori. U ostalim ćelijama se nalaze samo rastavljači.

Radi reducirane opreme veličina ćelija svedena je na minimum.

U istoj je prostoriji, s jedne strane smještena relejno-komandna ploča koja se napaja pomoćnom strujom iz akubaterija ili iz TS 110/35 kV. Akubaterija je smještena na suprotnoj strani relejne ploče. Ovdje se može upotrijebiti automobilska akumulatorska baterija, jer pomoćni uređaji opreme ne zahtijevaju baterije s većim kapacitetom.

Dio 10 kV stanice 35/10 kV nalazi se u stanici 10/0,4 kV (sl. 3), za koji treba osposobiti jednu novu ćeliju, a dvije postojeće nadopuniti (ulaz i izlaz se opremaju strujnim transformatorima).

Druga transformatorska stanica 35/10 kV prikazana je na sl. 4, a izgradila bi se kod novih mreža. Ko dovog tipa, u istoj se zgradi nalaze zapravo dvije stnice: jedna 35/10 kV, 4 MVA i druga 10/0,4 kV, 400 MVA s najnužnijom opremom visokog napona, razdjelnikom niskog napona, i pomoćnim uređajima.

Lociranjem dviju stanica u istoj zgradi opravdava se činjenicom da se oko gradske stanice 35/10 kV uvijek nalazi dovoljan broj potrošača (široka potrošnja i industrija) koji koriste niski napon — 380/220 V.

Jednopolna električna shema je ista kao i za prethodni tip samo s tom razlikom što ne postoji rezervna ćelija 35 kV.

U zgradi površine $7{,}55 \times 7{,}35 = 55{,}50\ mm^2$ veći dio zauzima prostorija rasklopnog postrojenja 35 kV, 10 kV i 400/231 V. Uz zid komore transformatora smještene su 3 ćelije 35 kV: ulazna, izlazna i transformatorska. Transformator 35/10 kV je na strani višeg napona spojen sa sabirnicama zračno. U istom redu montiran je razdjelnik niskog napona koji je sa sabirnicama direktno spojen na sekundarnu stranu transformatora 400 kVA.

U istoj prostoriji, ali na suprotnom zidu od transformatorske komore nalaze se montirane 4 ćelije 10 kV: učinskog transformatora 35/10 kV, učinskog transformatora 10/0,4 kV, te dvije izlazne ćelije kabela 10 kV. Sekundarna strana većeg transformatora i primarna strana manjeg transformatora spojene su na ćelije odgovarajućim kabelima.

Kraj ćelija 10 kV smjestio bi se ormar s relejima, s uređajima za daljinsko upravljanje i kontrolu, a pored ovog ormara još jedan s ventilacionim otvorom za akumulatorsku bateriju.

U posebnim transformatorskim komorama nalaze se smješteni učinski transformatori. U veću komoru može se montirati transformator do 4 MVA, a u manju do 630 kVA. Manji transformator, osim što će napajati potrošače oko stanice, služit će i za napajanje rasvjete i punjenje akubaterije u stanici.

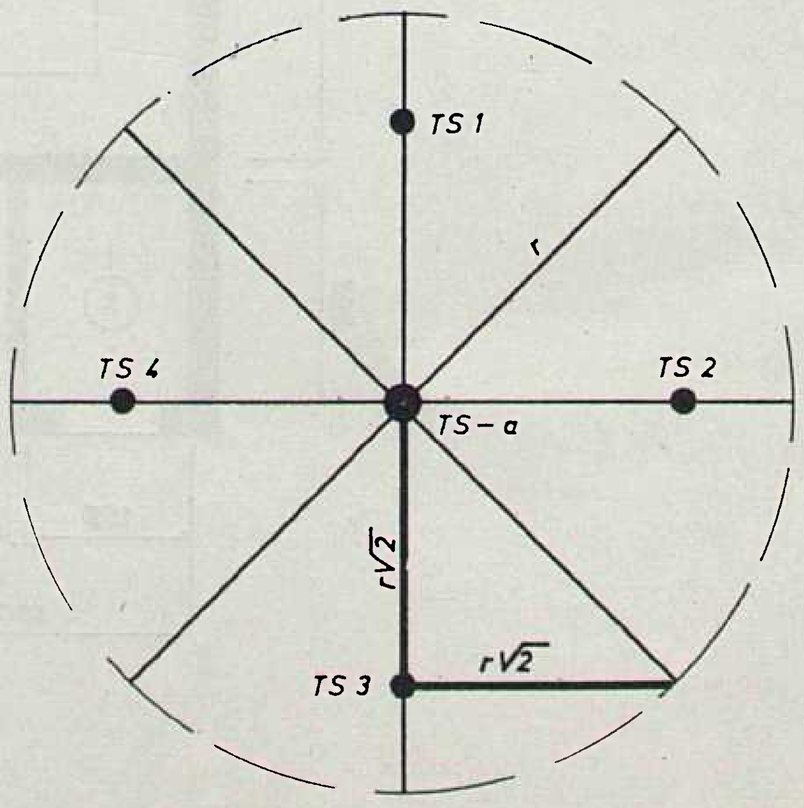
Iza komore manjeg transformatora dobivena je jedna manja slobodna prostorija koja se može upotrijebiti za eventualnu ugradnju nepredviđene elektroopreme (otpornika 10 kV, razdjelnika niskog napona u slučaju da se želi upotrijebiti i četvrta ćelija, veća akubaterija, kondenzatorska baterija itd.)

5. Ekonomsko-tehničko opravdanje

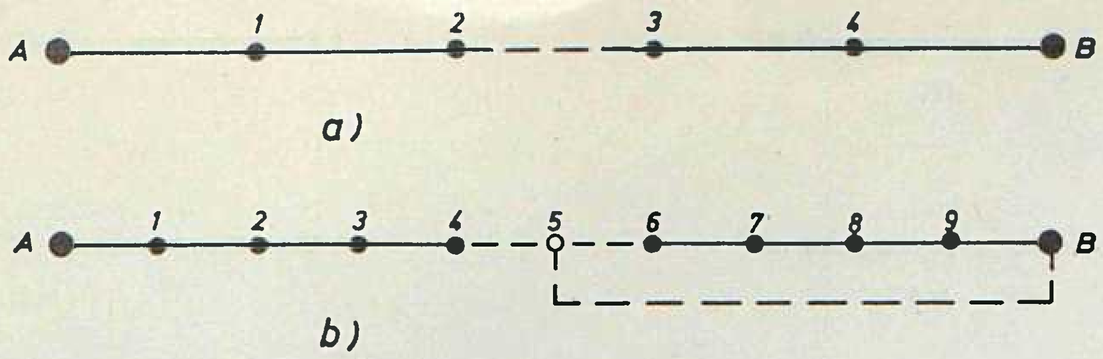
S povećanjem broja manjih transformatorskih stanica, obzirom na veće stanice 30/10 kV, duljine kabela 35 kV se neće mnogo povećati, ali će se zato znatno skratiti duljine kabela 10 kV. Prednost manjih stanica je još i u tome što se izgrađuju postepeno, jedna po jedna, onako kako to zahtijevaju elektroenergetske prilike, za razliku od jedne veće u koju se, da bi se pustila u pogon, mora investirati veća svota novca.

Ovdje ćemo pokušati pokazati na jednom primjeru, gdje će se upotrijebiti više kabela 35 kV: kod jedne stanice s više jedinica, ili kod više stanica s po jednim transformatorom?

Na sl. 5. prikazano je — samo teoretski — konzumno područje čije je opterećenje u stalnom porastu, pa se osjeća potreba za izgradnjom barem dviju transformatorskih stanica 35/10 kV, 2×8 MVA. Obje stanice bi se (označene na sl. 5a sa *a* i *b*) normalno napajale radijalno kabelima 35 kV iz 2 trafostanice *A* i *B* napona 110/35 kV. U slučaju



Slika 5



Slika 6

kvara jednog od napojnih kabela, stanica bi ostala bez napajanja, pa je potrebno predvidjeti još jedan rezervni paralelni kabel (sl. 5b). Ali ispadanjem iz pogona jednog kabela može se dogoditi da ispadne i drugi koji je s ovim paralelno položen pa je, radi sigurnosti, bolje izvršiti spoj između TS-a i TS-b kao na sl. 5c.

Na sl. 6a pokazano je isto područje koje je, dok se ne poveća opterećenje, napajano iz stanica *A* i *B* kabelima 35 kV preko 4 stanice svaka od 4 MVA. Kad se poveća opterećenje između TS-A i TS-B mogu se interpolirati još 4 stanice i jedna rezervna koja je na sl. 6b označena sa 5. Kvarom jednog ili drugog napojnog kabela iz TS-A ili iz TS-B opterećenje preuzima rezervni. To isto vrijedi i za slučaj kad jedna stanica ispadne iz pogona, o čemu je već bilo govora.

Ako su transformatorske stanice *a* i *b* udaljene od stanica *A* i *B* za 150 dužinskih jedinica, a međusobno za 300, i ako su stanice 1, 2, 3, . . . međusobno udaljene za 60 dužinskih jedinica tada će duljina kabela biti:

u prvom slučaju (sl. 5c)

$$4 \times 150 + 300 = 900 \text{ duž. jed.}$$

u drugom slučaju (sl. 6b)

$$10 \times 60 + 5 \times 60 = 900 \text{ duž. jed.}$$

U oba slučaja dobijemo iste dužine kabela 35 kV.

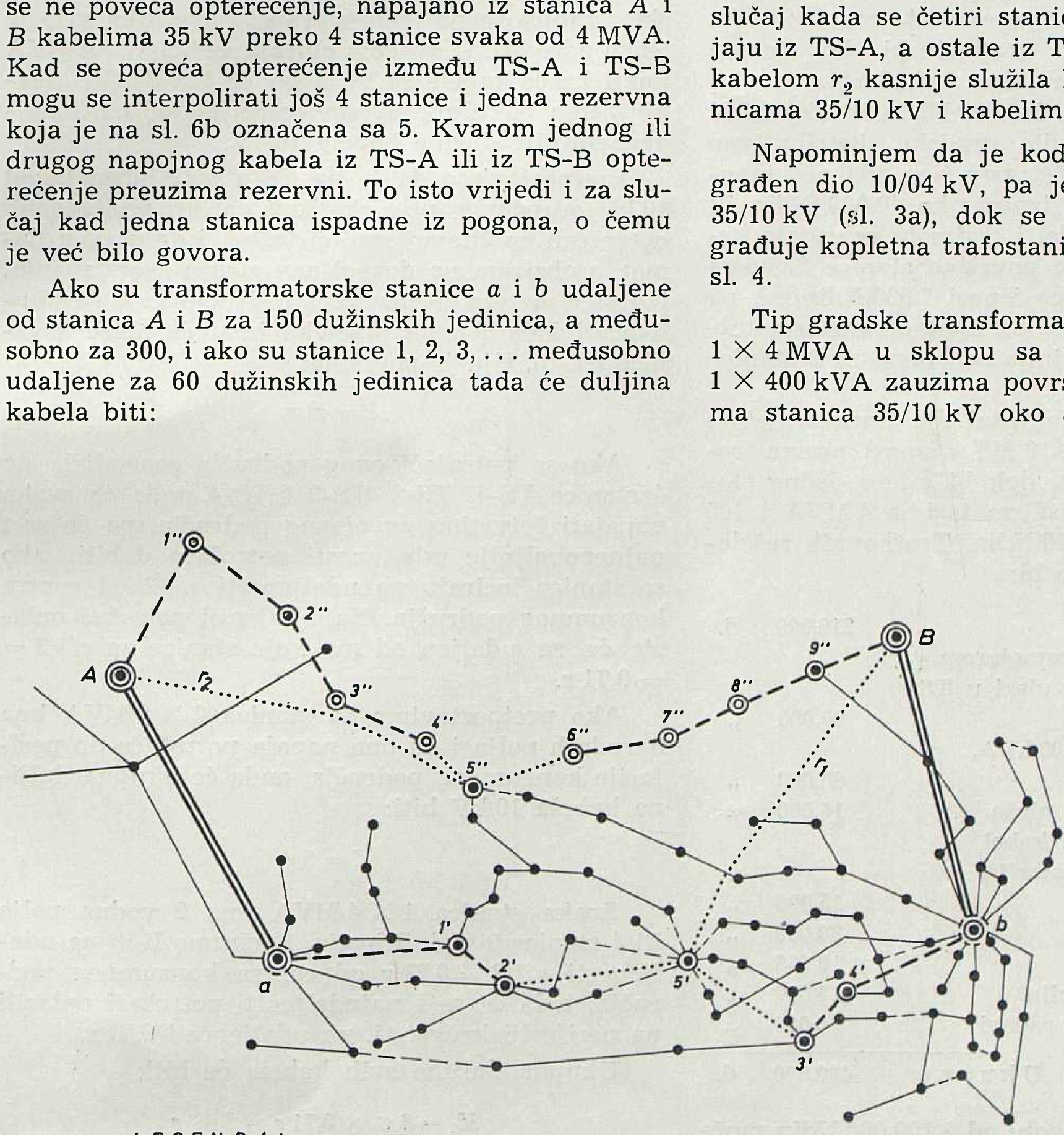
U praksi će kabeli koji napajaju jednotransformatorske stanice biti nešto duži nego što ovdje račun pokazuje, jer se spajaju stanice koje su locirane u centrima opterećenja, a ne u jednoj ravnoj liniji.

Na sl. 7. prikazan je konkretan primjer konzumnog područja s dva nova kabelska razvoda 35 kV. Na donjem razvodu stanice 1′ i 2′ napajaju se iz TS-a, a 3′ i 4′ iz TS-b. Stanica TS-5′ i kabel r_1 kasnije bi služili kao rezerva, ali bi u prvi momenat baš ova stanica i ovaj kabel napajali čitavo okolno područje dok se opterećenje ne poveća.

Na gornjem razvodu 35 kV iste slike, imamo slučaj kada se četiri stanice 1″, 2″, 3″ i 4″ napajaju iz TS-A, a ostale iz TS-B. I ovdje bi TS-5″ s kabelom r_2 kasnije služila kao rezerva ostalim stanicama 35/10 kV i kabelima 35 kV.

Napominjem da je kod donjih stanica već izgrađen dio 10/04 kV, pa je dovoljno još izgraditi 35/10 kV (sl. 3a), dok se u gornjem razvodu izgrađuje kopletna trafostanica koja je prikazana na sl. 4.

Tip gradske transformatorske stanice 35/10 kV, 1×4 MVA u sklopu sa trafostanicom 10/04 kV, 1×400 kVA zauzima površinu od 55,5 m², dok sama stanica 35/10 kV oko 38,5 m². Neke klasične



Slika 7

gradske stanice 2 × 8 MVA imaju površinu 16,50 × 19,30 m = 316,40 m². Usporedimo li površine dviju stanica 2 × 8 MVA s površinama 8 + 1 stanica 1 × 4 MVA (koje čine jednu energetsku cjelinu) dobijemo:

$$\begin{aligned} 2 \times \ 318{,}45 &= 636{,}90 \text{ m}^2 \\ 1 \times 38{,}5 + \ 55{,}50 &= 482{,}50 \text{ m}^2 \\ \hline \text{razlika} \quad & 154{,}40 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ostaje još površina od 154,40 m²u korist jednotransformatorskih stanica. Ako usvojimo stanice 35/10 kV bez TS 10/04 kV imamo:

$$\begin{aligned} 2 \times 318{,}45 &= 636{,}90 \text{ m}^2 \\ 9 \times \ 38{,}50 &= 346{,}50 \text{ m}^2 \\ \hline & 290{,}40 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ovdje ušteđujemo 290,40 m² građevinske površine u korist stanica s jednim transofrmatorom 35/10 kV.

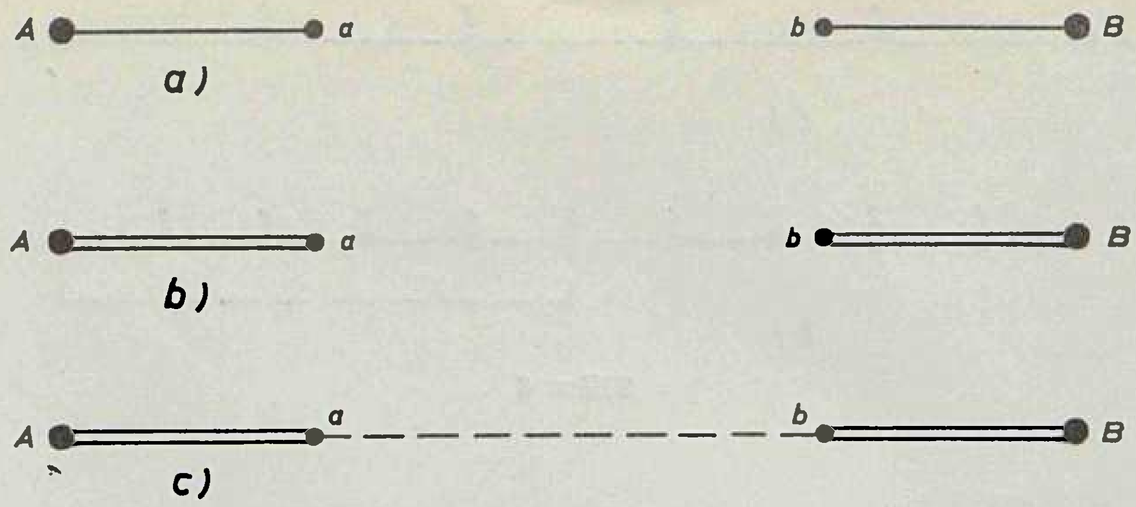
Prema troškovniku, građevinski dio stanice 35/10 kV, 2 × 8 MVA površine 318,45 m² s uređenjem okoline iznosi oko 620.000 NDin ili oko 1.950 NDin/m². Građevinski dio gradske distributivne stanice 10/04 kV, 400 kVA, površine 19,6 m², također s uređajem okoline iznosi oko 40.000 Ndin ili oko 2.000 Ndin/m². Dakle, i ovdje bi se moglo usvojiti da 1 m² izgrađene površine stanice 35/10/04 kV, sa uređenjem okoline iznosi 2.000 Ndin/m², pa da cijena čitavog sistema od 9 jednotransformatorskih stanica bude povoljnija od cijene za 2 stanice 2 × 8 MVA.

Kompletan elektromontažni dio transformatorske stanice 35/10 kV, 2 × 8 MVA iznosi, prema troškovniku 2,100.000 Ndin, dok bi cijena jedne stanice 35/10/04 kV, s transformatorima 4 MVA i 400 kVA iznosila oko 400.000 Ndin. Troškovnik raščlanjen na stavke izgledao bi:

	4 MVA	210.000	d.
1.	Dio 35 kV s transformatorom		
2.	Dio 10 kV (koji ne ulazi u TS 10/04 kV)	35.000	„
3.	TS 10/0,4 kV, 1 × 400 kVA, komplet	65.000	„
4.	Relejno-komandna ploča	15.000	„
5.	Signalno-komandni kabel (pilot kabel, aku-baterija, rasvjeta, itd.	15.000	„
6.	Montažni radovi	30.000	„
7.	Transport	10.000	„
8.	Željezna konstrukcija	15.000	„
9.	Pripremno-završni radovi	5.000	„
	Ukupno	400.000	d.

Kao što se vidi, za svotu od 2,100.000 Ndin može se opremiti, s elektromontažnom opremom, 5 stanica 1 × 4 MVA + 1 × 400 kVA.

Ipak postoji velika razlika u izgradnji jedne stanice 2 × 8 MVA i više jednotransformatorskih stanica. Kod prve je potrebno odmah investirati (u I etapi) oko 2,000.000 d. da bi se stanica stavila u pogon, dok se kod druge može postepeno izgrađivati jedna po jedna, onako kako zahtijevaju energetske prilike obzirom na povećanje opterećenja. Cijena jedne kompletno opremljene stanice 1 × 4 MVA iznosi oko 510.000 Ndin (građevinski 110.000 Ndin + elektromontažni 400.000 Ndin).



Slika 8

Uštedu kabela 10 kV prijenom transformatorskih stanica sa po jednim transformatorom vrlo je teško odrediti. U svakom slučaju će TS 1 × 4 MVA imati kraće kabele 10 kV nego TS 2 × 8 MVA. Ovdje ćemo pokušati, barem teoretski, odrediti najnepovoljnije dužine kabela 10 kV.

Pretpostavimo da je na TS-*a* priključen kabel 10 kV određenog presjeka koji će biti podjednako opterećen po čitavoj svojoj dužini, i da njegov domet, s obzirom na dozvoljenu struju zagrijavanja, iznosi *r* metara. Konzumno područje koje će obuhvaćati kabeli ovog presjeka imat će oblik kružnice (sl. 8), čija je površina:

$$P = r^2 \pi$$

Ako se potrošači ovog područja raspodjele na 4 stanice TS-1, TS-2, TS-3 i TS-4, tada će svaka napajati četvrtinu usvojenog područja, pa će se i najnepovoljnije udaljenosti potrošača dobiti, ako se stanice lociraju na udaljenosti $r/\sqrt{2}$ od centra konzumnog područja. Najudaljeniji potrošač nalazit će se udaljen od ma koje stanice za $r/\sqrt{2} = 0{,}71\ r$.

Ako pretpostavimo da stanica 2 × 8 MVA ima 8 vodnih polja i da ona napaja potrošače do periferije konzumnog područja, onda će ukupna duljina kabela 10 kV biti:

$$K = 8\,r$$

Svaka stanica 1 × 4 MVA ima 2 vodna polja ili 4 stanice 8 vodnih polja. Lociramo li ih na udaljenosti $r/\sqrt{2} = 0{,}71\ r$ od centra konzumnog područja, tada će se i najudaljeniji potrošači nalaziti na periferiji kruga, tj. na udaljenosti 0,71 r.

Ukupna duljina svih kabela će biti:

$$K_1 = 8 \varnothing \times 0{,}71\,r = 5{,}68\ r$$

ili ušteda u procentima:

$$p = \frac{8\,r - 5{,}68}{8\,r} \cdot 100 = 29{,}0\ \%$$

Na kraju ovog izlaganja možemo još napomenuti da se ispadanjem iz pogona jednog transformatora od 8 MVA u sistemu sa 2 stanice od 2 × 8

MVA instalirana snaga smanjuje za 1/4. Ista snaga bi se morala, u slučaju potrebe, nadoknaditi iz drugih, manje opterećenih stanica ili na tom području izvesti redukcija.

U drugom pak slučaju, iako je instalirana snaga transformatora 9×4 MVA $= 36$ MVA, moramo računati sa snagom 32 MVA, jer jedna jedinica (peta transformatorska stanica u nizu na sl. 1, sl. 6b i sl. 7) sačinjava rezervu za ostale. Ispadanje iz pogona jedne, ma koje od ostalih 8 stanica, nadoknađuje se rezervnom, o čemu je već bilo govora.

Sa svim tim, ako bi i došlo do redukcije, lakše se podnosi gubitak od 4 MVA nego od 8 MVA.

6. Zaključak

6.1. Usvojen je radijalan sistem napajanja transformatorskih stanica vodovima i kabelima 35 i 10 kV s mogućnosti napajanja i s druge strane (najjednostavniji oblik petlje).

6.2. Energija se preko višeg napona dovodi do centra opterećenja čime se uštеđuje na vodovima i kabelima nižeg napona. Tako se dobiva ekonomičan distributivni sistem po kojem se uštеđuje ne samo na duljini kabela 10 kV i izgradnji stanice, već i na presjeku kabela ili na padu napona.

6.3. Interpolacijom jeftinih stanica, koje imaju samo na duljini kabela 10 kV i izgradnji stanice, brzo energetske prilike na elastičan način.

6.4. Bez dubljih analiza i detaljnih studija izgradnjom stanica 35/10 kV mogu se dosta dobro riješiti, i s priličnom tačnošću, energetske prilike konzumnog područja.

6.5. Zbog jednostavnosti ovog sistema, vodovi 35 kV sa sabirnicama 35 kV u TS 35/10 kV uzimaju se kao jedna jedinstvena cjelina pa su osigurani samo u TS 110/35 kV. Na isti se način štite kabeli 10 kV i stanice 10/04 kV u TS 35/10 kV.

6.6. Transformatorske stanice 35/10 kV predviđaju se samo s jednim učinskim transformatorom snage do 4 MVA. Jedan tip stanice ima 4 ćelije 35 kV, a kao sekundarnu stranu koristi primarni dio TS 10/04 kV.

6.7. Kompletna transformatorska stanica 35/10 kV — koja bi se usvojila kao tipizirana — ima predviđen učinski transformator do 4 MVA, 3 ćelije 35 kV i 4 ćelije 10 kV od kojih je na jednu priključen trafo 400 kVA.

6.8. Zbog jeftine izgradnje dade se kapacitet stanice ekonomično iskoristiti i lako prilagoditi uvjetima opterećenja koje se očekuje u bliskoj budućnost.

6.9. Prvi tip stanice ne zauzima veću površinu od 38,50 m², a drugi tip 55,50 m², pa se može izgraditi kao poseban objekat i na skromnijem terenu.

6.10. U težim slučajevima, kada se ne raspolaže s dovoljno prostora, jedan, pa čak i dva zida prvog tipa stanice može se osloniti na susjednu zgradu.

6.11. Čitavo postrojenje je zatvoreno, pod ključem, tako da se stanica može izgraditi u makojem dijelu grada.

6.12. Zbog svoje jedostavnosti i preglednosti održavanje i rukovanje ne zahtijeva visoku stručnost osoblja.

Literatura

1. Neka poglavlja iz Priručnika »*Prenos i distribucija električne energije*« — Izdanje »Građevinska knjiga«, Beograd (Naslov originala: »Electrical transmission and distribution« — Reference Book).
2. Projekti transformatorskih stanica 35/10 kV i 10/0,4 kV.

Naslov pisca: Branko Damjanović, dipl. ing., Elektroprimorje, Rijeka

PROGRAM ZA RAČUNANJE TOKOVA SNAGE U ELEKTRIČNIM MREŽAMA ZA STROJ IBM-1130

Zdravko Hebel, Zagreb

Prikazan je u osnovnim crtama matematski model programa LAFLU za elektroničko računalo IBM 1130. Istaknute su mogućnosti programa i mogućnosti računanja varijanata kod proračuna mreža.

DK 681.3 : 621.316

1. Uvod

Pojavom elektroničkih računala dobili smo u elektroničkoj praksi sredstvo pomoću kojega relativno vrlo brzo i po volji tačno izračunavamo podatke koji su nam potrebni za planiranje, odnosno za pogon mreže. Nije potrebno naglasiti, da je za takvo izračunavanje potrebno izraditi program, po kojem će stroj izvršiti određene proračune i dati one podatke koje tražimo. Na osnovu podataka s kojima se raspolaže, odnosno podataka koji se žele dobiti, izabire se matematički model pomoću kojega se dobiva traženi rezultat. Prema tome, matematički model je pomoćno sredstvo koje simulira pojedine fizikalne pojave i omogućuje da se računskim putem dobiju traženi podaci. Za računanje tokova snage u električnim mrežama postoji više matematičkih modela ovisno o podacima s kojima raspolažemo.

U ovom će članku biti riječi o programu koji su izradili suradnici IBM-kompanije za stroj IBM 1130. Program se skraćeno zove LAFLU (Lastflussberechnung) i mi ćemo ga u daljnjem tekstu tako zvati. Prema tom programu računana je razdioba snage za potrebe elektroprivrede na elektroničkom računalu Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu.

2. Matematički model LAFLU

Ako imamo neku mrežu s ukupno n čvorova trebaju nam biti poznati ovi podaci:

kod m čvorova — radno i jalovo opterećenje, i nazivni napon
kod p čvorova — napon po iznosu i kutu, i nazivni napon
kod vodova — otpor, reaktancija i kapacitet
kod transformatora — otpor, reaktancija, paralelna admitancija i prijenosni odnos
kod paralelnih kondenzatora ili prigušnica — reaktancija.

Kod toga treba voditi računa, da za broj čvorova vrijedi formula $n = m + p$, gdje je $p \geqq 1$.

Na osnovu podataka vodova, transformatora i paralelnih kondenzatora i prigušnica, stroj izračuna matricu admitancije čvorova koja, ako se podijeli u podmatrice izgleda ovako:

$$\begin{vmatrix} \mathbf{Y}_{mm} & \mathbf{Y}_{mp} \\ \mathbf{Y}_{pm} & \mathbf{Y}_{pp} \end{vmatrix}$$

$\mathbf{Y}_{mm}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima m - redova i m - stupaca
$\mathbf{Y}_{mp}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima m - redova i p - stupaca
$\mathbf{Y}_{pm}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima p - redova i m - stupaca
$\mathbf{Y}_{pp}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima p - redova i p - stupaca.

Množeći ovu matricu s vektorom napona (stupčanim), dobijemo matričnu jednadžbu:

$$\begin{vmatrix} \mathbf{Y}_{mm} & \mathbf{Y}_{mp} \\ \mathbf{Y}_{pm} & \mathbf{Y}_{pp} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \mathbf{U}_m \\ \mathbf{U}_p \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \mathbf{I}_m \\ \mathbf{I}_p \end{vmatrix} \qquad -(1)$$

$\mathbf{U}_m$ — dio stupčanog vektora čiji su članovi jednaki naponima u čvorovima tereta
$\mathbf{U}_p$ — dio stupčanog vektora čiji su članovi jednaki naponima u potencijalnim čvorovima (zadano)
$\mathbf{I}_m$ — dio stupčanog vektora čiji su elementi struje u čvorovima tereta
$\mathbf{I}_p$ — dio stupčanog vektora čiji su elementi struje u potencijalnim čvorovima.

Budući da su zadane snage u čvorovima tereta (tako se zovu čvorovi od 1 do m), može se smatrati u prvoj aproksimaciji, da je poznat dio stupčanog vektora I_m i dio vektora U_p. Vektor U_p je zadan naponima potencijalnog čvora (tako se zovu čvorovi kod kojih je zadan napon po iznosu i kutu). Zbog toga stroj izvede, po određenom algoritmu, transformaciju matrice admitancije i dolazi do tzv. hibridne matrice koja ima oblik:

$$\begin{vmatrix} \mathbf{H}_{mm} & \mathbf{H}_{mp} \\ \mathbf{H}_{pm} & \mathbf{H}_{pp} \end{vmatrix}$$

$\mathbf{H}_{mm}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima m - redova i m - stupaca
$\mathbf{H}_{mp}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima m - redova i p - stupaca
$\mathbf{H}_{pm}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima p - redaka i m - stupaca
$\mathbf{H}_{pp}$ — podmatrica s kompleksnim članovima koja ima p - redaka i p - stupaca.

Matrična jednadžba s hibridnom matricom poprima oblik:

$$\begin{vmatrix} H_{mm} & H_{mp} \\ H_{pm} & H_{pp} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} I_m \\ U_p \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -U_m \\ I_p \end{vmatrix} \qquad -(2)$$

Na lijevoj strani jednadžbe (2) nalaze se poznate matrice koje su izračunate iz zadanih podataka

mreže, a na desnoj strani nepoznati vektor čiji se elementi traže. Ne smije se zaboraviti da se elementi podvektora I_m računaju iz zadanih snaga i nazivnih napona čvorova tereta, pa su to samo približne veličine struje u tim čvorovima. Tačno rješenje se postiže iterativnim postupkom, i to po ovom algoritmu:

2.1. Računa se za sve čvorove tereta:

$$I_a^{\star k} = \frac{N_{s,a}}{U_a^k} \qquad - (3)$$

gdje je:

$N_{s,a}$ — stvarna radna i jalova snaga a-tog čvora
U_a^k — kompleksna veličina napona a-tog čvora u k-toj iteraciji
$I_a^{\star,k}$ — konjugirano kompleksni iznos struje a-tog čvora u k-toj iteraciji.

2.2. Izračunate struje uvrste se u jednadžbu (2) i dobiju se naponi za sve m - čvorove U_a^{k+1}

2.3. S tim novo izračunatim naponima računa se snaga:

$$N_{izr,a}^{k+1} = U_a^{k+1} \cdot I_a^{\star,k} \qquad - (4)$$

gdje je: $N_{izr,a}^{k+1}$ — izračunata snaga u a-tom čvoru

2.4. Iteracioni proces se završava ako je postignuta određena tačnost EPS za svaki čvor, koja je po volji zadana

$$| N_{izr,a} - N_{s,a} | \leqq EPS \qquad - (5)$$

$$a = 1 \ldots . m$$

2.5. Ako tačnost nije postignuta ponavlja se postupak od tačke 1)

$$I_a^{\star,k+1} = \frac{N_{s,a}}{U_a^{k+1}}$$

Stroj sam od sebe prekida iteracioni postupak nakon 20 koraka (iteracija) i štampa rezultate koje je do tada izračunao. Pomoću određenih novih podataka može se postupak nastaviti. Međutim to obično nema smisla, jer je mreža tada, u velikoj većini slučajeva, divergentna.

3. Mogućnosti programa

Programom je predviđeno računanje tokova snaga u mreži, koja ima ukupno do 135 čvorova i po volji broj grana. Postoji ograničenje u broju transformatora iz jednog čvora i ono iznosi 6 transformatora. Program je građen tako, da najprije učita podatke čvorova, a zatim podatke grana. Nakon toga stroj računa već spomenute matrice i podmatrice i prelazi na iteracije. Kada je iterativni postupak završen, stroj štampa rezultate. Tačnost rezultata tokova snaga može se stroju zadati po volji na taj način, da se odredi najveća dopuštena razlika u bilanci snage.

4. Priprema podataka

Kod ispitivanja neke mreže općenito treba raspolagati određenim podacima kako bi se mogla provesti isptivanja.

Redovno su nam poznati ovi podaci:

a) sheme mreže,
b) podaci elemenata mreže,
c) djelatna i jalova snaga u pojedinim tačkama (čvorovima) mreže.

Da se može prići ispitivanju na stroju treba podatke srediti i pripremiti na prikladan način. Potrebno je:

a) odrediti i numerirati čvorove mreže,
b) izabrati potencijalne čvorove,
c) svesti opdatke elemenata mreže na odgovarajući oblik.

a) Određivanje čvorova obavljamo prema pravilima topologije mreže. Kod toga je preporučljivo da se kao čvor uzme svaka tačka u mreži kod koje se mijenja element mreže (vod + transformator), makar nema grananja struje. Označavanje čvorova provodimo proizvoljno brojevima od 1 do 999.

Treba nastojati, ako nema posebnih razloga, da označavanje provodimo počevši od 1 pa do broja koji je ujedno i ukupan broj čvorova u mreži. U svakom čvoru, osim potencijalnog, definira se djelatno i jalovo opterećenje u MW odnosno MVAr, i nazivni napon u kV. Izvori snage dobiju predznak »—«, a potrošači predznak »+«.

b) Izbor potencijalnog čvora ovisi o zadatku koji rješavamo pomoću LAFLU - programa. To je obično elektrana ili potrošač kod kojega opterećenje nije strogo definirano i može se mijenjati. Što se tiče samog programa, preporuča se izabrati čvor koji je u sredini mreže. Program dopušta izbor više potencijalnih čvorova. Dapače, prema iskustvu što ga ima pisac ovog članka, neki slučajevi nisu dali dobre rezultate bez upotrebe dva, pa i više potencijalnih čvorova. To je obično slučaj kad se računaju tokovi snage u mreži visokog napona (220 kV, 380 kV) koja je sastavljena iz dvije mreže i jednim ili 2 voda međusobno povezanim. Tada je teško postići da račun mreža konvergira. Kad se ipak to postigne, naponi u dijelu mreže kod koje nije definiran potencijalni čvor često naraste na nerealni iznos. Veznim vodom tada teku velike jalove snage koje nastaju u kapacitetima vodova 220 kV odnosno 380 kV. Stoga se preporuča da se izaberu 2 potencijalna čvora s odgovarajućim naponskim kutom između njih.

Kod potencijalnih čvorova treba definirati realni i imaginarni dio napona u kV.

c) Podaci elemenata mreže preračunaju se na oblik koji je adekvatan matematičkom modelu uzetog u programu i to:

Vod:

$$R = r_1 \cdot l; \quad X = x_1 \cdot l; \quad C = c_1 \cdot l$$

R, X, C — podaci koji se daju stroju
r_1 — omski otpor po jedinici dužine u oma/km
x_1 — induktivni otpor po jedinici dužine u oma/km
c_1 — kapacitet voda po jedinici dužine u μF/km
l — ukupna duljina u km

Transformator između čvorova *i* i *k*:

$$R_t = \frac{U_i^2 \cdot P_{cu}}{P^2}; \quad X_t = \frac{U_i^2}{P} \cdot \sqrt{u_k^2 - \left(\frac{P_{cu}}{P}\right)^2}$$

$$G_t = \frac{P_{fe}}{U_i^2}; \quad y_t = \frac{P}{U_i^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{I_o}{I_n}\right)^2 - \left(\frac{P_{fe}}{P}\right)^2}$$

R_t, X_t, G_t, Y_t, n_r, n_x, U_i — podaci koji se daju stroju

Oznake u formulama su ove:

U_i — nazivni napon *i*-tog čvora
P_{cu} — gubici u bakru
P_{Fe} — gubici u željezu
P — nazivna snaga transformatora
u_k — napon kratkog spoja (relativna veličina)
n_r — realni dio prijenosnog odnosa
n_x — imaginarni dio vremenskog odnosa.

Kod proračuna tokova snaga u mreži, kad rezultat ne mora biti posve tačan, dovoljno je uzeti samo R_t, X_t, n_r, n_x i U_i.

Imaginarni dio prijenosnog odnosa se pojavljuje samo tamo, gdje imamo poprečnu regulaciju napona.

U našoj praksi vrlo je rijetka pojava poprečne regulacije pa se stoga uzima da je n_r jednak

$n = \frac{U_i}{U_k}$.

U_k — nazivni napon *k*-tog čvora

Prigušnica i kondenzator u čvoru *i*:

Za prigušnicu i kondenzator treba dati stroju otpor u k oma i to s odgovarajućim predznakom. Prigušnica ima predznak »+«, a kondenzatori »—«.

Tako pripremljeni podaci daju se stroju putem bušenih kartica. Kartice su bušene po određenim pravilima (L 1) i stroj ih čita pomoću čitača kartica. Zatim se podaci obrađuju, po već ranije spomenutom matematičkom modelu.

5. Rezultati

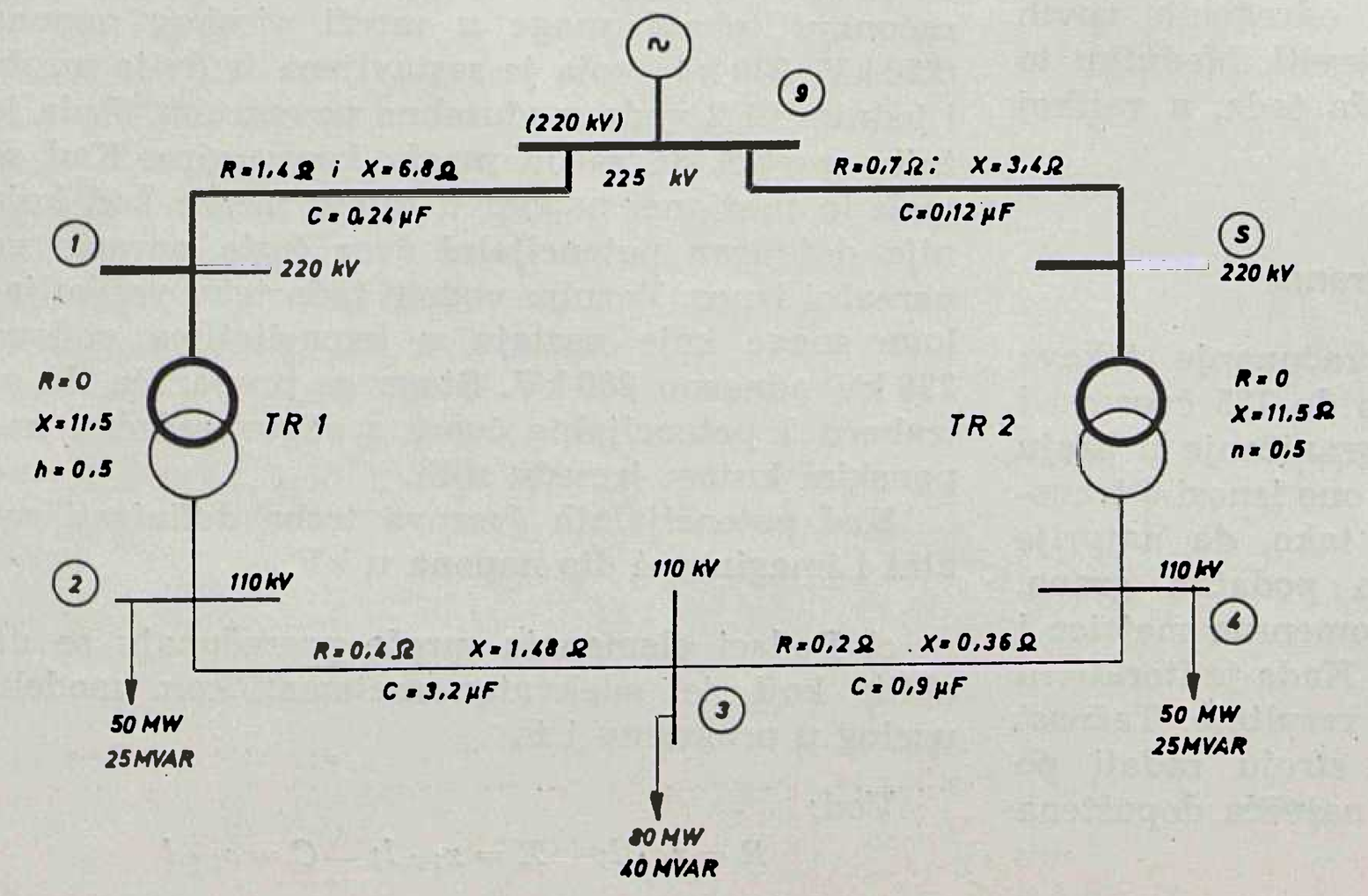
Nakon što stroj iteracionim postupkom postigne zadanu tačnost, ispisuje rezultate. Na početku izlazne liste stroj ispiše broj iteracija. U slučaju da niti s 20 iteracija nije uspio doći do rješenja, stroj prekida daljnje računanje i počinje štampati one rezultate koje je do tada izračunao.

U listi rezultata upisani su podaci kako slijedi:

U svim čvorovima od 1 do *n* za svaku granu (vod ili transformator) izračunana je djelatna i jalova snaga (u MW i MVAr) i struja (u A) koja teče od promatranog čvora prema susjednom čvoru (predznak »—«, ako je tok prema promatranom čvoru). Zatim su izračunati djelatni i jalovi gubici u grani, i gubitak praznog hoda u transformatoru (ukoliko su dani odgovarajući podaci).

U posljednjem retku, ispod podataka za grane upisani su podaci za sam čvor i to: opterećenje u MW i MVAr (»+« ako je potrošač, a »—« ako je elektrana), napon čvora (kV), kut fazora napona u stupnjevima u odnosu na referentni čvor. Zatim su dani jalovi gubici u čvoru i konačno bilanca snaga u čvoru. Pod jalovim gubicima u čvoru izračunana je kapacitivna jalova snaga čvora (MVAr) koju daju kapaciteti priključnih vodova kod stvarnog napona. U modelu je to kapacitivna snaga kondenzatora »*Pi*« shema vodova na strani promatranog čvora.

Bilanca snage, tj. suma sviju snaga koje ulaze u čvor, odnosno iz njega izlaze, bliže je nuli što je zadana veća tačnost stroju.



Slika 1

TEST PRIMJER ZA CLANAK U -ENERGIJI-

OD	PREMA	TOKOVI SNAGE MW	TOKOVI SNAGE MVAR	STRUJA A	GUBITAK SNAGE MW	GUBITAK SNAGE MVAR	GUB.PRAZN.HODA (KOD TR.) MW	GUB.PRAZN.HODA (KOD TR.) MVAR
*								
	*							
	*							
		SNAGA U CVORU MW	SNAGA U CVORU MVAR	IZN. NAP. KV	KUT STUPNJ.	JALOVI GUB. MVAR	BILANCA SNAGE MW	BILANCA SNAGE MVAR
1								
	2	85.925	43.889	249.6	-0.0000	8.5983	0.00000	0.00000
	9	-85.925	-42.012	247.4	0.2571	1.2490		
		0.000	0.000	223.1684	-0.599	-1.8780	-0.00039	-0.00041
2								
	1	-85.925	-35.291	499.2	-0.0000	8.5983	0.00000	0.00000
	3	35.933	16.098	211.6	0.0537	0.1988		
		50.000	25.000	107.4265	-5.328	-5.8019	0.00859	0.00554
3								
	2	-35.879	-15.900	211.6	0.0537	0.1988		
	4	-44.108	-16.720	254.3	0.0388	0.0698		
		80.000	40.000	107.0718	-5.560	-7.3822	0.01199	-0.00254
4								
	3	44.146	16.790	254.3	0.0388	0.0698		
	5	-94.137	-40.153	551.1	-0.0000	10.4795	0.00000	0.00000
		50.000	25.000	107.2105	-5.498	-1.6261	0.00929	0.01056
5								
	4	94.137	50.633	275.5	-0.0000	10.4795	0.00000	0.00000
	9	-94.139	-49.692	274.4	0.1581	0.7682		
		0.000	0.000	223.9476	-0.324	-0.9462	-0.00149	-0.00577
9 (NAP. CV.)								
	1	86.182	43.261	247.4	0.2571	1.2490		
	5	94.297	50.460	274.4	0.1581	0.7682		
		-180.479	-90.859	225.0000	0.000	-2.8628	0.00000	0.00000

N = 5 CVOROVA, P = 1 NAP. CV.

UKUPNA BILANCA DW	UKUPNA BILANCA MVAR	DJELAT. GUB. MW	JALOVI GUBICI MVAR
0.02783	0.00730	0.50767	21.36388

KA = 10 S1 = 0 S2 = 0 S3 = 0 S4 = 0 S5 = 0 S6 = 0 S7 = 0 S8 = 0 S9 = 0 EPS = 0.0500000

TEST PRIMJER ZA CLANAK U -ENERGIJI-

PODACI CVOROVA

6	1			
1	1	0.00000	0.00000	220
1	2	50.00000	25.00000	110
1	3	80.00001	40.00000	110
1	4	50.00000	25.00000	110
1	5	0.00000	0.00000	220
2	9	225.00003	0.00000	220

VODOVI, TRANSFORMATORI, PRIGUSNICE I KONDENZATORI PREMA ZEMLJI

3	9	1	1.40000	6.80000	0.24000	0.00000	0.000000	0.000000	0	0
3	5	9	0.70000	3.40000	0.12000	0.00000	0.000000	0.000000	0	0
3	2	3	0.40000	1.48000	3.20000	0.00000	0.000000	0.000000	0	0
3	4	3	0.20000	0.36000	0.90000	0.00000	0.000000	0.000000	0	0
3	4	5	0.00000	11.50000	0.00000	0.00000	0.500000	0.000000	110	0
3	2	1	0.00000	11.50000	0.00000	0.00000	0.500000	0.000000	110	0

-ITERACIJE-

4 ITERACIJA

6. Ispitivanje varijanata

Želimo li da u mreži koja se ispituje izmijenimo neke podatke, ne trebamo ponovo učitavati sve podatke, već samo željene promjene.

Kod programa »LAFLU« predviđena su 4 tipa promjena podataka mreže i to:

a) uključivanje odnosno isključivanje pojedinih elemenata mreže
b) pretvaranje čvorova snage u potencijalne čvorove
c) promjene podataka čvorova
d) promjene prijenosnog odnosa transformatora.

Kombinacija tih promjena čini različite varijante. Broj varijanata nije ograničen. Ipak je važno uočiti da se varijantom mijenjaju podaci mreže, odnosno podaci opterećenja, koji se nalaze

u stroju. Da bi stroj mogao znati da li su podaci koji slijede podaci osnovne mreže, ili podaci varijante, služi tzv. upravljačka kartica.

Uključenje, odnosno isključenje pojedinih elemenata mreže primijenjuje se u praksi naročito kod ispitivanja ispada vodova, odnosno kod ispitivanja efikasnosti novih spojnih vodova između različitih čvornih tačaka mreže.

Tokom ispitivanja može se desiti da je potreban još neki potencijalni čvor, bilo da je u nekom dijelu mreže potrebno fiksirati određene napone, bilo da su u uzetom potencijalnom čvoru svi izvori potpuno angažirani pa se više ne može povećati snaga, ili da je u nekom čvoru (npr. na periferiji mreže) potrebno fiksirati obrađeni kut fazora napona ili slično.

Mogućnost promjene podataka o opterećenju čvorova dolazi naročito dobro kod ispitivanja različitih pogonskih stanja koja izaziva dijagram opterećenja potrošača i angažiranost elektrana.

U tačkama gdje su predviđeni regulacioni transformatori nije uvijek jasan niti efekt regulacije transformatora, a niti promjena toka jalovih snaga u mreži kod regulacije. Kod takvih ispitivanja, mogućnost promjene prijenosnog odnosa transformatora bez kompletnog ponovnog učitavanja vrlo je korisna, jer treba izvršiti više ispitivanja za različite regulacione stepene tj. odnose prijenosa.

7. Primjer ispitivanja mreže

Ilustracije radi, zadana je jednostavna mreža prema sl. 1. Mreža ima 6 čvorova od kojih je čvor 9 potencijalni čvor. Dva su naponska nivoa nazivnih napona 220 kV i 110kV. U shemu su upisani podaci kako je navedeno u tački 3.

Na slici 2 dana je slika liste rezultata kako je ispisuje stroj.

Najprije su upisani podaci čvorova, a zatim podaci vodova i transformatora.

Kao što se iz liste vidi rezultati su dobiveni nakon 4 iteracije.

Tačnost rezultata koja je zadana stroju definirana je tačnošću bilance snage na 0,05 MW. Taj je podatak upisan u listi u gornjem desnom kutu pod »EPS = 0,050000«.

Zatim slijede podaci čvorova kako je opisano u tački 5. Posljednji čvor je potencijalni.

Sasvim na kraju je ukupna bilanca i podatak o ukupnim djelatnim i jalovim gubicima u mreži.

Interesantno je navesti vrijeme za koje stroj izračuna tokove snaga, odnosno, dade listu rezultata prema slici 2. Ukupno vrijeme za učitavanje podataka, računanje i ispisivanje trajalo je 11,5 min.

Naslov pisca: Zdravko Hebel, dipl. ing.,
Elektrotehnički fakultet, Zagreb.

»DALEKOVOD«

ELEKTROPRIVREDNO PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE,
PROIZVODNJU, GRADNJU I MONTAŽU

ZAGREB, PROLETERSKIH BRIGADA 37

PROJEKTIRA
PROIZVODI
GRADI I MONTIRA

Raspolaže uređajem za polaganje podmorskog kabela smještenog na peniši (brod).
Tome pripadaju i pomoćni uređaji za utovar kabela u vagon i pretovar na brod.

IZVODI SVE RADOVE U ZEMLJI I INOZEMSTVU

O PRORAČUNU STUPNJEVA PARNIH TURBINA

Stjepan Šaban, Karlovac

Za ispravno projektiranje stupnjeva parnih turbina potrebno je uočiti elemente koji predstavljaju osnovu optimalizacije, zato je dan pregled razvitka metodologije računanja stupnjeva i upute za suvremeni prilaz ovoj problematici.

DK 621.125

1. Uvod

Kod projektiranja stupnjeva parnih turbina došlo je tokom godina do velikih izmjena u prilazu problemima strujanja i načinu praktičnog računanja pojedinih karakterističnih veličina.

Ne ulazeći u konkretne izraze za proračune određenih karakteristika, jer se oni mogu naći u odgovarajućoj literaturi ili kod organizacija koje ih upotrebljavaju, ovdje je iznesen pregled razvoja općih gledanja na osnove projektiranja stupnjeva, kao i današnji pristup k optimalnijem projektiranju.

2. Historijat razvitka načina računanja stupnjeva

Ako se promatra razvoj toplinskih turbostrojeva, a s time i metoda termodinamičkog proračuna, uočava se postepena eliminacija nekih problema vezanih za smanjenje gubitaka energije, uzimajući kod toga u obzir i ekonomske faktore i njihovo sužavanje u optimalna područja.

Zahtjevi tržišta uz oštru konkurenciju proizvođača turbostrojeva u pogledu potrošnje pare i cijena uređaja, ekonomske računice elektroprivreda i drugih potrošača električne i drugih vrsta energija, nametnuli su silovit tempo poboljšavanju turbostrojeva. Prišlo se detaljnim ispitivanjima svih mogućih utjecaja na gubitke energije, ne bi li se sveli na minimum relativno jeftinim zahvatima. Sva ova ispitivanja u svijetu donijela su mnogo novih saznanja o raznim utjecajima i relativno velika poboljšanja u stupnju djelovanja, kao i velika pojeftinjenja konstrukcija.

Nekad upotrebljavani opći podaci za konkurenciju i proračun turbina, koji su dobiveni na osnovu teorije strujanja, potkrijepljeni eksperimentima o gubicima energije, danas ne mogu ni izdaleka zadovoljiti, jer su pregrubi za one zahvate koje ostvarujemo na turbinama, pa ne daju dovoljno podataka za optimalizaciju turbina.

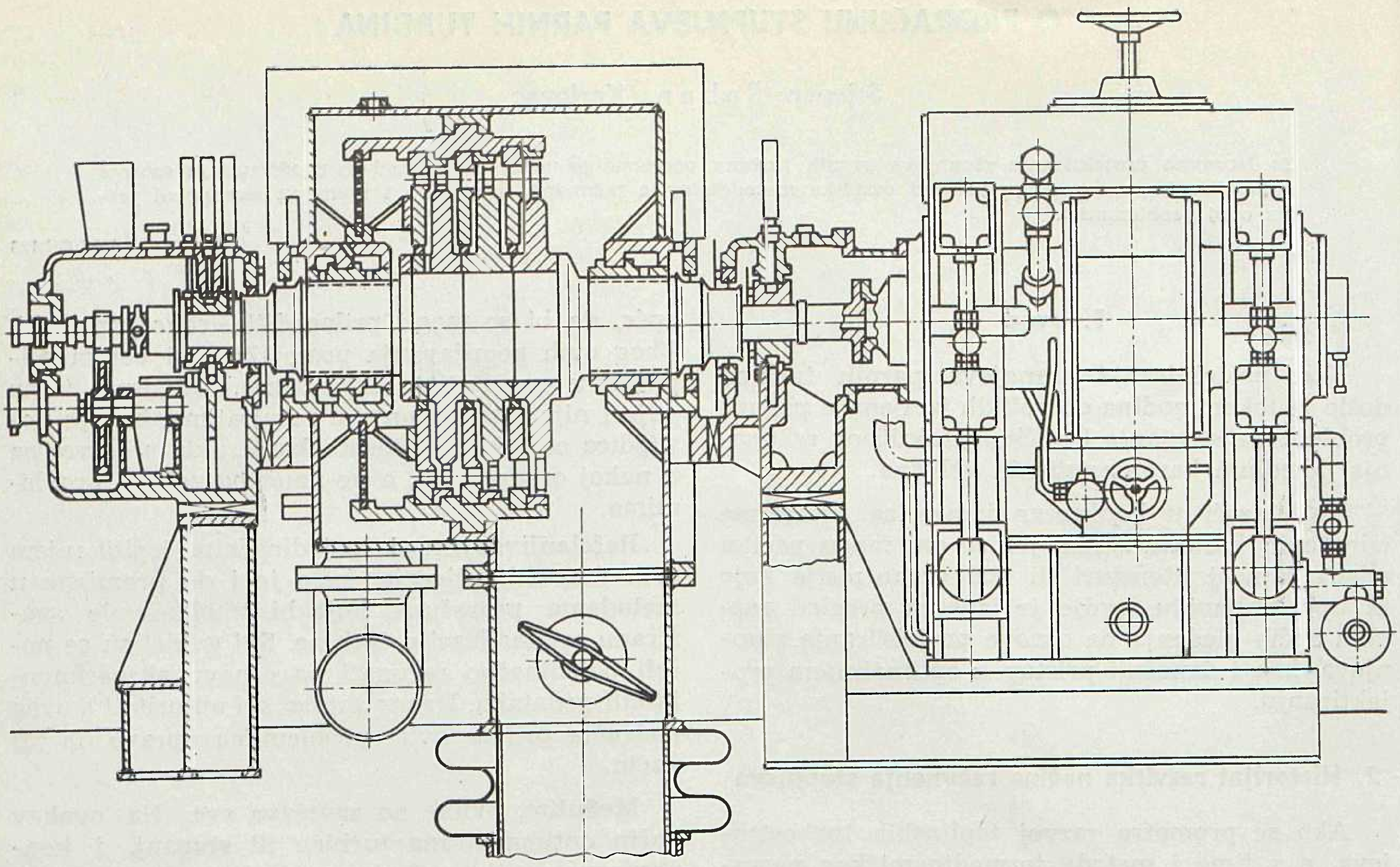
Prvi korak učinjen ka poboljšanju stupnja djelovanja bilo je smanjenje profilnih gubitaka energije putem konstrukcije novih, aerodinamički bolje oblikovanih profila. Zatim saznanja o pozitivnoj reakciji, o utjecaju zazora i prekrivanja — pridonijeli su također znatnom poboljšanju stupnja djelovanja, ali su izvršeni eksperimenti bili dosta oskudni, a često i kontradiktorni, jer su vršeni na raznim stranama i u različitim uvjetima, a mnogi utjecaji slabo poznati ili nepoznati. Međutim, metode proračuna su uglavnom ostale iste, jer se nastojalo da se podaci dobiveni eksperimentima općе, da bi se mogli prilagoditi širokoj upotrebi. Zbog ovih poopćavanja postojala su i velika osipanja u rezultatima ispitivanja. Odnosno, tamo gdje i nije bilo osipanja u rezultatima, bila je posljedica određenih internih konstruktivnih propisa u nekoj organizaciji, a ne naučnog prilaza problemima.

Raščlanjivanjem i pojedinačnim ispitivanjem svih mogućih utjecaja došlo je i do promjene u metodama proračuna, koje bi omogućavale svestranu optimalizaciju turbine. Svi gubici su se počeli pojedinačno računati na osnovu eksperimentalnih podataka. Danas gotovo svi autoriteti s ovog područja prilaze ovim problemima upravo na taj način.

Međutim, ovime ne završava sve. Na ovakav način optimalizirana turbina ili stupanj, i konstruirana po tim principima, ispituje se (stupnjevi pojedinačno i turbina kao cjelina), da bi se utvrdio njen krajnji efekt u kompoziciji svih utjecaja. Zbog svega toga učinjen je još jedan korak dalje u prilazu ovim problemima. Eksperimentalno odabrane geometrijske karakteristike, koje daju minimalne gubitke energije, komponiraju se u kompletne stupnjeve, koji se onda ispituju kao cjelina u različitim uvjetima i režimima, da bi dobili svoje karakteristike. Principom modeliranja mogu se tada izvesti i ostale karakteristike stupnja, koje ovise o geometriji stupnja i drugim utjecajima. Korištenjem ovih podataka za modelne stupnjeve može se vrlo brzo doći do sigurnih podataka za proračun i konstrukciju čitave turbine. Naravno, ovakvi modelni stupnjevi su vrlo strogo ograničeni samo na određene karakteristike pojedinih utjecaja, ali se njihovim ispunjavanjem mogu postići oni stupnjevi djelovanja, koji su postignuti pri ispitivanju.

Kao rezime ovoga moglo bi se reći, da bez obzira na mogućnost ispravne optimalizacije stupnja (turbine), ako želimo dobro predvidjeti, što će nam turbina kasnije dati, moramo koristiti samo one podatke u proračunu, za koje tačno znamo na kakve se geometrijske karakteristike odnose. Korištenje općih podataka ne može zadovoljiti današnje zahtjeve tržišta, niti može dati sigurnost u krajnji efekt izvedbe turbine. Problem optimalizacije neke određene turbine gotovo je i nemoguće vršiti korištenjem općih podataka, s jedne strane što nije ni ponzato gdje je optimum, a s druge strane zbog nesigurnosti konačnog rezultata nakon izvršene ‚nazovi, optimalizacije.

U tom smislu je išao kompletan razvoj metoda za proračunavanje protočnih dijelova turbina.



Eksperimentalna turbina je jedan od osnovnih elemenata razvoja turbostrojeva za postizavanje optimalnih konstruktivnih rješenja kod projektiranja. Slika prikazuje projekt eksperimentalne turbine tvornice »Jugoturbina« iz Karlovca.

3. Usporedba općih podataka za proračun stupnjeva

Kod termodinamičkog proračuna stupnja potrebno je uočiti dvije osnovne karakteristike: jedno je dimenzioniranje, a drugo proračun gubitaka energije. Vrlo je važna činjenica, da upravo dimenzioniranje treba biti najispravnije, odnosno optimalno, dok je proračun gubitaka energije kao iznos sekundarnog značenja, jer se određenom rezervom na dobiveni potrošak pare za turbinu, do trenutka provjere podataka eksperimentalnim putem, mogu lako izbjeći nepoželjne posljedice neispunjavanja ugovornih garancija, a s druge strane smo sigurni, da nam je turbina optimalna. Za ispravno dimenzioniranje važne su jedino kvalitativno karakteristike raznih utjecaja, tj. njihov međusobni odnos, a ne ukupni kvantitativni iznos gubitaka energije. Zato se mora dati prednost onim metodama proračuna, kod kojih je dimenzioniranje primarnog značaja.

Kako je za optimalizaciju vrlo važno poznavanje međusobnog odnosa gubitaka energije u stupnju, a ovi odnosi se mogu ispravno odrediti samo tada, kad je njihov proračun vezan isključivo za određene geometrijske veličine, onda ponovo treba dati prednost onim metodama proračuna koje nisu uopćene, nego su vezane uz određene geometrijske karakteristike.

Ako u analizi krenemo sistemom eliminacije manje podesnih metoda prema podesnijima, onda bi najprije otpale metode kod kojih nije poznata geometrija profila. Pojednostavljene i uopćene metode nepovoljne su za proračun, jer nisu vezane za određene profile lopatica, posebno, po njima se ne može vršiti optimalizacija, jer gubici nisu raščlanjeni na potrebne karakteristične utjecaje i ne daju ispravne međusobne odnose.

Ostaje još metoda kod koje proračun bazira na aerodinamičkim karakteristikama profila lopatica ispitanih u statičkim uvjetima, uz dopunske eksperimentalne podatke neprofilnih utjecaja, i metoda modelnih stupnjeva. Ovdje se mora dati prednost drugoj metodi zbog toga, što kod nje imamo eksperimentalne podatke kompletnih stupnjeva određenih profila lopatica i ostalih geometrijskih veličina, a uz to je i sam proračun vrlo jednostavan i brz. Metoda modelnih stupnjeva je posebno pogodna i zbog tipizacije stupnjeva i čitavog strujnog dijela turbine. Osim toga je proračun raznih režima rada ovakvih stupnjeva mnogo jednostavniji i tačniji od bilo koje druge metode. Međutim, i prva metoda je vrlo povoljna za proračun, iako je provedba samog proračuna složenija i dugotrajnija.

4. Zaključak

Osnovni prilaz projektiranju stupnjeva parnih turbina treba biti eksperimentalna baza, kako pojedinih utjecaja posebno, tako i njihove kompozicije u čitavom stupnju, pa i turbini, kod čega je najvažniji faktor ispravno (optimalno) dimenzioniranje, dok su ostali elementi drugorazrednog značaja.

Naslov pisca: Stjepan Šaban, dipl. ing. strojarstva, »Jugoturbina« — Karlovac

IZGRADNJA HIDROELEKTRANE »SKLOPE«

(Nastavak opisa radova od početka 1969. god. do početka probnog pogona 17. I 1970, Energija 7-8/1969.)

Dovršenje građevinskih radova, te problematika montaže tlačnog cjevovoda i turbinske opreme

Početkom 1969. godine usprkos velike zime i leda koji je znatno otežavao građevinske radove, a posebno postavljanje oplate i armature (nadmorska visina 500 m), izvedeni su glavni građevinski radovi. Naime, tokom ovih radova morali smo za potrebe pogona HE Senj ili prelijevanja, redovno propuštati veće količine vode iz akumulacije putem temeljnog ispusta ili preljevnih organa, tako da su vodene kapljice u velikoj količini padale na gradilište i zaleđivale svu okolinu. U takvim uvjetima nije se moglo po objektu ni sigurno kretati, a betoniranje je bilo duže vremena potpuno onemogućeno. Ipak uz dodatne napore na zimskom betoniranju, dovršena je 28. IV 1969. najviša tačka objekta tj. staza dizalice iznad komandne zgrade.

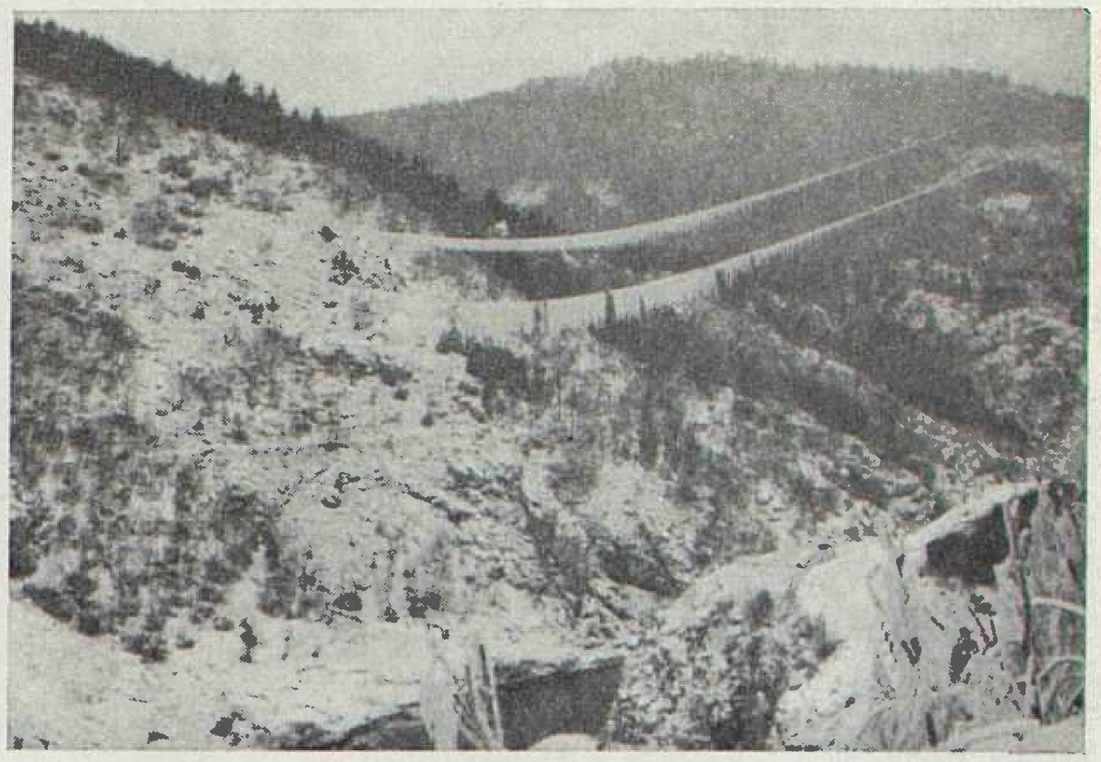
Time su otvoreni montažni radovi, pa je počela montaža tračnica i transport dizalice koja je čekala spremna, ispitana i tvornički preuzeta u ljubljanskom »Litostroju«.

Transport dizalice dovršen je u drugoj polovici stibnja, a montažu su izveli radnici »Litostroja«.

U međuvremenu radovi na montaži tlačnog cjevovoda odvijali su se veoma dobro, tako da je 30. V 1969. bio završen sav cjevovod osim dvije posljednje cijevi čiju montažu smo zadržali dok se ne fiksira spirala turbine, i time u naravi ne dobije stvarno potreban pravac. Poučeni iskustvima iz drugih objekata istim smo načinom povezali račvu tlačnog cjevovoda u HE Senj sa sva tri kuglasta zatvarača. I pored ove opreznosti ipak nam se na HE Sklope dogodila neugodnost: kako je montaža i ispitivanje spirale turbine bio relativno dug posao, jer se trebala na gradilištu sastavljati i variti, a žurilo se s dovršenjem cjevovoda, oslonili smo se na unaprijed date geodetske podatke za definiranje pravca cjevovoda na mjestu spoja sa spiralom i dovršili montažu preostale dvije cijevi. Dapače smo ih ojačali i ukrutili obručima kako je to učinjeno i na ostalim cijevima. Na taj način dobili smo fiksne tačke sa strane cjevovoda. Nedostajala je još samo oko 2 m duga međucijev s prirubnicom za priključak na predturbinski leptirasti zatvarač. Računali smo na tačnost izvedbe i mogućnost, eventualno, potrebne korekcije međucijevi. Pokazalo se međutim da je bila potrebna veća korekcija nego što smo očekivali, a cijeli sistem nepodesan za navlačenje, jer smo imali relativno veliki promjer cijevi u odnosu na debljinu lima.

Spirala turbine postavljena je na unaprijed betonirane temelje vežući se pri tom geodetski na ubetonirani dio difuzora, jer je to bila fiksna tačka koja se nije mogla pomicati.

Pri ovom poslu također smo imali jedno loše iskustvo. Naime, nakon što je betoniranje temelja spirale s pripadajućim otvorima za sidrene vijke bilo dovršeno, preciznom geodetskom kontrolom ustanovljena su određena, relativno malena ali nedopuštena odstupanja. To je možda i razumljivo, jer je trebalo udo-

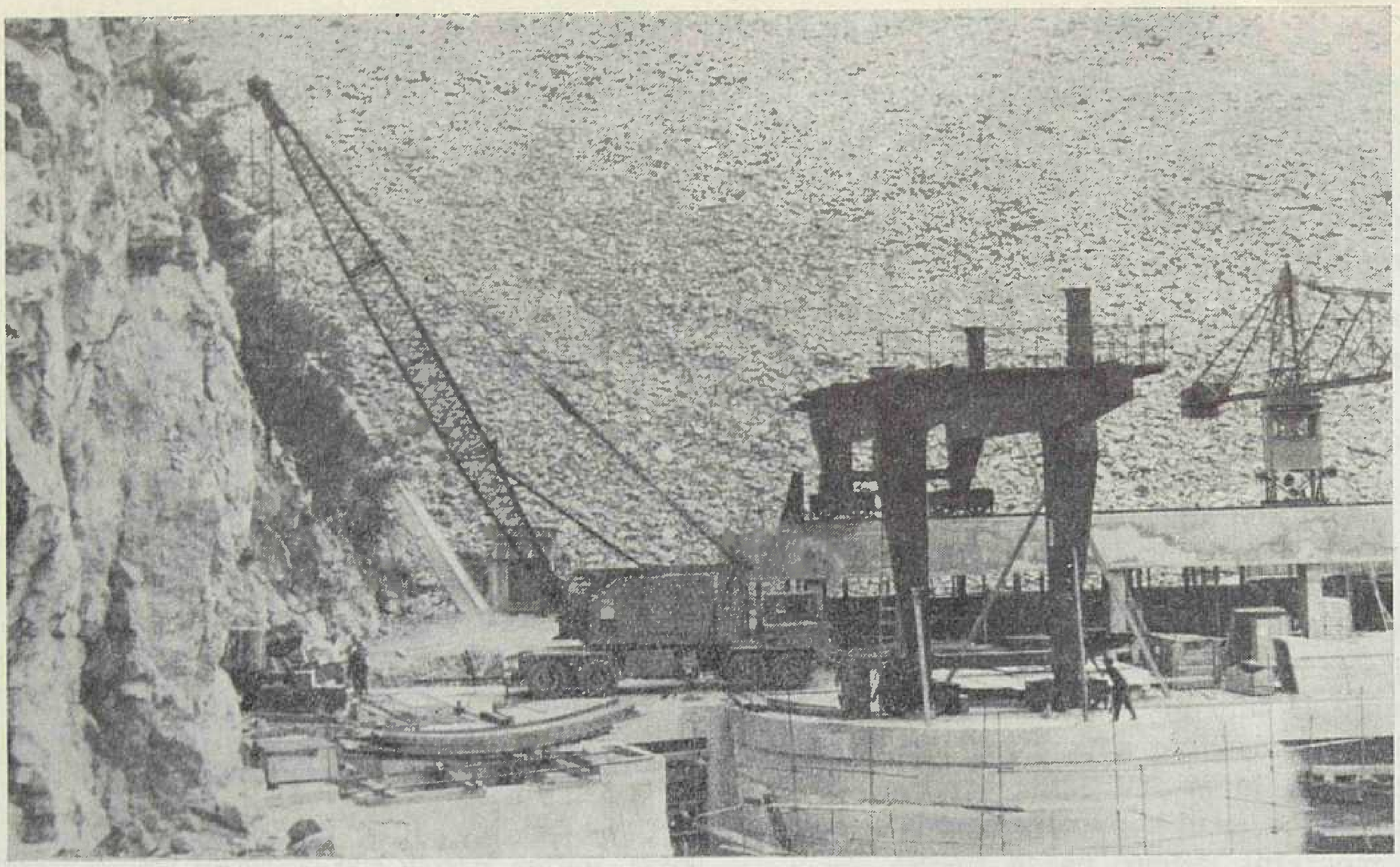


Sl. 1 Led na DV 10 kV iznad regulacionog zatvarača zimi 1968/69. Dužina ledenih siga je preko 1 m

voljiti strogim uvjetima za izradu oplate i definirati u prostoru pod vrlo teškim uvjetima položaj rupa za sidrene vijke koje su bile relativno malih dimenzija. Činjenica je, da je to vrlo težak zadatak, i ako se želi raditi na ovaj način, treba upotrijebiti šablonu. Kako noge spirale nisu bile dovršene u tvornici, dogovoreno je i potvrđeno koje sve izmjene treba izvršiti na spirali. Međutim radi internih tvorničkih nesporazuma proizvodnja nije na vrijeme bila obavještena i tri od šest nogu nije bilo korigirano, pa se nisu poklapale s ostavljenim rupama u betonu. Radi toga su noge na gradilištu rezane i premještane. Pri ovakvim montažama opreme treba uvijek predvidjeti mogućnost varenja nogu na licu mjesta, jer one u ovom slučaju služe za nošenje prazne spirale i za sidrenje, da spirala pri betoniranju ne bi isplivala.

Nakon što je spirala turbine fiksirana, izvršena je montaža dilatacionog komada i predturbinskog zatvarača koji nije vezan za betonske temelje, nego samo oslonjen. Dilatacioni komad omogućuje u pogonu demontažu zatvarača. Sada je još samo trebalo odmjeriti udaljenost od prirubnice leptirice do cjevovoda i odrezati na mjeru međucijev. Tom prilikom smo konstatirali nedopušteno odstupanje simetrale cjevovoda i leptirice. Radi ovih nemogućnosti navlačenja i skretanja pravca morali smo cjevovod presjeći (na udaljenosti oko 12 m tj. za dužinu zadnje dvije cijevi koje smo požurili zavariti) i izvesti skretanje. Kad je to bilo izvedeno, trebalo je još dovršiti posljednji var, ali uz veliku pažnju da se pri varenju ne dobije radijalni pomak koji bi onemogućio funkciju dilatacionog komada.

Prilikom ovog zadnjeg vara, iako uz posebnu pažnju, desila su se nedopuštena radijalna skretanja, pa dilatacija nije bila svuda jednaka. Razlog tome je bio taj što je izvođač »priheftao« cjevovod i međucijev, i bio siguran da var neće prouzročiti nikakav radijalni pomak. Međutim, ipak smo dobili nedopušten radijalni pomak, pa se var trebao ponovno rezati i pažljivo ponovno spojiti.



Sl. 2 Montažna dizalica 110 + 10 Mp

Učvršćenja s vanjske strane cjevovoda međucijevi i zatvarača ne bi dala dobre rezultate, jer bi nakon uklanjanja učvršćenja moglo doći do radijalnog pomaka ili do unutrašnjih napetosti, što nismo mogli dopustiti. (Nije predviđeno odžarivanje varova).

Sve bi se ovo izbjeglo da se zadnji var vršio na većoj udaljenosti od dilatacionog komada tj. postojala bi mogućnost prilagođavanja s relativno malim napetostima. Druga mogućnost je izvedba zadnjeg vara putem dodatnog vanjskog prstena (lašna) kojim se postiže dobar spoj bez napetosti. U ovom slučaju dodatni prsten nismo mogli primijeniti, jer je zadnji var bio upravo na mjestu gdje se veže završetak konusa na međucijev. Radi toga je urađeno slijedeće: Cjevovod je centriran prema leptirici što je bilo moguće tačnije i čvrsto fiksiran s vanjske strane. Leptirica je ležala slobodno na temelju. Dopušten je bio samo aksijalni pomak. Izmjerena je veličina dilatacija i fiksirana sa umecima na 10 mm. Varenje je počelo vrlo oprezno i simetrično, vodeći računa o radijalnim pomacima, tako da je var vukao leptiricu jednolično ali samo aksijalno. Izvršeno je 14 povremenih kontrola, dok se po cijeloj dužini nije dobio solidan spoj, pa se nastavilo definitivno ispunjavanje vara po cijelom obodu. Rezultati su bili vrlo dobri. Radi svega ovoga zakasnili smo s betoniranjem 7 dana, što je građevinska operativa intenzivnim radom u tri smjene ubrzo nadoknadila.

Prije nego što smo spojili spiralu s leptiricom i tlačnim cjevovodom izvršena je tlačna proba spirale. Posebno naručen poklopac promjera 3 m montiran je na ulaznom otvoru. Isto tako postavljen je brtveni prsten koji je spriječio prolaz vode u smjeru statorskih lopatica. Brtvljenje i montaža izvedeni su vrlo dobro, tako da prilikom tlačenja nije primjećena ni jedna kap procurivanja. Tlačenje je izvršeno 17. VII 1969. ručnom crpkom prema prikazanom dijagramu. Nakon tlačne probe ekipa »Litostroja« je intenzivno radila na montaži donjeg poklopca, statorskih lopatica, rotora, gornjeg poklopca, osovine i vodećeg ležaja, tako da je 19. VIII 1969. predana slobodna osovina predstavnicima montaže generatora.

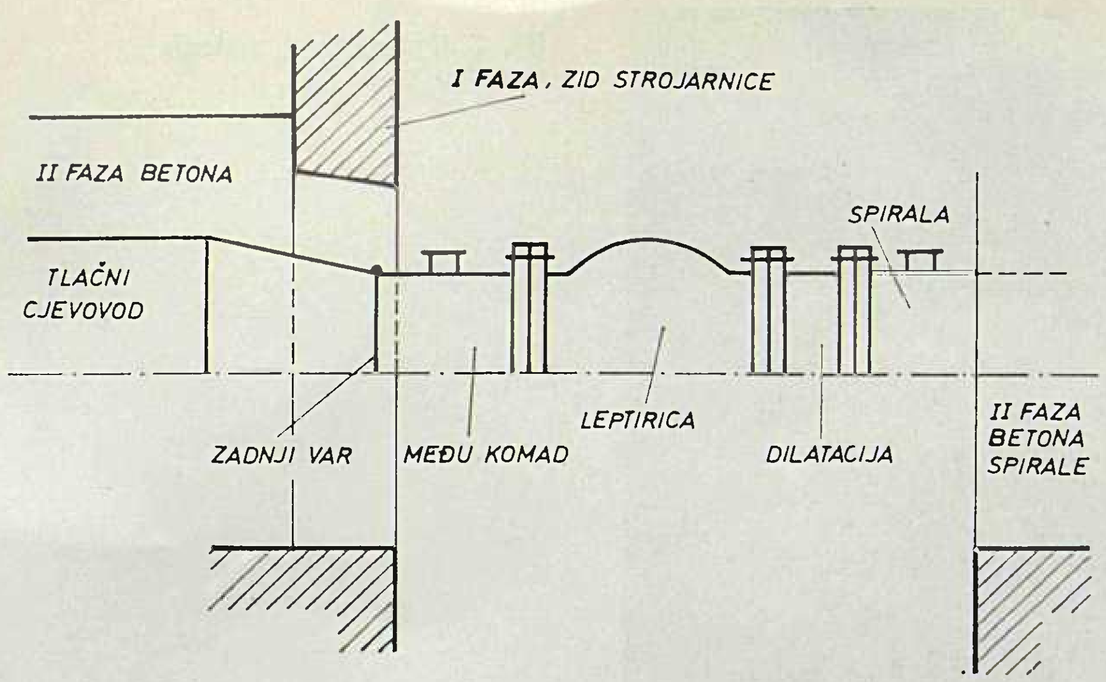
Poduzeće »Litostroj« isporučilo je i instalaciju rashladne vode koja je priključena direktno na tlačni cjevovod, a potrošači se snabdijevaju preko automatskog filtera, elektro-ventila i regulacionog ventila sa sigurnosnim ventilom. (Redukcija na max 2 at.)

Problematika izrade i montaže generatora 25 MVA

U međuvremenu se u tvornici »Rade Končar« radilo na izradi generatora i pripremi za ulaganje namota u stator. Naknadnim kontrolama ustanovljeno je, da će paketiran rotor, ali bez polova, prolaziti kroz pristupne tunele uz odgovarajuću prikolicu vučnog voza. Radi toga je paketiranje izvršeno u tvornici što je znatno olakšalo radove, ali je zato otežalo cestovni transport, naročito radi slabih mostova.

Na izolaciju namota postavili smo naročito oštre uvjete. Izrađena je na bazi silikona (klasa F). Štapovi namota izolirani su u tvornici kontinuirano tj. i dio štapa u utoru i dio štapa sve do spoja na glavi, izoliran je istovremeno. Štapovi su vakumizirani tako da je nakon toga posebnim postupkom izolaciona masa mogla prodrijeti pod tlakom u sve šupljine, i na taj način smanjiti količinu zračnih mjehurića. (Kontinuirana samikaterma u vakuumu). Ovakvom izolacijom prvi puta se izolirao generator u našoj zemlji i istočnoj Evropi. Generatori za HE Đerdap također će imati izolaciju kao HE Sklope. Prilikom izrade namota vršene su u tvornici rigorozne kontrole kvalitete svakog štapa posebno.

Nakon što je generator u tvornici bio završen prevezen je željeznicom do stanice Studenci, a odatle vučnim vozom do gradilišta. Na ovaj način prevezene su obje polovice statora, s uloženim namotom, rotor i transformator. Rotor je prevezen specijalnim vagonom austrijskih željeznica. Cjelokupni prijevoz obavljen je u kratkom vremenu, osim što se rotor posljednjh 500 metara pred elektranom vrlo teško prevozio zbog lo-



Sl. 3 Skica spoja tlačnog cjevovoda, leptirice i spirale

šeg pristupa. Ovom prilikom ekipa »Hidromontaže« pokazala je veliku spretnost.

Montaža generatora na gradilištu je organizirana tako, da je bio omogućen rad na 4 radna mjesta. Rotor je posebno deponiran i na njemu je obavljena montaža polova, ventilatora i priključaka uzbudnog namota. Donji nosač je spušten u jamu tako da se mogao centrirati i učvrstiti sidrenim vijcima. Obje polovice statora spuštene su u plašt generatora i postavljene na povišene temeljne blokove, tako da se nakon njihova spajanja moglo raditi na spajanju donjih glava, a pomoću viseće cjevne skele, i na izradi gornjih glava. Čitav stator mogao se rotirati, tako da je omogućen spoj ventilacionih kanala, (za grijanje strojarnice) priključak rashladne vode i električki priključci na izvodima i zvjezdištu.

Montiranje i postavljanje donjeg nosaša nije dugo trajalo, ali smo pazili da se ne dogodi slična pogreška prilikom sidrenja, kao što je to konstatirano na više objekata. Iako je tvornica »Rade Končar« izvela veliki broj projekata i montaža generatora, uglavnom na detalj sidrenja nisu mnogo palili ni oni niti projektanti građevinskog i strojarskog dijela uređaja. To je djelomično svačiji problem, pa nitko od projektanata i konstruktora ne smatra za potrebno da isključivo na sebe primi taj zadatak.

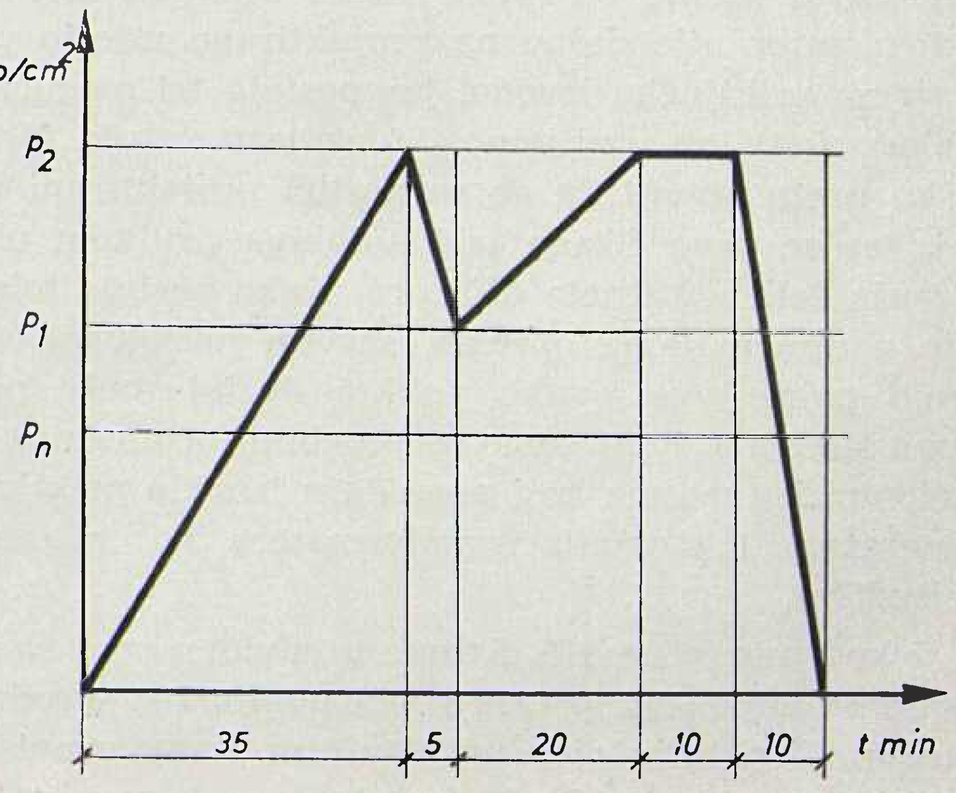
U Senju smo u prvo vrijeme mislili da je uzrok vibracijama upravo loše učvršćenje donjeg križnog nosača na betonske temelje. Tu se upotrijebio sidreni vijak relativno velikog promjera, ali prema projektu nije bio zakačen za armaturu, već samo zaliven, pa se prilikom jačeg zatezanja izvlačio.

Nažalost, vibracije nisu poticale otuda, jer smo učvršćenje donjeg križa riješili neovisno o sidrenim vijcima, a još uvijek imamo teškoće sa vibracijama koje se povremeno i neočekivano javljaju.

Budući da je sidrenje veoma važno, mi smo mnogo prije tj. za vrijeme projektiranja definirali njegovu izvedbu. U tom je smislu generatorska ploča izvedena s rupama kroz koje su provučeni sidreni vijci donjeg nosača. Istim načinom učvršćeni su temeljni blokovi statora. Glave sidrenih vijaka oslanjaju se na podložne ploče, a ove na primarni beton. Praktički, vijak se može zatezati tako dugo dok ne pukne. Ovo rješenje je najbolje i najzgodnije za naše prilike. Inače se vijak može zakačiti za željeznu konstrukciju ubetoniranu u primarni beton (npr. sistem čekić), što je u našem slučaju veoma nezgodno i teško da bi se takva konstrukcija mogla tačno postaviti u primarnom betonu. Vijak se može privariti za čeličnu konstrukciju ili armaturu primarnog betona, što je u našem slučaju nemoguće. Ostalo je dakle rješenje prolaza vijka kroz čitavu generatorsku ploču. Rupe u betonu ne smiju biti malene radi mogućnosti pomicanja i centriranja vijka i radi lakšeg zalivanja i nabijanja sekundarnog betona, ali ne smiju biti ni prevelike jer se sekundarni beton nakon sušenja stisne, pa onda što je veća njegova količina, to je reška između njega i primarnog betona veća, i ne može se izbjeći. Sekundarni beton, dakle, malo pridonosi boljem učvršćenju sidrenog vijka. On je u stvari samo ispuna rupe koja vijku poveća moment otpora na savijanje i ne dopušta pomak u radijalnom smislu. Ove detalje opisujemo radi toga, što se kod većih i bržih strojeva pojavljuju relativno velike sile na ležaje i nosače. Čini se naime, da su vijci donjeg nosača napregnuti samo na smik jer drže donji nosač, a ovaj vodeći ležaj na kojeg djeluje osovina, i to samo silama u radijalnom smislu, jer sa strane osovine na vodeći ležaj nema aksijalnih sila. Međutim postoji ipak jedan momenat koji napreže sidreni vijak u aksijalnom smislu tj. na izvlačenje, a javlja se zato što hvatište sile »P« kojom osovina udara u ležaj, ima u odnosu na položaj vijka jedan krak »a«, tj. sila »P« nije na istoj visini kao i matica vijka, što uzrokuje momenat koji nastoj isčupati vijak.

Da bi spriječili pomicanje donjeg nosača u radijalnom smislu uslijed djelovanja sile »P« postavili smo posebne čelične profile, što nije bilo predviđeno projektom, jer se očekivalo da će to učvršćenje osigurati sekundarni beton. Projektanti tvrde da nisu imali teškoće ni na jednom generatoru, međutim ako bi se teškoće javile tada se redovito sumnjalo na kvalitet betoniranja, tj. tražilo se da sekundarni beton pokrije nepropisno učvršćenje. Ovi profili oslonjeni na primarni beton vrlo dobro ukrućuju križ i sprečavaju pomak u radijalnom smislu. Nakon ovih zahvata izvršeno je centriranje, dotjerivanje visine s podlogama u odnosu na prirubnicu turbinske osovine, i zalijevanje sekundarnim betonom. Rezultati sidrenja su veoma dobri.

Prilikom izrade spojeva na glavama statorskog namota imali smo neprilike s lakom koji se nalijepio na dione vodiče nakon izlaska iz peći. Odstranjivanje laka



Sl. 4 Tlačna proba spirale

$p_1 = P_n \cdot 1{,}4 = 7 \cdot 1{,}4 = 9{,}8$ kp/cm²

$p_2 = p_1 \cdot 1{,}5 = 14{,}7$ kp/cm²

Sl. 5 Transport rotora generatora

je trebalo izvesti još u tvornici dok su štapovi bili slobodni, ovako smo izgubili na vremenu i angažirali još tri čovjeka na čišćenju. Naime, broj utora u statoru iznosi 270, a u svakom utoru su po dva štapa koja se sastoje od 22 diona vodiča. Iako je specifično opterećenje bakra statora u HE Sklope manje od opterećenja u Senju, primijenili smo postupak tvrdog lemljenja koji tvornica »Rade Končar« uglavnom upotrebljava kod turbogeneratora. Željeli smo izbjeći eventualne loše spojeve i ogromne teškoće koje takav defekt izaziva. (Potpuna demontaža, vađenje većeg dijela štapova, pogotovo kad je u pitanju oštećenje donjeg štapa). Osim toga, ovako solidan spoj garantira smanjene gubitke. Dapače i sve ostale spojeve i izvode iz namota generatora izveli smo tvrdim lemljenjem, što nije bio slučaj npr. u Senju, gdje smo imali nekoliko defekata, radi loših spojeva.

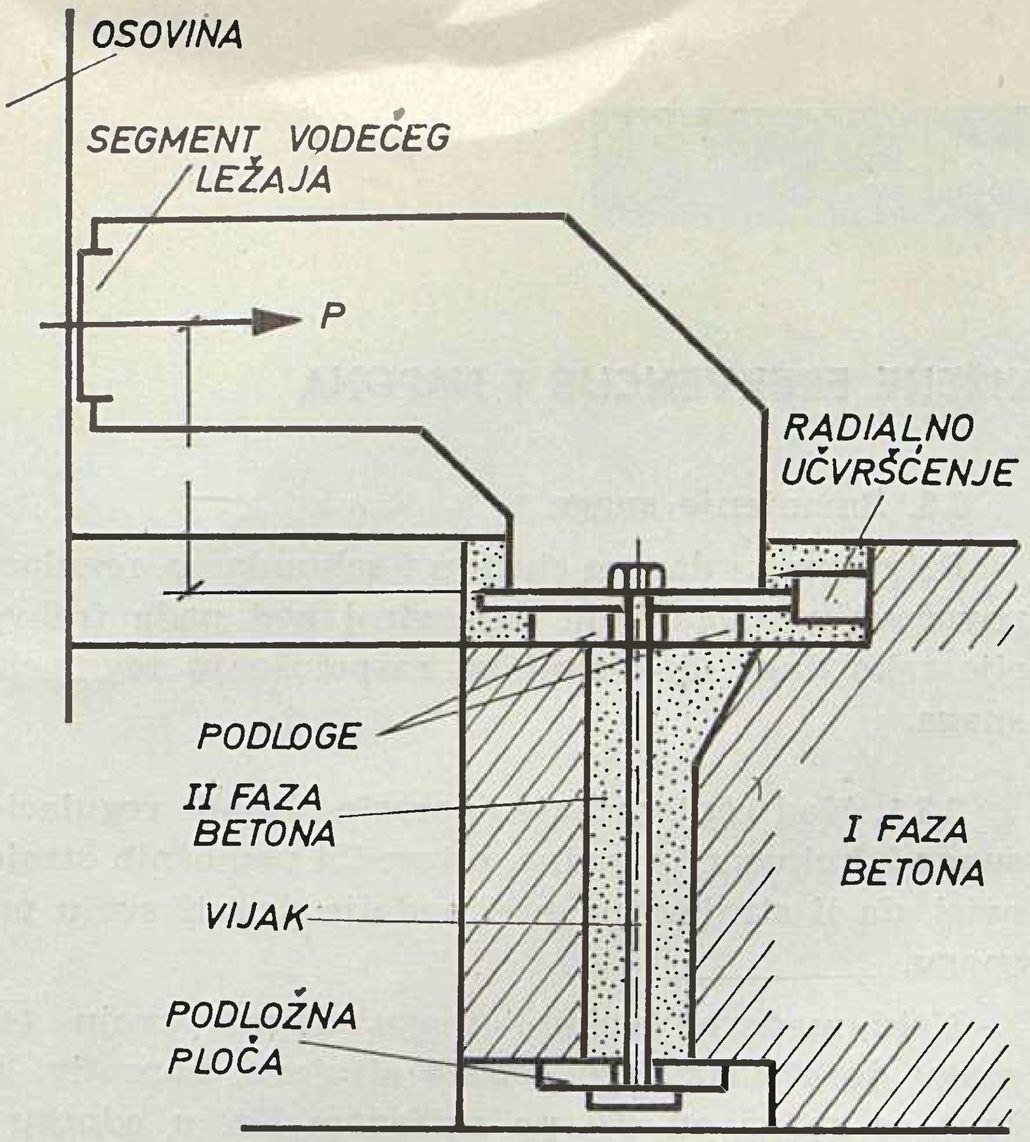
Nakon dovršenog ulaganja i spajanja namota i njegovog ispitivanja na ispitni napon ($2\ V_n + 3$ kV) stator generatora se postavlja na temeljne blokove, podlaže radi tačnog visinskog položaja i centrira u odnosu na turbinsku osovinu. Za podlaganje su upotrebljeni kutnici i čelične ploče. Na taj način stator dolazi u pravi položaaj u odnosu na rotor. Iskustvo je pokazalo da ni jedan stator nije došao na projektirano mjesto u odnosu na priključke izvoda, jer postoje tri moguća pomaka: aksijalno, radijalno i u smjeru vrtnje. Vrlo je teško pretpostaviti da će se postići projektirani položaj, jer se prva fiksna tačka dobiva prilikom ubetoniranja čeličnog dijela difuzora. Kako postoje tolerancije u dimenzijama opreme, sasvim je sigurno da se pravi položaj na ovako velikoj dužini može postići samo slučajno. Pomažemo se posebno formiranim dilatacionim komadima koji posreduju između priključaka generatora i strujnih transformatora na izvodima i zvjezdištu.

I kod nas je na HE Sklope predviđen spoj sa dilatacijama. Međutim projektirana udaljenost izvoda generatora i priključnica na strujnim transformatorima iznosi svega 80 mm. Uz to treba osigurati sasvi mtačan položaj priključnica koji su vrlo kruti i ne dopuštaju nikakve pomake. Posebno treba paziti na dopuštene razmake prema fazama. Ako se uvaže svi mogući pomaci koje smo nabrojili, jasno je da ni kod nas nisu priključci došli u projektirani položaj. Rješenje je bilo u izradi posebnih dilatacionih komada koji su na licu mjesta izrađeni. Bilo bi mnogo bolje rješenje da se građevinski izvedu veći otvori za montažu čeličnih ploča na koje su pričvršćeni strujni transformatori, a da se njihova montaža izvede nakon što je generator fiksiran. Na taj način izbjegavaju se moguće netačnosti, a riješila bi se odstupanja u projektiranim dimenzijama. (Na HE Sklope projektirana i potvrđena udaljenost između izvoda generatora iznosila je 320 mm, dok je stvarna udaljenost bila 280 mm.) U takvoj situaciji će možda biti nemoguće definitivno dovršiti priključak izvoda od generatora prema transformatoru, ali i tu se treba predvidjeti mogućnost prilagođavanja, ukoliko se cijeli ovaj problem ne riješi drugačije, na primjer oklopljenim sabirnicama.

Učvršćenje statora izvedeno je također sidrenim vijcima kao i na donjem križu. Rupe su izbetonirane veoma tačno, tako da nije bilo potrebno nikakvo dotjerivanje, što bi bilo gotovo nemoguće izvesti radi jake armature. Radi sprečavanja netačnosti, i u ovom slučaju treba primijeniti šablonu.

Unutar plašta generatora izvodi su postavljeni nisko, tako da se bez zaštite ne može proći oko statora. Radi toga je projektirana žičana mreža koju smo naknadno morali otvoriti s gornje strane da bi se prekinuo magnetski krug koji predstavlja za nesimetrično opterećenje, ili prenaponske valove, veliki otpor, pa se može desiti proboj prema mreži. (Sličan primjer vidio sam u jednoj transformatorskoj stanici gdje je unutar mreže olabavio vijčani spoj i predstavljao mjesto slabog kontakta i refleksije prenapona.)

Pravilnim odzračivanjem ležaja i ispravno dimenzioniranim brtvama sveden je gubitak ulja na neznatnu količinu koja se skuplja u kondenzacionim loncima. Isto tako svi mogući otvori kroz koje je ulje moglo izlaziti zabrtvljeni su (čelične kape navarene tako da pokrivaju svaku prolaznu rupu vijka, obostrano zavarene prirubnice). Odzračivanje je izvedeno »okiten« cijevima s posebnim priključnicama i spojnicama. Za



Sl. 6 Učvršćenje donjeg nosača

nalijevanje i pražnjenje ulja iz oba ležaja izveden je na licu mjesta poseban sistem cijevi s ventilima.

Rashladni sistem generatora izveden je tako da se može posebno napajati svaki ležaj za sebe, i posebno hladionici generatora. To će koristiti pri mjerenju gubitaka u ležajima, kako bi eliminirali njihov utjecaj prilikom mjerenja korisnosti. Osim toga, omogućena je ugradnja automatskog regulatora protoke rashladne vode prema veličini opterećenja, a da se pri tom ležaji normalno hlade.

Montaža ostale opreme

Dok se obavljala intenzivna montaža na glavnim dijelovima generatora i turbine, paralelno smo izveli montažu komandnorelejne ploče na kojoj su smješteni svi komandno-zaštitni uređaji, i postrojenja 10 kV i 110 kV s transformatorom 25 MVA. Dana 25. IX 1969. stavili smo svo postrojenje, osim generatora, pod napon u trajanju od 30 minuta. Napon smo dali sa niskonaponske strane. (Potrebna snaga je izonsila cca 70 kVA.) Na taj način smo izvršili provjeru izolacione sposobnosti postrojenja, kako bi spremno dočekali napon iz generatora.

Početkom listopada svi montažni radovi bili su izvedeni, a postrojenje spremno za prvu vrtnju. U akumulaciji je voda bila na koti 544,27, a ispred dovodnog tunela nisu bile montirane fine rešetke, pa se nismo usudili da bez posebne pažnje pustimo vodu u tlačni cjevovod. Osim toga problem je bio u tom što praktički nismo imali odzračno okno. Planirali smo da vodu u jezeru ispustimo, u rujun 1969. montiramo rešetke i odzračno okno, a do prve vrtnje akumuliramo. Međutim poznata energetska situacija prisilila nas je da držimo akumulaciju što puniju radi sigurnosti. Rešetke nisu bile montirane, jer nisu bile izrađene do vremena kada smo napunili akumulaciju, a do listopada 1969. nismo ni bili u prilici da ih montiramo zbog vode koju smo uvijek morali držati u količini od bar 20 milijuna m^3.

Odzračno okno je za nesreću projektirano i izvedeno od betona s promjerom 1000 mm. Međutim radi dilatacija i reški na kampadama prilikom izrade ovo okno je propuštalo vodu i sprečavalo izvedbu dovodnog tunela, tlačnog cjevovoda i iskop strojarnice. Radi toga smo ga morali potpuno zatvoriti u donjem dijelu sa specijalnim poklopcima i injektiranjem.

Sada je trebalo ovo okno osposobiti za normalnu funkciju. Radi vrlo kratkog vremena trajanja prazne akumulacije odlučili smo se za izvedbu posebnog čeličnog cjevovoda promjera 700 mm koji se u donjem dijelu veže na već prije ubetonirani čelični dio odzračnog okna. Da bi se završili ovi radovi trebalo je čekati da se isprazni akumulacija, pa smo tek onda morali pristupiti izvedbi odzračnog okna, punjenju akumulacije a zatim pokusima vrtnje agregata, tj. trebalo je čekati dugo vremena. Ako bi prilikom ovih radova naglo došla voda, što je bilo moguće, odgodilo bi se ispitivanje HE Sklope za jednu godinu, jer bez odzračnog okna i rešetaka nije siguran pogon.

Da bi što prije saznali da li je agregat mehanički u redu, pristupili smo posebnom načinu punjenja tlačnog cjevovoda i omogućili vrtnju.

Dana 9. X 1969. lagano smo otvorili jedan tablasti zatvarač i počeli puniti cjevovod. Odzračivanje smo izveli kroz cijev koja je bila montirana za potrebe priključka vodovoda promjera 50 mm. Punjenje je trajalo 24 sata jer je trebalo napuniti oko 7250 m^3. Ostatak zraka u okolišu tablastih zatvarača pustili smo dižući table postepeno na minimalni otvor, tako da je ostatak zraka u obliku mjehurića izašao na površinu jezera. Na taj način smo dobili vodu u cjevovod ali propuštenu kroz mali otvor, tj. kao da smo je propuštali kroz rešetke, pa smo bili sigurni da u čitavoj količini vode koja se nalazi u cjevovodu, ne postoji veći komad koji bi eventualno mogao ugroziti vodeći aparat turbine ili rotor.

Za okretanje turbine u praznom hodu treba oko 2,5 m^3/sek, pa smo dizanjem tablastog zatvarača omogućili ovaj dotok.

Pod ovim uvjetima omogućen je rad agregata u trajanju od oko 50 minuta i tada bi potrošili svu vodu u cjevovodu koja je garantirano, bez većih plivajućih komada. Na ovaj način izvedena je 10. X prva vrtnja i konstatirano da je mehanički agregat u redu.

Upravo nakon toga počeli smo za potrebe pogona intenzivno prazniti jezero, tako da se daljnja ispitivanja više nisu mogla obavljati. Dana 14. XI ugradili smo rešetke, a 19. XI potpuno dovršili odzračno okno, pa smo nakon punjenja akumulacije 22. XII mogli nastaviti s daljnjim ispitivanjem, a 12. I 1970. sinhronizirali agregat na mrežu. Do 17. I obavljena su sva ostala ispitivanja, pa se od toga dana elektrana nalazi u probnom pogonu.

Od početka iskopa temelja strojarnice 16. IV 1968, pa do prve vrtnje agregata, prošla je 1 godina, 5 mjeseci i 24 dana, što je svojevrstan rekord, jer u nas još nije izgrađen ovakav objekat za tako kratko vrijeme.

Ovom prilikom zahvaljujemo svima koji su nam pomogli u našim nastojanjima, a posebne čestitke upućujemo osoblju koje je izvršilo pripreme, projektiranje i izvođenje građevinskih radova, isporuku i montažu opreme i nadzor, jer su časno izvršili svoj zadatak.

Pisac članka: Krešimir Pavičić, dipl. ing.,
HE Senj

POGON TERMOELEKTRANA KOD SNIŽENE FREKVENCIJE I NAPONA

U okviru studija radne grupe UCPT obrađen je problem pogona kod snižene frekvencije i napona u vezi s radom termoelektrana. Zbog vrlo interesantnih podataka i za našu pogonsku praksu, izvještaj radne grupe koji je štampan u tromjesečniku UCPT IV — 1969. donosimo u ovom prikazu.

1. *Granične vrijednosti pada frekvencije i napona*

U ovoj će se studiji promotriti pad frekvencije do 45 Hz i pad napona do 70% generatorskog nazivnog napona, kako mogu prolazno nastupiti u slučajevima kvara. Vrijednosti ispod one granice ne dopuštaju ni u jednom slučaju daljnji pogon. Niže pak vrijednosti koje mogu nastupiti kod stavljanja u pogon neće se ovdje promatrati.

Odstupanja napona nastaju često zajedno s odstupanjima frekvencije. Zbog toga nije uvijek moguće razlučiti utjecaj ovih dvaju faktora.

2. *Pogon kod sniženja frekvencije*

2.1. Iskustva u pogonu kod snižene frekvencije

U nekim zemljama UCPT, u posljednje dvije decenije pala je frekvencija u sistemu bilo zbog pomanjkanja snage, bilo zbog kvarova, za različite iznose. U jednoj od velikih mreža, s nekoliko blokova od 125 MW, vodio se pogon 1959. 20 min. s frekvencijom 45 Hz, 1962. nekoliko minuta sa 46,5 Hz i 1966. 7 minuta s frekvencijom između 48,5 i 49 Hz, bez da su odmah nastale neke štete. U jednoj većoj mreži vodio se pogon 1956, 1957. i 1963. dulje vrijeme sa 48 Hz bez štete na uređajima. U nekoj pak drugoj mreži vodio se od 1940. do 1945. pogon dulje vrijeme s frekvencijom 47,5 Hz, ali je to dovelo do pucanja turbinskih lopatica.

2.2. Utjecaj na uređaje za proizvodnju

2.2.1. Zbog pada frekvencije strojevi mogu doći u blizinu kritičnog broja okretaja. Kritični brojevi okretaja koji neposredno leže kod 50 Hz jesu:

kod potkritičnih izvedbi 3600—4200 o/min,
tj. 60—70 Hz;
kod natkritičnih izvedbi oko 2600 o/min, tj. 43,5 Hz.

Kritične brojeve okretaja sličnih vrijednosti mogu također imati i strojevi vlastitog pogona.

2.2.2. Trajniji pogon na kritičnom broju okretaja, ili blizu njega, dovodi rotor i lopatice do vlastitog titranja i ima za posljedicu pucanje lopatica ili struganje rotora.

2.2.3. Temelji strojeva čelične konstrukcije čije vlastite frekvencije leže blizu kritičnog broja okretaja mogu također doći u rezonanciju kod snižene frekvencije. Vlastito titranje betonskih temelja leži izvan frekvencija koje mogu nastupiti u pogonu.

2.3. Smanjenje snage

Primarna, u danom slučaju i sekundarna regulacija, povećavaju snagu koju daje stroj kod pada frekvencije tako dugo, dok stoji na raspoloženju regulaciona snaga.

2.3.1. Kad opterećenje poraste iznad regulacione snage i frekvencija padne, o izvedbi pomoćnih strojeva ovisi, da li strojevi mogu i nadalje davati svoju punu snagu.

Neki moderni blokovi mogu davati svoju punu snagu do 47,5 Hz. Kod ostalih strojeva, naprotiv, snižava se snaga od 4% po sniženom Hz, u odnosu na nazivnu snagu.

2.3.2. Kod direktno vezanih uzbudnih strojeva pada uzbuda generatora kod sniženja broja okretaja i frekvencije, i ograničena je izvedbom uzbudnika. Da se pak osigura dovoljna uzbuda kod pada frekvencije, u nekim se pogonima napaja pomoćni uzbudnik iz akumulatorskih baterija.

2.4. Utjecaj na regulaciju, mjerenje i uređaje za zaštitu.

2.4.1. Ako je neki generator isključen sa mreže u slučaju kvara zbog prorade zaštite, nemoguće je kod mnogih turbinskih regulatora turbogenerator ponovno priključiti na mrežu tako dugo, dok frekvencija mreže ne postigne vrijednost bliže nazivnoj frekvenciji. Zbog toga je u mreži, koja je u kvaru, otežan povratak na nazivnu frekvenciju.

2.4.2. Kod pada frekvencije ispod 47,0 Hz treba računati s kvarovima na regulatorima napona.

2.4.3. U dosta pogona proraduje zaštita generatora (naročito zaštita od nesimetrija) kod promjene frekvencije, što dovodi do krivih iskapčanja. Time je otežan pogon sa sniženom frekvencijom.

2.5. Dopušteni pad frekvencije

Pogon sa znatno sniženom frekvencijom smanjuje životni vijek postrojenja, to više što je veće odstupanje od nazivne frekvencije, i što je trajanje dulje.

Predana snaga postrojenja opada sa frekvencijom u ovisnosti o konstrukciji pomoćnih strojeva.

2.5.1. Prema odredbama IEC, odlomak 5 — dio 1 (izdanje br. 45. 1958. — vrijednosti u novoj obradi preuzete nepromijenjeno) treba biti omogućena regulacija turbina u praznom hodu unutar granica od ±6% nazivnog broja okretaja.

2.5.2. Da se izbjegnu trajni kvarovi bloka, treba ga isključiti sa mreže kod unaprijed određenog sniženja frekvencije. U pojedinim zemljama UCPT određene su

različite granične frekvencije. Kao smjernice mogu se smatrati:

Belgija	47,5 Hz
Njemačka	47,6 Hz
Francuska	46,0 Hz
Italija	47,0 Hz
Nizozemska	47,5 Hz
Austrija	47—47,5 Hz
Španjolska	47—48,5 Hz

2.5.3. Ako se žele izbjeći naknadne štete, pogon s navedenim graničnim frekvencijama dopušten je samo ograničeno vrijeme. U Njemačkoj i Austriji se traži slijedeće:

— kod 48,4 do 48,0 Hz pogon u trajanju od 20 min, ukupno godišnje 2 sata;
— kod 47,9 do 47,5 Hz pogon u trajanju od 10 min, ukupno godišnje 1 sat.

U Italiji se traži trajni pogon bez smanjenja snage kod 48,0 Hz.

3. *Pogon kod sniženog napona*

Kod ispada uređaja za proizvodnju ili prijenosnih vodova može biti ometana visina i prostorna razdioba opskrbe jalovom snagom, a time će biti promijenjen nivo napona u mreži.

Unatoč iskorištenju regulacionog opsega transformatora i regulacionih mogućnosti generatora može se desiti da se ne postigne prvobitna visina napona, pa proizvodni uređaji moraju do normalizacije raditi pod sniženim naponom.

3.1. Pojave kod sniženog napona

3.1.1. Kod sniženog napona na generatoru može biti prividna snaga uvećana, ili barem držana na prvobitnoj vrijednosti, ako ne budu pređene granične vrijednosti struja (zbog ugrijavanja) u statoru i uzbuđenom krugu.

3.1.2. Kod sniženog napona poraste struja u motorima pomoćnih pogona (za kotlovske pojne pumpe, pumpe za rashladnu vodu, za ventilatore itd.), što može dovesti do preopterećenja i iskapčanja zbog prevelikih struja.

3.1.3. Različiti mjerni i zaštitni uređaji mogu proraditi zbog sniženja napona. Mjerila frekvencije su npr. vrlo ovisna o naponu i pokazuju kod sniženog napona previsoku frekvenciju. Mora se utvrditi da je to izbjegnuto unutar utvrđenih pogonskih granica.

4. *Pogon kod snižene frekvencije i napona*

Kod istovremenog sniženja frekvencije i napona preklapaju se pojave prema tačkama 2 i 3.

4.1. Regulacija bloka pokušava kod istovremenog pada frekvencije i napona podignuti djelatnu i jalovu snagu. Kako je to zbog termičkog opterećenja generatora ograničeno, djelatna i jalova snaga mogu biti povećane samo do granične struje. Kratkokrajno strujno opterećenje generatora može se dopustiti samo do propisane granične temperature sredstva za hlađenje i statorskih namota.

U Nizozemskoj su moderne jedinice tako izgrađene da kod 48,5 Hz i 90% generatorskog nazivnog napona mogu trajno davati nazivnu snagu, a kod 48,5 Hz i 85% generatorskog nazivnog napona tu snagu mogu davati jedan sat. U posljednjem slučaju, međutim, ne uz nazivni faktor snage.

4.2. Za vrijeme sniženog napona motori za pomoćne pogone uzimaju povećanu struju, što može dovesti do preopterećenja. Samo sniženje frekvencije ne dovodi do povećanja struje. Kod automatske regulacije na određeni radni učin sniženje frekvencije može imati kao posljedicu nedopušteni porast struje motora. Pomoćni su pogoni često tako dimenzionirani da kod pada frekvencije na 47,5 Hz i napona na 85% nazivne vrijednosti mogu još dati punu snagu.

4.3. Da se utvrdi ponašanje uređaja kod pada frekvencije i napona, pravljena su mnogobrojna ispitivanja u pogonu.

EDF predviđa kod stavljanja u pogon ispitivanje u trajanju od 30 min. kod frekvencije od 45 Hz, uz sniženo opterećenje.

U Nizozemskoj se provode ispitivanja koja trebaju pokazati bit ponašanja pomoćnih pogona. Ona se provode u slijedećim uvjetima:

Frekvencija Hz	50	48,5	48,5	47,5	47,5
Napon %	85	100	85	85	70
Trajanje min.	60	60	60	20	5

5. *Zaključci*

Uređaji moraju imati neograničenu spremnost ulaska u pogon, a u slučaju kvara moraju se ponašati neovisno o mreži. Iz ovog objašnjenja mogu se izvući ovi zaključci:

Blokovi treba da su u mogućnosti da kod 48,5 Hz i 85% nazivnog generatorskog napona daju u mrežu punu nazivnu snagu tokom jednog sata. Kod 47,5 Hz i 70% generatorskog nazivnog napona treba da ostanu na mreži barem 5 min, ali ne trebaju dati punu nazivnu snagu.

5.1. Turbogeneratori

Strojevi moraju biti izvedeni bez kritičnog broja okretaja koji ne dopušta pogon između 45 Hz i 54 Hz. Oni moraju biti u slučaju kvara, koji je popraćen padom frekvencije, isključeni s mreže kod unaprijed utvrđene vrijednosti frekvencije (vidi 2.4.2.) i odmah stajati na raspoloženju za ponovno uspostavljanje mreže.

5.1.1. Treba postojati mogućnost da se strojevi sigurno iskopčaju tj. oni ne smiju nakon iskapčanja s mreže postići brzinu koja izaziva proradu brzog zapora. Za vrijeme jednog sata mora biti održano napajanje pomoćnih pogona i, ukoliko dopuste prilike u mreži, da ponovno preuzmu opterećenje.

5.1.2. Treba omogućiti da se iz kotla u rashladnu vodu ili slobodni prostor ispusti kroz obilazni vod

(by-pass) toliko snage da ne nastupe nikakva nedopuštena termička opterećenja, a temperatura pare da ne padne niže nego je to za turbinu dopušteno.

5.1.3. Blokovi smiju biti razbuđeni i zaustavljeni samo kod kvara u zoni turbogeneratora, blok transformatora ili transformatora za vlastite potrebe.

5.2. Uzbuda generatora

Uzbuda generatora, uzevši općenito, nije ograničena zbog uzbudnika samo do 47,5 Hz. Ako je potrebno, treba pomoćni uzbudnik napajati iz blokakumulatorskih baterija (vidi 2.3.2.).

5.3. Vlastita potreba

Napajanje za vlastite potrebe koje se u redovnom pogonu uzimaju direktno sa stezaljki generatora, treba biti osigurano kod kvara ako frekvencija i napon znatno padnu.

To se može postići, bilo odgovarajućom konstrukcijom pomoćnih strojeva, bilo prebacivanjem na mrežu nekog nazivnog izvora (kućni agregat, plinska turbina, susjedna elektrana).

5.3.2. Pomoćni pogoni (pojna i rashladna pumpa, ventilatori itd.) trebaju biti tako izgrađeni da kod sniženog napona (u usporedbi na nazivni napon) do:

85% tokom jednog sata, u frekventnom području 50—48,5 Hz, mogu davati svoju punu pogonsku snagu;
80% mogu biti stavljeni u pogon;
70% ne padnu iz koraka;
0% u vremenu od 3 sekunde, mogu ponovno doći na nazivni broj okretaja.

5.4. Uređaji za zaštitu, mjerenje i regulaciju

5.4.1. Izgleda neophodno da elektrane s tačnim mjerilima frekvencije i napona imaju frekvencmetre neovisne o naponu. Njihovu tačnost treba ispitivati od vremena do vremena.

5.4.2. Zaštitni i regulacioni uređaji moraju biti sposobni za rad barem do granice snižene frekvencije i napona kod koje se blok isključuje sa mreže (vidi 5):

U svakom slučaju se mora spriječiti kriva prorada zaštite zbog sniženja napona ili frekvencije. Stoga treba ugraditi releje neovisne o frekvenciji, ili pomoću frekventnog releja isključiti zaštitu kod frekvencije ispod 48 Hz. U slučaju potrebe mora se pomoćna energija dobavljati neovisno o mreži vlastitog pogona npr. preko pretvarača iz baterija.

B. Markovčić

ELEKTROPRIVREDA VELIKOG OTOKA NA PRIMJERU OTOKA KORZIKE

Korzika je ove godine došla u centar pažnje svjetske javnosti, radi 200-godišnjice rođenja francuskog imperatora Napoleona Buonaparte. Tom prilikom smo vidjeli nekoliko pojedinosti o elektroprivredi Korzike i na našoj TV, u emisiji »Karavan« što ćemo dopuniti podacima o elektroprivrednoj situaciji Korzike od prvih pokušaja do danas.

Korzika je treći otok po veličini u Sredozemlju. To je otok geografskih kontrasta, s mnogo lijepih dolina i vrlo visokim planinskim lancima (Monte Cinto je visok oko 2700 metara). Ima oko 200 000 stanovnika, od toga u dva veća grada živi skoro polovica. To su gradovi Ajaccio i Bastija. Interesantna je pojedinost da su to jedina mjesta koja iza rata bilježe porast stanovnika. U ostalim mjestima broj stanovnika opada.

Topla i vrlo sunčana klima s vrlo malo kiša ne omogućuje razvoj poljoprivrede, osim uzgoja duhana i vinogradarstva. Međutim, duge pješčane plaže pružaju velike turističke mogućnosti, pa je Korzika danas otok turizma. Zato turizam i ima najveći udio u potrošnji električne energije i razvoju konzuma.

U posljednjih nekoliko godina prosječni porast potrošnje električne energije na Korzici iznosi 10%. To znači, da se potrošnja u 7 godina udvostručila.

Godine 1944. na Korzici su četiri privatne kompanije proizvodile i distribuirale električnu energiju. One su 1946. nacionalizirane, jer je u Francuskoj formirana EdF (Electricité de France). Kompanije su neposredno prije rata provele nepotpunu elektrifikaciju, ali tokom ratnih godina nije građeno ništa, a ranije izgrađeni objekti su bili oštećeni, pa je tako »nestanak struje« postala svakodnevna pojava na otoku. Neka mjesta su i tjednima ostajala bez napajanja.

Između 1950. i 1955. stara parna elektrana u Bastiji zamijenjena je novom diesel-elektranom, a elektrana Ornano u Ajacciju je zamijenjena diesel-elektranom Aspetto. Brana i centrala Tolla na rijeci Brunelli izgrađena je 1963., a proširena je i elektrana Ocana. Na rijeci Golo izgrađena je 1968. brana Calacuccia i elektrana Pont-de-Castira, pa je ukupna instalirana snaga na Korzici 1968. bila 7 puta veća od one 1944.

Brana Tolla je visoka 88 metara i ima kapacitet akumulacije 35 milijuna kubičnih metara vode. Postrojenje smješteno ispod zemlje ima dvije jedinice od 5,5 MW. Nakon prolaza kroz turbine voda se upućuje kanalom dugim 1,5 km do elektrane Ocana, koja također ima 2 × 5,5 MW. Tako instalirana snaga ovih postrojenja iznosi 22 MW, što je, otprilike, jednako vršnom opterećenju otoka u kolovozu 1966. Tada je vršno opterećenje iznosilo 23 MW.

Brana Calacuccia je visoka 50 metara i ima četiri luka. Ona akumulira 25 milijuna kubnih metara vode. Pomoću tunela voda se u ovo jezero dovodi iz rijeke Tarignano. Voda iz akumulacije koristi se za reguliranje rijeke Galo, a i za hidroelektranu pumpnog tipa Castitia. Ta elektrana ima 23 MW, a u 1971. će se izgraditi još 10 MW. I elektrana Castitia ima nešto nižu branu, visoka je 30 m. U ovom sistemu izgrađeno je šest pumpnih stanica, ukupno instalirane snage 3430 kVA. One su, ili na samoj rijeci, ili na vrhu gornjeg

jezera. Pomoću njih se može navodnjavati 7000 hektara zemljišta.

Ovo je zasad sva instalirana snaga u hidroelektranama. Njihovim radom omogućeno je, da se sva postrojenja termoelektrana drže u rezervi. Predviđa se da će 1975. potrebe doseći 50 MW.

Prije nacionalizacije su se dvije zone potrošnje Ajaccio i Bastija, napajale posebno. Međutim se pokazalo da je neophodno da se povežu. Zato je izgrađena mreža dužine 112 km napona 90 kV. Izgrađene su tri glavne transformatorske i rasklopne stanice Ocana, Corte i Basria. Istodobno su neke dionice vodova 90 i 30 kV izvedene za prijelaz na viši napon.

(Prema: Energy International, 12/69)

J. Moser

Potrošnja nafte u svijetu u porastu

Prema podacima statističke službe zemalja zajedničkog evropskog tržišta u toku 1968. godine, u svim rafinerijama tih zemalja prerađeno je 1804 milijuna tona, ili za 10,3% više nego 1967. god. Potrošnja njihovih finalnih proizvoda je iznosila 1273 milijuna tona. To je porast od 8,8%, a radi usporedbe dajemo podatak iz 1967. kada je taj porast iznosio 5,9%. Istovremeno se govori i o potrošnji u ostalim dijelovima svijeta. Tako je potrošnja naftinih derivata u Kanadi i USA povećana u 1967. za 5,6%, u Evropi za 10,6% a u Japanu za 13,3%. Potrošnja zemnog plina povećana je u Evropi za 57%, uglavnom zbog velikog porasta nizozemske produkcije zemnog plina. Ta produkcija se utrostručila u odnosu na 1967. godinu. Najveći porast izvoza sirove nafte imala je Libija. Ona je povećala izvoz u zemlje Evrope za 24%, a izvoz u USA je bio više nego udvostručen prema izvozu u 1967. Jedini pad izvoza zabilježen je kod zemalja Zapadne Afrike, prvenstveno Nigerije, što je i razumljivo s obzirom na tok bijafranskog sukoba.

(Prema: Energy International, 12/69)

J. Moser

Proizvodnja nafte u UAR

Mnoge arapske zemlje su mnogo poznatije po proizvodnji nafte nego je to UAR. Ona je siromašnija od svojih susjeda Libije i Saudijske Arabije. Ipak proizvodnja sirove nafte u UAR raste iz godine u godinu. Porast od 7,5 milijuna tona u 1967. na 17,5 milijuna tona u 1969. je više nego značajan. U 1970. je planirana proizvodnja sirove nafte od oko 25 milijuna tona.

Ovaj porast je značajan zbog toga što je tokom lipanjskog oružanog sukoba s Izraelom, UAR izgubila naftonosna polja na Sinaju koja su 1966. dala 5 milijuna tona sirove nafte. Glavni nosioci posla oko istraživanja i eksploatacije nafte su američka kompanija Standard Oil i francuski ERAP. One imaju nove koncepcije za traženje nafte na području od 500 000 km² (dvostruko veće nego je površina SFRJ) i to u dijelovima Libijske pustinje, doline Nila i u priobalnom području Crvenog mora.

(Prema: Energy International, 12/69)

J. Moser

Zajednička francusko-švicarska hidroelektrana

Nakon dugotrajnog odvojenog rada francuskih i švicarskih stručnjaka, došlo se do zaključka da je najbolje zajednički prići realizaciji akumulacije i brane Emosson koja je na samoj granici ovih zemalja.

Prema projektu potrebno je provesti skretanje francuskih rijeka Arve, Eau-Noire i Giffre, kao i švicarskih rijeka Val Ferret, Trient, Arpette i Jure, pomoću sistema kanala i tunela. Voda bi se akumulirala na visini od 1770 m u uvali Emosson na samoj francusko-švicarskoj granici. Vodu ove akumulacije iskorištavale bi dvije hidroelektrane: Chatelard-Vallorcine i La Batiaz.

Elektrana Chatelard-Vallorcine imala bi Pelton turbinu od 64 MW i generator od 70 MW, centrifugalnu pumpu od 40 MW i Francis turbinu od 51 MW. Elektrana La Bastiaz imala bi dvije grupe sa Pelton turbinama od 80 MW i generatorom od 90 MVA. Gornji napon transformacije bit će 220 kV. Izgradnja ovih postrojenja završit će se 1972.

(Prema: Energy International, 12/69)

J. Moser

Novi desetogodišnji plan razvoja elektroprivrede SSSR-a

Prema novom desetogodišnjem planu razvoja elektroprivrede SSSR-a predviđa se da će ukupni proizvodni kapacitet 1980. iznositi 350 000 MW, što je dva i po puta više nego danas. Do te godine bit će pušteno u pogon više novih elektrana ukupne snage 12 000 MW. To je više nego što su bila sva proizvodna postrojenja SSSR u pogonu 1940.

Po novom planu prioritet ima razvoj istočnog dijela zemlje, pogotovo prostrani Sibir. Bit će kompletirano postrojenje 6000 MW Krasnojarsk, s jediničnom snagom agregata od 500 MW. Izgradit će se postrojenje Šušnjenskoe, kao i jedna veća hidroelektrana na rijeci Leni.

Prema planu gradit će se, uglavnom, veća postrojenja. Tako se predviđa da će SSSR biti prva zemlja koja će imati u pogonu turbine snage 1200 MW. U Sibiru i u Centralnoj Aziji izgradit će se prijenosni sistem kojim će se energija proizvedena u Sibiru prenositi do potrošača u evropskom dijelu SSSR-a.

(Prema: Energy International, 12/69)

J. Moser

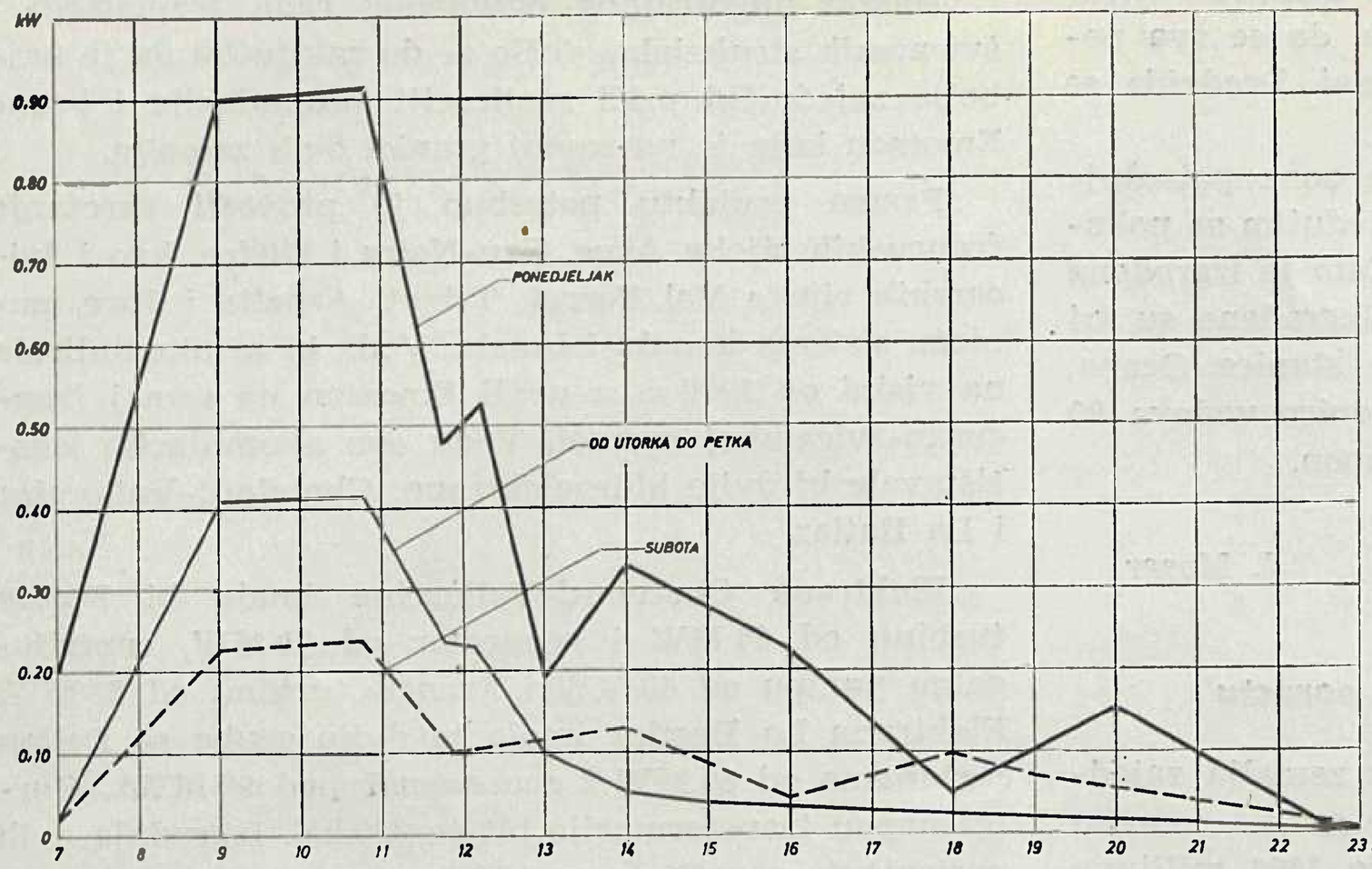
Nova velika hidroelektrana u Sibiru

Na rijeci Agari kod Ust-Illima, u blizini jezera Bajkal gradi se treća velika brana i hidroelektrana. Kada bude završena 1972., bit će to jedna od najvećih na svijetu sa snagom od 4500 MW. Proizvodit će godišnje 22 000 MWH za aluminijsku, kemijsku i industriju papira kod Ist-Ilima.

(Prema: Energy International, 12/69)

J. Moser

UTJECAJ STROJA ZA PRANJE RUBLJA NA DIJAGRAM OPTEREĆENJA U GRADSKIM MREŽAMA



Dnevni dijagram opterećenja

Pod ovim naslovom je V. Huber opisao, u časopisu »Elektrizitätsverwertung«, br. 5 1969., rezultate istraživanja, koja je provelo švicarsko poduzeće EKZ (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich), tokom 1966. godine. Ova ispitivanja su provedena u naseljima s obiteljskim kućama s jednom do dvije obitelji jer veliki stambeni blokovi imaju zajedničke praonice u kojima se rublje pere tokom cijelog tjedna.

Istraživanje je poduzeto zato, što je uočeno da maksimalno opterećenje u toku jednog sata u mreži EKZ, nastupa svakog ponedjeljka između 11 i 12 sati. U zimskom periodu 1964/65. porast opterećenja ponedjeljkom, u odnosu na maksimalno opterećenje ostalih dana, bilo je 15 MW i predstavljalo značajno dodatno opterećenje mreže.

Da bi se taj fenomen ispitao bili su instalirani instrumenti za mjerenje opterećenja na najpovoljnija mjesta u mreži (najčešće uz kućni priključak). U unaprijed predviđenim intervalima uzimala se razlika napona za 12 sekundi. Na taj način se mogao uočiti utjecaj stroja za pranje rublja na satno opterećenje (sl. 1).

Rezultati ispitivanja su bili ujednačeni, sa vrlo malo odstupanja pa se moglo sa sigurnosti utvrditi da:

1. ponedjeljkom između 7 i 11 sati u kućama s jednom ili dvije obitelji upotreba stroja za pranje rublja je dvostruko veća nego tokom ostalih dana u tjednu,

2. Od 11 sati dalje opterećenje uvjetovano strojevima za pranje rublja naglo opada.

3. U mreži EKZ maksimalno satno opterećenje pada između 11 i 12 sati. Izračunalo se da je srednja vrijednost razlike opterećenja, izazvana radom strojeva za pranje između 11 i 12 sati, ponedjeljkom veća za 0,3 kW po stroju nego ostalih radnih dana.

4. Isključivanje oko 1500 strojeva između 11 i 12 sati ponedjeljkom izaziva smanjenje opterećenja u mreži za 9 MW, a ostalih dana je to smanjenje za polovicu manje, svega 4,5 MW.

5. Razlika između srednjih satnih maksimuma opterećenja ponedjeljkom, prema ostalim danima (radnim) između 11 i 12 sati tokom zimskog perioda 1964/65. iznosi 15,6 MW.

6. Poslije podne upotreba strojeva za pranje rublja je minimalna.

Ovi rezultati ipak ostavljaju otvoreno pitanje zašto je ponedjeljkom opterećenje od 11 do 12 sati za oko 5% veće negoli ostalih radnih dana. Autor je došao do zaključka:

— raspodjela radova u kućanstvima je takva da se za rad u ponedjeljak troši najviše energije,

— osobe koje obavljaju rad u kućanstvu nakon dva dana odmora unose mnogo više poleta i energije u poslove koje obavljaju ponedjeljkom ujutro,

— kućanice peru rublje u ponedjeljak ujutro, da bi ga još tokom tjedna mogle koristiti,

— mnoge trgovine (prije svega velike robne kuće) su ponedjeljkom ujutro u Cirihu zatvorene, pa namještenici i potrošači mogu u to vrijeme obavljati kućanske poslove.

(Prema: L'energia elettrica, Nr. 11/69)

J. Moser

RAD UPRAVNOG ODBORA POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

XXVIII redovita sjednica održana u Splitu 20. X 1969.

XXVIII redovita sjednica Upravnog odbora »ELDIH« održana je dne 20. listopada 1969. u poduzeću »Elektrodalmacija« Split, s dnevnim redom:

1. Izvještaj o izvršenju zaključaka donijetih na XXVII redovitoj sjednici Upravnog odbora »Eldih«,
2. Izvještaj i zaključci sa sjednice Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije SRH »Udružene elektroprivrede«, održane u Splitu 1. X 1969.,
3. Izvještaj sa sastanka Savjeta za energetiku Savezne privredne komore i sastanka Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije,
4. Izvještaj o ostvarenom prihodu i rashodu u odnosu na proračun Biroa Poslovnog udruženja »Eldih« Zagreb od 1. I 1969. do 30. IX 1969. i utvrđivanje poslovnog rezultata od 1. I 1969. do 30. IX 1969. s prijedlogom raspodjele dohotka,
5. Rebalans rashoda u okviru proračuna Biroa Poslovnog udruženja za 1969. godinu.

Na sjednici su prihvaćeni ovi zaključci:

1. Prihvaćen je izvještaj o izvršenju zaključaka donijetih na XXVII redovitoj sjednici Upravnog odbora i s tim u vezi zadužen Biro udruženja, da u zajednici s predstavnicima Udružene elektroprivrede — Zagreb i »Elektre« — Karlovac, rasčisti i riješi pitanje sanacije troškova »Elektre« — Karlovac, koji će nastati s preuzimanjem nisko-naponskih mreža na području Like.

2. Prihvaćene su informacije sa sjednice Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije SRH »Udružene elektroprivrede«, održane u Splitu 1. listopada 1969.

3. a) Informacija sa sastanka Savjeta za energetiku Savezne privredne komore i sastanka Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije prihvaćena je s time, da se na dane 29. i 30. listopada 1969. godine zakaže sastanak Tarifne komisije Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije radi obnavljanja svojevremeno podnesenih zahtjeva za korekciju cijena električne energije za domaćinstva na nivo utvrđen privrednom reformom.

   b) Rješenje pitanja cijene električne enegije za izrazito sezonsku potrošnju obalno-turističkog područja, razmotrit će na posebnom sastanku predstavnici elektrodistributivnih poduzeća Elektrodalmacije — Split, Elektroprimorja — Rijeka i Elektroistre — Pula, i predložiti mogućnosti u okviru postojećeg tarifnog sistema ili na neki drugi način.
   Datum i mjesto sastanka odredit će direktor Biroa »Eldih«.

4. Prihvaćen je izvještaj o financijskom poslovanju Biroa od 1. I do 30. IX 1969. godine, prema kojem je u odnosu na proračun prihoda i rashoda za isti period poslovanja ostvaren:

a) Ukupni prihod sa	103,76%
b) Materijalni troškovi i amortizacija sa	98,94%
c) Višak prihoda nad rashodima	194,08%
d) Dohodak	105,66%
e) Ugovorne obaveze	84,13%
f) Zakonske obaveze	94,46%
g) Obračunati i isplaćeni osobni dohoci	94,64%
h) Ostatak dohotka	194,08%

5. Ovlašten je Zbor radnih ljudi radne zajednice Biroz Poslovnog udruženja »Eldih«, da u smislu odredbe člana 26. Pravilnika o materijalnim troškovima i amortizaciji, u okviru odobrenog globala, izvrši rebalans proračuna rashoda materijalnih troškova, zakonskih i ugovornih obaveza za 1969.

XI izvanredna sjednica 5. XII 1969.

XI izvanredna sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, održana je 5. prosinca 1969. godine u Zagrebu.

Dnevni red:

1. Razmatranje Izvještaja Saboru SR Hrvatske u vezi s Preporukom Sabora;

2. Izrada srednjoročnog plana razvoja elektrodistribucije SR Hrvatske;
3. Sklapanje ugovora s Institutom za elektroprivredu - Zagreb, o izradi studijskih tema za 1970. godinu;

U vezi s dnevnim redom, doneseni su ovi

Zaključci

1. Izvještaj Saboru SR Hrvatske prihvaćen je s ovim dopunama:

   a) U izvještaju treba prikazati i kretanje nominalnih iznosa osobnih dohodaka u indeksnim brojevima i za elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske za razdoblje 1967. i 1968. godine, kako bi se ti podaci mogli usporediti s podacima iz djelatnosti proizvodnje i prijenosa.

   b) Tekst na strani 24 izvještaja djelatnosti proizvodnje i prijenosa koji govori i o izgradnji objekata prijenosne mreže treba dopuniti i specificirati objektima prijenosne mreže.

   c) Tekst izvještaja djelatnosti razvoda i distribucije treba na strani 4 — ispred predzadnjeg stava dopuniti tekstom:
   »elektrodistributivna poduzeća bila su u toj situaciji prisiljena oročavati dio svojih manjkavih sredstava i za izgradnju prijenosne mreže. Oročena sredstva su manjkala za financiranje izgradnje mreže razvoda i distribucije«.

   d) Tekst na strani 25 izvještaja djelatnosti proizvodnje i prijenosa treba zamijeniti tekstom:
   »Postignut je sporazum između elektroprivrednih poduzeća u Rijeci i Zagrebu tako, da poduzeće u Rijeci, koje ima najjeftiniju proizvodnju od poduzeća u Zagrebu, isporučuje električnu energiju »Elektri« - Karlovac za područje Like. Međusobni odnosi ovih dvaju poduzeća u pogledu objekata prijenosne mreže na tom području regulirat će se ugovorom, što će se sklopiti na neodređeno vrijeme, i imat će trajni karakter.
   Ovakvo rješenje tog pitanja prihvatili su i organi upravljanja ovih poduzeća.
   Realiziranom razlikom u cijeni nabave električne energije rješava se samo dio povećanih troškova snabdijevanja »Elektre« - Karlovac izazvanih preuzimanjem energetske mreže. Za nepokriveni dio tih troškova trebale bi Općinske skupštine na području »Elektre« - Karlovac osloboditi to poduzeće od plaćanja kamata na poslovni fond kao nužni preduvjet za postupno rješenje nepreuzetih energetskih mreža.
   Na XXVIII redovitoj sjednici Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske, zaključeno je da se zamole saborski organi da preporuče Skupštinama općina, na području kojih djeluje Elektra Karlovac, da poduzeće u cijelosti oslobode plaćanja kamata na poslovni fond, što je i učinjeno, pa se čeka na rezultat takve preporuke«.

   e) Neke formulacije, u izvještaju djelatnosti proizvodnje i prijenosa, nisu precizne, na primjer: govori se o elektroprivredi ili o elektroprivrednim poduzećima a nije decidirano rečeno da su to elektroprivredna poduzeća djelatnosti proizvodnje i prijenosa. U tom smislu treba s drugovima iz te djelatnosti preciznije formulirati tekstove.

   f) Na strani 20. izvještaja djelatnosti proizvodnje i prijenosa stoji da su Sporazumom zaustavljeni ekscesi u povećanju osobnih dohodaka prijašnjih godina. Ova izreka ne odgovara činjenici, pa je treba zamijeniti drugom, prikladnijom.

   g) Odlučeno je da drug Kuzele Petar, dipl. ing., direktor »Elektre« - Zagreb i predstavnici Biroa »Eldih« zajedno s organima Udruženja proizvodnje i prijenosa pripreme tekst izvještaja o izvršenju Preporuke za Koordinacioni odbor dvaju Poslovnih udruženja elektroprivrede SR Hrvatske.

   h) Kao predstavnici elektrodistribucije SR Hrvatske za sjednicu Republičkog vijeća Sabora SRH, koja će se održati 23. XII 1969. imenovani su uz predstavnike Biroa udruženja i ovi članovi Upravnog odbora:
   Marušić Anđelko,
   Vidović Hrvoje, dipl. ing.,
   Kuzele Petar, dipl. ing.,
   Friganović Mato.

2. Prihvaćena je informacija o izradi srednjoročnog plana razvoja elektrodistribucije SR Hrvatske.

3. a) Preporučeno je da udruženi članovi, elektrodistributivna poduzeća čiji organi upravljanja nisu još raspravili program zajedničkih studijskih tema što su ih predložile Stručne grupe Upravnog odbora za izbor studijskih tema,to učine što prije, i da donijete odluke dostave Birou udruženja.

   b) Ukoliko koji od udruženih članova ne prihvati neku studijsku temu iz programa, predviđeni iznos financiranja snosit će poduzeća koja prihvate program.

   c) Članovi posebnih, užih stručnih grupa trebaju izvršiti definiranje radnog programa za svaku temu, i utvrditi cijenu obrade.

XXIX redovita sjednica upravnog odbora 26. XII 1969.

XXIX redovita sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije održana je 26. prosinca 1969. godine u Zagrebu s dnevnim redom:

1. Problem osiguranja kabela za 1970. godinu;
2. Izvršenje zaključaka XXVIII redovite sjednice Upravnog odbora i IX izvanredne sjednice Upravnog odbora;

3. Izvještaj o rješenju korekture cijene električne energije za domaćinstva;
4. Izvještaj o zasjedanju Odbora za privredu Republičkog vijeća Sabora SRH u vezi s izvještajem elektroprivrede SRH;
5. Pomoć postradaloj Banjoj Luci i Bosanskoj Krajini — prijedlog Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije;
6. Imenovanje Komisije za inventuru, pregled poslovanja za 1969. godinu i izradu financijskog plana Biroa Poslovnog udruženja za poslovnu 1970. godinu;
7. Izmjene i dopune normativnih akata:
   a) Ugovora o osnivanju i Statuta PU »Eldih«
   b) Pravilnika o radnim odnosima radne zajednice Biroa Poslovnog udruženja,
   Izvještaj Komisije Upravnog odbora;
8. Utvrđivanje visine akontacije doprinosa udruženih članova Poslovnog udruženja do donošenja financijskog plana za poslovnu 1970. godinu;
9. Preporuka Općinskim skupštinama SR Hrvatske da donesu odluku o održavanju i zaštiti elektrodistributivnih objekata, postrojenja i instalacija;
10. Prijedlog da se zamijene osobna kola »Mercedes 200« Biroa Poslovnog udruženja;
11. Razno.

Na sjednici su donešeni zaključci:

1. U vezi s problemom osiguranja kabela za 1970. godinu riješeno je da Elektroopskrba — Zagreb:
   a) dostavi svim udruženim elektrodistributivnim poduzećima spisak kabela koje je na ovom sastanku iznio direktor »Elektroopskrbe«, Ante Pojatina, dipl. ing., i
   b) da se predstavnicima Industrije kablova u Svetozarevu najkasnije do 15. siječnja 1970. godine organizira sastanak na kojem bi se u u prisutnosti direktora elektrodistributivnih poduzeća Hrvatske, raspravilo i riješilo pitanje osiguranja kabela za 1970. godinu.

2. Prihvaćen je izvještaj o izvršenju zaključaka sa XXVIII redovite sjednice Upravnog odbora i XI izvanredne sjednice Upravnog odbora Poslovnog udruženja »Eldih« Zagreb, kao i izvještaj o prijedlogu korekture cijene električne energije za domaćinstva.

3. U vezi podnešenog izvještaja elektroprivrede SR Hrvatske, koji je razmatran u Odboru za privredu Republičkog vijeća Sabora SRH, imenovana je grupa u sastavu:
   — Vidović Hrvoje, dipl. ing., direktor Elektrodalmacije — Split
   — Kuzele Petar, dipl. ing., direktor Elektre — Zagreb
   — Žanić Vladimir, direktor Elektroslavonije — Osijek
   — Mrvoš Žarko, dipl. ec., iz Elektroistre — Pula
   — Marušić Anđelko, direktor PU »Eldih« Zagreb
   — Feöcze Daniel, dipl. ec., ekonomski savjetnik PU »Eldih«
   — Štengl Vladimir, dipl. ing., tehnički savjetnik PU »Eldih«, sa zadatkom da za Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske izradi teze.

4. Zaključeno je, da se prijedlog Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije o pomoći postradaloj Banjoj Luci i Bosanskoj Krajini odloži do donošenja najavljenih saveznih propisa za odvajanje sredstava za Banju Luku.

5. Za popis - inventuru - sa stanjem na 31. XII 1969. godine imenovane su Komisije:
   a) osnovnih sredstava, materijala i sitnog inventara na zalihi i upotrebi u sastavu:

   Predsjednik:

   Mikuličić Milan, na radnom mjestu višeg stručnog referenta za materijalno snabdijevanje,

   Članovi:

   Grubanović Đurđa, dipl. ec. na radnom mjestu ekonomiste za statistiku i dokumentaciju, Šimag Mirjana na radnom mjestu daktilografa I klase.

   b) za utvrđivanje novčanih i ostalih obaveza i potraživanja u sastavu:

   Predsjednik:

   Šimović Jure, dipl. ec., na radnom mjestu ekonomiste - planera,

   Članovi:

   Grubanović Đurđa, dipl. ec., na radnom mjestu ekonomiste za statistiku i dokumentaciju, Delač Justina, na radnom mjestu stenodaktilografa.

Zatim su imenovane i Komisije:

a) Komisija za nabavu, rashodovanje i prodaju osnovnih sredstava u sastavu:

   Predsjednik:

   Mikuličić Milan, na radnom mjestu višeg stručnog referenta za materijalno snabdijevanje,

   Članovi:

   Grubanović Đurđa, dipl. ec., na radnom mjestu ekonomiste za statistiku i dokumentaciju, Šimović Jure, dipl. ec., na radnom mjestu ekonomiste - planera.

b) Komisija za izradu prijedloga financijskog plana za 1970. godinu u sastavu:

   Predsjednik:

   Radica Josip, rukovodilac ekonomsko-financijskog odjela »Elektrodalmacije« - Split,

   Članovi:

   Balen Tomislav, dipl. ec., direktor privredno-računskog sektora »Elektre« - Zagreb,
   Kovačina Milan, rukovodilac privredno-računskog sektora »Elektre« - Karlovac.

c) Komisija za pregled i utvrđivanje rezultata poslovanja za 1969. godinu u sastavu:

Predsjednik:

Radica Josip, rukovodilac ekonomsko-finansijskog odjela »Elektrodalmacije« - Split,

Članovi:

Balen Tomislav, dipl. ec., direktor privredno-računskog sektora »Elektre« - Zagreb,
Kovačina Milan, rukovodilac privredno-računskog sektora »Elektre« - Karlovac.

7. Na osnovu predložene izmjene i dopune, odnosno donošenja novog Ugovora o osnivanju i Statutu »Eldih« usklađenih s izmjenama Osnovnog zakona o jedinstvenim privrednim Komorama i poslovnoj suradnji u privredi, a posebno Osnovnog zakona o utvrđivanju i raspodjeli dohotka u radnim organizacijama zaključeno je:

a) da nadležni organi upravljanja udruženih članova najkasnije do 25. siječnja 1970. godine razmotre predloženi ugovor o osnivanju i Statutu udruženja, a svoje primjedbe i prijedloge dostave pismeno Birou udruženja.

b) Primjedbe i prijedloge na ugovor i Statut, Biro udruženja uručit će Komisiji za usklađivanje. Komisija je dužna da primljene prijedloge i primjedbe razmotri, i ukoliko nisu suprotne zakonskim propisima, uzme u obzir pri konačnoj redakciji Ugovora i Statuta.

c) Nakon što udruženi članovi prime konačno redigirani ugovor i Statut, donijet će zaključak o prihvaćanju i potpisu ugovora, kao i odluku kojom se njihov predstavnik u Upravnom odboru Udruženja ovlašćuje da u okviru ugovora o osnivanju može donositi punovažne odluke pri donošenju Statuta udruženja.

d) Kada udruženi članovi potpišu ugovor o osnivanju, Pravni odbor će donijeti odluku o novom Statutu udruženja.

8. Odluka o davanju suglasnosti s Pravilnikom o radnim odnosima, odložena je za slijedeću sjednicu, nakon što Komisija detaljnije obrazloži predložene izmjene i dopune ovog Pravilnika.

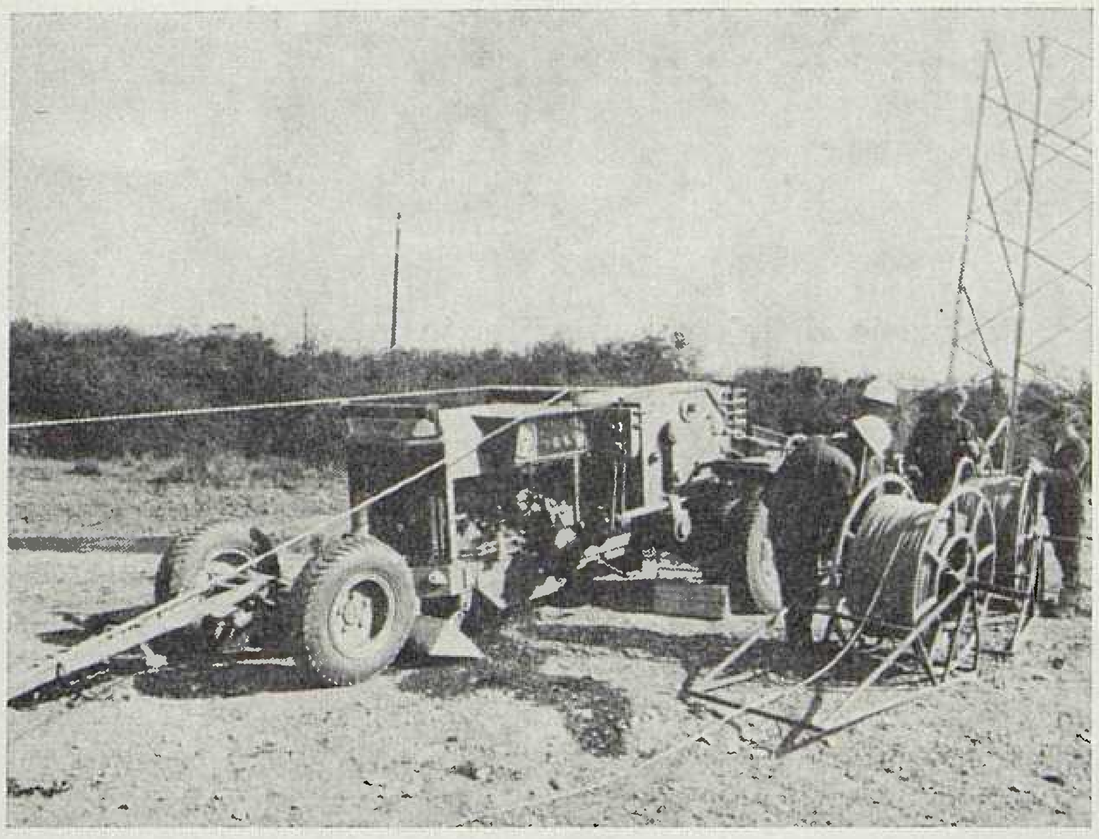
9. Da bi Biro »Eldih« normalno poslovao odlučeno je, da udruženi članovi do donošenja financijskog plana i utvrđivanja visine doprinosa udruženih članova za 1970. godinu, za prvo tromjesečje 1970. godine uplate akontaciju utvrđenu proračunom rashoda Biroa za 1969.

10. Prijedlog pod tačkom 10 dnevnog reda Upravni odbor je prihvatio u cijelosti, onako kako ga je predložio Zbor radnih ljudi radne zajednice Biroa »Eldih«.

12. Prijedlog predstavnika »Elektroistre« - Pula, pod tačkom *»razno«* prihvaćen je s napomenom, da se uzme u razmatranje pri izradi i donošenju proračuna prihoda i rashoda Biroa »Eldih« za 1970.

N. Stipančić

Dalekovod 220 kV Jablanica — Mraclin u pogonu



Detalj montažnih radova na dionici 220 kV voda Una — Međurić — Mraclin

Završeni su svi radovi na izgradnji dalekovoda 220 kV Jablanica—Mraclin, koji su počeli u drugom tromjesečju 1969. Za prvu dionicu Jablanica—Una, na području SR Bosne i Hercegovine investitor je poduzeće »Elektroprenos« iz Sarajeva, dok je za dionicu Una—Međurić—Mraclin, duljine 111,5 km, investitor »Elektroprenos« iz Zagreba.

Novosagrađenim dalekovodom 220 kV Jablanica—Mraclin rješava se u prvoj etapi priključak hidroelektrane Rama na superponiranu mrežu Jugoslavije i omogućuje plasman njezine energije u zapadni dio zemlje.

U programu je da se daljnjim razvojem mreže 220 kV na ovaj dalekovod priključe transformatorske stanice 220/110 kV u Prijedoru i Međuriću, i agregat termoelektrane Sisak.

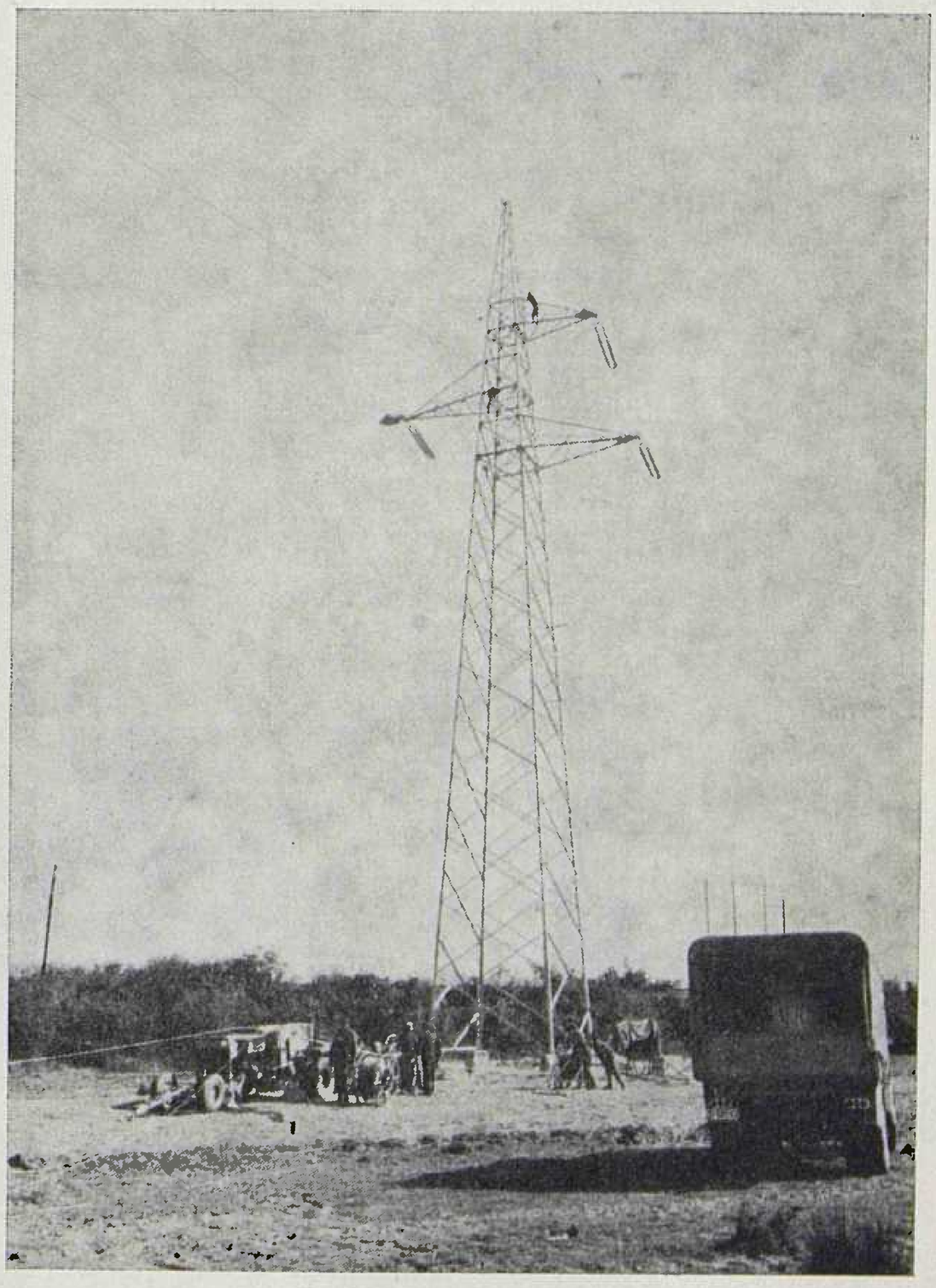
Građevinske radove kao i kompletnu montažu dalekovoda izvelo je poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba.

Presjek i materijal vodiča je 3 × 360 mm² Ač, a rešetkasti stupovi od profilnog pocinčanog čelika, proizvedeni su u tvornici željeznih konstrukcija »Energoinvest« u Sarajevu. Zaštitno uže izvedeno je od pocinčanog čelika presjeka 95 mm².

Nakon izvršenog tehničkog pregleda sredinom siječnja 1970. dalekovod je ušao u redoviti pogon.

Dalekovod 220 kV Jablanica—Mraclin priključen je u transformatorsku stanicu 220/110 kV Mraclin privremeno, a preko pomoćnih sabirnica i preko spojnog polja vezan je na glavne sabirnice. Sredinom 1970. izgradit će se kompletno vodno polje 220 kV pa će se dalekovod priključiti na glavne sabirnice 220 kV.

I. R.



Čelično-rešetkasti pocinčani stup na dalekovodu 220 kV Jablanica — Mraclin

Nove TS 110/35 kV

Program izgradnje elektroenergetskih postrojenja u Hrvatskoj za 1970. predviđa i gradnju TS 110/35 kV Ivanić Grad i TS 110/35 kV Vukovar.

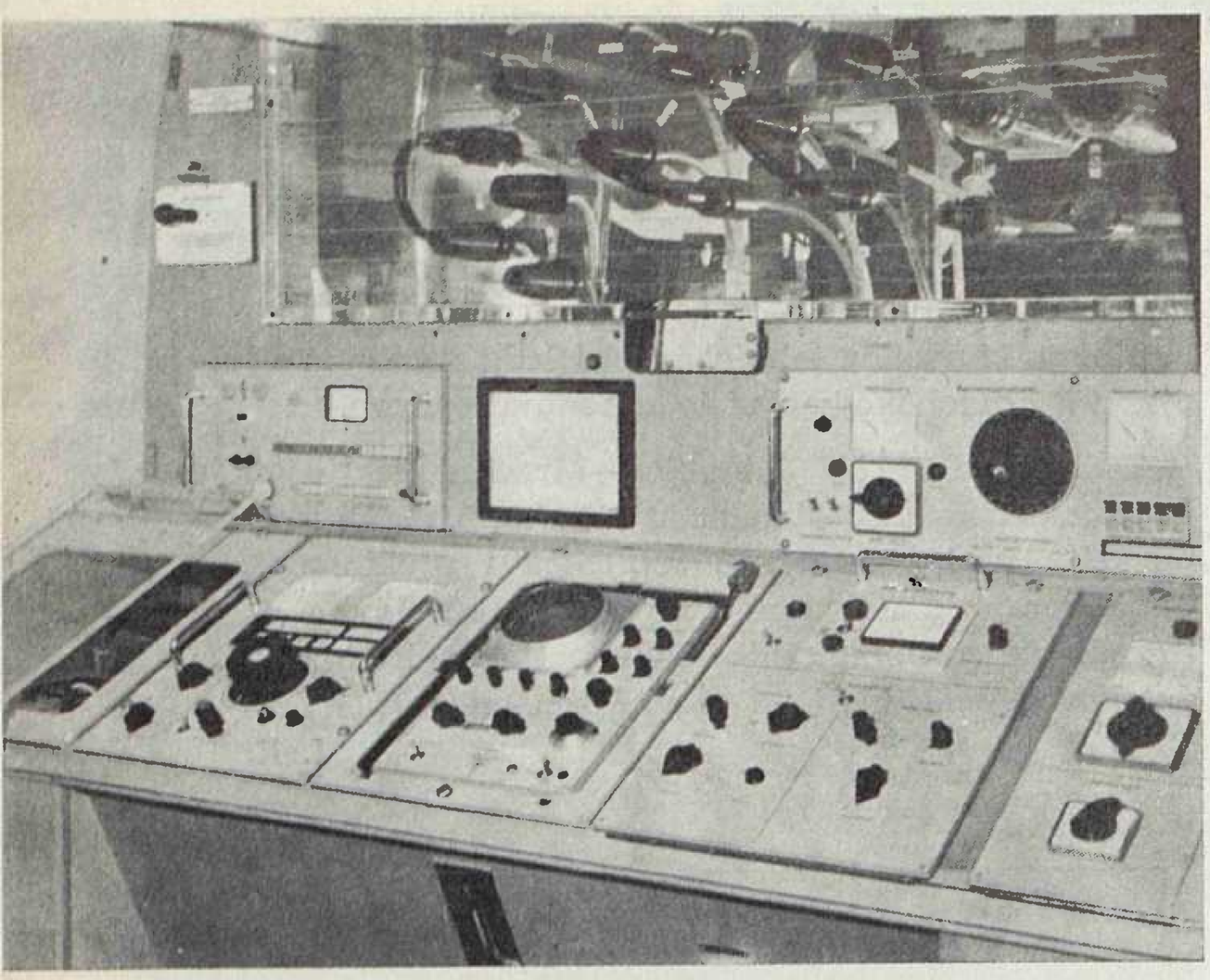
Zbog porasta konzuma i smanjenja gubitaka prijenosa dalekovoda 110 kV Mraclin—Bjelovar, potrebno je na tom području izgraditi transformaciju 110/35 kV. Upravo zato izabrana je lokacija za gradnju transformatorske stanice u Ivanić Gradu. Postojeći dalekovodi 35 kV Međurić—Ivanić i Ivanić—Sisak su stari, pa ne mogu zadovoljiti razvoj konzuma.

Danas se područje Vukovara napaja iz TS 110/35 kV Vinkovci preko dva dalekovoda 35 kV od kojih je jedan građen za 110 kV. Budući da se na tom području već u 1970. očekuje opterećenje od 18 MW, bezuvjetno je potrebno izgraditi transformacije 110/35 kV.

Za obje ove transformatorske stanice izrada glavnih projekata ulazi u završnu fazu, tako da je početak gradnje u planu u toku drugog tromjesečja 1970.

I. R.

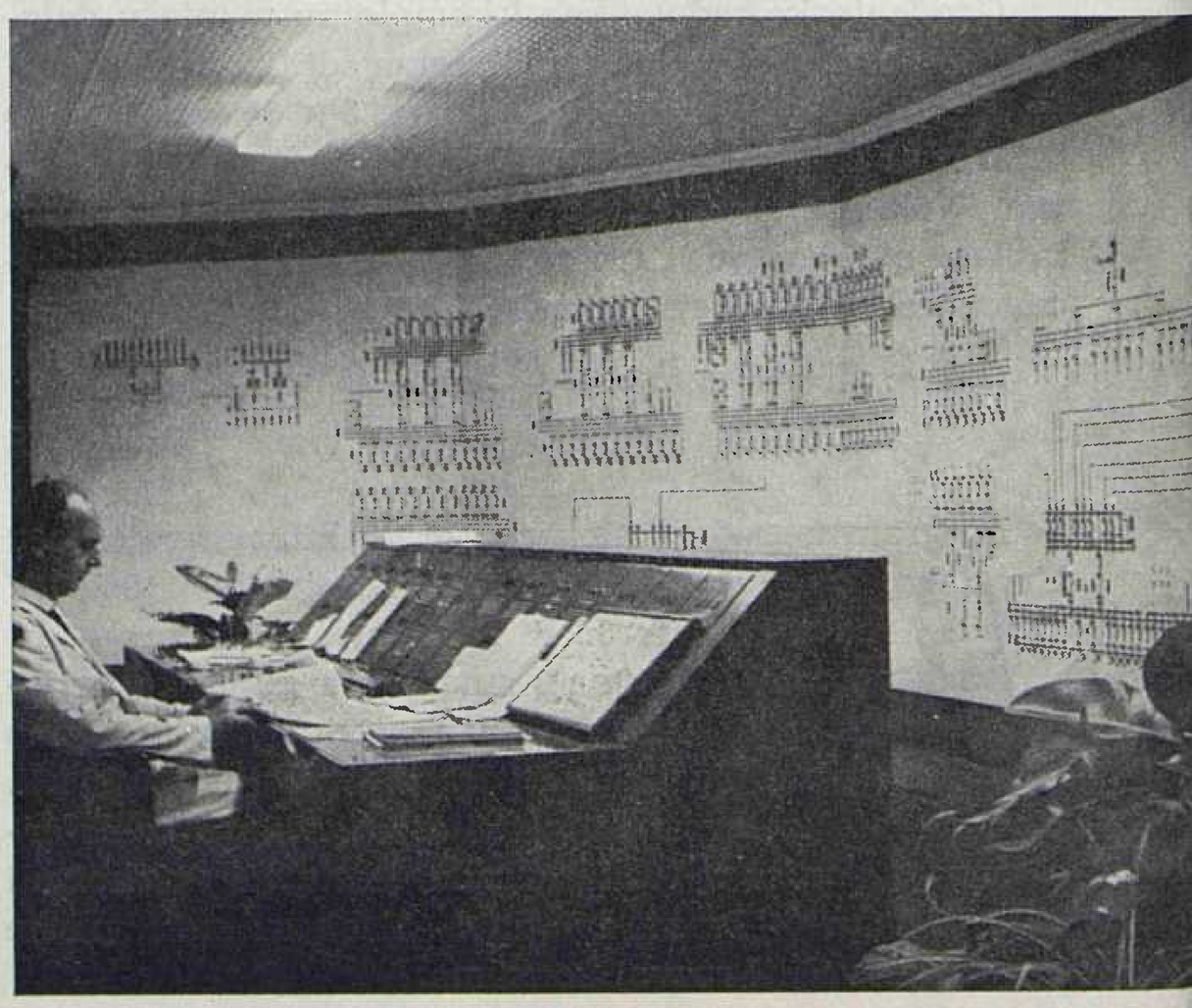
Plan investicija poduzeća „Elektra“



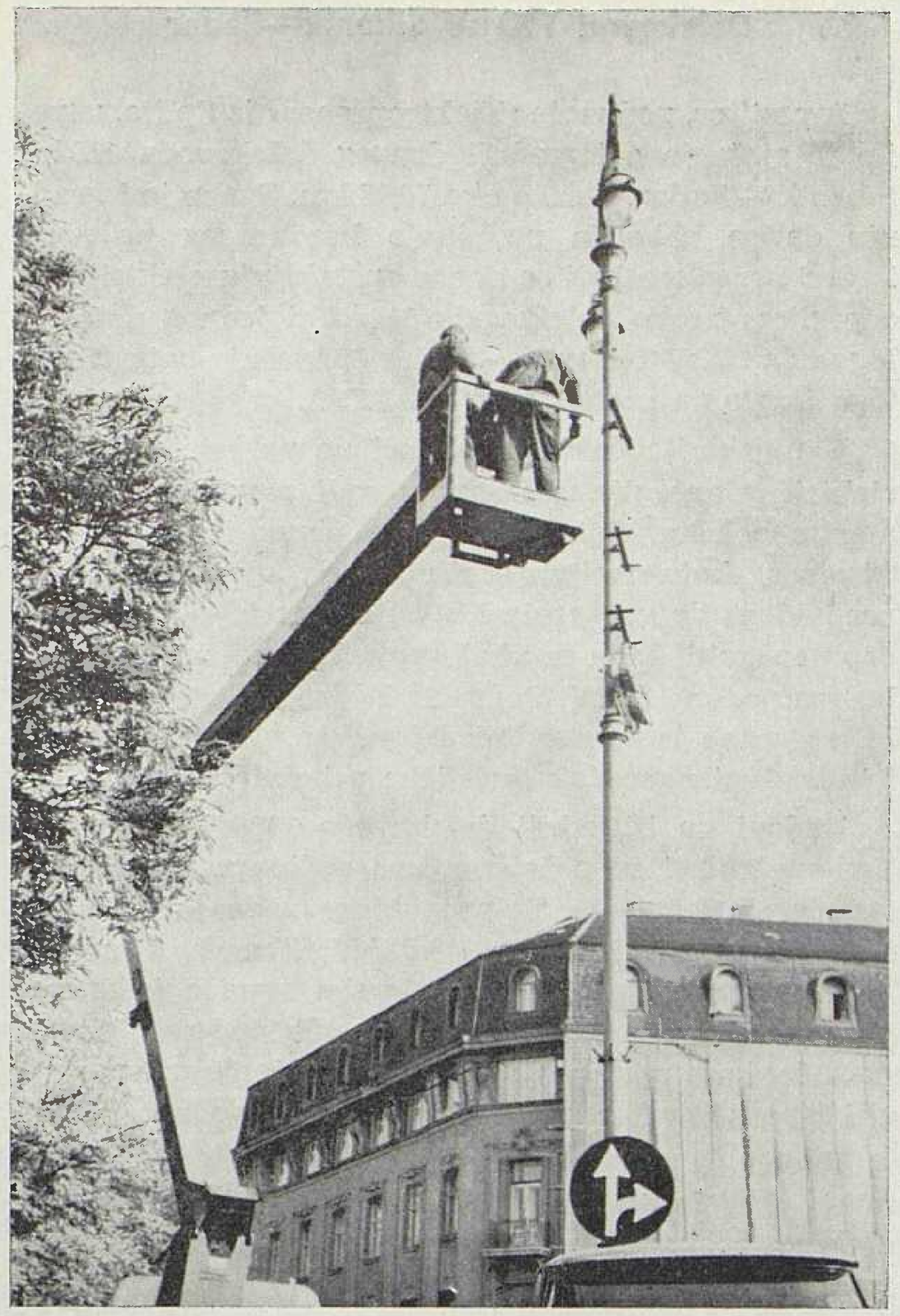
Poduzeće »Elektra« uložilo je na području grada Zagreba za izgradnju novih i proširenje postojećih energetskih objekata u toku 1969. oko 65 milijuna novih dinara. Investicije su u prvom redu upotrebljene da bi se dovršili objekti kojih je gradnja otpočela još u 1968. godini.

Od novih postrojenja najvažnija su:

Transformatorska stanica 110/35 kV Jarun, kod koje su građevinski radovi potpuno završeni. Položen je kabel 30 kV Jarun—Uklopna VIII, a kabel 30 kV Jarun—Uklopna IX izvest će se u 1970, dok je za gradnju stanice 110/35 kV Južni Zagreb već gotova projektna dokumentacija. Također je završena gradnja transformatorske stanice 30/10 kV, Uklopna II—Branimirova i stanica 30/10 kV Uklopna XIV—Dubrava. Izvršena je rekonstrukcija postojeće stanice Uklopna IX za koju su nabavljeni novi transformatori 16 MVA, i obavljena zamjena kabelskih i nadzemnih vodova 10 kV. Za postavljanje novih kabela 10 kV utrošeno je 512.000. d.

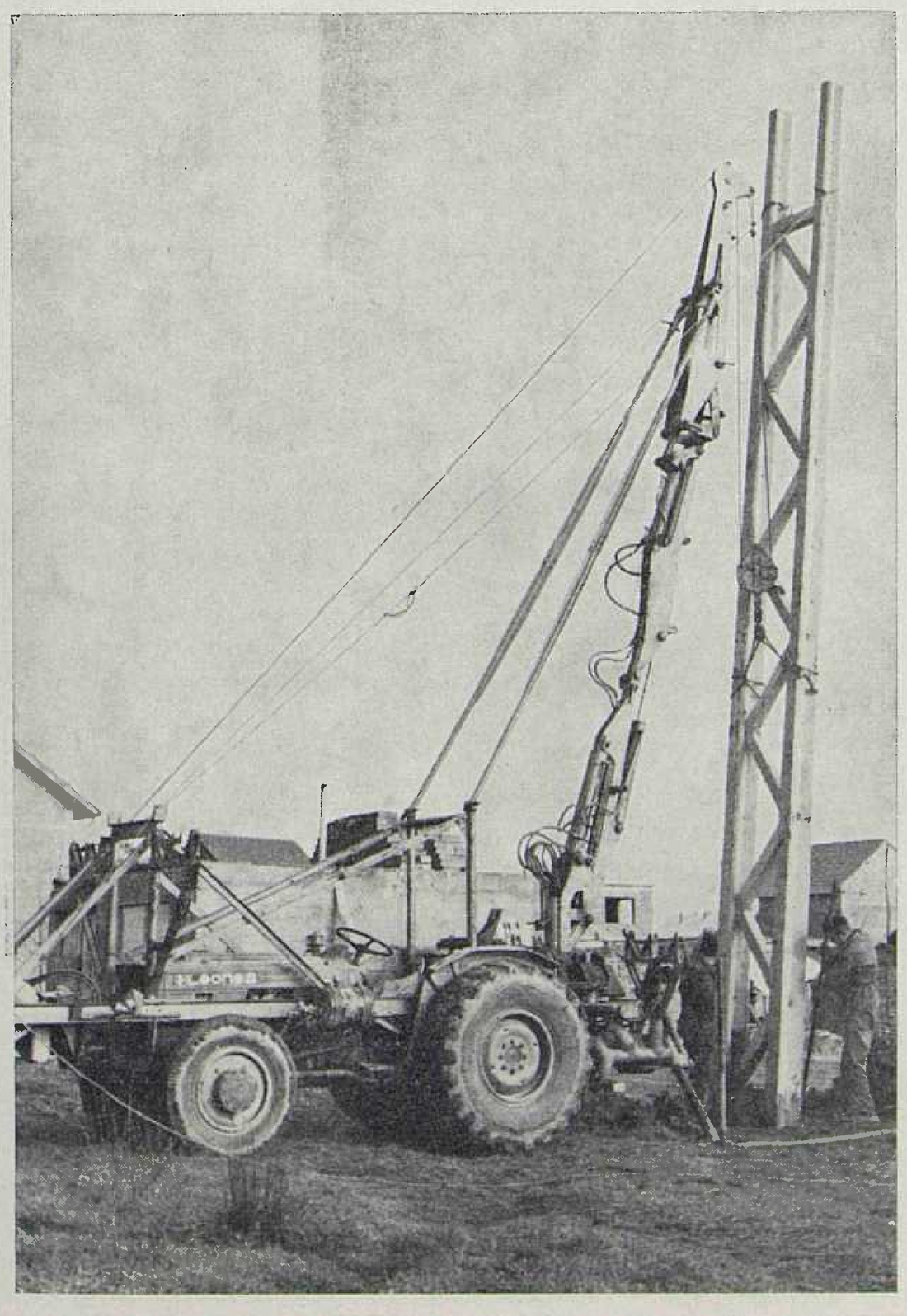


za područje Zagreba



Planom predviđena izgradnja 10 transformatorskih stanica 10/0,4 kV koja nije realizirana u 1969. u planu je za 1970. godinu. Rekonstrukcija nadzemnih vodova uglavnom je izvedena u planiranim rokovima. Nadalje je izvršena rekonstrukcija javne mreže, rekonstrukcija postrojenja 30 i 10 kV i prijelaz s 5 na 10 kV. Izgrađena je električna mreža za nova naselja: Utrinu, Siget, Južnu Trešnjevku, Klanu, Brestje, Vrbik, Sopot, zatim Sopot-Gajnice, Prečko, Borovec, a za naselje Držićeva--Autoput izrađena je projektna dokumentacija.

Svi radovi nedovršeni u 1969. nastavit će se u ovoj godini. Planom poduzeća »Elektra« za 1970. predviđaju se investicije od oko 75 milijuna dinara. Poduzeće će iz vlastitih sredstava osigurati oko 30 milijuna, a ostali i veći dio investicija pokrit će se iz kredita.



Glavni dio investicija utrošit će se za izgradnju: transformatorske stanice 110/10 kV Južni Zagreb I, 12,000.000.—, za stanicu 35/10 kV Uklopna IX, stara elektrana s kabelima, i stanicu 30/10 kV daljnjih 12,000.000.— i u mrežu pogonskih okruga (Zaprešić, Samobor, Velika Gorica, Zelina, Dugo Selo i Klara) također 12,000.000.— dinara. Preostala sredstva raspoređena su na izgradnju novih kabela i niskonaponske nadzemne mreže napona 0,4 kV, i opremu elektroenergetske mreže cca 5 milijuna, a za mrežu javne rasvjete 4 milijuna dinara.

Za mrežu transformatorske stanice 10/0,4 kV u novim naseljima na području Zagreba investirat će se preko 11,4 milijuna dinara. U programu je da se u 30 stanica 10/0,4 kV utroši iznos od 6 milijuna dinara za novu opremu i za proširenje postojećih kapaciteta.

I. R.

Dalekovod 110 kV Šibenik—Zadar

Investitor, poduzeće »Elektroprenos« iz Splita, usvojio je rješenje o izgradnji drugog dalekovoda 110 kV Šibenik — Zadar, dužine oko 75,13 km. Svrha je izgradnje da se poboljša napajanje konzumnog područja Zadra s otocima koji se danas opskrbljuju električnom energijom preko dalekovoda 110 kV i jednog dotrajalog voda 35 kV Lozovac — Zadar. Današnje opterećenje toga konzuma prelazi preko 20 MVA.

U najskorije će vrijeme doći do porasta potrošnje električne energije u Obrovcu radi povećane eksploatacije boksita. Osim toga je u planu izgradnja HE Obrovac, koju treba priključiti na mrežu. Zato je predviđeno da vod prolazi blizu Obrovca, da bi se mogao napraviti, kada se ukaže potreba, odcjep (ulaz i izlaz) za napon 110 kV. Područje Zadra i njegovih otoka, interesantno je za razvitak i proširenje lake industrije i intenzivni napredak turističke privrede.

Radovi na izgradnji dalekovoda 110 kV Šibenik — Zadar otpočeli su početkom ove godine u izvedbi poduzeća »Dalekovod«. Polazna tačka voda je postojeća transformatorska stanica 110/35 kV Šibenik, a krajnja također postojeća transformatorska stanica istog napona u Zadru. Vod će se izvesti na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima, tipa »jela«, koje će u kooperaciji isporučiti »Energoinvest« i »Dalekovod«.

Vodiči će biti 3 × 150 mm² Ač, zaštitno uže 1 × 50 mm² Če, izolatori porculanski kapasti tipa K 170/280 domaće proizvodnje, a kompletan ovjesni materijal isporučit će »Dalekovod«.

Vjerojatno će vod ući u pogon početkom trećeg tromjesečja ove godine. *I. R.*

Dalekovod 110 kV za napajanje konzuma Baranje

Početkom godine otpočeli su radovi na izgradnji dalekovoda 110 kV Osijek II — Beli Manastir, dužine 26,7 km, u izvedbi poduzeća »Dalekovod« iz Zagreba.

Danas se područje Baranje opskrbljuje električnom energijom iz transformatora stanice 110/35 kV Osijek (Brijest) preko gradske mreže putem jednog voda 35 kV duljine oko 33 km. Na ovom dalekovodu priključene su u Baranji tri transformatorske stanice 35/10 kV: Bilje, Kneževi Vinogradi i Vranjin Vrh. Opterećenje Baranje već iznosi preko 7 MW tako da postojeći dalekovod više ne zadovoljava.

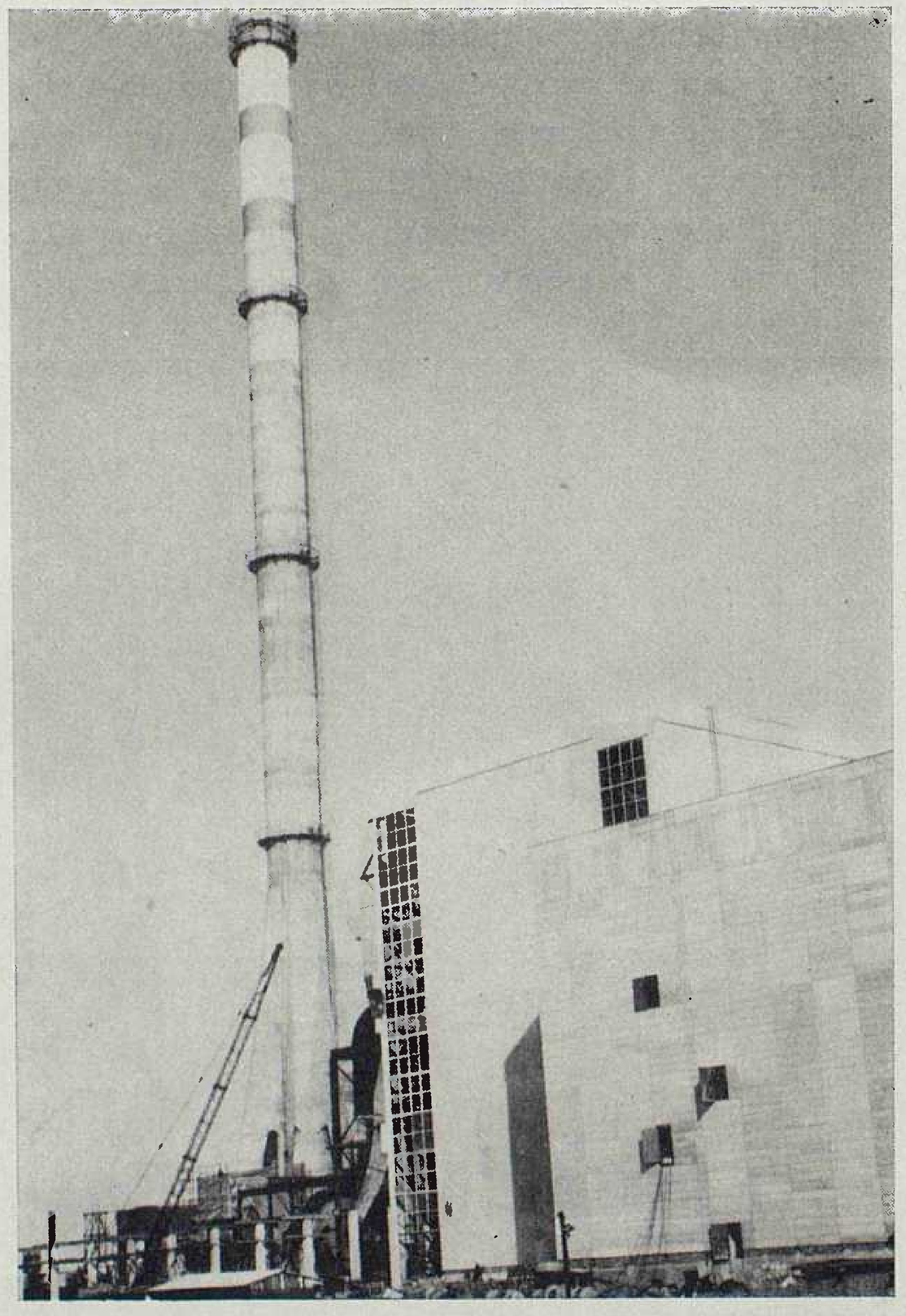
Uzevši u obzir veliki porast konzuma (20%) i s obzirom na nagli razvoj poljoprivrede i prehrambene industrije, a u projektu je i izvedba opsežnih hidromelioracionih zahvata u Baranji, odlučeno je da se pristupi gradnji dalekvoda 110 kV.

Dalekovod 110 kV Osijek II — Beli Manastir polazit će iz transformatorskre stanice 110/35 kV Osijek II (u gradnji), a poduzeće »Elektroslavonija« gradit će transformatorsku stanicu 110/35 kV Beli Manastir iz koje će se transformirati energija za konzum Baranje.

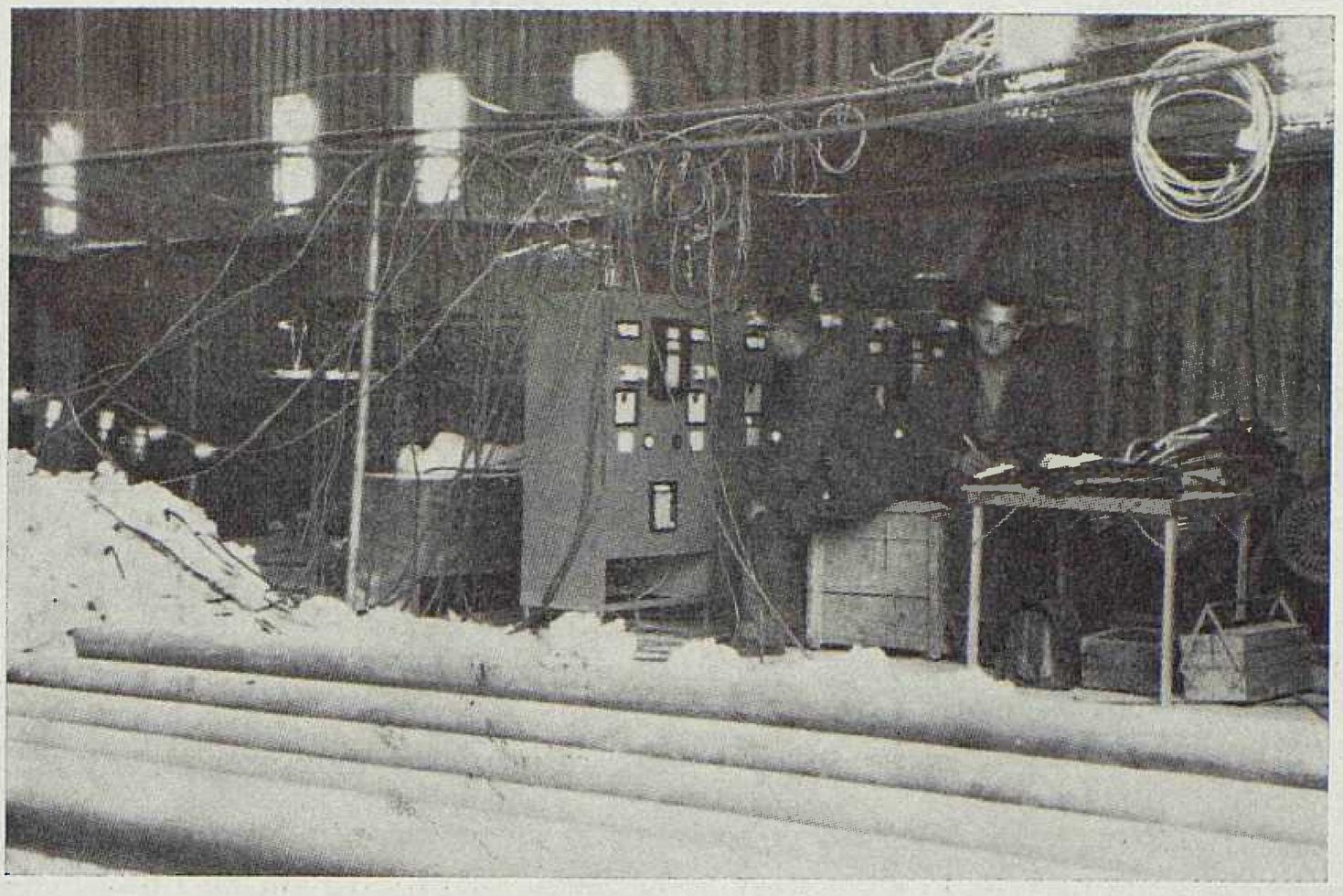
Vod će se izgraditi na željezno-rešetkastim stupovima s vodičima 150 mm² Ač, zaštitno uže 1 × 50 mm² Če. Izolatori su proizvodnja francuske tvrtke »Sediver«. Ugovoreno je da svi radovi na vodu budu završeni sredinom kolovoza. *I. R.*

TE Sisak — Gradnja dimnjaka

Krajem trećeg kvartala ove godine završeni su radovi na izgradnji dimnjaka, visokog 140 m. Sagrađeni dimnjak zasad je najviši objekt u Hrvatskoj. To je prvi klizni dimnjak cilindričnog oblika koji je izgrađen u našoj zemlji, a svojim vanjskim izgledom podsjeća na divovsku raketu. Radove su izvele stručne ekipe poduzeća »Industrogradnja« iz Zagreba, a učestvovali su i stručnjaci iz Čehoslovačke.



ZABRANJENO JE UMNOŽAVANJE BEZ ODOBRENJA UREDNIŠTVA



Aparatura za odžarivanje varova

Ispitivanje peći za održavanje »Uniterm« u »Jugoturbini« Karlovac

Radi uklanjanja unutrašnjih napetosti u predmetima, koji su mehanički obrađivani, ljevani ili vareni, poduzeće »Jugoturbina« nabavilo je komornu peć za odžarivanje s gabaritom vrata 3 × 3 m, korisnim prostorom 4 × 4 × 7 m, te pomičnim podom (kolicima). Peć je predviđena za grijanje mazutom i opremljena automatikom sagorjevanja i regulacijom temperature.

Svrha ispitivanja bila je da se uoče nedostaci u mjernoj tehnici i automatici, da se ti nedostaci uklone i oprema automatike prilagodi i osposobi, te da se izvrši snimanje raspodjele temperatura u peći, radi davanja atesta za potrebe odžarivanja po propisima nacionalnog i inozemnih registara brodova.

Zadatak je izvršen u cjelosti. »Jugoturbina« je dobila atest našeg Laboratorija za toplinska mjerenja, o mogućnostima odžarivanja po preciznim kriterijima u svojoj komornoj peći.

F. Š.

Ispitivanja peći za odžarivanje »Unitherm« u »Jugoturbini« Karlovac

Izvršeno je uklanjanje napetosti zavara putem odžarivanja. Program odžarivanja držan je automatski, a odžarivalo se i do 24 vara istovremeno uz pomoć program-regulatora, napravljenog u Laboratoriju za toplinska mjerenja.

F. Š.

Odžarivanje zavara u rafinerijama nafte u izgradnji Sisak i Urinj, i u tvornici viskoze u remontu u Banjoj Luci

Izrađen je električni anemometar za mjerenje srednje brzine strujanja u pokusnom tunelu za sušenje Instituta za kemiju i tehnologiju silikata u Zagrebu.

Instrument je građen za dva mjerna područja. Najmanja brzina, koja se još dade mjeriti ovim anemometrom, iznosi 0,2 m/sek, a najveća 30 m/sek. U principu nema zapreke da se mjerna područja povećaju na više. Anemometar radi na principu razlike otpora električnih grijača, od kojih je jedan smješten u struji zraka, a drugi izdvojen iz struje zraka, ali pod istim režimom prelaza topline.

F. Š.

Izrada električnog anemometra za institut za kemiju i tehnologiju silikata u Zagrebu

Proizvodni sektor poduzeća »Slavnik-Koper« izradio je dva prototipa kamiona hladnjača za distribuciju u naseljima i kraće transporte, bez rashladnih agregata.

Ove hladnjače ispitane su u Laboratoriju za toplinska mjerenja u smislu odgovarajućih DIN propisa. Ispitivanja su bila detaljna, kako u pogledu mogućnosti dobivanja upotrebne dozvole za prijevoz rashladnih živežnih namirnica, tako i za usavršavanje detalja za serijsku izvedbu.

Ispitivanja su uspješno završena i o tome je izdana odgovarajuća dokumentacija.

F. Š.

XXVIII ZASJEDANJE KOMITETA ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU, EKONOMSKE KOMISIJE ZA EVROPU — OUN, ODRŽANO OD 24. DO 28. XII 1969. U ŽENEVI

Na ovogodišnjem zasjedanju Komiteta za električnu energiju (u nastavku: Komitet) sudjelovale su ove zemlje (u zagradama je označen broj delegata):

Austrija (1), Belgija (3), Španjolska (4), USA (2), Finska (2), Francuska (4), Grčka (1), Mađarska (3), Italija (4), Holandija (2), Poljska (2), Portugal (2), Zap. Njemačka (3), SSSR Bjelorusija (1), SSR Ukrajina (1), Rumunija (2), Ujedinjeno Kraljevstvo (3), Švedska (2), Švicarska (1), ČSSR (2), Turska (3), SSSR (4), i Jugoslavija (1).

Zasjedanju su prisustvovali predstavnici međunarodnih organizacija: CEI (Međunarodna elektrotehnička komisija); CME-WPC (Svjetska konferencija za energiju); FIPACE (Međunarodna federacija proizvođača autopotrošača električne energije); UNIPEDE (Međunarodna unija proizvođača i distributera električne energije).

Na poziv Sekretarijata zasjedanju su prisustvovali i predstavnici vladinih organizacija: CAEM-SEV (Savjet za uzajamnu ekonomsku pomoć); CEE (Komisija evropskih zajednica) i OCDE (Organizacija za kooperaciju i ekonomski razvoj).

Za XXIV sjednicu Komiteta bio je predviđen ovaj dnevni red:

1. Usvajanje dnevnog reda
2. Izbor članova Biroa
3. Pitanja sa XXIV zasjedanja Ekonomske komisije za Evropu
4. Elektroenergetska situacija u Evropi i njezine perspektive
5. Dugoročne perspektive industrije električne energije
6. Aktivnosti pomoćnih organa Komiteta:
   a) Grupa eksperata za studij hidroelektričnih izvora Evrope;
   b) Radna grupa za studij elektrifikacije sela;
   c) Radna grupa za termoelektrane;
   d) Grupa eksperata »ad hoc« za studij ekonomskih problema koji se postavljaju planiranjem i eksploatacijom velikih električnih mreža.
7. Pitanja pravne prirode
8. Problemi iz područja statistike
9. Razmjena znanstvenih, tehničkih, ekonomskih i drugih informacija između zemalja koje sudjeluju u radovima Komiteta:
   a) Aktivnosti Organizacije Ujedinjenih Naroda, Internacionalne agencije za atomsku energiju i ostalih internacionalnih vladinih i nevladinih organizacija u području energije i elektroenergije;
   b) Regulativi u odnosu na sigurnost električnih instalacija, na električne uređaje kao i na vršenje radova;
   c) Regulativi u vezi s vršenjem radova održavanja i popravaka na linijama srednjeg i visokog napona pod naponom;
   d) Stvaranje opterećenja za vrijeme slabe potražnje.
10. Program rada Komiteta i prioriteti:
    a) za 1970—1971. godinu;
    b) za 1971—1975. godinu.
11. Razno.
12. Donošenje privremenog kalendara sastanaka Komiteta, njegovih pomoćnih organa i kolokvijuma koji se organiziraju pod njihovim auspicijama.

Prije iznošenja prikaza zasjedanja, prema navedenom dnevnom redu treba primijetiti da se dokumentacija koja se ovdje navodi nalazi na jednom od službenih jezika OUN (ruski, francuski ili engleski jezik) u ograničenom broju primjeraka kod ZJE i da se ona registrira u periodičnim biltenima ZJE (Bilteni tehničke dokumentacije).

Pristupajući *1. tački dnevnog reda,* Komitet je u cjelini usvojio predloženi dnevni red, odlučivši da će se tačka 3. razmatrati ispred tačke 10. zbog njihove povezanosti.

Pod tačkom 2. dnevnog reda, slijedom internog pravilnika Komisije, prišlo se izboru članova Biroa za 1969—1970. godinu. Na prijedlog delegata Španjolske ponovo su izabrani za predsjednika Adrian Georgescu (Rumunija), zamjenik ministra u Ministarstvu za elektroenergiju, a za potpredsjednika Sven Lalander (Švedska), potpredsjednik Državnog energetskog odbora.

Pod tačkom 4. dnevnog reda razmatrani su radni dokumenti EP/361 i EP/366 sa nastavcima od 1 do 4. Prvi dokumenat je sastavio Sekretarijat na temelju ekspozeja delegata pojedinih zemalja na XXVII zasjedanju Komiteta, daje pogled u elektroenergetsku situaciju tih zemalja u 1967. i 1968. Drugi dokument sastavio je također Sekretarijat i sadrži elektroenergetsku situaciju za period od 1. I 1966. do 31. XII 1968., na temelju podataka onih zemalja koje su odgovorile na anketu za ovu trogodišnju analizu iz područja proizvodnje, prijenosa i potrošnje električne energije. Prva trogodišnja analiza dana je za period od 1. I 1963. do 31. XII 1965. pod oznakom ST/ECE/EP/40. Do 1964. godine rađene su jednogodišnje analize). Razmatranjem ovih radnih dokumenata utvrđeno je, da su neke zemlje izostavile dostavljanje svih podataka koji su traženi anketom.

Pod 5. tačkom dnevnog reda razmatran je radni dokumenat EP/367, koji sadrži i grubi pregled sadr-

žaja studije o dugoročnim perspektivama industrije električne energije u Evropi. Radni dokument je sastavio Sekretarijat na temelju primjedbi i sugestija koje je primio kao odgovor na anketu koja je bila upućena vladama zemalja učesnica, a koju je Komitet odlučio sprovesti na XXVII zasjedanju u skladu sa preporukom rezolucije 7 (XXII) Komisije. Na anketu je odgovorilo 20 zemalja (izostao je i odgovor Jugoslavije). Svi su odgovori u prilog izrade studije pa i prijedloga sadržaja same studije (Sekretarijat je na bazi ovih odgovora izradio svojedobno jedan pregled koji je prikazan u radnom dokumentu EP (347). Sekretarijat je upoznao Komitet s namjerom UNIPEDE da o ovom predmetu izradi izvještaj i podnese na kongresu kojeg će ta organizacija održati septembra 1970. godine u Francuskoj (Cannes).

Sekretarijat je pored toga upoznao Komitet s dokumentima koji razmatraju energetsku situaciju do 1980. i o tačnosti energetskih predviđanja, koji su bili podnijeti na Kolokvijum o budućoj ulozi ugljena u nacionalnim ekonomijama i u svjetskoj ekonomici, rujna 1969. u Poljskoj.

Pod tačkom 6. dnevnog reda razmatrani su izvještaji pomoćnih tijela Komiteta.

a) *Izvještaj Grupe eksperata za studij hidroelektričnih izvora Evrope* sa njezine XXII sjednice, dan u dokumentu EP/179-EP/WP. 2/44.

Sekretarijat je podnio Komitetu i izvještaj o uspjehu kolokvija koji je održan u Madridu u oktobru 1969. godine, na kojem su bili razmatrani problemi koje postavljaju riječna postrojenja s višestrukom namjenom vezana za proizvodnju električne energije. U dokumentu sa sjednice EP/107 dani su opći zaključci kolokvija, dok će sam izvještaj biti objavljen pod oznakom ST/ECE/EP/49.

Sekretarijat je informirao Komitet da je publicirana i definitivna verzija elaborata: »O ulozi koju imaju odigrati hidroelektrična postrojenja s pumpnom akumulacijom u pokrivanju vršnih opterećenja«, pod oznakom ST/ECE/EP/45.

Sekretarijat je podnio Komitetu i radni dokumenat EP/377, u stvari Informaciju br. 1, u vezi kolokvija o perspektivama hidroelektrana i njihovog uklapanja u velikim sistemima distribucije energije, koji će se održati u Dubrovniku od 19 .do 21 listopada 1970. U vezi s ovim kolokvijem napominje se da je rok za prijavu referata Diviziji za energiju Komisije do 31. siječnja 1970., a da se prijave za učestvovanje na kolokciju dostavljaju, kako Diviziji za energiju Komisije, tako i ZJE do 1. siječnja 1970.)

b) *Izvještaj Radne grupe za elektrifikaciju sela* sa njezine XVII sjednice, dan je u dokumentu EP/178-EP/WP. 3/31. (Vidi »Energija« br. 9—10/69).

c) *Izvještaj Radne grupe za termoelektrane* sa njene V sjednice, dan je u dokumentu EP/177-EP/WP. 6/17.

Sekretarijat je informirao Komitet da su publicirane VIII i IX knjiga iz serije nazvane »Problemi koji se postavljaju u planiranju i eksploataciji termoelektrana«, pod oznakom ST/ECE/EP/23 (knjiga VIII sadrži studiju o mehanizaciji i automatizaciji radova i montaže u izgradnji termoelektrana«, a knjiga IX sadrži studiju o utjecaju ugrijanih voda koje izlaze iz krugova za hlađenje termoelektrana, na hidrobiološke uvjete u rijekama i bazenima u koje se one ispuštaju). Sekretarijat je informirao Komitet o stanju napredovanja studija koje se poduzimaju u suradnji s Komitetom za ugljen i Komitetom za plin Dalje, o novoj metodi koju Radna grupa predlaže za studij nekih problema a koje bi trebalo studirati u relativno kratkom roku, kao što je to slučaj sa studijama za borbu protiv štetnih upliva termoelektrana koji nastaju zagađivanjem atmosfere i voda.

Komitet je pod ovom tačkom odlučio razmotriti i radni dokument EP/376, koji sadrži prijedlog Komiteta za ugljen u vezi s organizacijom budućih radova za korištenje pepela. Komitet za ugljen je na svojoj LXV sjednici, rujna 1969., zamolio Komitet za električnu energiju da ispita mogućnost uključivanja u svoj program studiju o problemima koji se postavljaju korištenjem pepela. Na poziv Turske održat će se u Turskoj, u studenom 1970. godine, simpozij: Korištenje pepela, posebno u proizvodnji betona i prefabriciranih građevinskih elemenata).

d) *Izvještaj Grupe eksperata ad hoc za studij ekonomskih problema koji se postavljaju planiranjem i eksploatacijom velikih električnih mreža,* podnio je usmeno predsjednik Grupe eksperata G. Colamarino (Italija), jer izvještaj još nije bio publiciran

Predsjednik Grupe dao je najprije rezime radnog dokumenta EP/368 koji razmatra kretanje električne energije preko granica evropskih zemalja i njihove perspektive. Zatim je informirao Komitet o stanju napredovanja priprema za održanje dvaju simpozija u 1970. (jedan će se održati u Beču, a drugi u Varni; vidi kalendar sastanaka na kraju).

Informirao je Komitet da je delegacija SSSR ponudila izradu izvještaja o analizi faktora u odnosu na sredstva za proizvodnju i transport koji djeluju na kontinuitet snabdjevanja električnom energijom u velikim interkonektiranim mrežama, i na kraju je iznio Komitetu sugestiju Grupe eksperata ad hoc, da bi bilo transformirana u grupu eksperata sa karakterom trajne aktivnosti (za vrijeme zasjedanja Grupe, predstavnici SSSR održali su dva predavanja, koja će biti publicirana pod oznakama Energy (Doc. de travail No. . . ., i to: Anatolij Bečinski, doktor ekonomskih nauka, pomoćnik direktora instituta »Energosetprojekt«: O upravljanju eksploatacije preko centralnog dispečinga u objedinjenom elektroenergetskom sistemu SSSR-a, i profesor Georgij Serbinovski, direktor sektora za elektrifikaciju u Gosplanu: O mjerama koje su upotrebljene u SSSR-u radi poboljšanja stupnja djelovanja u transportu električne energije, na velikim udaljenostima i stabilite električnog sistema).

Pod tačkom 7. dnevnog reda, trebala su se razmatrali eventualna pitanja pravnog karaktera. Kako nikakva pitanja nisu bila postavljena to je Komitet uzeo u razmatranje elaborat ST/ECE/EP/46, koji obrađuje pravni režim elektroprivrednih poduzeća u zemljama koje sudjeluju u radovima Komisije, što ga je izradila bivša Grupa eksperata, i za koji je Komitet odlučio na XXVII zasjedanju da se generalno distribuira.

Pod tačkom 8. dnevnog reda razmatrani su problemi iz statistike. Sekretarijat je u tom pogledu pri-

premio radni dokumenat EP/375, koji informira Komitet o debatama koje su se o tome vodile na Konferenciji evropskih statističara kao i o pitanjima vezanim s izradom godišnjeg Generalnog statističkog biltena za energiju.

Pod tačkom 9. dnevnog reda Komitet je prešao na razmatranje razmjene znanstvenih, tehničkih, ekonomskih i drugih informacija između zemalja koje učestvuju u radovima Komiteta:

pod tačkom a) razmatrane su aktivnosti Organizacije Ujedinjenih Nacija, Međuiarodne agencije za atomsku energiju i ostalih međunarodnih vladinih i nevladinih organizacija iz područja električne energije, kroz radne dokumente:

EP/369 (Aktivnosti ostalih regionalnih ekonomskih komisija);

EP/370 i EP/370/Add. 1 (Sastanci organizirani od Međunarodne agencije za atomsku energiju);

EP/371 (Lista sastanaka organiziranih od vladinih i nevladinih međunarodnih organizacija);

Energy/Doc. de tr. No. 8 (Lista dokumenata koje je publicirala Divizija za energiju);

ST/ECE/Energy/12 (Generalna situacija energije u Evropi u 1967. i početkom 1968. u svjetskom razvoju).

Pod ovom tačkom dnevnog reda, preko predstavnika UNIPEDE, CAEM, CEE i OCDE, Komitet je bio obaviješten i o aktivnostima ovih organizacija u proteklom razdoblju.

Pod tačkom b) Komitet je razmatrao radni dokumenat EP/350/Add. 1, u kojem je predstavnik Belgije dao podatke o regulativima u vezi sigurnosti električnih instalacija, električnih uređaja kao i u vezi vršenja radova na njima.

Pod tačkom c) Komitet je razmatrao, preko radnog dokumenta EP/372, pitanje razvoja radova održavanja i popravaka pod naponom, na vodovima srednjeg i visokog napona.

Uviđajući potrebu i korisnost uvođenja ove tehnike, Komitet je zaključio da ovaj radni dokument generalno distribuira.

Pod tačkom d) Komitet je razmatrao, preko radnog dokumenta EP/355/Add. 1, pitanje stvaranja opterećenja u periodima slabe potražnje električne energije. Naime, ovo je pitanje pokrenuo već na XXVI zasjedanju predstavnik Ujedinjenog Kraljevstva i Komitet je tada zaključio (Vidi EP/355) da unese u svoj program rada studiju o sredstvima koja dozvoljavaju stvaranje opterećenja u periodima slabe potražnje (Vidi EP/342). Radnim dokumentom EP/355/Add. 1 daju se informacije koje su o tom predmetu dostavili SSSR i Ujedinjeno Kraljevstvo.

Komitet je zaključio da ovaj predmet ostane i dalje u dnevnom redu Komiteta kako bi se tim omogbćilo zemljama koje posjedujuj dodatne informacije, da ih dostave Sekretarijatu.

Predstavnik UNIPEDE upoznao je Komitet da će na kongresu u Francuskoj 1970, biti govora i o ovom predmetu.

Za tačku 3 dnevnog reda, koju je Komitet odlučio razmatrati prije tačke 10, Sekretarijat je pripremio radni dokumenat EP/365 koji sadržava informacije o debatama, rezolucijama i odlukama sa XXIV zasjedanja Komisije, a koje interesiraju Komitet. Radni dokumenat ima i ankse od kojih je za Komitet najvažniji bio Aneks V i VI. U Aneksu V dan je prijedlog rasporeda po kategorijama za novu strukturu pomoćnih organa Komisije tj. komiteta, a u Aneksu V se nalazio i konkretan prijedlog o novoj strukturi Komiteta. Prijedlog je dao Izvršni sekretar Komisije, nakon što je na XXVII zasjedanju Komiteta (izlažući svoje opće poglede na ustrojstvo i način rada Komisije i njezinih pomoćnih organa) imao prilike čuti mišljenje nekih delegacija.

O ovome se razvila diskusija, pa je Komitet predložio:

1. Ovaj organizam svojih pomoćnih organa:
   — Grupa eksperata za probleme koji se postavljaju planiranjem i eksploatacijom velikih električnih mreža (ova se grupa sastaje redovito jedanput godišnje);
   — Grupa eksperata za elektrane (ova se grupa sastaje redovito jedanput godišnje s tim da će razmatrati dvije godine u tri godine, probleme koji se postavljaju u vezi termoelektrana, a svake treće godine održat će se sastanak Grupe koja će pored eksperata za termoelektrane imati i eksperte za hidroelektrična postrojenja);
   — Grupa eksperata za elektrifikaciju sela i distribuciju (ova bi se grupa sastajala samo svake treće godine);
2. Odlučio da jedan specijalni sastanak ili jedan seminar godišnje ostane na raspolaganje Komitetu koji bi utvrdio predmet razmatranja za vrijeme svog godišnjeg zasjedanja;
3. Ocijenio oportunim da u svoj program rada uključi probleme korištenja pepela, koji su do sada figurirali u programu rada Komiteta za ugljen.

Pod tačkom 10. dnevnog reda, nakon što se Komitet odlučio za strukturu svojih pomoćnih organa, moglo se je preći na razmatranje programa rada Komiteta za naredno razdoblje.

Pod a) Sekretarijat je Komitetu podnio radni dokumenat EP/373 radi utvrđivanja programa rada i prioriteta za razdoblje 1970/1971; a *pod b)* radni dokumenat EP/374 radi utvrđivanja programa i prioriteta za razdoblje 1971/1975.

Pod tačkom 11. dnevnog reda: razno, registrirano je:
— za vrijeme zasjedanja g. G. Szili, pomoćnih ministra u Ministarstvu za tešku industriju NR Mađarske, održao je konferenciju u vezi s energetskom situacijom i njezine perspektive u Mađarskoj;
— A. Bečinski, doktor ekonomskih nauka, pomoćnik direktora instituta »Energoseprojekt«, dao je za vrijeme zasjedanja ekspozej o strukturi i razvoju energetske ekonomike u SSSR;
— prikazan je film o nuklearnoj elektrani Lingen u SR Njemačkoj i film o ispitnim instalacijama za stupove dalekovoda u Ujedinjenom Kraljevstvu. Pod tačkom 12. Komitet je donio kalendar sastanaka i simpozija Komiteta i njegovih popomoćnih organa za 1970.

Komitet za ugljen	21 — 25. IX
— Radna grupa za tržište ugljena i	22 — 23. VIII 17 — 18. XII
— Grupa eksperata za probleme produktivnosti u industriji ugljena	2 — 4. III
— Grupa eksperata za statistiku	4 — 6. III
— Grupa eksperata za korištenje i pripremu čvrstih goriva . .	4 — 6. V
— Kolokvij o automatizaciji rudničkih operacija (Francuska) .	21 — 23. IV
— Kolokvij o sistemima eksploatacije i upravljanja velikih eksploatacionih jedinica na otvorenim ugljenim nalazištima (SSSR)	24 — 27. VI
— Kolokvij o korištenju elektronskog računala u industriji ugljena (Čehoslovačka) . . .	5 — 7. X
Komitet za električnu energiju . .	23 — 27. XI
— Grupa eksperata za probleme planiranja i eksploatacije velikih električnih snaga . . .	14 — 16. X
— Grupa eksperata za elektrane	6 — 10. VII
— Grupa eksperata za elektrifikaciju sela i distribuciju . .	30. IX — 2. X
— Studijsko putovanje eksperata za elektrifikaciju sela i distribuciju	22 — 28. IX
— Simpozij o ekonomskim problemima koji se postavljaju integracijom nuklearnih i termo elektrana sa jedinicama velikih snaga u elektroenergetskim sistemima (Simpozij organizira Ekonomska komisija za Evropu zajedno s Međunarodnom agencijom za nuklearnu energiju u Beču — Austrija)	5 — 9. X
— Simpozij o perspektivama razvoja hidroenergetskih postrojenja i njihovog uklapanja u sisteme za snabdijevanje energijom (Dubrovnik, Jugoslavija)	19 — 21. X
— Simpozij o korištenju pepela, osobito u proizvodnji betona i građevinskih elemenata, prerađenih (Ankara, Turska) . .	9 — 11. XI
Komitet za plin	druga polovina I mj. 1971.
— Grupa eksperata ad hoc za metode predviđanja u potrošnji plina	7 — 8. V
— Grupa eksperata za korištenje i distribuciju plina	11 — 13. V
— Grupa eksperata za transport i stokiranje plina	13 — 15. V
— Kolokvij o problemima tržišta prirodnog plina u Evropi . .	23 — 29. X
— Grupa eksperata za statistiku	16 — 18. XI
— Specijalni sastanak o resursima prirodnog plina	18 — 20. XI

Pripremio: *Drago Mijić, dipl. ing.*

VI KONFERENCIJA ZA INDUSTRIJSKU ENERGETIKU

Radi sistematskog proučavanja i razmjene naučnih i praktičnih iskustava s područja industrijske i komunalne energetike na međunarodnoj razini, održana je godine 1959. u Budimpešti I konferencija za industrijsku energetiku u organizaciji Naučno-tehničkog društva. Učesnici ove konferencije, na temelju veoma korisnih rezultata rješili su da se svake druge godine održi konferencija u jednoj od socijalističkih zemalja. Do sada su održane, pored navedenih, slijedeće konferencije:

II konferencija 1961. u Budimpešti
III konferencija 1963. u Warszawi
IV konferencija 1965. u Berlinu
V konferencija 1967. u Pragu i
VI konferencija 1969. u Varni.

Pod pokroviteljstvom ministra za energetiku i goriva NR Bugarske, Konstantina Pavlova, održana je VI konferencija u Varni od 15. do 20. rujna 1969. Rad se održao u tri sekcije sa ukupno 69 referata i tri glavna izvještaja. Pored toga, održana su 4 simpozija i 5 savjetovanja u posebnim stručnim grupama.

Program konferencije bio je veoma sadržajan a obuhvaćao je:

U sekciji I:

Tehničko ekonomske probleme razvoja industrijske energetike i njezinu povezanost s teritorijalnom opskrbom. Generalni izvjestilac: Docent dipl. ing. Rudi Rudev, NR Bugarska.

U sekciji II/1:

Opskrba industrijskih pogona energijom. Generalni izvjestilac: Prof. cand. tehn. nauka, dipl. ing. Simeon Batev, NR Bugarska.

U sekciji II/2:

Opskrba industrijskih pogona električnom energijom. Generalni izvjestilac: Prof. dipl. ing. Petko Vlačkov, NR Bugarska.

Simpozij a) Toplane
Simpozij b) Izobrazba i usavršavanje energetskih kadrova za industriju
Simpozij c) Karakteristike i norme potrošnje energije u industriji
Simpozij d) Energetske investicije.

Savjetovanja energetike održala su se po ovim strukama: industrija željeza i obojenih metala, kemijska industrija, staklo, porculan i keramika, tekstilna industrija i cementna industrija.

Konferenciji je prisustvovalo 680 stručnjaka iz 8 socijalističkih i 3 kapitalističke zemlje.

Slijedeća konferencija održat će se 1972. u Moskvi, iznimno nakon tri godine, jer će se 1971. održati Svjetska energetska konferencija u Bukureštu.

J. Lucati

MEĐUNARODNA KONFERENCIJA ZA SEOSKU ELEKTRIFIKACIJU, KOMITETA ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU U ŽENEVI

Međunarodno zasjedanje Radne grupe za studij elektrifikacije sela i poljoprivrede Komiteta za električnu energiju pri Ekonomskoj komisiji za Evropu, Organizacije ujedinjenih nacija održano je od 15. do 17. rujna 1969. godine. To je u stvari 17. po redu međunarodno zasjedanje od osnivanja ove Radne grupe. Ove je godine na toj stručnoj konferenciji učestvovalo 43 delegata iz 24 zemlje: Austrije, Belgije, Bugarske, ČSSR, Danske, Finske, Francuske, Italije, Irske, Kipra, Mađarske, Poljske, Rumunije, SAD, SR Njemačke, SSR Bjelorusije, SSR Ukrajine, Španjolske, Švicarske, Švedske, SSSR, V. Britanije, Turske i Jugoslavije.

Za predsjednika radne grupe je izabran Prof. inž. Igor Budzko (SSSR), a za potpredsjednika L. Van Acker (Belgija). Dosadašnji potpredsjednik Patrick Dowling (Irska) se zahvalio na dužnosti i zamolio da bude oslobođen funkcije, jer odlazi u penziju. Inž. Dowling-u i Sekretarijat i prisutni delegati odali su naročito priznanje za njegovu dosadašnju aktivnost na polju seoske elektrifikacije.

Aktivnost eksperata ove Radne grupe, bio je u razdoblju od 17 godina vrlo plodna pa je Sekretarijat Ekonomske komisije za Evropu pri OUN u Ženevi objavio 11 svezaka s ukupno 66 stručnih referata o problemima elektrifikacije sela i poljoprivrede. Referati su štampani na tri jezika (engleski, francuski i ruski) i obuhvaćeni su u četiri glavne grupe i to:

I *Proizvodnja električne energije* — 7 referata,
II *Prijenos i razvod električne energije* — 27 referata,
III *Primjena električne energije* — 21 referat,
IV *Ekonomska, administrativna i ekonomska pitanja* — 11 referata.
(Pored ovih u toku je razrada još 16 stručnih referata).

Pojedini referati mogu se dobiti, uz narudžbu, preko Sekretarijata Radne grupe za studij seoske elektrifikacije pri Komitetu za električnu energiju Ekonomske komisije OUN u Ženevi (Commission Economique pour l'Europe, Comité de l'Energie Electrique, Palais des Nations, Genève), po cijeni od oko 0,65 U.S. dolara. (U narudžbi treba naznačiti jezik na kojem se žele referati).

Zasjedanje se odvijalo normalno, prema unaprijed utvrđenom dnevnom redu.

REFERATI ZA DEFINITIVNU PUBLIKACIJU

Područje: III Primjena električne energije

»Efikasnost, sa tehničko-ekonomskog aspekta, upotrebe električne energije na stočarskim farmama na bazi industrijske proizvodnje«
Autori: P. Listov i M. Ališev (SSSR). Radni dokument EP (WP.3) № 124.

U odsutnosti autora, predstavnik delegacije SSSR inž. Tevosijan je dao kratak pregled sadržaja ovog referata. Tehničko-ekonomska efikasnost primjene električne energije na velikim peradarskim i stočarskim farmama zavisi, u prvom redu, od veličine proizvodnje kao i od odabrane veličine poljoprivrednog gospodarstva. Veoma je važan faktor, istakao je inž. Tevosijan, u ovom problemu specijalizacija farma (mljekarska farma, farma za odgoj stočarskog podmlatka, farma za tov svinja, peradarska farma za brojlere, itd.).

Pored razvoja velikih stočarskih i peradarskih farmi u SSSR, autori su prikazali i iskustva Belgije, Francuske, Holandije, Irske, Švajcarske, Bugarske, Mađarske, Velike Britanije, SAD, Švedske, ČSSR, SSR Ukrajine i Grčke. U referatu su dati podaci utroška radne snage pri elektrificiranim procesima za proizvodnju 1 cente mlijeka, 1 centa prirasta svinjskog mesa, 100 kg prirasta vune, kao i za proizvodnju 1 000 komada jaja, pri raznim stupnjevima elektromehanizacije. Glavni cilj efikasnosti kompleksne elektromehanizacije je povećanje radne proizvodnosti i sniženje cijene koštanja proizvodnje.

Poslije diskusije odlučeno je da se ovaj referat, s potrebnim dopunskim informacijama, objavi u idućem svesku publikacija o seoskoj elektrifikaciji.

»Analiza ekonomičnosti primjene elektritermije na farmama s obradivom površinom preko 200 ha«.
Autor: J. Friedrich (DR Njemačka).
Radni dokument EP (WP. 3) № 126.

Autor je prikazao iskustva DR Njemačke i postignute rezultate u SAD, Francuskoj, Mađarskoj, Poljskoj, Portugalu, SSR Bjelorusiji, SSR Ukrajini i Velikoj Britaniji. U referatu je naglašena mogućnost primjene raznih vidova energije za toplinske svrhe i dana uspoređenja ekonomičnosti upotrebe raznih vrsta goriva (lignit, briketi, tečno gorivo, mazut, plin) i električne energije za razne toplinske procese na velikim farmama, na primjer, za sušenje cerealija, grijanje staklenika, sušenje krompira, klimatizacije velikih poljoprivrednih objekata, proizvodnje vruće vode, itd.

Na kraju diskusije došlo se do zaključka da na efikasnost termičke primjene pri izboru vrste energije utječe, u prvom redu, sama cijena energije, cijena radne snage, ulaganje u opremu, vijek trajanja aparata i uređaja.

No, u svakoj zemlji se pri razmatranju ekonomičnosti izbora energije mora uzeti u obzir izvjesno ograničenje koje može dovesti do različitih rezultata. Takva su ograničenja npr.: prirodni energetski izvori koji stoje na raspolaganju, mogućnosti proizvodnje aparata za primjenu energije, nivo spreme tehničkog osoblja, klimatsko-geološki uvjeti, veličina poljoprivrednog gazdinstva i obujam proizvodnje.

Na osnovu ovih kriterija u zemljama s raznim uvjetima bile su razrađene razne metode ocjene ekonomičnosti korištenja električne energije u toplinskim procesima na poljoprivrednim gazdinstvima.

Na temelju proračuna i postignutog iskustva primjene električne energije, referat ističe da je najekonomičnija vrsta energije, u većini slučajeva, električna energija pri određenim uvjetima. Tako npr. iskustva pokazuju da u Bjeloruskoj SSR preporučuju uključivanje električnih aparata i uređaja, po mogućnosti u razdoblju niskog opterećenja elektrodistributivnog sistema. U to vrijeme se mogu uključiti električne sušare, električni bojleri za vodu, električni grijači zraka kao i drugi termički aparati. U svinjcima je električna energija ekonomična za grijanje stočnog podmlatka. Na velikim farmama s oko 2 000 grla svinja potreba za vrućom vodom iznosi oko 60 000 litara dnevno. U tim se slučajevima u zimskom razdoblju koriste kotlovi za loženje na čvrsto i tekuće gorivo. Međutim, u ljetno doba potrošnja vruće vode je mnogo manja, skoro za 40—50 %. U ljetnim mjesecima je zgodno da se isključuju iz rada kotlovi na tekuće i čvrsto gorivo i da se uključe električni bojleri.

Na osnovu francuskog iskustva na velikim farmama za gajenje stoke došlo se do ovih rezultata. Za toplinske svrhe u svinjogojstvu električna energija i mazut skoro su jednaki po ekonomičnosti primjene, ako se upotrebljavaju grijači zraka. Ali, ako se mazut upotrebljava u pećima, tada ima prednosti pred električnom energijom. Za grijanje staklenika (radi ranog sazrijevanja poljoprivrednih kultura) i lijeka, najekonomičnije se pokazala primjena mazuta, ako se upotrebljava u uređajima za zagrijavanje zraka. Ako se mazut spaljuje u pećima, onda je za ovu svrhu ekonomičnija upotreba električne energije po važećoj tarifi. Za grijanje vode daje se prednost električnoj energiji u pogledu ekonomičnosti i načina rukovanja električnim bojlerima većeg kapaciteta.

Iskustva Mađarske pokazuju da su za zagrijevanje vode na veikim stočarskim farmama, primjena električne energije i mazuta jednaki po ekonomičnosti. Dok je prema postojećoj tarifi upotreba električne energije za sušenje žitarica na posljednjem mjestu. Za ove svrhe ekonomičniji su: koks, mazut i plin. Međutim, u Poljskoj za zagrijavanje vode i za zaparivanje krumpira u većoj količini električna je energija ekonomičnija od upotrebe ugljena. U Ukrajinskoj SSR električna se energija uspješno primjenjuje u termičke svrhe pri zaparivanju korijenastih plodova, zagrijavanju vode, zračenju sjemenske robe i zračenju životinja. Za sušenje zelene stočne hrane električna energija se primjenjuje kao dodatna toplinska energija primjenom električnih kalorifera. Za sušenje voća i povrća također se uspješno i ekonomično upotrebljavaju električni aparati.

U Vel. Britaniji primjena električne energije u toplinske svrhe pokazala se ekonomičnom u raznoj primjeni termičke energije u poljoprivrednim procesima, a posebno pri gajenju stoke na industrijski način. Ekonomično se primjenjuju električni aparati za grijanje vode, za zaparivanje stočne hrane kao i za zagrijavanje zraka i podova u svinjcima i peradarnicima. Međutim, u poljoprivrednim procesima koji zahtijevaju veliku potrošnju termičke energije, kao što su sušenje zelene stočne hrane, sušenje cerealija, zagrijavanje staklenika, u većini slučajeva, za određene klimatske prilike čvrsto i tekuće gorivo imaju prednost.

Istaknuto je da na ekonomičnost primjene električne energije u termičke svrhe u poljoprivredi utječe u velikoj mjeri cijena električne energije, odnosno vremensko razdoblje korištenja. Tarifa za noćnu energiju stimulira potrošače da upotrebljavaju električnu energiju u vrijeme kad su distributivne mreže i razvodna postrojenja slabo opterećena. Stoga se i u poljoprivredi kao i u domaćinstvima za zagrijavanje stanova sve više upotrebljavaju električne peći s akumulacijom topline.

Poslije stručne diskusije usvojeno je da se ovaj referat objavi u idućem broju publikacije o seoskoj elektrifikaciji.

REFERATI U PROVIZORNOM OBLIKU

»Mjere usmjerene na intenzifikaciju elektrifikacije seoskih područja koji dobivaju subvenciju«.
Autor: A. Fernandez Ortas (Španija).
Radni dokument EP (WP. 3) № 128.

Prikazan je primjer elektrifikacije jednog područja u Španjolskoj, (površine 5.500 km² sa 110.000 stanovnika), i način korištenja fondova za unapređenje elektrifikacije. Pored iskustva Španjolske, na tom polju, referent je dao tehničke informacije o metodama unapređenja seoske elektrifikacije u Francuskoj, Vel. Britaniji, Mađarskoj, Irskoj, Poljskoj, Švedskoj, Turskoj, SSR Ukrajini, SSSR i SAD. Referent opisuje financijsko učešće pojedinih država u sprovođenju elektrifikacije, kao i druge financijske izvore (fondove) koji služe za ovu svrhu. Od 1964. do 1968. godine u Španjolskoj je npr., bilo utrošeno oko 750 miliona pezeta, dok je za razdoblje od 1966. do 1969. godine planirana državna subvencija od oko 87 miliona pezeta. U SAD postoji posebna organizacija — Uprava za seosku elektrifikaciju — Rural Electrification Administration (REA) Washington D. C., koja je u razdoblju od 33 godine (od 1935—1968. godine) izdala električnim kooperativama za elektrifikaciju seoskih područja zajmove u visini od 6 milijardi i 671 miliona dolara. Te kooperative opskrbljuju električnom energijom oko 2,5 miliona farmera, tj. pokrivaju potrošnju električne energije 45 % od ukupnog broja elektrificiranih farmi (6 miliona farma). S ovim sredstvima izgrađene su mreže srednjeg napona u dužini od 2,6 milijuna km i 5,5 milijuna transformatorskih stanica. Za unapređenje seoske elektrifikacije spomenuta Uprava REA daje zajmove kooperativama na 35 godina sa 2 % kamata s tim, da prve tri godine ne uzima nikakve kamate. Kooperativne za seosku elektrifikaciju ne plaćaju državi nikakve takse, i zasnovane su na bazi rada bez dobiti. Ta činjenica znatno utječe na razvoj elektrifikacije američkih farmi, tako da je sada 98 % američkih farmi opskrbljeno električnom energijom.

Referat, također, spominje mjere koje Velika Britanija primjenjuje za unapređenje seoske elektrifikacije. I u toj zemlji država daje pomoć do 25 % financijskog učešća za sprovođenje elektrifikacije postavljanjem električnih mreža kroz seoska naselja. U Irskoj država učestvuje sa 50 % u ukupnim troškovima za seosku elektrifikaciju. Takvo je stanje bilo u razdoblju od 1956. do 1964. godine. Međutim, ovu pomoć

je država povećala s učešćem do 75 % za elektrifikaciju farmi u razdoblju od 1962. — 1973. godine. Angažirana su sredstva od 75 funti sterlinga za svaki novi priključak stana u seoskom domaćinstvu. Sadašnji budžet iznosi oko 2 milijuna funti sterlinga godišnje za seosku elektrifikaciju.

U Poljskoj država također uzima učešće u davanju subvencija za elektrifikaciju sela i poljoprivrednih naselja s tim da poduzeća koja provode elektrifikaciju trebaju vratiti zajam u određenom roku. U 1967. godini bilo je u Poljskoj elektrificirano 99,1 % državnih poljoprivrednih dobara.

Poslije diskusije o ovom referatu usvojeno je da se referat u konačnom obliku pripremi za iduće zasjedanje u 1970. godini.

»Standardizacija konstruktivnih elemenata električne mreže i opreme za seosku elektrifikaciju kao način za smanjenje investicija i povećanje trajanja konstrukcija.«
Autor: P. Stan (Rumunija).
Radni dokument EP (WP. 3) № 116 i Add. 1.

U diskusiji je naglašeno da je ova problematika od velikog značaja za mnoge zemlje, pa su delegacije zamoljene da referentu pruže potrebne tehničke informacije.

Standardizacija konstruktivnih elemenata razvodne mreže srednjeg i niskog napona sadrži: meteorološke uvjete na kojima su zasnovani proračuni, vanjske mehaničke sile, raspored vodiča na stupovima, izolatore, vodiče, stupove za linije niskog napona, stupove za linije srednjeg napona, temelje, armature i stezaljke, uređaje za zaštitu od prenapona i instalacije uzemljenja.

Standardizacija seoskih transformatorskih stanica sadrži: tipske stanice, principijelne električne sheme stanica, konstrukcije transformatora seoskih stanica, maksimalna opterećenja stupova. U projektu upitnika ovog referata tražene su smjernice za buduće u primjeni novih tehničkih dostignuća i upotrebe ekonomičnijih materijala za mreže seoske elektrifikacije.

»Načini povećanja rentabilnosti instaliranih kapaciteta u poljoprivrednoj proizvodnji.«
Autor: L. Lazarov (Bugarska).
Radni dokument EP (WP. 3) № 125.

Ovaj referat pripremljen za ovo zasjedanje govori o rentabilnosti ugrađenih kapaciteta: pravilan izbor snage elektromotora za odgovarajući poljoprivredni stroj, povećanje godišnjeg korištenja elektrificiranih pogona, uvođenje automatizacije u proizvodnim procesima, standardizacija strojeva i uređaja u poljoprivrednoj primjeni, sigurna opskrba električnom energijom poljoprivrednih gospodarstava, racionalan rad i održavanje električnih strojeva i uređaja i instalacija. Referent je uz iskustvo stečeno u Bugarskoj, naveo i tehničke informacije iz Austrije, SSR Bjelorusije, SSSR, Vel. Britanije, Danske, Italije, Poljske, SR Njemačke i Francuske. Poslije stručne diskusije usvojeno je da se ovaj referat pripremi u definitivnom obliku za ožujak 1970. godine i iznese na razmatranje na idućem zasijedanju.

STANJE RAZRADE OSTALIH REFERATA

»Definicije seoske elektrifikacije.«
Autor: Sekretarijat Radne grupe za studij seoske elektrifikacije (Ženeva).
Radni dokument EP (WP. 3) № 119 i Add. 1.

U ovom su referatu izloženi pojmovi nekih definicija koje se odnose na seosku elektrifikaciju. Poslije stručne diskusije Sekretarijat je uzeo zadatak da uskladi pojmove datih definicija, a posebno pojam »seosko područje« i »stupanj elektrifikacije poljoprivrede«. Definitivni tekst ovog referata bit će podnijet na razmatranje na idućem zasijedanju (1970) godine).

»Razvoj električnih uređaja za orošavanje poljoprivrednih kultura na principu umjetne kiše«
Autor: A. Degan (Italija).
Radni dokument EP (WP. 3) № 121) Rev. 1.

Sekretarijat je postavio pitanje da li ova problematika spada u domen seoske elektrifikacije ili spada u grupu radova koje obrađuje Radna grupa za mehanizaciju poljoprivrede. U diskusiji je učestvovala delegacija Jugoslavije koja je istakla da referat treba dopuniti poglavljem koje će obraditi elektroenergetski aspekt ovog problema, tj. kako električni uređaji ove vrste utječu na opterećenje distributivnih mreža, i kako postojeća tarifa za električnu energiju utječe na primjenu uređaja.

»Usvojene mjere za pojačanje električnih seoskih mreža«.
Autor: L. De Schepper (Belgija).
Radni dokument EP (WP 3) № 123 i Add. 1.

Autor je izložio sadašnje stanje referata i posebno je naglasio strukturu upitnika za prikupljanje tehničkih informacija o ovom pitanju. Naglašeno je, da je ova problematika vrlo aktuelna u mnogim zemljama gdje je tempo seoske elektrifikacije vrlo intenzivan, pa se poslije kraćeg razdoblja (od 2 — 3 godine) moraju električne mreže pojačavati zbog povećanog opterećenja. Stoga je ovom referatu dat prioritet razrade. Referat će se pripremiti u provizornom obliku za iduće zasijedanje eksperata seoske elektrifikacije 1970. godine.

»Ekonomski efekti u industrijskoj proizvodnji biljnih kultura«.
Autor: jedan ekspert SSSR.

Delegacija SSSR je izložila da se ovaj referat priprema i da će biti na razmatranju na idućem zasjedanju 1970. godine.

»Usporedba propisa zaštitnih mjera kod seoskih električnih mreža usvojenih u raznim zemljama«.
Autor: ekspert Austrije.

Referat nije pripremljen za ovo zasjedanje, već dolazi po programu radova za 1970—1971. godinu.

»Proučavanje propisa zaštitnih mjera koje se primjenjuju u raznim zemljama kod izvođenja električnih instalacija na poljoprivrednim gospodarstvima«.
Autor: A. Jacobs (Belgija).
Radni dokument EP (WP. 3) № 129.

Referat sadrži iskustvo koje se primjenjuje u Belgiji. Međutim, referent nastoji prikupiti tehničke informacije od drugih zemalja, i nada se da će ovaj referat biti prikazan u provizornom obliku na idućem zasijedanju. Zatim se prešlo na razmatranje referata koji je pripremio Sekretarijat Radne grupe za studij seoske elektrifikacije u Ženevi:

»Stanje seoske elektrifikacije u Evropi«.

Iz ovog područja su izrađena dva referata. Radni dokument ST (ECE/EP) 48 se odnosi na stanje seoske elektrifikacije u 1967. godini, a Radni dokument EP (WP. 3) № 127 i Add. 1 se odnosi na stanje u Evropi u razdoblju od 1. siječnja 1966. do 1. siječnja 1969. godine.

U diskusiji je konstatirano da su mnoge zemlje u Evropi već ostvarile stupanj seoske seoske elektrifikacije sa 100 %. (Pod stupnjom seoske elektrifikacije se podrazumijeva odnos broja naselja i poljoprivrednih gospodarstava koji su priključeni na električne distributivne mreže prema ukupnom broju naselja i poljoprivrednih gospodarstava koji se nalaze na tom području.) Iz trogodišnjeg pregleda se vidi da je sa 100 % sprovedena seoska elektrifikacija u Danskoj, DR Njemačkoj, Luksemburgu, Švedskoj, ČSSR i skoro isti stupanj elektrifikacije već postižu Belgija, Finska, Austrija, Mađarska, Italija, Holandija, Vel. Britanija, SSSR, SR Njemačka i SAD. Može se reći da je skoro 48 % zemalja učesnica ove konferencije već ostvarilo sa 100 % priključak svojih seoskih naselja na električne mreže.

Sadašnji aktualan problem u tim zemljama je: kako što više povećati potrošnju električne energije u tim seoskim područjima i ostvariti što bolju eksploataciju električnih mreža, uzimajući u obzir već uložene investicije. Međutim, u Evropi ima zemalja čiji je stupanj seoske elektrifikacije veoma nizak, a isto tako kod već elektrificiranih seoskih naselja potrošnja električne energije je neznatna. U tu grupu zemalja spadaju, npr. Albanija, Turska, Cipar, Španjolska, Portugal, Grčka, Jugoslavija i dr. Dok u tehnički razvijenim zemljama ukupna potrošnja električne energije za poljoprivredne svrhe i za potrebe sela iznosi od 3 — 6 % od ukupne neto godišnje potrošnje i u mnogim zemljama 4 %, kod zemalja u razvoju ta se potrošnja kreće ispod 1 %. Tako npr., Jugoslavija za poljoprivredne svrhe troši oko 100 milijuna KWh, tj. oko 0,6 % od ukupne godišnje potrošnje. Međutim, tehnički razvijene zemlje, premda raspolažu bogatim primarnim energetskim izvorima u obliku ugljena i tekućeg goriva, ipak intenzivno sprovode elektrifikaciju sela i troše velike količine energije zahvaljujući prednostima koje im pruža električna energija. Tako, primjera radi, SAD troše u poljoprivredne svrhe preko 50 milijardi kWh godišnje, odnosno ta kategorija potrošnje učestvuje sa 4,2 % u ukupnoj godišnjoj potrošnji; SSSR troši godišnje za seosku elektrifikaciju 29 milijardi kWh sa učešćem od 4,5 % u ukupnoj potrošnji električne energije; Vel. Britanija ima godišnju potrošnju za ove svrhe od 3,3 milijardi kWh ili 1,7 % učešća ukupne potrošnje; SR Njemačka 3,2 milijardi kWh ili 2,8, Poljska 1,8 milijardi kWh ili 3,8 %; ČSSR 1,3 milijardi kWh ili 3,6 %; Irska troši preko 800 milijuna kWh i u poljoprivredne svrhe učestvuje sa 22 % u ukupnoj godišnjoj potrošnji električne energije, itd.

U diskusiji o pitanju razvoja seoske elektrifikacije, sovjetski je delegat P. Katkov istakao da se posljednjih godina u SSSR poklanja velika pažnja intenzivnom razvoju seoske elektrifikacije, a posebno većoj primjeni električne energije na velikim poljoprivrednim gospodarstvima. U 1969. godini se predviđa, nastavio je ovaj delegat, da će svi sovhozi i kolhozi biti sa 100 % priključeni na mreže državnog elektroenergetskog sistema. U 1968. godini, istakao je P. Katkov, u SSSR je izgrađeno novih 236.000 km seoskih mreža srednjeg i niskog napona, što sada čini ukupnu dužinu mreža od 2,562.000 km. U toj je godini bilo u pogonu poljoprivrednih gospodarstava instalirano 550.000 elektromotora, s ukupnom snagom od 2,8 miliona kW. U sadašnje vrijeme nalaze se u radu na poljoprivrednim gospodarstvima ukupno 3,5 miliona elektromotora ukupne snage od 18,6 miliona kW. Godišnja potrošnja u poljoprivredne svrhe se povećava godišnje stopom rasta od 10,3 % i u 1968. godini je iznosila 29,2 milijarde kWh, tj 4,5 % od ukupne godišnje potrošnje električne energije u SSSR. Ovom naglom razvoju seoske elektrifikacije je doprinijela u znatnoj mjeri povoljna tarifa za poljoprivrednu proizvodnju od 1 kop. po kWh umjesto ranije od 1,9 kop./kWh. Na velikim poljoprivrednim gospodarstvima razvija se poljoprivredna proizvodnja na industrijskoj osnovi i danas je u SSSR-u elektrificirano oko 12.000 većih peradarskih farmi, kao i veliki broj stočarskih farmi za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju.

Planom za 1970. se predviđa da se poveća ukupna potrošnja električne energije za seosku elektrifikaciju na 60 milijardi kWh, s učešćem od oko 7 % u ukupnoj godišnjoj potrošnji električne energije. Za proizvodne poljoprivredne svrhe od te količine se predviđa potrošnja oko 33 milijarde kWh. U narednom će se razdoblju izgraditi još 1,400.000 km seoskih mreža. U SSSR se vrše svake godine velika ulaganja u seosku elektrifikaciju i ona prosječno iznose oko 500 milijuna rubalja, tj. preko 5 milijardi st. dinara. U ovim ulaganjima država učestvuje sa 60 %, dok 40 % pokrivaju druge organizacije i zainteresirani potrošački centri.

Delegat SSR Ukrajine V. Belan, ministar za energetiku, iznosio je u svom izlaganju da su u Ukrajini priključena na mreže skoro sva državna poljoprivredna gospodarstva. Porastom potrošnje električne energije nastala je potreba za rekonstrukcijom (pojačanjem) distributivnih mreža. U 1968. godini utrošeno je za dalji razvoj seoske elektrifikacije 104 milijuna rublja, a u tim investicijama država je učestvovala sa 47 %. U toj je godini izgrađeno novih 54.500 km seoskih mreža i elektrificirano novih 425.000 seoskih domaćinstava i priključeno poljoprivrednim gospodarstvima još 100 hiljada elektromotora. Na dan 1. lipnja 1969. elektrificirano je 96 % kolhoza i 97,8 % sovhoza i 90,5 % seoskih naselja, tako da je 88,2 % od ukupnog broja seoskih domova dobilo električnu energiju. U 1969. godini i početkom 1970. godine treba potpuno završiti s elektrifikacijom svih gospodarstava.

Prikazano je također stanje seoske elektrifikacije u Vel. Britaniji gdje danas potrošnja u ove svrhe iznosi preko 3 milijarde kWh. Na dan 1. lipnja 1969. godine stupanj seoske elektrifikacije je dostigao 90 %,

á u pogledu priključka poljoprivrednih gospodarstava na distributivne mreže postignuto je 97 %. Prosječna godišnja potrošnja električne energije po farmi se kreće oko 11.000 kWh. Posljednjih godina znatno se poboljšalo stanje elektrifikacije poljoprivrede, jer tarifa za električnu energiju stimulira potrošače na što veću potrošnju, a pogotovu primjenom specijalne tarife za farme, gdje se predviđa veće korištenje električne energije u noći s relativno niskom cijenom energije po kWh.

Spomenuti referat, također, ukazuje na tehnički proces opreme i materijala koji se primjenjuju u seoskoj elektrifikaciji. Interesantno je istaći primjenu izoliranih kabela s plastičnim omotačem za niski napon od 0,4 kV. Tako je npr. Švedska upotrijebila takve zračne električne kabele za razvodne mreže. Kabel sadrži jezgru od 4 izolirana aluminijska vodiča s plaštem od plastične materije. Cijena koštanja ovako položenih linija na stupovima bez izolatora je skoro ista kao linija sa 4 vodiča od alučela na izolatorima. Sada se vrše pokusi sa polaganjem plastičnih zračnih kabela za radni napon od 10 i 20 kV. Na isti način u Francuskoj se razvila veća primjena polaganja zračnih plastičnih kabela s polietilenskim omotačem za razvodne mreže.

U posljednje vrijeme također se počelo s izvođenjem razvodnih mreža pomoću podzemnih kabela u seoskim naseljima. Ovako položeni kabeli predstavljaju mnogo veću sigurnost u pogledu zaštite od dodira napona. Tako je npr. Holandija među prvim zemljama počela primjenjivati sistem razvoda kabelskim podzemnim vodovima u seoskim naseljima. U SAD su već uobičajene takve električne instalacije. Naročito su takve podzemne mreže pogodne u područjima koji su izloženi atmosferskim pražnjenjima. Mehanizacijom radova znatno je snižena je snižena cijena koštanja polaganja podzemnih kabelskih mreža, tako da je sada dvostruko jeftinije njihovo polaganje od mreža zračnih linija.

U investicijama izgradnje seoskih električnih mreža s nadzemnim vodovima veliko učešće imaju stupovi. Uočava se tendencija, u mnogim zemljama, da se drveni stupovi zamjenjuju armiranobetonskim. U SSR Bjelorusiji npr. tokom posljednje tri godine je izvedeno 15.675 km nadzemnih linija upotrebom armiranobetonskih stupova za mreže 10 i 35 kV. Također se i u niskonaponskim mrežama sve više primjenjuju betonski stupovi (prednapregnuti beton), kao npr. u ČSSR, Rumunjskoj, Bugarskoj, Finskoj, SSR Bjelorusiji itd. Isto tako se u Francuskoj svake godine postavi 8.000 novih armirano-betonskih stupova za seosku elektrifikaciju, a dotrajali drveni stupovi se zamjenjuju ovim tipom.

U mnogim se evropskim zemljama poklanja velika pažnja dimenzioniranju transformatora i konstrukciji transformatora za seosku elektrifikaciju. Pošto su transformatori u seoskim naseljima često slabo opterećeni, to su i gubici praznog hoda transformatora dosta veliki. Zato se sada nastoji da se transformatori izrađuju sa što manjim gubicima u željezu. Preporučuje se da se transformatori za selo izrađuju od limova sa specifičnim gubitkom od 0,6 W/kg umjesto dosadašnjih konstrukcija koje imaju gubitke u željezu od 1,1 do 1,4 W/kg.

U seoskim mrežama Vel. Britanije, da bi se smanjili gubici električne energije uslijed kratkih prekida i prelaznih električnih pojava u nadzemnim linijama, sve se više primjenjuju prekidači s automatskim brzim ponovnim uključivanjem. Oni se montiraju ili na stupovima mreža ili na zemlji. Na taj način se povećava sigurnost napajanja.

U cilju pojeftinjenja izgradnje seoskih mreža važnu ulogu imaju normalizirani naponi seoskih mreža kao i standardizacija konstruktivnih elemenata mreža. Danas sve napredne zemlje vode politiku normalizacije napona i povećanju nivoa napona radi smanjenja gubitaka u mrežama. Pored 20 kV za mreže razvoda u Francuskoj dosadašnja skala napona u 1969. godini polako se zamjenjuje za seoske mreže normaliziranim naponima 25, 60 i 100 kV. Isto tako se velika pažnja posvećuje tipizaciji transformatorskih stanica za seoska područja.

Program budućeg rada

U vezi budućeg programa rada Radne grupe za studij seoske elektrifikacije, Sekretarijat je napravio spisak predloženih referata koji bi trebali ući u program dalje razrade. Usvojen je ovaj redoslijed:

Projekt programa rada i usvojeni prioritet razrade referata za razdoblje od 1970. — 1971. godine

1. Efikasnost, s tehničko-ekonomskog aspekta, upotrebe električne energije na stočarskim farmama na bazi industrijske proizvodnje. (Prioritet A; konačan završetak referata 1970. g.)
2. Analiza rentabilnosti primjene elektrotermije na farmama s obradivom površinom preko 200 ha. (Prioritet A; konačan završetak referata 1970. g.)
3. Poduzimanje mjera za intenzifikaciju elektrifikacije seoskih područja koja dobivaju subvenciju od države i drugih organizacija. (Prioritet A).
4. Načini povećanja rentabilnosti instaliranih električnih kapaciteta u poljoprivrednoj proizvodnji. (Prioritet A; konačan završetak referata 1970. god.)
5. Standardizacija konstruktivnih elemenata električne mreže i opreme za seosku elektrifikaciju, kao jedan od načina za smanjenje investicija i povećanje trajanja konstrukcija (Prioritet A).
6. Usvojene mjere za pojačanje seoske električne mreže. (Prioritet A).
7. Problemi razvoja električnih instalacija za oročavanje na principu umjetne kiše i njihova primjena sa elektridistributivnog aspekta. (Prioritet B).
8. Efikasnost, s tehničko-ekonomskog aspekta, primjene električne energije u proizvodnji bilja na industrijskoj osnovi. (Prioritet B).
9. Usporedba propisa zaštitnih mjera kod seoskih električnih mreža, usvojenih u raznim zemljama. (Prioritet B).
10. Proučavanje propisa zaštitnih mjera koje se primjenjuju u raznim zemljama pri izvođenju električnih instalacija na poljoprivrednim gospodarstvima. (Prioritet A.)

Projekt programa rada i usvojeni prioritet razrade referata za razdoblje od 1971 — 1975.

1. Analiza rentabilnosti, sa aspekta distribucije električne energije, primjene električne energije u cilju povećanja polj. proizvodnje, a posebno u pogledu elektrifikacije određenih grana poljoprivrede. (Prioritet B).
2. Problemi upotrebe eksploziva pri popravku i izgradnji nadzemnih seoskih razvodnih mreža. (Prioritet C).
3. Stečeno iskustvo u podizanju zadružnih električnih instalacija na selu i mjere za povećanje njihove efikasnosti (Prioritet C).
4. Električne instalacije i najvažniji električni aparati na poljoprivrednim gospodarstvima. (Prioritet B).
5. Proučavanje raznih metoda planiranja i financiranja pri obavljanju radova na pojačanju električnih seoskih mreža. (Prioritet B).
6. Utjecaj razvoja primjene električnog grijanja na farmama na potrošnju električne energije i na opterećenje seoskih električnih mreža. (Prioritet B).

Aktivnost Radne grupe za mehanizaciju poljoprivrede pri Ekonomskoj komisiji za Evropu

Predstavnik Sekretarijata Radne grupe za mehanizaciju poljoprivrede prikazao je aktivnost grupe i rezultate XV Međunarodnog zasjedanja eksperata za mehanizaciju poljoprivrede, što je održano u lipnju 1969. godine. Prikazani su referati iz područja mehanizacije poljoprivrede.

Uz navedene aktuelne probleme napravljen je budući program rada ove Radne grupe. Referati Radne grupe za mehanizaciju poljoprivrede se štampaju i nose oznaku AGRI/MECH. Mogu se dobiti od Ekonomske komisije za Evropu u Ženevi.

Aktivnost međunarodnih organizacija u području seoske elektrifikacije

Predstavnik Vel. Britanije A. Gray podnio je izvještaj da će Radna grupa Međunarodne komisije za seosku elektrifikaciju CIGRE održati stručno zasjedanje u Baden Badenu od 5. do 9. listopada 1969. godine.

Predstavnik SSSR P. Katkov informirao je delegate o učešću svoje zemlje na trećoj konferenciji Latinske Amerike za seosku elektrifikaciju, koja je održana u Meskiku od 20. do 26. travnja 1969. godine. Ova konferencija je održana u okviru Ekonomske komisije za Latinsku Ameriku. Teza konferencije je bila:

Seoska elektrifikacija zemalja u razvoju

Na prijednlog jugoslovenske delegacije, sovjetski delegat je dao kratki pregled problematike koja je izložena na toj konferenciji.

Predstavnik delegacije Francuske je govorio o nekim problemima o kojima je bilo riječi na Međunarodnom kongresu distributera vode održanom u Beču. To pitanje je isto tako interesantno za distributivna poduzeća za električnu energiju u pogledu priključenja instalacija električnih pumpi na distributivne mreže.

Predstavnik Finske Ing. Simola iznio je aktivnost Studijskog komiteta za razvoj primjene električne energije Međunarodne unije proizvođača i distributera električne energije (UNIPEDE), koji priprema opći referat za konferenciju, koja će se održati u 1970. godini u Kanu i na kojoj se predviđa sekcija za razmatranje pitanja seoske elektrifikacije.

Jugoslovenska delegacija je podvukla interes međunarodne suradnje ove radne grupe za studij seoske elektrifikacije u Ženevi s organizacijama zemalja drugih kontinenata koje se bave pitanjima seoske elektrifikacije. Radi toga su prisutni delegati zamolili Sekretarijat da u jednom posebnom referatu iznese mogućnost suradnje ove grupe s ostalim ekspertima seoske elektrifikacije (Latinske Amerike, Azije, Australije, SAD i Afrike).

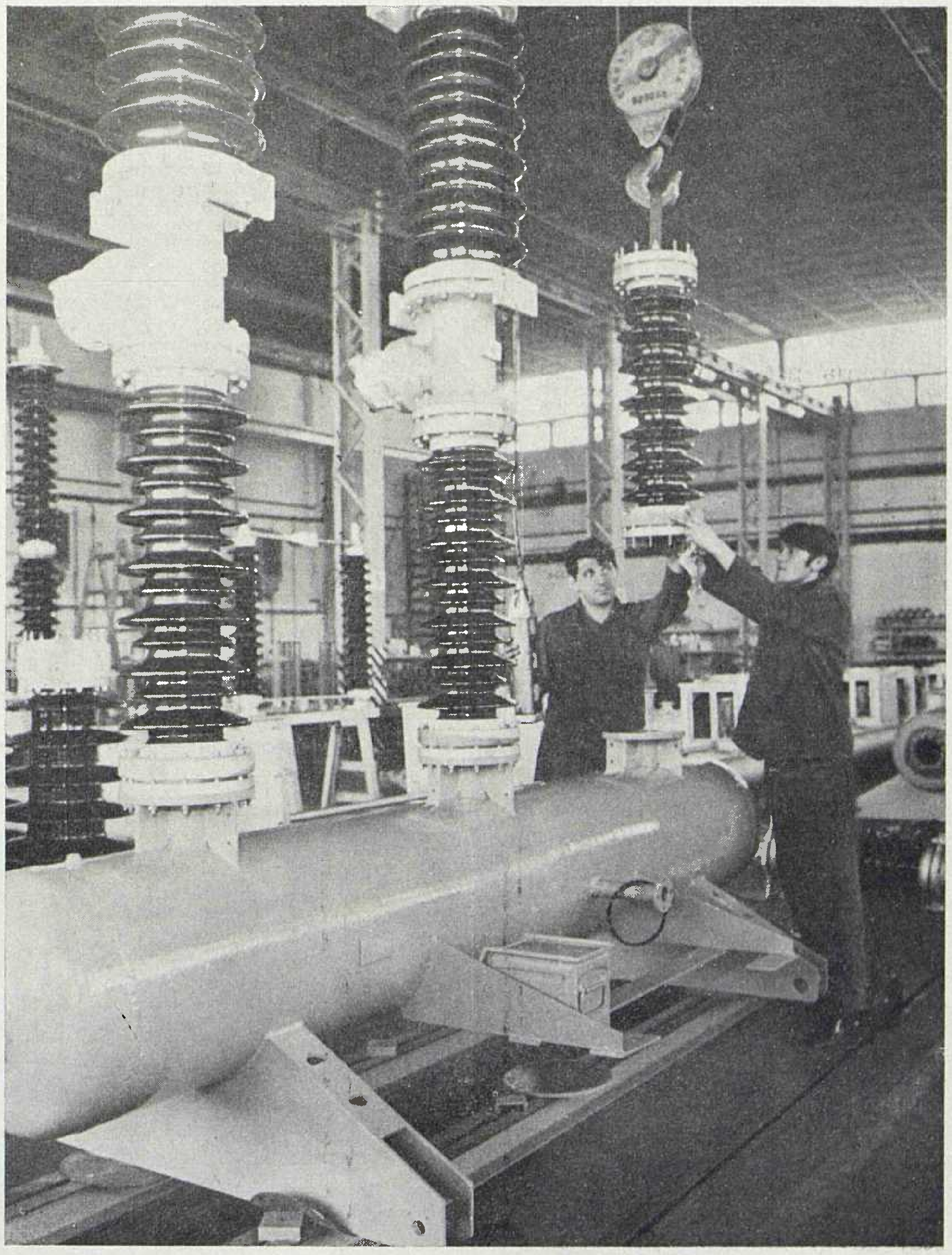
Razno

Sekretarijat je informirao delegate da raspolaže filmovima s područja seoske elektrifikacije i primjene električne energije u poljoprivredi. Sve zainteresirane zemlje mogu dobiti filmove na pozajmicu bez naknade plaćanja, s tim da troškove slanja u određenu zemlju snosi Sekretarijat, a troškove za vraćanje filmova snosi zemlja koja je naručila filmove.

Datum idućeg zasjedanja odredit će se naknadno.

Vladimir Zloković, dipl. ing.

PNEUMATSKI PREKIDAČI 3 P



OPIS:

Pneumatski prekidač 3P-72-15,
prekidna moć 1500 MVA
donji napon 60 kV,
gornji napon 72,5 kV

Pneumatski prekidači 3 P namijenjeni su za ugradnju u mreže visokog napona. Konstruirani su za vanjsku montažu. Komora prekidača stalno je pod pritiskom od 15 at, što daje niz prednosti:

— mala potrošnja zraka
— velika prekidna moć kod najtežih mjesta prekidanja
— mala vremena prekidanja i beznaponske pauze.

Osnovni elemenat prekidanja je lučna komora. Serijskim spajanjem ovih komora grade se prekidači za veće napone i snage.

Rasklopne snage i ostale karakteristike prikazane su u tabeli za osnovne tipove prekidača.

U Tvornici električnih aparata poduzeća »Rade Končar« proizvode se pneumatski prekidači serije 3 P za napone 72,5 do 420 kV prema licenci »Merlin - Gerin« Grenoble.

Ovi se prekidači proizvode u Japanu i Kanadi. Ugrađeni su u postrojenja po čitavom svijetu. Poznate su prednosti ovih prekidača na vrlo visokim naponima, 500 kV Kalifornija, 420 Australija, Meksiko itd.

Niz postrojenja u Jugoslaviji opremljena su prekidačima 3 P proizvedenim u Tvornici električnih aparata »Rade Končar« u Zagrebu, kao npr. SR Brinje, HE Senj, TS Đakovo, HE Zlatoličje, TE Sisak, Željezara Skopje, RS Divača itd.

Nazivni napon kV		Tip	Broj komada po polu	Prekidna moć	Uklopna moć uz donji napon	Potrošnja zraka		Težina približno
donji	gornji			MWA	kA	za uklapanje	za isklapanje	kp
60	72,5	3P72-15-	1	1500	36	70	1100	1800
		3P72-35-	1	3500	84,5	70	1100	2000
100	123	3P123-35-	2	3500	46	200	2200	3200
		3P123-50-	2	5000	65	200	2200	3200
		3P123-65-	2	6500	86	200	2200	3400
		3P123-75-	2	7500	98	200	2200	3600
120	145	3P145-35-	2	3500	42	200	2200	3600
		3P145-50-	2	5000	60	200	2200	3600
		3P145-65	2	6500	78	200	2200	3900
		3P145-75-	2	7500	90	200	2200	3900
150	170	3P170-60-	2	6000	58	200	2200	4200
		3P170-75-	2	7500	72	200	2200	4500
		3P170-100-	3	10000	97	300	3300	6000
220	245	3P245-75-	3	7500	50	300	3300	7000
		3P245-90-	3	9000	59	300	3300	7000
		3P245-100-	3	10000	66	300	3300	7650
		3P245-120-	4	12000	79	400	4400	8000
		3P245-150-	4	15000	98	400	4400	8700
380	420	3P420-150-	6	15000	57	600	6600	16000
		3P420-200-	6	20000	76	600	6600	16000
		3P420-250-	6	25000	95	600	6600	17000

Nominalna struja za sve tipove prekidača 800, 1250, 1600 i 2000 A.
U tipnoj oznaci struje se označavaju brojevima: —8, —12, —16 i —20.

Proizvođač:

»RADE KONČAR« — Poduzeće za proizvodnju električne opreme, projektiranje i montažu postrojenja — Zagreb

GOD. 1970. (19) energija BROJ 5 — 6

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

OSNOVNI KRITERIJI ZA IZBOR UREĐAJA AUTOMATIKE PROIZVODNIH GRUPA U HIDROELEKTRANAMA

Krunoslav Begović, Zagreb

Obrađena je složena problematika uređaja automatike u hidroelektranama, i to prvenstveno proizvodnih grupa agregata. U osnovnim crtama opisan je sustav uređaja automatike, blok shema, izbor načina djelovanja pogona, te principi signalizacije, registracije i alarma.

DK 621.311.21-52 : 681.3

1. Uvodni dio

Svrha ove kratke studije jest da se dobije uvid u složenu problematiku uređaja automatike u hidroelektranama, prvenstveno proizvodnih grupa (agregata).

Suvremena postrojenja se danas redovito opremaju uređajima automatike, iako statistike pokazuju da se kod dobro održavanih postrojenja s poluautomatskim pogonom pogonska spremnost kreće u granicama od 95—99%. Veliki dio pogonskih smetnji nastaje zato što zakaže pogonsko osoblje. Poznato je da prekid pogona kod velikih postrojenja od samo nekoliko sati može uzrokovati vrlo velike gubitke. Stoga je opravdana težnja da se pogonsko osoblje, primjenom automatike, rastereti kompliciranijih zahvata kod kojih se traži brza reakcija i brze odluke.

Poznato je da najveća brzina primanja informacija čovjeka iznosi 16 bit/sek, a gornja granica za jednu informaciju koja se još dade iskoristiti iznosi 160 bit. Mogućnosti čovjeka su i u pogledu akumuliranja informacija ograničene pa mu stoga treba povjeriti one zadatke koje on stvarno može izvršiti u traženom vremenu.

S druge strane, čovjek ima ograničenu sposobnost apsorbiranja informacija i reakcija, pa kod mnogih pogonskih situacija ne može poduzeti potrebne mjere u vremenu koje zahtijeva tehnološki proces.

Uvođenjem automatike u elektrane, prvenstveno automatike proizvodnih grupa (turbina-generator) postiže se:

a) povećanje pogonske sigurnosti
b) broj pogonskih kvarova smanjuje se na minimum
c) sva izvanredna pogonska stanja mogu se precizno i kronološki registrirati, i time pronaći uzroci kvarova koji se zatim mogu lakše otkloniti
d) smanjenje broja pogonskog osoblja
e) prijenos niza rutinskih operacija sa čovjeka na automatiku, koja djeluje brže i pouzdanije.

Proizvodne grupe u hidroelektrani opremljene automatikom omogućuju vrlo jednostavan prijelaz i na daljinsko upravljanje, što postaje sve aktuelnije, jer se kod više elektrana na jednom slivu sve češće prelazi na upravljanje iz jedne centralne komande. Tim je pružena mogućnost elektronske obrade podataka i informacija i optimalan pogon, kako sa tehničkog, tako i s ekonomskog stanovišta. Upravljanje jednim regionalnim sistemom može se u tom slučaju povjeriti elektronskom računalu koje jedino omogućuje programirani rad optimalnom ekonomijom.

2. Općenito o uređajima automatike

Na opseg uređaja automatike utječu prvenstveno:

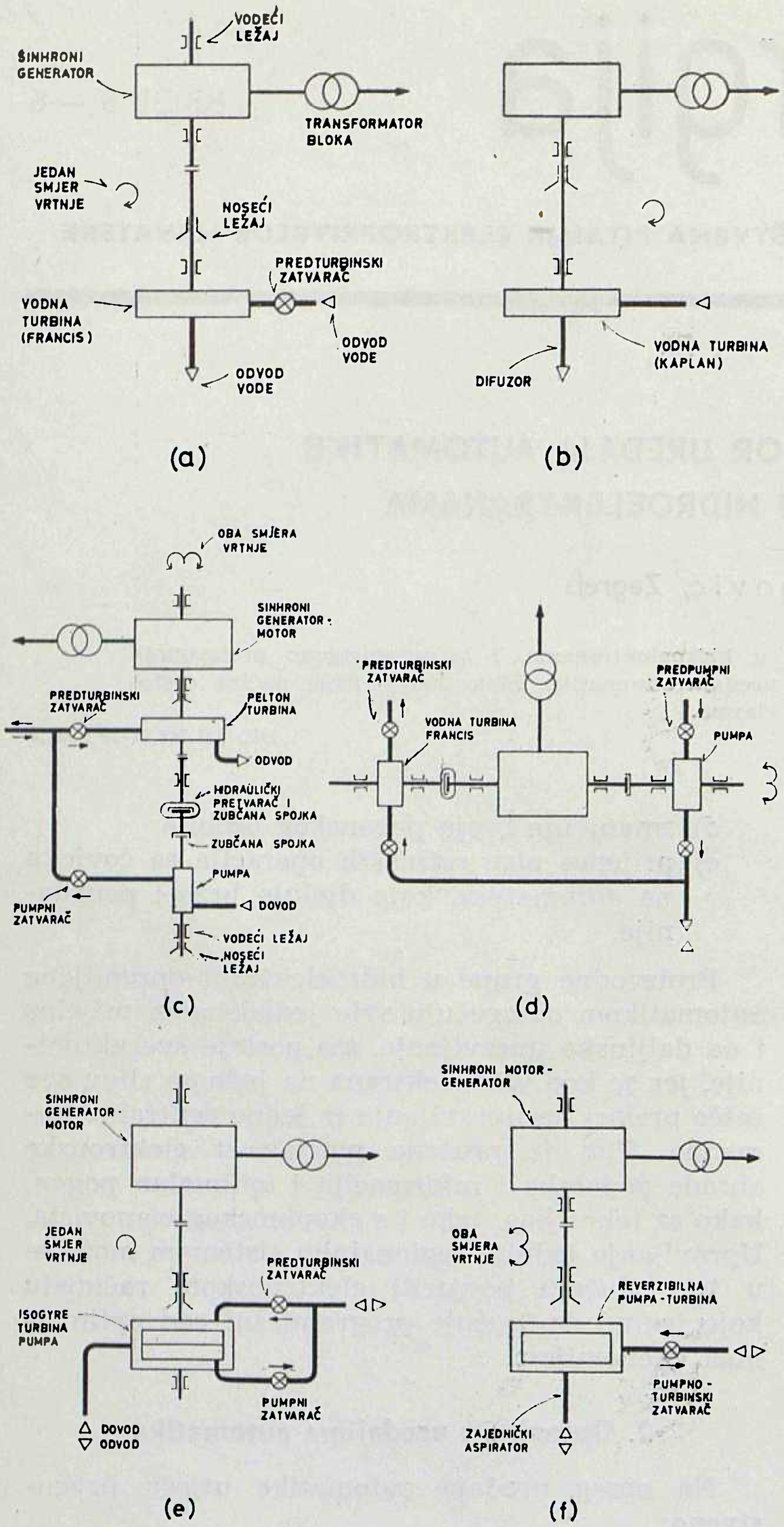
— tip proizvodne grupe i
—moguća pogonska stanja.

Kao što je poznato treba razlikovati dva osnovna tipa proizvodnih grupa i to:

1. agregat vodna turbina — sinhroni generator koji služi prvenstveno za proizvodnju energije, i
2. reverzibilni agregat vodna turbina — sinhroni generator, pumpa — sinhroni motor, tj. proizvodna grupa koja se koristi za proizvodnju energije, korištenje raspoloživog pada i za pumpanje (punjenje akumulacije u noćnim periodima niskih tarifa). (sl. 1).

Kod tipova agregata pod 1. treba razlikovati ova pogonska stanja (sl. 2):

a) pogonska grupa izvan pogona,
b) grupa u pogonu (proizvodnja energije),



Sl. 1 Principne sheme raznih tipova proizvodnih grupa

c) grupa u praznom hodu,
d) grupa radi kao sinhroni kompenzator.

Kod tipova agregata pod 2. ima više različitih pogonskih stanja koja ovise prvenstveno o konstruktivnoj izvedbi vodne turbine i pumpe. Načelno treba razlikovati:

a) reverzibilne vodne turbine, s jednim rotorom koji radi kao turbina i pumpa, pri čemu se kod prijelaza na turbinski, odnosno pumpni pogon smjer vrtnje mijenja;
b) isogyre turbine-pumpe s jednim dvostrukim rotorom kod kojih se u bilo kojem pogonskom stanju smjer vrtnje ne mijenja;
c) klasična vodna turbina spojena s posebnom klasičnom pumpom putem hidrauličke i mehaničke spojke.

U svim ovim slučajevima sinhroni generator je spojen s turbinom, odnosno pumpom, zajedničkom osovinom, bilo da se radi o horizontalnoj ili vertikalnoj izvedbi agregata, pa se koristi kao generator ili kao motor.

Kod reverzibilnih agregata mogu postojati, u načelu, ova pogonska stanja (sl. 2):

a) pogonska grupa izvan pogona,
b) grupa turbina-generator u pogonu kao proizvođač energije,
c) grupa pumpa-motor u pumpnom pogonu,
d) grupa u praznom hodu,
e) grupa radi kao sinhroni kompenzator s turbinom odvojenom hidrauličkom, odnosno mehaničkom spojkom ili (ovisno o koncentraciji agregata) s rotorom turbine, kod čvrste veze s generatorom, koji se vrti u zraku,
f) grupa u mirovanju sa spojkom koja je odvojila turbinu, odnosno pumpu od generatora-motora,
g) kao pod f) ali sa uključenom spojkom.

Za sva ova pogonska stanja potrebno je izraditi odgovarajuće programe koji trebaju *definirati sve hidrauličke, mehaničke i električke uvjete* koji moraju biti ispunjeni da bi se ostvario određeni program. Pri tom treba definirati sve uvjete neophodne za *normalni pogon*, tj. za trajno stanje pogonske grupe i za *abnormalne situacije*, odnosno za uvjete za djelovanje ili intervencije zaštitnih organa.

Također treba odrediti karakteristike regulacije aktivne i reaktivne snage i eventualne zahtjeve za daljinskim upravljanjem i daljinskim kontrolama pogonskih veličina.

Sva pogonska stanja sadrže ove osnovne faze programiranog rada:

a) za pogonske grupe turbina-generator:

program (1): start (gen. pogon)
program (2): normalno zaustavljanje (stop)
program (3): mehaničko zaustavljanje (stop)
program (4): elektromehaničko zaustavljanje
program (5): zaustavljanje u nuždi
program (6): prazni hod
program (7): kompenzatorski pogon

b) za reverzibilne grupe:

program (1): start-gener. pogon
program (2), (3), (4), (5) i (7): kao i gore
program (6): prazni hod sa odvojnom spojkom
program (8): prazni hod sa uključenom spojkom
program (9): start-pumpni pogon
program (2), (3), (4), (5) i (7) iza svakog pogonskog stanja.

U pojedinim slučajevima, ovisno o koncepciji agregata, broj programa može biti i veći, ili manji, naročito kod reverzibilnih agregata.

Osnovni zadaci uređaja automatike mogu se ukratko ovako rezimirati:

1. maksimalno moguća zaštita svih organa proizvodne grupe,
2. korektna regulacija svih parametara grupe kao regulacija snage, frekvencije, napona, sigurno otvaranje i zatvaranje turbine i korektna uzbuda,
3. kod reverzibilnih agregata što brži prijelaz iz jednog pogonskog stanja u drugo,
4. korektno mjerenje brojnih veličina i registracija svih važnih događaja, bilo u normalnom pogonu, bilo u abnormalnim pogonskim situacijama.

Što se tiče mjerenja i regulacije treba naglasiti da *mjerni uređaji* moraju kontrolirati sve pogonske veličine od stanja pripreme, stavljanja u pogon i zaustavljanja proizvodne grupe. Pri tom treba, u pravilu, primjenjivati standardne sklopove i elemente industrijske elektronike, kako za davače, tako i za ulazne krugove aparata.

Za regulaciju broja okretaja treba također primijeniti električne regulatore s logičkim sklopovima s mogućnostima svestranog programiranja, kako jedne proizvodne grupe, tako i svih proizvodnih grupa jedne elektrane.

Regulatori napona trebaju u pravilu biti izvedeni iz statičkih elemenata. Potrebno je predvidjeti i centralnu aparaturu koja može pojedinačno kontrolirati uzbude svih proizvodnih grupa.

Zaštitni električni uređajii novih postrojenja su isključivo u bezkontaktnoj tehnici, iz elektronskih sklopova.

3. Izbor tipa automatike

Automatika proizvodne grupe može biti izvedena na više načina. Osnovno rješenje može se izvesti tako da se:

— svi potrebni zadaci koje automatika treba izvršiti povjeravaju se specifičnim aparatu-
rama, za svaku funkciju automatike posebno,
— svi potrebni zadaci povjeravaju se centralnoj grupi aparatura za svaku proizvodnu grupu, i
— svi potrebni zadaci povjeravaju se centralnoj grupi aparatura za cijelu elektranu.

Izbor jednoga od mogućih sistema ovisi o karakteru elektrane, dispozicionom rješenju i karakteristikama glavne i pomoćne opreme. Ovdje treba naglasiti da je izvan svake sumnje da *sva mjerenja i signalizacije* trebaju biti *centralizirana* na jednom mjestu.

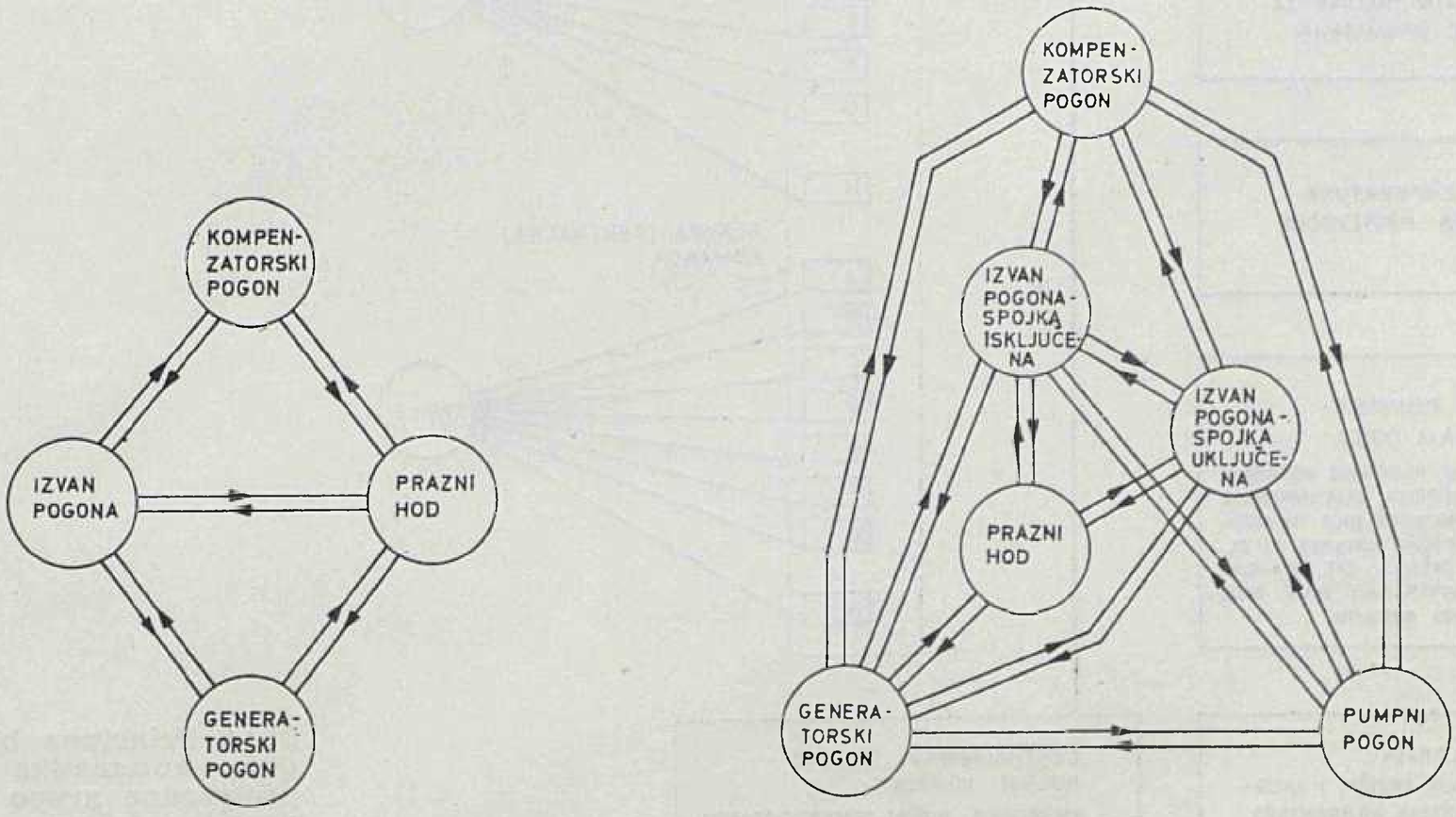
Za efikasno funkcioniranje automatike, osobito kod velikih i kompliciranih proizvodnih grupa, odnosno elektrana, neophodna je primjena digitalnih računskih strojeva (kompjutera).

U tu svrhu se danas primjenjuju dva računala:

a) jedan za kalkulacije pogonskih programa automatike proizvodnih grupa, raspodjele tereta na grupe jedne elektrane ili sistema elektrana, odnosno crpnih postrojenja nekog sliva, i
b) jedan za posebne analize rada elektrana da bi se postigla optimalna ekonomičnost u sistemu, a i za druge analize pogona i buduće izgradnje.

Razlozi za primjenu kalkulatora spomenutog pod a) su i u rješenju upravljanja i kontrole proizvodne grupe.

Kod izbora rješenja upravljanja i kontrole, treba uzeti u obzir da, s obzirom na broj ulaznih analognih i digitalnih informacija po jednoj proizvodnoj grupi, a osobito s obzirom na broj izlaznih informacija iz uređaja automatike, ekonomski razlozi govore u prilog primjeni kalkulatora, odnosno elektronskog računala. Naročito zbog toga što je veliki dio izlaznih informacija alfanumeričkog tipa (pod alfanumeričkim sistemom kodiranja, odnosno sistema informiranja, podrazumije-



a) Klas. koncepcija, vodna turbina - sinhr. gener. b) Reverzibilni agregat

Sl. 2 Blok shema osnovnih pogonskih stanja

vamo sistem oznaka kod kojeg pisani znakovi tih informacija (tj. slova) sadrže ili daju deset prirodnih brojeva (0, 1, 2 do 9).

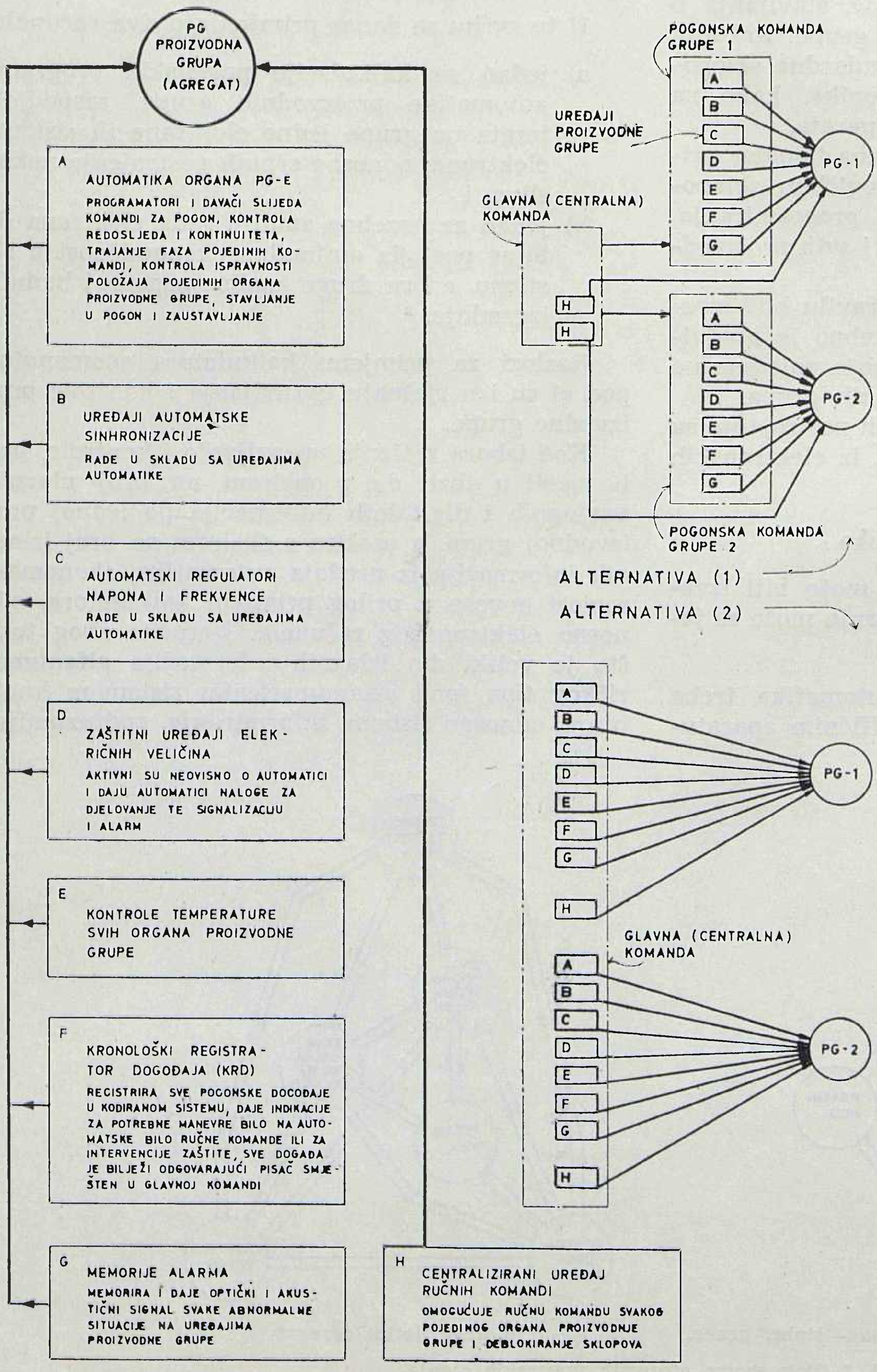
Kod izbora automatike treba naročito podvući jedan važan kriterij a to je: *maksimalno moguća elastičnost* kod svih uređaja upravljanja i kontrole, i mogućnost zamjene ili izmjene pojedinih funkcija u sklopu uređaja, bilo da se radi o uređajima za normalni redoslijed manevara, bilo za različite redoslijede zaustavljanja.

4. Sastav uređaja automatike proizvodne grupe

Svaka proizvodna grupa treba da je opremljena ovim uređajima:

A) *Automatikom organa proizvodne grupe u* užem smislu. Sadrži programator rada svih organa proizvodne grupe i davače slijeda potrebnih komandi za pogon, kontrolira redoslijed i kontinuitet komandi, trajanje svih faza pojedinih komandi, kontrolira ispravnost položaja pojedinih organa proizvodne grupe (čime se postiže i zaštita hidroelektričkih sklopova), stavlja grupu u pogon i zaustavlja je, prema utvrđenom programu i različitim pogonskim uvjetima.

B) *Uređajima automatske sinhronizacije* koji rade u vezi s uređajima automatike. Ovi uređaji mogu se upotrebljavati za sve agregate elektrane, tj. svaka proizvodna grupa ne treba uređaje automatske sinhronizacije.



Sl. 3 Principna blok shema uređaja automatike i upravljanja proizvodne grupe i primjer koncepcije rješenja za slučaj elektrane s dvije proizvodne grupe

C) *Automatskim regulatorima napona i frekvence,* koji rade također u skladu s uređajima automatike, mogu biti i centralizirani za sve proizvodne grupe.

D) *Zaštitnim uređajima električnih veličina.* Aktivni su neovisno o automatici kojoj daju naloge za djelovanje u slučaju potrebe i naloge za optičku i akustičku signalizaciju i alarm.

E) *Kontrolom temperature svih organa proizvodne grupe,* koja permanentno prati temperature svih važnih sklopova i organa grupe, i bitnih medija o kojima ovisi ispravan rad grupe. Može biti i centralizirani uređaj s registracijom za sve proizvodne grupe elektrane.

F) *Kronoškim registratorom događaja.* Kronološki registrira sve pogonske događaje u normalnom pogonu a osobito kod abnormalnih pogonskih prilika. Uz pomoć kodiranja (zbog dvostrukih kontrola) daje indikacije za potrebne manevre, bilo putem automatike, bilo putem ručnih komandi. Daje, zatim, indikacije za intervencije zaštitnih uređaja, i registrira pomoću pisača (printera) svaki važniji događaj u pogonu, a djelomično i uzroke i posljedice. Pisač je obično smješten u centralnoj (glavnoj) komandi.

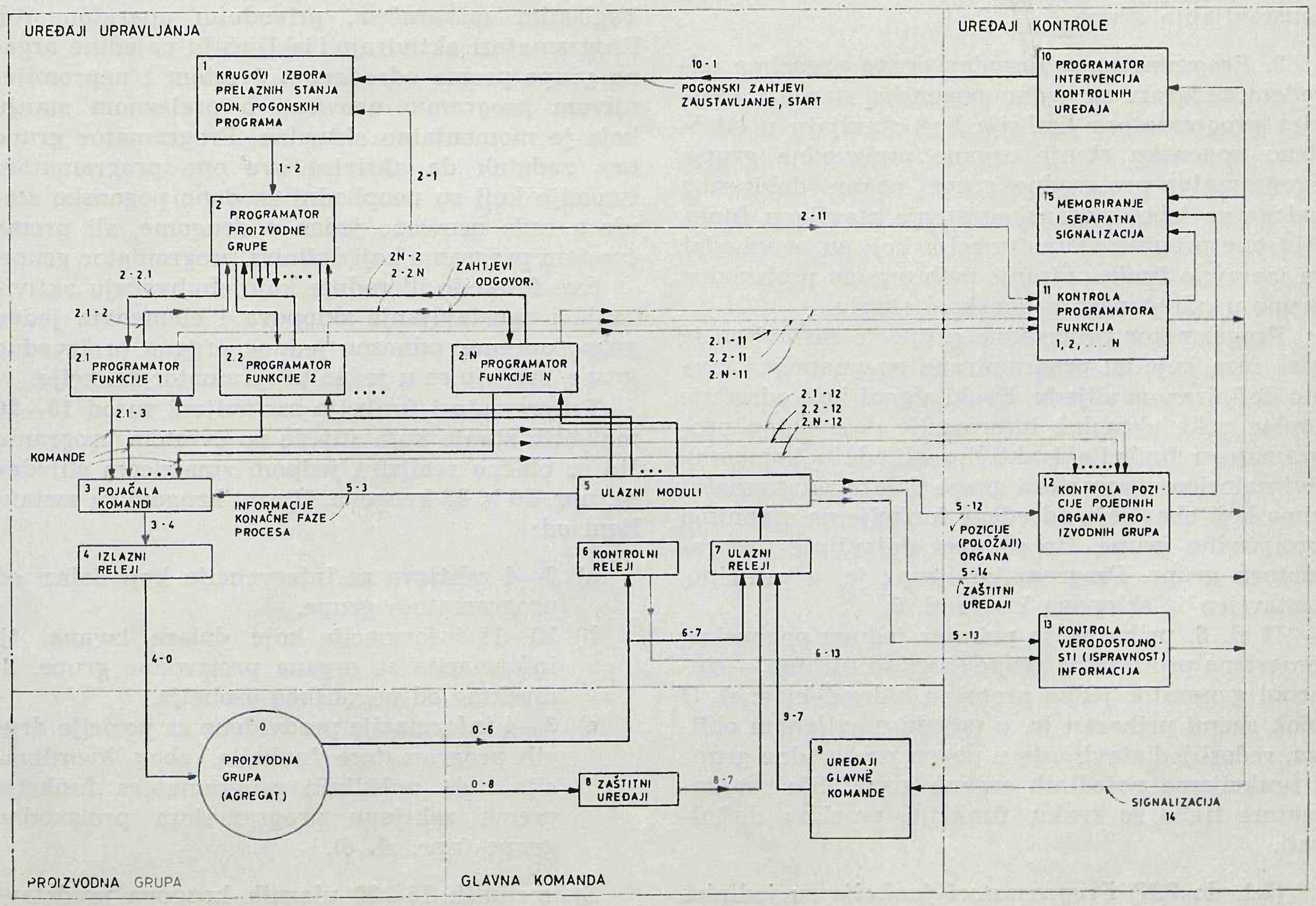
G) *Memorijama alarma.* Memorira i daje optički i akustički signal svake abnormalne proizvodne situacije svih organa proizvodne grupe.

H) *Centralnim uređajem ručnih komandi* smještenim obično uz svaku proizvodnu grupu. Omogućuje ručnu komandu svakog organa proizvodne grupe, i deblokiranje sklopova radi traženja i otklanjanja pogrešaka i kvarova u sklopovima proizvodne grupe.

Svi ovi uređaji se obično grupiraju uz proizvodne grupe (kod više agregata, obično za po 2 agregata jedna pogonska komanda, npr. u podzemnoj strojarnici). Međutim kod elektrana s manjim brojem agregata svi se uređaji grupiraju u centralnoj komandi.

Blok shema uređaja automatike i upravljanja proizvodne grupe s primjerom koncepcije rješenja kod elektrane s dvije proizvodne grupe, u dvije alternative prikazana je u sl. 3.

Ukoliko je donesena odluka o primjeni tzv. pogonske komande, sve operacije stavljanja u pogon vrše se iz te komande u izuzetnim pogonskim situacijama. U redovnom pogonu, upravljanje se obično vrši iz centralne komande. Kod elektrana sa samo centralnom komandom, sve pogonske manipulacije, bilo u izvanrednim pogonskim prilikama, bilo u normalnom pogonu vrše se iz ove komande.



Sl. 4 Blok shema uređaja automatike proizvodne grupe

5. Blok shema uređaja automatike

Uređaji automatike proizvodne grupe sadrže dvije grupe aparata:

a) uređaje upravljanja i
b) uređaje kontrole.

Uređaji upravljanja i kontrole trebaju imati ove grupe aparata (vidi sl. 4):

1. *Krugove za izbor prelaznih pogonskih stanja proizvodne grupe.* Zadatak ove grupe opreme je u tome da se programatoru proizvodne grupe dade nalog za jedno aktuelno pogonsko stanje (npr. turbinski pogon, pumpni pogon, kompenz. pogon, vidi sl. 2) i da se izvrši priprema za buduće pogonsko stanje.

Ovi krugovi se obično izvode kao matrica s određenim brojem ulaza-izlaza, npr. 20 × 30. Pri tome se jedan broj linija ulaza koristi za informacije o aktuelnom pogonskom stanju grupe (npr. 8 ili 10), jedan broj linija za naloge za zaustavljanje grupe uz određene uvjete, odnosno modalitete (npr. 4 ili 5) a ostatak se ostavlja kao rezerva za buduće potrebe (dodatne informacije ili naloge).

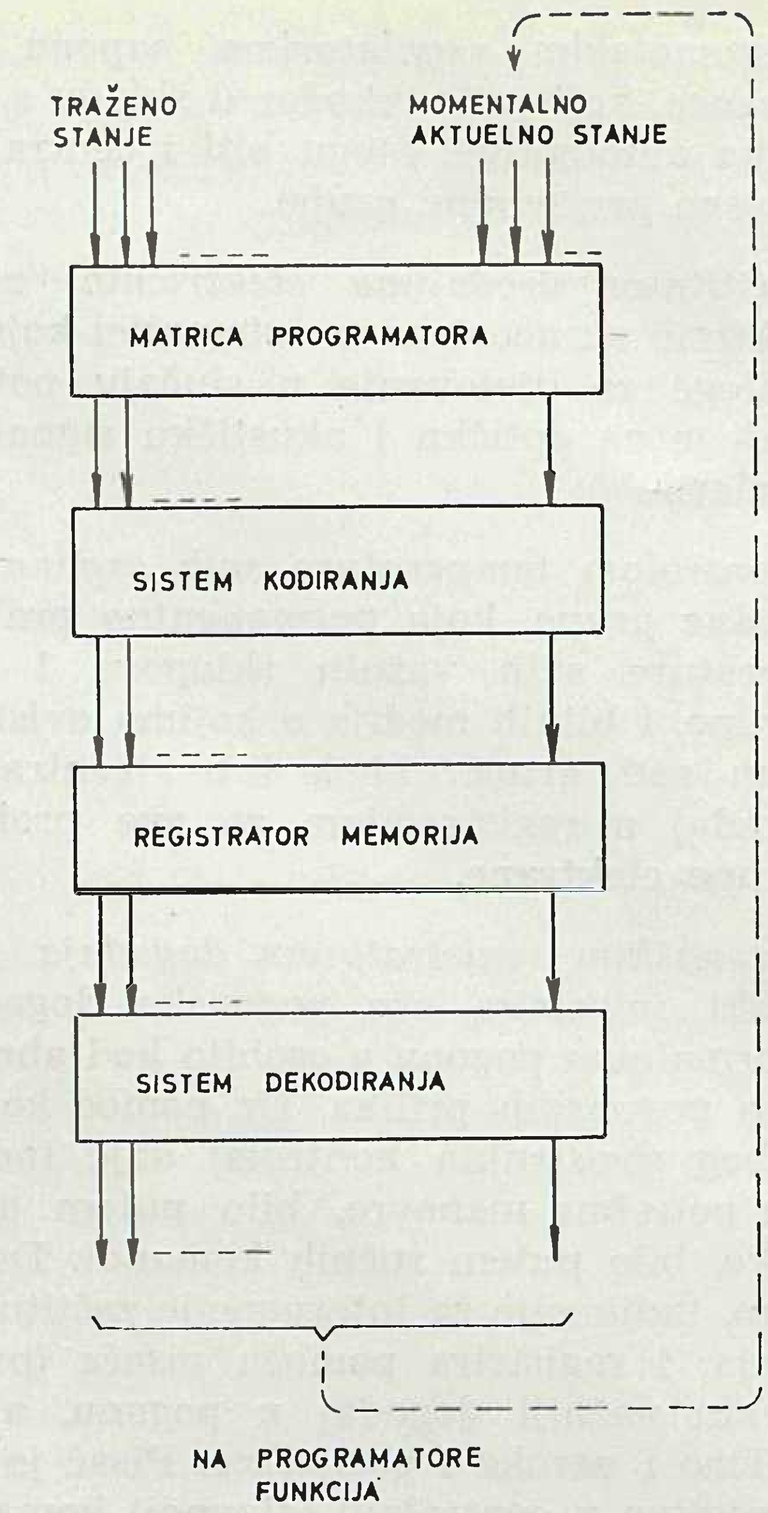
Krugovi izlaza se upotrebljavaju pojedinačno, svaki za određenu komandu, odnosno nalog ili informaciju. Pri tom se svaki nalog kontrolira, i u slučaju anomalije dolazi do isključenja automatike i momentalnog zaustavljanja proizvodne grupe. Svaka intervencija ove kontrole mora biti memorirana u posebnom *registratoru memorija* i signalizirana, da bi se olakšalo brzo otkrivanje uzroka zaustavljanja grupe.

2. *Programator proizvodne grupe* preuzima određeni program za jedno pogonsko stanje i aktivira *programatore funkcija* koji stavljaju u određeno pogonsko stanje organe proizvodne grupe. Programator proizvodne grupe nakon dobivenog naloga za izbor pogonskog stanja stavlja u funkciju one programatore funkcija koji su neophodni za ispravno funkcioniranje svih organa proizvodne grupe u određenom pogonskom stanju.

Programator proizvodne grupe je sastavljen iz niza faza koje su programirane po unaprijed čvrsto definiranom slijedu. Svaki signal koji određuje prolaz neke aktuelne informacije daje nalog programatoru funkcije i aktivira slijedeću komandu. Svi nalozi programatora grupe dolaze programatorima koji obavljaju određene funkcije na organima proizvodne grupe, što se opet dojavljuje programatoru grupe. Programator grupe je, u principu, sastavljen iz sklopova kao u sl. 5.

U sl. 6. prikazan je primjer jednog pogonskog programa proizvodne grupe (Kaplan turbina — sinhroni generator jedne protočne hidroelektrane). U blok shemi prikazan je, u pojednostavljenom obliku, redoslijed stavljanja u pogon proizvodne grupe s funkcijama pojedinih organa grupe čije programatore treba za svaku funkciju posebno definirati.

(2.1. do 2.N) *Programatori funkcija* su jedinice koje upravljaju pojedinim organima grupe, npr.



Sl. 5 Osnovna blok shema programatora proizvodne grupe

kuglastim zatvaračem, privodnim aparatom itd. Programatori aktiviraju i isključuju pojedine organe grupe prema *određenom* čvrstom i nepromijenjivom *programu* neovisno o prelaznom stanju koje je momentalno aktuelno. Programator grupe ima zadatak da aktivira sve one programatore funkcija koji su neophodni za dano pogonsko stanje a rade neovisno jedan o drugome, ali prema čvrstom programu koji definira programator grupe.

Sve funkcije ili radnje koje obuhvaćaju aktiviranje i zaustavljanje sklopova i elemenata jedne grupe opreme, odnosno jednog organa proizvodne grupe, spajaju se u jedan programator funkcije.

Programatori funkcija sastavljeni su od 15—20 različitih stanja koja slijede po čvrstom programu što se obično realizira jednom »matricom slijeda« sa, npr. 20 × 25 krugova. Ulazni krugovi su sastavljeni od:

a) 3—4 zahtjeva za intervenciju koji dolazi od programatora grupe,
b) 12—17 informacija koje dolaze izvana, tj. informacija sa organa proizvodne grupe, ili direktno od pogonskog osobalja,
c) 3—4 informacije predviđene za pozicije drugih programatora funkcija, zbog koordinacije rada pojedinih programatora funkcija prema zahtjevu programatora proizvodne grupe (npr. sl. 6).

Spomenutih 15—20 ulaznih krugova predstavljaju pojedina stanja i prelaze sa jednog na drugo

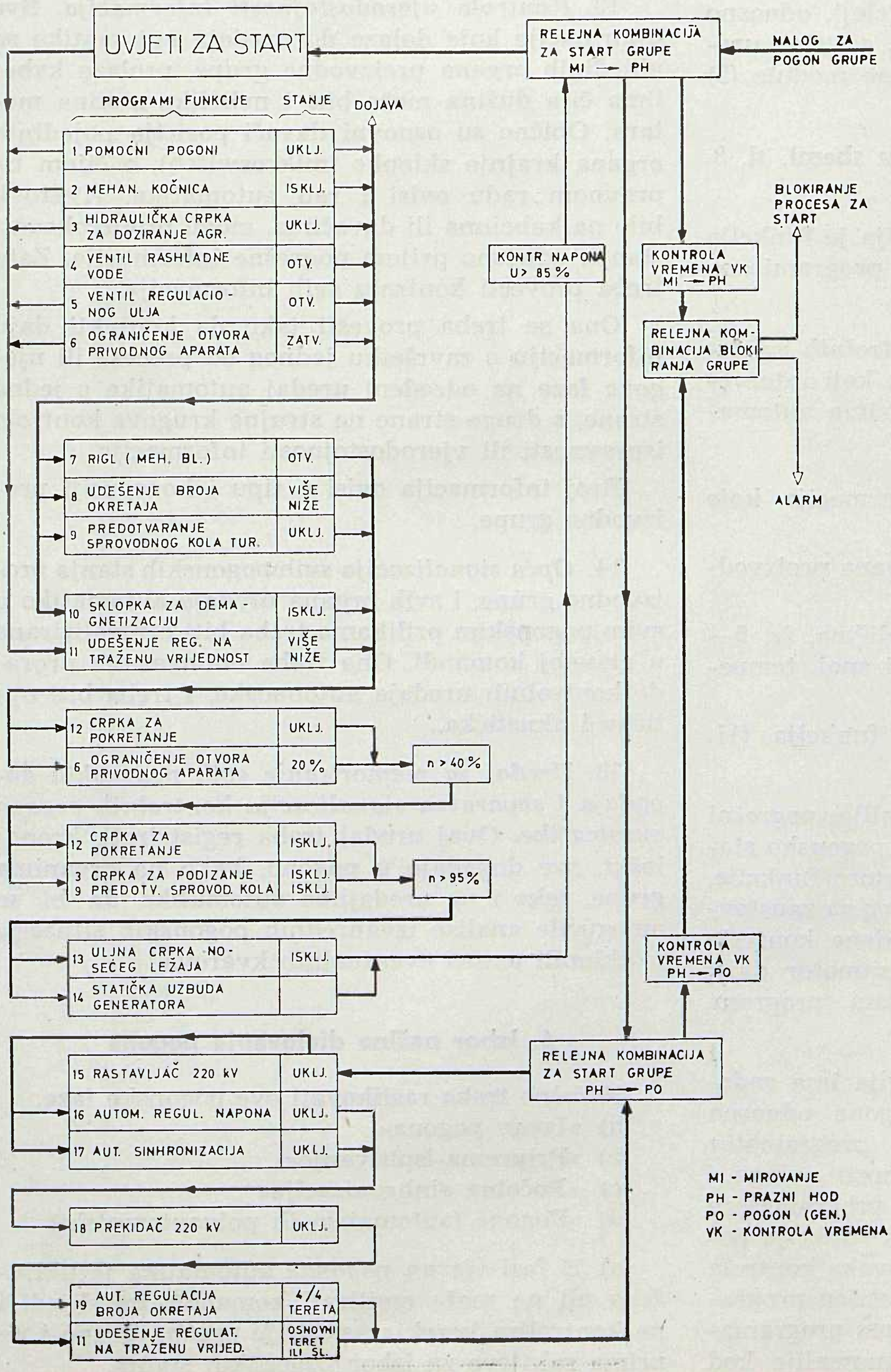
stanje organa proizvodne grupe, pri čemu se kontroliraju uvjeti koji moraju biti ispunjeni da bi se prešlo na slijedeće stanje ili fazu. Ako se radi, npr. o 20 ulaza u matricu slijeda, 10 ulaza su povratni signali koji dojavljuju izvršenje jedne komande, tj. daju kontrolu pozicije upravljanog organa. Zbog sigurnosti se u isto vrijeme memorira signal ili informacija na drugom uređaju i prenosi na izlaz iz matrice slijeda. U slučaju krive komande ili neizvršenja naloga, dolazi automatski do intervencije ili zaustavljanja programa.

Izlazni krugovi iz matrice slijeda moraju se vezati na programator grupe koji kontrolira ispravne pozicije programatora funkcije.

Broj programatora funkcija ovisan je o tipu proizvodne grupe, hidrauličkom mehaničkom i električnom rješenju, odnosno koncepciji grupe.

Npr. Proizvodna grupa Kaplan turbina — sinhroni generator ima, načelno, ove programatore funkcija:

1. Aktiviranje i isključenje pomoćnih uređaja,
2. Aktiviranje i isklop rashladnog sistema,
3. Otvaranje i zatvaranje privodnog aparata i pogonskog kola,
4. Uzbudu i razbudu generatora,
5. Automatsku sinhronizaciju,
6. Mehaničko (ili električno) kočenje,
7. Automatsku regulaciju napona,
8. Automatsku regulaciju broja okretaja, snage, regulaciju frekvenca-snaga, regulaciju tereta prema utvrđenom programu.



Sl. 6 Pojednostavljena shema jednog dijela programatora grupe, pogonski program za start proizvodne grupe Kaplan turbina-generatora

3. *Pojačala komandi* imaju zadatak da pojačaju primljene komande iz programatora za potrebe aktiviranja.

4. *Izlazni releji* koji dobivene naloge u određenom obliku prenose na organe proizvodne grupe i aktiviraju ih prema utvrđenom programu.

5. *Ulazni moduli* primaju naloge ulaznih releja i nakon provedene kontrole kontrolnih uređaja (12) i (13) sl. 4 daju naloge, odnosno informacije konačne faze pojedinog procesa, na programatore funkcija i pojačala komandi (odnosno direktno na pojačala komandi kod nezavisnih intervencija električnih zaštitnih uređaja ili direktnih komandi pogonskog osoblja iz centralne komande (9), sl. 4).

6. *Kontrolni releji* prenose informacije iz proizvodne grupe na

7. *Ulazne releje* nakon provedenih kontrola vjerodostojnosti informacija (13). Ovi releji, odnosno relejne kombinacije su vezane na el. zaštitne uređaje (8) čije naloge prenose na ulazne module (5) (vidi sl. 4).

8. *Zaštitni uređaji* su definirani u shemi, sl. 3. grupa opreme (D) analogno kao i

9. *Glavna (centralna) komanda,* čija je funkcija analogna klasičnom postrojenju bez programirane automatike.

10. *Programator intervencija kontrolnih uređaja.* Strujni krugovi kontrole i zaštite koji interveniraju u sklopovima, odnosno dijelovima automatike, vezani su na uređaje za:

- kontrolu vjerodostojnosti informacija koje ulaze u uređaje (13, sl. 4),
- kontrolu pozicija pojedinih organa proizvodne grupe (12, sl. 4),
- zaštitu električnih i drugih veličina, (v. 5—14, sl. 4) kao prenapon, kratki spoj, temperatura itd.
- kontrolu rada programatora funkcija (11, sl. 4).

U slučaju da nastupi neka anomalija, pogrešni nalog ili informacija, ili abnormalno pogonsko stanje nekog organa grupe ili programatora funkcije, odnosno grupe, programator daje nalog za zaustavljanje grupe. Ukoliko su sve provedene kontrole dale zadovoljavajuće rezultate, programator daje, odnosno potvrđuje nalog za određeni program, npr. start grupe.

11. *Kontrola programatora* funkcija ima zadatak da za vrijeme bilo koje faze pogona, odnosno pogonskih stanja, kontrolira svaki programator funkcija radi provjeravanja ispravnosti naloga i izvršenih funkcija, kako od strane programatora grupe, tako i od strane programatora funkcija pojedinim organima grupe (vidi sl. 4). Svaka kontrola u svom području važnosti ulazi u matricu programatora koja je vezana i sa programima programatora proizvodne grupe. U slučaju anomalije kod ma kojeg programatora funkcije, dolazi do intervencije i direktnog naloga za zaustavljanje proizvodne grupe.

Svaka intervencija mora biti posebno memorirana (15) i signalizirana.

12. *Kontrola pozicije pojedinih organa proizvodne grupe.* Ova kontrola ima zadatak da provjerava ispravnost položaja pojedinih organa proizvodne grupe u skladu s nalozima programatora funkcija. Kontrole imaju određeno vrijeme kada su mjerodavne, što dakako ovisi o naravi, odnosno prirodi procesa organa proizvodne grupe (npr. trajanje otvaranja predturbinskog zatvarača). Svaka kontrola treba imati mogućnost da prati organe kroz određeno vrijeme koje se može podesiti u intervalu od 1 sekunde do 3—4 minute. Svaka kontrola mora kontrolirati jednu jedinu poziciju određenog organa proizvodne grupe.

13. *Kontrola vjerodostojnosti informacija.* Sve informacije koje dolaze do uređaja automatike sa pojedinih organa proizvodne grupe, prolaze kabelima čija dužina može biti i nekoliko stotina metara. Obično su osnovni davači pozicija pojedinih organa krajnje sklopke (mikroswitch), o čijem ispravnom radu ovisi i rad automatike. Kvarovi, bilo na kabelima ili davačima, mogu prouzrokovati stanje, odnosno prijem pogrešne informacije. Zato treba provesti kontrolu svih informacija.

Ona se treba provesti tako da kontakti daju informaciju o završetku jednog od procesa ili njegove faze na određeni uređaj automatike s jedne strane, s druge strane na strujne krugove kontrole ispravnosti ili vjerodostojnosti informacija.

Broj informacija ovisi o tipu i koncepciji proizvodne grupe.

14. *Opća signalizacija* svih pogonskih stanja proizvodne grupe, i svih organa uređaja automatike u svim pogonskim prilikama treba biti centralizirana u glavnoj komandi. Ona treba obuhvatiti i prorade kontrolnih uređaja automatike, i treba biti optička i akustička.

15. *Uređaj za memoriranje svih pogonskih događaja i separatna signalizacija kontrolnih organa automatike.* Ovaj uređaj treba registrirati, kronološki, sve događaje u pogonu, kako na organima grupe, tako i na uređajima automatike da bi se omogućile analize izvanrednih pogonskih situacija i otklonili uzroci eventualnih kvarova.

6. Izbor načina djelovanja pogona

Načelno treba razlikovati ove pogonske faze:
a) »Izvan pogona«
b) »Priprema-ispitivanje«
c) »Početna sinhronizacija«
d) »Pogon« (automatski ili poluautomatski)

a) U fazi *»izvan pogona«* automatika je uključena ali ne može emitirati komande, ne slijedi i ne kontrolira korektne pozicije organa grupe i ne prima zahtjeve za izbor pogonskih stanja.

b) U fazi *»pripreme-ispitivanja«* potrebno je brzo provjeravanje ispravnog funkcioniranja automatike isključivši samo izlazne krugove za kontrolu položaja pozicije organa grupe.

Ispitivač, odnosno uklopničar, treba ispitati funkcioniranje nekih naloga za određena pogonska stanja koji se predaju programatoru grupe, zatim pojedinih programatora funkcije, pojedinačno. Pojedina ispitivanja mogu dovesti do brzine vrtnje u granicama 1—2 Hz. Kod ovog pripremnog stanja treba biti blokirano emitiranje komandi i kontrola položaja pojedinih organa proizvodne grupe.

c) *»Početna sinhronizacija«* predstavlja fazu u kojoj se proizvodna grupa stavlja pod komandu automatike. U tom slučaju se svi programatori automatike stavljaju u poziciju ili položaj koji odgovara traženom pogonskom stanju, ili stanju koje je zadano (vidi sl. 2).

Izlazi svih komandi, sve dojave i informacije naloga i kontrola su aktivni. Ukoliko jedna od dojava pokazuje neispravno stanje, mora postojati mogućnost za ručnu komandu, odnosno intervenciju.

Prijelaz iz početne sinhronizacije na pogon moguć je ako su ispunjeni svi uvjeti za aktuelno pogonsko stanje.

d) *»Pogon«* proizvodne grupe predstavlja fazu u kojoj uređaji automatike slijede sve zahtjeve i emitiraju sve potrebne komande organima proizvodne grupe.

Pogon proizvodne grupe može biti:

— automatski, u tom slučaju grupom potpuno upravlja automatika,
— poluautomatski, u tom slučaju jednim dijelom organa grupe upravlja uklopničar.

Poluautomatski način pogona je u stvari konvencionalni način pogona kod velikog broja elektrana prije uvođenja automatike.

Uklopničar kod ovog načina pogona direktno upravlja pojedinim programatorima funkcije uređaja automatike, stavlja ih u pogon i zaustavlja, vrši izbor pogonskih stanja i pripreme. Kod poluautomatskog pogona, prema tome programatori proizvodnih grupa nisu aktivirani.

7. Ulazni i izlazni krugovi i priključni naponi

Ulazni krugovi. Svi nalozi i informacije koji ulaze na uređaje automatike, iz postrojenja ili iz glavne komande, dolaze putem kontaktnih releja. Budući da kontakti releja imaju dva položaja otvoren — zatvoren, dobivenu informaciju treba pretvoriti u veličine koje se mogu upotrijebiti u statičkim logičkim krugovima, jer se sklopovi automatike izvode u beskontaktnoj tehnici logičkih sklopova.

Za pouzdan rad uređaja automatike, a prema tome i pogona potrebno je ugraditi na ulazima filtre koji će informacije propustiti tek uz korektne vrijednosti frekvencije i napona. Zato uređaje treba opremiti aparaturama za stabilizaciju frekvencije i napona, jer je to uvjet za siguran rad logičkih sklopova.

Posebno treba voditi računa o tome, da se osigura neosjetljivost primljenih informacija koje signaliziraju protok raznih fluida (voda, ulje itd.), na pojavu zraka koji može izazvati nepravilne informacije.

Ovaj problem se rješava tako, da se ulazni krugovi podvrgnu procesu integriranja kroz određeno vrijeme.

Svi signali koji ulaze u uređaje automatike, a transformirani su na nivo logičkih sklopova, dolaze na jedinicu kojoj su namijenjeni preko »ranžirnog sklopa«, da bi se primijenili u procesu upravljanja i dojave prema unaprijed određenom programu. Tako npr. informacije koje pokazuju položaje pojedinih organa grupe, dolaze na programatore funkcija i na kontrolne uređaje, a zatim i na programator za izbor slijedeće faze procesa.

Broj ulaznih krugova ovisi o koncepciji proizvodne grupe.

Izlazni krugovi. Sve komande koje izlaze iz uređaja automatike, trebaju ići putem releja i to iz dva razloga:

— da bi se galvanski odvojili uređaji automatike od organa proizvodne grupe, i
— zbog povećanja snage potrebne za aktiviranje organa proizvodne grupe.

Osim toga je potrebno da izlazni releji budu opremljeni i pomoćnim kontaktom, koji se obično upotrebljavaju za signalizaciju i memoriranje naloga, odnosno informacije.

Broj izlaznih krugova programatora grupe i programatora funkcija ovisan je o karakteru pojedinih sklopova, odnosno organa proizvodne grupe. Informacije, odnosno nalozi koji izlaze iz izlaznih krugova, šalju se zatim na pojačala koja trebaju povećati izlaznu snagu potrebnu za aktiviranje izlaznih releja koji opet izvršavaju dane naloge.

Priključni naponi. Za priključak strujnih elektronskih krugova logičkih sklopova automatike i za sve aparature signalizacije primjenjuje se istosmjerni napon 24 ili 48 V. Zbog sigurnosti treba ugraditi dvije baterije od kojih je jedna potpuna rezerva drugoj. Svi naponi ulaznih krugova moraju biti stabilizirani i zaštićeni prenaponskom i prekostrujnom zaštitom.

8. Signalizacija, registracija i alarm

Signalizacija svih događaja u radu proizvodne grupe treba biti izvedena pouzdano, pregledno i svrsishodno kako bi se svaka normalna, a posebno abnormalna, pojava odmah primjetila.

Danas se često primjenjuju svjetleća tipkala u minijaturnoj izvedbi koja služe, kako za signalizaciju događaja nekog organa grupe, tako i za mogućnost ručnog aktiviranja. Proces rada automatike treba tako signalizirati da su vidljive sve faze odvijanja procesa u svim pogonskim stanjima koja su opisana u točki 2.

U tu svrhu treba za svaku proizvodnu grupu predvidjeti posebni signalni tablo, kako u pogonskoj komandi (ukoliko postoji) tako i u centralnoj komandi. Kod većih i važnijih postrojenja korisno je u centralnu komandu ugraditi posebnu tehnološku shemu proizvodne grupe sa važnijim signalizacijama i dojavama stanja pojedinih organa proizvodne grupe.

Kronološki registrator događaja (KRD) kojim treba opremiti svaku proizvodnu grupu elektrane ima višestruku namjenu:

1. Kod normalnog pogona, tj. u slučaju pravilnog rada svih organa proizvodne grupe, KRD registrira na posebnom pisaču (printeru) veličine koje karakteriziraju pogonska stanja, naloge i zahtjeve što ih je pogonsko osoblje emitiralo uređajima automatike. U tim uvjetima KRD u stvari ispisuje dnevnik pogonskih veličina proizvodne grupe, što ga je u konvencionalnom načinu pogona vodio čovjek.

2. U slučajevima bilo kakvih smetnji u pogonu, ispadanja iz pogona pojedinih organa proizvodne grupe, KRD registrira sve događaje od početka, odnosno nastanka smetnje pa sve do njezinog nestanka. Pisač (printer) zabilježi sve informacije o događaju kronološkim redom, tj. onako kako su se događaji odigrali. Na taj se način može odmah ustanoviti uzrok kvara, pa se može i otkloniti u najkraćem vremenu.

3. KRD se može aktivirati djelomično i na zahtjev pogonskog osoblja za registraciju određenh događaja bez posebne obrade.

Današnji KRD imaju vremenski interval registracije 10 ms a mogu kontrolirati 300—400 raznih informacija u jednoj proizvodnoj grupi.

Treba posebno naglasiti da su KRD obično opremljeni posebnim alarmnim uređajem koji treba izazvati pažnju pogonskog osoblja.

Literatura:

1. F. Frischenschlager, *Das Steuerungssystem für das Pumpenspeicherwerk Säckingen,* BBC Nachrichten, H. 4, 1969, Mannheim.
2. G. Bär, *Aufgaben und Beurteilung der Maschinensteuerung des Pumpspeicherwerkes Säckingen,* BBC Nachrichten, H. 4, 1969, Mannheim.
3. H. W. Schmalz, E. Kleiner, H. Fleckenstein, *Program, Aufbau und Wirkungsweise der Mascheinenautomatiken für das Pumpspeicherwerk Säckingen,* BBC Nachrichten, H. 4, 1969, Mannheim.
4. —, *Bausteine und Systeme für die Automatisierung.* BBC Mitt. 55 (1968), Nr. 9.
5. —, *Télésignalisation, télémesure et telekommande par le système »Télécil«.* Télémécanique, Fasc. technique, D. 5757.
6. G. v. Geijer, A. Bergman, H. Hansson, B. Larson, *Fernbedienung von Wasserkraftwerken,* ASEA Zeitschrift, Nr. 1, 1965, Västeras.
7. G. Lindén, N. Bülow, Viksjäfors, *Ein vereinfachtes Kleinkraftwerk,* ASEA Zeitschrift, Nr. 6, 1964, Västeras.
8. —, *Von der Relaissteuerung zum Processcomputer,* Neues von Sprecher, Mitteilungen 1969, Nr. 2.
9. M. Mischer, A. Polny, W. Borel, D. Eberspächer, *Die neue Speicherpumpengruppe im Kraftwerk Löbbia der Bergeller Kraftwerke,* Bulletin SEV (1968), 21, S. 995—1011.
10. G. Segre, A. Stabilini, G. Ferré, *I controlli automatici per l'impianto idroelettrico con accumulo per pompaggio del Lago Delio,* publ. ENEL, Milano, 1969.
11. J. Borufka, *Die Fernstenerung des Draukraftwerkes Edling,* OZE, H. 1, 1963.
12. W. Möller, A. Müller, *Programsteuerung von Laufkraftwerksketten,* WSW, Technische Berichte, Jg. 20, H. 1, 1968.
13. G. Swoboda, *Die Planung von Fernwirkanlagen, Leitfaden für alle Anwendungsgebiete der Fernwirktechnik,* R. Olderburg Ver., München-Wien, 1967.
14. —, *Industrial Automation Division, Data Logging/Recording Equipment,* Hawker Siddeley Dynamics Ltd, London 1965.
15. —, *Techniques logiques et numériques, Consignateur d'états 400 E 25,* Fascicule 11, 4—67, Merlin & Gerin, Grenoble.
16. —, *Cronologic events recorders, Series RCEm,* Data Control, Società industriale per l'automazione, Milano, July 1969.
17. —, *Supervisory System, Computer Application, New Information 1969,* Westinghouse, Descriptive Bulletin, 40—551, Redac V-C, April 1969.

Naslov pisca: Krunoslav Begović, dipl. ing.
»Elektroprojekt«, Zagreb

OSNOVNO RJEŠENJE OPSKRBE PODRUČJA OPĆINE SENJ I OTOKA GOLI I RAB ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Nikola Vagić, Zagreb

Uz prikaz dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja konzuma, elektroenergetskog pojnog sistema i mreže 35 kV na području općine Senj i otoka Goli i Rab definirane su elektroenergetske potrebe područnog konzuma u perspektivi. Dano je i rješenje njegova napajanja i smjernice za etapni razvoj perspektivne mreže 110 i 35 kV.

DK 621.311.1

1. Postojeće stanje i dosadašnji razvoj konzuma

Na područjima općine Senj i otoka Rab i Goli prema sl. 1, na površini od preko 750 km², u 33 naselja bilo je 1961. nastanjeno preko 20.000 ljudi. Na području općine Senj na preko 658 km² bilo je 26 naselja sa 3.516 domaćinstava i oko 12.310 stanovnika, a na otoku Rabu na površini od 91 km² bilo je 7 naselja sa 2.061 domaćinstvom i oko 8.240 stanovnika.

Na Rabu su elektrificirana sva naselja i gotovo sva domaćinstva, a na području općine Senj samo 29% naselja (uglavnom priobalna) i 43% domaćinstava.

Od 1931. broj stanovnika na području općine Senj opada (od 1931. do 1961. stanovništvo se smanjilo za 15,4%), dok se na otoku Rabu povećava (od 1931. do 1961. povećalo se za 19,1%). Na osipanje stanovništva najviše utječe pasivnost ovih krajeva, i prema demografskim kretanjima posljednjih nekoliko godina, može se ublažiti jedino intenzivnijom turističkom privredom, jer postojeće privredno-industrijske organizacije (DIP Senj — Senj, pletionica Neda — Senj, HE Senj i kombinat Velebit — Goli) ne utječu značajnije na ova kretanja.

Za postojeće turističke objekte karakteristično je da su vezani za obalna naselja i da su i prostorno i vremenski podizani bez sistema. U 1967. na području općine Senj na 1.652 ležaja ostvareno je 83.449 noćenja, a na Rabu na 8.353 ležaja 536.157 noćenja.

Vršne elektroenergetske potrebe bile su 1968:

- na senjskom području oko 1450 kW i 6444 MWh/g,
- na Rabu oko 1550 kW i 3728 MWh/g,
- na Golom oko 720 kW i 2391 MWh/g,
- na čitavom području oko 3200 kW i 12563 MWh/g.

Analize pokazuju da je njihov rast u razdoblju 1960/1968. bio veoma intenzivan i da je iznosio (tabl. 1):

snaga

- na području Senja 22,3% godišnje,
- na Rabu 22,0% godišnje,
- na Golom 10,8% godišnje,
- na čitavom području oko 16,6% godišnje;

energija

- na području Senja 25,3% godišnje,
- na Rabu 22,9% godišnje,
- na Golom 10,4% godišnje,
- na čitavom području 20,4% godišnje.

Podaci o razvoju i stanju sumarnih elektroenergetskih potreba konzuma na senjskom području i na otocima Goli i Rab (1960 — 1968)

Tablica 1

Godina	Senjsko područje		Otok Goli		Otok Rab	
	kW	MWh/g	kW	MWh/g	kW	MWh/g
1	2	3	4	5	6	7
1960.	290	1354	320	1100	320	714
1961.	500	1915	330	1150	360	383
1962.	580	4112	620	1900	440	1040
1963.	660	5221	580	2000	700	1323
1964.	960	6110	580	—	450	2007
1965.	760	4860	520	2354	740	2416
1966.	860	4430	580	2308	880	2756
1967.	1150	5184	700	2110	1350	3484
1968.	1450	6444	720	2391	1550	3728
Progresivni prirast (%/god.)						
1960/1968.	22,3	25,3	10,8	10,4	22,0	22,9
1966/1968.	6,8	4,5	2,5	0,1	7,3	3,6

Anaiza strukture elektroenergetskih potreba konzuma pokazuje da je (tab. 2):

Potrošnja u domaćinstvu rasla:

- na senjskom području od 286 MWh u 1958. na 2077 MWh u 1968. uz progresivni prirast od 21,9% godišnje,
- na Rabu od 64 MWh u 1958. na 1941 MWh u 1968. uz progresivan prirast od 41% godišnje.

Potrošnja pratećih objekata rasla je:

- na senjskom području od 124 MWh u 1958. na 1166 MWh u 1968. uz progresivan prirast od 25% godišnje,
- na Rabu od 112 MWh u 1958. na 1520 MWh u 1968. uz progresivan prirast od 30% godišnje.

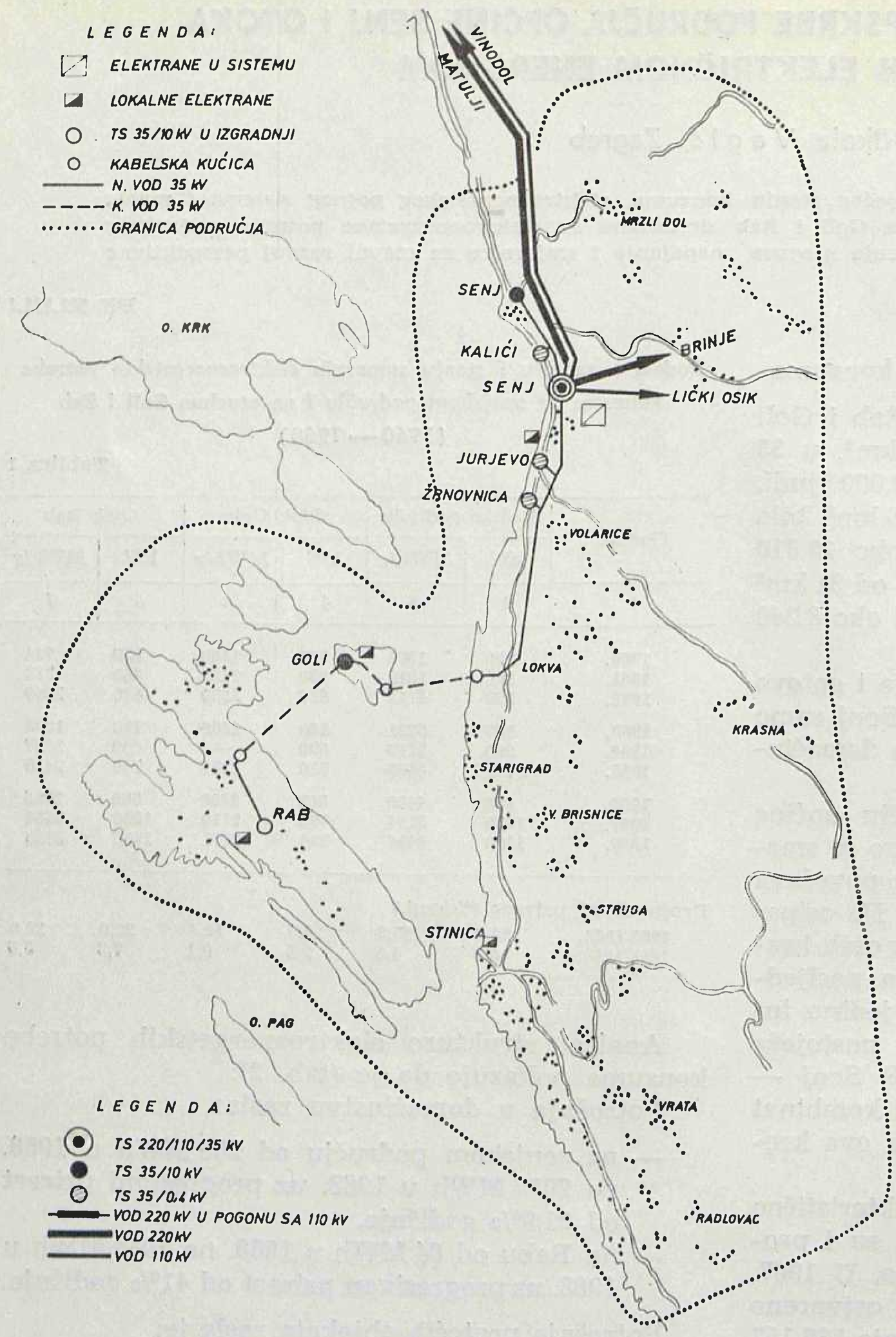
Prikaz u tabl. 3 pokazuje da je razvoj specifične potrošnje u ovom desetogodišnjem razdoblju tekao:

Domaćinstvo:

- na senjskom području od 73 kWh/čl. dom. u 1958. na 365 kWh/čl. dom. u 1968. uz progresivan prirast od 17,5% godišnje, i
- na Rabu od 10 kWh/čl. dom. u 1958. na 236 kWh/čl. dom. u 1968. uz progresivan prirast od 37,1% godišnje.

Konzumenti napajani iz distributivne mreže niskog napona:

- na senjskom području od 108 kWh/st. u 1958. na 572 kWh/st. u 1968. uz progresivan prirast od 18% godišnje, i



Sl. 1 Situacija postojeće područne mreže

— na Rabu od 28 kWh/st. u 1958. na 420 kWh/st. u 1968. uz progresivan prirast od 31% godišnje.

Konzum ukupno:

— na senjskom području od 199 kWh/st. u 1958. na 680 kWh/st. u 1968. uz progresivan prirast od 13% godišnje,
— na Rabu od 36 kWh/st. u 1958. na 452 kWh/st. u 1968. uz progresivan prirast od 28,7% godišnje.

Podaci o razvoju specifične potrošnje u razdoblju od 1965—1968. pokazuju da su trendovi njenog rasta u ovom razdoblju prigušeni i da su se kretali:

Na senjskom području:

— u domaćinstvu: po članu elektrificiranog domaćinstva oko 3,7% godišnje,
— kod konzumenata napajanih iz distributivne mreže niskog napona: po članu elektrificiranog domaćinstva 5% godišnje.

Na Rabu:

— u domaćinstvu: po članu elektrificiranog domaćinstva oko 24,6% godišnje,
— kod konzumenata napajanih iz distributivne mreže niskog napona: po članu elektrificiranog domaćinstva oko 18% godišnje.

Pad specifičnih sumarnih elektroenergetskih potreba konzuma na senjskom području zabilježen u razdoblju od 1965. do 1968, javio se kao posljedica manje potrošnje na gradilištima nakon završenih radova na HE Senj.

Prema inkasatorskim podacima za 1965. dobiveno je da se potrošnja električne energije u domaćinstvima na Rabu javljala od najnižih potrošačkih razreda, od 1—10 kWh/dom. mjesečno, do najviših sa 500 i više kWh/dom., i da je najučestalija potrošnja iznosila od 50—100 kWh/dom. mjesečno.

Podaci o tokovima snage i energije na vodovima 35 kV HE Senj — Senj, HE Senj — Rab i vla-

Pregled strukture potrošnje električne energije na senjskom području i na otocima Goli i Rab (MWh/god.)

Tablica 2

Godina	Konzumenti napajani direktno iz mreže 0,4 kV			Konzumenti napajani direktno iz mreže 35 i 10 kV	Sveukupna potražnja	Nabava
	Domaćinstva	Prateći objekti	Ukupno			
1	2	3	4	5	6	7
Senjsko područje						
1958.	286	124	410	256	666	756
1959.	484	135	619	280	899	1052
1960.	445	455	900	302	1202	1354
1961.	405	720	1125	608	1733	1915
1962.	941	283	1224	2357	3581	4112
1963.	1314	446	1760	3813	5573	6221
1964.	1485	640	2125	3194	5319	6110
1965.	1631	824	2455	1908	4364	4860
1966.	1691	1052	2743	601	3344	3710
1967.	1905	979	2884	348	3232	3575
1968.	2077	1166	3343	262	3504	3855
Progresivni prirast (%/god.)						
1958/1968.	21,9	25	23	0,2	18	17,6
1965/1968.	3,46	5	4	—3,3	—3,2	—5,4
Rab						
1958.	64	112	176	—	176	227
1959.	141	233	442	—	442	442
1960.	209	269	548	—	548	714
1961.	242	380	622	—	622	833
1962.	325	461	786	—	786	1040
1963.	423	1070	1493	—	1493	1323
1964.	646	900	1546	—	1546	2007
1965.	1000	1091	2091	—	2091	2416
1966.	1237	1178	2417	—	2417	2756
1967.	1654	1464	3118	—	3118	3484
1968.	1941	1520	3461	—	3461	3728
Progresivni prirast (%/god.)						
1958/1968.	41	30	35	—	35	32,5
1965/1968.	6,1	3,1	5	—	5	4,5

stitoj potrošnji HE Senj (sl. 3), ukazuju na sezonski karakter elektroenergetskih zahtjeva konzuma:

— na senjskom području i na Rabu s vrhovima u jeku turističke sezone i
— maksimum vlastite potrošnje HE Senj u zimskim mjesecima (električno grijanje).

Odnos elektroenergetskih srednjih satnih vršnih potreba konzuma u sezoni i izvan sezone kreće se:

— na senjskom području oko 1,57 i
— na Rabu oko 1,61.

U radnom danu u ljetnoj sezoni omjeri minimalnih satnih elektroenergetskih potreba konzuma (javljaju se u ranim jutarnjim satima) i vršnih srednjih satnih potreba konzuma (na senjskom području javljaju se oko 12 sati, a na Rabu oko 21 sat) iznose:

— na vodu 35 kV HE Senj — Senj oko 5,2,
— na vodu 35 kV HE Senj — Rab oko 5,1.

Zapaža se da nedjeljom u ljetnoj sezoni, kad su industrijska postrojenja izvan pogona, i kad se potrebe konzuma na vodovima 35 kV HE Senj — Senj i HE Senj — Rab svode praktički na podmirivanje elektroenergetskih potreba u domaćinstvu i u turističkim objektima, na senjskom području i na Rabu odnosi minimalnih i vršnih satnih potreba konzuma iznose:

— na senjskom području oko 4,8,
— na Rabu oko 3,5.

Prikaz razvoja specifične potrošnje električne energije na senjskom području i na otoku Rabu (1955—1968. g.)

Tablica 3

Godina	Broj elektrificiranih domaćinstava	Broj stanovnika u elektrificiranim domaćinstvima	Potrošnja u domaćinstvu		Potrošnja konzumenata napajanih iz mreže niskog napona		Nabava električne energije	
			Ukupno (MWh g)	Po čl. el. domać. (kWh/st. g)	Ukupno (MWh/g)	Po čl. el. domać. (kWh/st. g)	Ukupno (MWh/g)	Po čl. el. domać. (kWh/st. g)
1	2	3	4	6	6	7	8	9
Na senjskom području								
1958.	981	3924	286	73	410	108	756	199
1961.	1081	3924	405	103	1125	287	1915	304
1965.	1419	4960	1631	326	2455	493	4860	980
1966.	1462	5120	1691	330	2743	538	3710	725
1967.	1540	5380	1905	351	2884	536	3575	662
1968.	1623	5760	2077	365	3243	572	3855	680
Progresivni prirast (%/god.)								
1958/1968.	—	—	22	17,5	23	18	18,8	13
1965/1968.	—	—	8,3	3,7	9,4	5	— 7,5	— 7,2
Na Rabu								
1958.	1260	6310	64	10	176	28	227	36
1961.	1510	6640	242	31	622	94	833	125
1965.	1973	7892	1000	122	2091	256	2416	298
1966.	1973	7892	1237	157	2417	308	2756	348
1967.	1982	7928	1654	196	3118	360	3484	434
1968.	2061	8240	1941	236	3461	420	3728	452
Progresivni prirast (%/god.)								
1958/1968.	—	—	10,9	37,1	34,7	31	32,4	28,7
1965/1968.	—	—	6,8	24,6	18,2	18	14,5	15,7

Analizom elektroenergetskih potreba turističkih objekata došlo se do zaključka da se njihove elektroenergetske karakteristike na području općine Senj i otoka Raba mogu svesti:

— u komercijalnom turizmu (hoteli, turistička naselja i moteli)
na 110—290 W/lež. i 130—310 kWh/lež. god.

— u kampovima
na 50 W/lež. i 40 kWh/lež. god.

— u odmaralištima
na 80 W/lež i 80 kWh/lež. god.

— u vikend kućama i privatnom smještaju
na 300 W/lež. i 250 kWh/lež. god.

Razrade su pokazale da u cjelokupnim elektroenergetskim potrebama turističkih objekata sudjeluje:

— rasvjeta sa 50% i
— elektromotorni pogoni i kuhanje sa 50%,

i da su, posebno na Rabu, visoke cijene i dosadašnje nekvalitetno napajanje konzuma električnom energijom uvjetovali orijentiranje kuhinja turističkih objekata uglavnom na plin i tekuća goriva.

2. Stanje pojnog sistema i mreže 35 kV

Prema sl. 1 postojeći konzum na senjskom području i na otocima Goli i Rab napaja elektroenergetski sistem preko TS 110/35 kV HE Senj i mreže područnih distributivnih vodova 35 kV i stanica 35/10(0,4) kV, a konzum Jablanca i Stinice, budući da nije vezan na podrčnu distributivnu mrežu, napaja lokalna DE Stinica. Za napajanje Raba u slučaju nužde (ispada bilo koje dionice voda 35 kV HE Senj — Rab) izvodi se u području Mundanija, manja DE Rab (2 × 1350 KS).

Na sistem 110 kV HE Senj vezani su pored transformacije 110/35 kV Senj (1 × 10 MVA), dva generatora HE Senj (svaki po 80 MVA) i transformacija 220/110 kV (1 × 150 MVA), i vodovi 110 kV za Vinodol (3 × 240 mm² Ač, 40,6 km) i za Lički Osik (3 × 170 mm² Ač, 10,5 km i 3 × 150 mm² Ač, 3,5 km).

Struktura i kapacitet ovih veza garantiraju pouzdanu dobavu energije pojnoj TS 110/35 kV Senj. Razradom je utvrđeno da će postojeća transformacija 110/35 kV u HE Senj zadovoljiti očekivane elektroenergetske potrebe područnog konzuma samo u bližoj budućnosti i da nema rezerve za slučaj ispada transformatora 110/35 kV.

Mada je postrojenje 110 kV HE Senj prostorno veoma stisnuto, uviđajem je utvrđeno da postoji mogućnost njegovog proširenja za ugradnju još jedne transformatorske jedinice 110/35 kV i za opremanje još dva polja 110 kV.

Analitičkim osvrtom na gradnju DE Rab utvrđeno je da njezina gradnja izaziva povećanje prodajne cijene energije na njezinom konzumnom području za 10 do 20 para/kWh u narednih 5 godina, i da ni uz visoku cijenu proizvedene energije (u najpovoljnijem slučaju 225 do 512 para/kW h) ne pruža trajnije rješenje problema nesigurnog napajanja područja Raba i Jablanca.

Postojeća mreža 35 kV razvedena je iz TS 110/35 kV HE Senj, a prikazana je na sl. 1.

Vod 35 kV HE Senj — Senj napaja konzum TS 35/10 kV Senj (2 × 1 MVA) i TS 35/0,4 kV Kalići (250 kVA). Najveće opterećenje na vodu registrirano je 1968. sa 1600 kVA i prijenos energije od preko 3850 MWh/g.

Granična propusna moć voda plafonirana je dozvoljenom granicom termičkog opterećenja sa 8356 kVA na početku voda, a ekonomska granica prijenosa procijenjena je gustoćom opterećenja od 1 A/mm² na 3000 kVA. Grubom analizom je utvrđeno da opterećenje voda uz kriterij pada napona do 8% Un seže preko iznosa granice termičkog opterećenja voda i da kao kriterij ne utječe na pogonska stanja voda.

Vod 35 kV HE Senj — Rab napaja konzum stanica 35/0·4 kV u Jurjevu (250 kVA) i Žrnovnici (100 kVA) i konzum stanice 35/10 kV Goli (2,5 + 1 MVA). Najveće opterećenje na vodu registrirano je 1968. sa 2600 kVA i prijenos energije od preko 6510 kWh/g.

Na dionici Goli — Rab (u pogonu sa 10 kV) registrirano je u 1968. opterećenje od 1550 kVA, a pad napona je dosegao iznos od 12% Un.

Granična prijenosna moć voda 35 kV HE Senj — Rab plafonirana je dozvoljenom granicom termičkog opterećenja sa 8356 kVA na početku voda, a ekonomska granica prijenosa procijenjena je uz gustoću opterećenja 1,73 A/mm² na 7340 kVA. Grubom analizom je utvrđeno da opterećenje voda uz kriterij pada napona do 8% Un seže preko iznosa granice termičkog opterećenja voda i da kao kriterij ne utječe na pogonska stanja voda u cjelini. Problem velikog pada napona na dionici Goli — Rab potječe od pogona voda sa 10 kV i riješit će se prijelazom od pogona sa 10 kV na pogon sa 35 kV.

U analizama dostignutih vršnih opterećenja područnih stanica 35 kV i njihovih propusnih mogućnosti utvrđeno je da će instalirana transformacija u Senju (2 × 1 MVA), na Golom (2,5 + 1 MVA), u Žrnovnici (100 kVA) i u Kalićima (250 kVA) zadovoljiti i u bližoj budućnosti očekivane potrebe konzuma na njihovim područjima, i da će na Rabu, u Jurjevu i u Stinici uskoro trebati izgraditi nove stanice 35 kV i povezati ih s područnom mrežom.

Jednojedinične transformacije u Kalićima, Jurjevu i Žrnovnici u slučaju kvara na transformatoru dovode do prestanka napajanja njihova konzuma.

Razradom dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja konzuma i mreže u cjelini utvrđeno je da propusne mogućnosti elemenata postojeće mreže 35 kV nadmašuju u bližoj budućnosti predviđene potrebe konzuma na njihovim područjima ali će uz poslovično surove klimatske prilike oko Senja, jed-

nostrano napajanje stanica 35 kV i njihove jednojedinične transformacije do potpunije dogradnje mreže činiti održavanje pogona neizvjesnim a napajanje konzuma krajnje nepouzdanim.

3. Predviđeni razvoj konzuma

Prema »Odluci koja zamjenjuje regionalni plan obalnog područja općine Senj« i »Odluci koja zamjenjuje regionalni plan obalnog područja općine Rab« (Urbanistički institut u Rijeci 1966.) i dosadašnjem demografskom razvoju, planirano je da se područje općine Senj i otoka Raba u budućnosti koristi prvenstveno za izgadnju turističkih objekata i stambenih naselja s najsuvremenijim pratećim objektima.

Prema tablici 4 predviđa se formiranje niza naselja sa blizu 37 000 stanovnika i smještaj oko 34 000 turista.

Planirano je da će od cjelokupnog stanovništva 86% živjeti u naseljima obalnog pojasa, a 14% u unutrašnjosti. Turistički objekti planirani su uglavnom u obalnom pojasu, u posebnim turističkim naseljima, ili su vezani uz postojeća stambena naselja.

Na senjskom području se planira izgradnja niza naselja za oko 25700 stanovnika (oko 20700 stanovnika u naseljima obalnog pojasa i oko 5000 stanovnika u unutrašnjosti) i oko 9100 turista: u objekte komercijalnog turizma (4930 lež.), u vikend suće, privatne objekte (4100 lež.) i u kampove (250 lež.).

Na Rabu se planira izgradnja naselja za oko 11 050 stanovnika i smještaj oko 24 960 turista: u objekte komercijalnog turizma (12 270 lež.), u vikend kuće i objekte privatnog smještaja (10 700 lež.), u odmarališta (720 lež.) i kampove (1000 lež.).

Perspektivne elektroenergetske potrebe konzuma na ovom području definirane su u cjelini na osnovu:

- analitičke razrade dosadašnjeg razvoja iznosa i strukture elektroenergetskih potreba konzuma na ovom području,
- analize prikupljenih podataka o dosadašnjim, narodnim kratkoročnim i perspektivnim elektroenergetskim potrebama značajnijih privrednih i komunalnih objekata na ovom području, i
- primjene stečenih iskustava i preporuka domaćih i stranih stručnjaka preuzetih iz stručne literature.

Obrada je prilagođena etapnoj razradi urbanističkih programa razvoja za bližu budućnost (do oko 1976.) i za daljnju perspektivu (do oko 2000.) primjenom metode:

- analize sektorskih potreba konzuma i
- analize globalnog trenda razvoja konzuma.

U razradi elektroenergetskih potreba perspektivnog konzuma po metodi analize sektorskih po-

Pregled predviđenih sadržaja veličina izgradnje i elektroenergetskih potreba planiranog konzuma na području općine Senj i otoka Goli i Raba (stanje oko 2000.) Tablica 4

Naziv i oznaka područja	Naselja u unutrašnjosti			Naselja u obalnom pojasu i priobalnom pojasu		Prateći komunal., zdrav. i priv. objekti	Vikend kuće i privatni smještaj		Kampovi		Odmarališta		Objekti komercijalnog turizma		Turistički kapaciteti ukupno (od 7—14)		Sveukupne el. energ. potrebe	
	Broj stanov.	Snaga (kW)		Broj stanov.	Snaga (kW)	Snaga (kW)	Broj ležaja	Snaga (kW)	Broj ležaja	Snaga (kW)	Broj ležaja	Snaga (kW)	Broj ležaja	Snaga (kW)	Broj ležaja	Snaga (kW)	kW	MWh/g
1	2			3		6	7		13	14	11	12	9	10	15	16	17	18
Senj 1	2000	400		15000	6000	600	2000	800	—	—	—	—	1800	1080	3800	1880	8880	27600
Jurjevo 2	800	160		2300	920	200	300	120	250	25	—	—	1250	750	1530	895	2175	6100
Lukovo 3	2100	420		900	360	100	1100	440	—	—	—	—	850	510	2050	950	1830	4600
Jablanac 4	100	20		2500	1000	100	700	280	—	—	—	—	1030	618	1730	898	2018	5800
Općina Senj 5	5000	1000		20700	8280	1000	4100	1640	250	25	—	—	4930	3158	9110	4623	13400	44100
Goli 5	—	—		—	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	1000	3500
Lopar 6	—	—		2350	940	100	3200	1280	1000	100	—	—	4950	2970	9150	4350	5390	13000
Kalifront 8	—	—		—	1000	80	1920	768	—	—	—	—	500	300	2600	1122	2202	8300
Kampor 7	—	—		2500	—	50	—	—	—	—	—	—	3750	2250	3750	2250	2300	5400
Rab 9	—	—		4600	1840	800	4600	1840	—	—	—	—	2420	1452	7560	3454	6094	15800
Barbat 10	—	—		1600	640	80	1250	600	—	—	—	—	650	330	1900	930	1650	4400
Goli i Rab 0	—	—		11050	4420	2110	10770	4488	1000	125	720	216	12270	7302	24960	13106	16700	50400
Sveukupno 0	5000	1000		31750	12700	3110	14870	6128	1250	125	720	216	17200	10460	34070	17729	30000	94500

NAPOMENA: Ukupne elektroenergetske potrebe na pojedinim područjima dobivene su uz pretpostavku faktora istovremenosti 0,9 i faktora snage 0,9

Pregled predviđenih normativnih elektroenergetskih potreba skupina konzumenata napajanih iz distributivne mreže niskog napona i mreže 10 kV za nivo TS 35 10 kV Tablica 5

Konzumenti	Predviđenih elektroenergetske potrebe na nivou TS 35/10 kV			
	u snazi		u energiji	
	(W/stanov.)	(W/ležaju)	(kW/stan. g)	(kWh/lež. g)
	oko 1976.	oko 2000.	oko 1976.	oko 2000.
1	2	3	4	5
Opća potrošnja u naseljima u unutrašnjosti	60	200	100	500
Opća potrošnja u naseljima u obalnom pojasu	200	400	650	1400
Objekti komercijalnog turizma (hoteli, moteli i objekti u turističkim naseljima)	400	600	600	1400
Odmarališta	200	300	260	600
Kampovi	60	100	50	100
Vikend kuće	300	400	450	800
Privatni smještaj	300	400	450	800

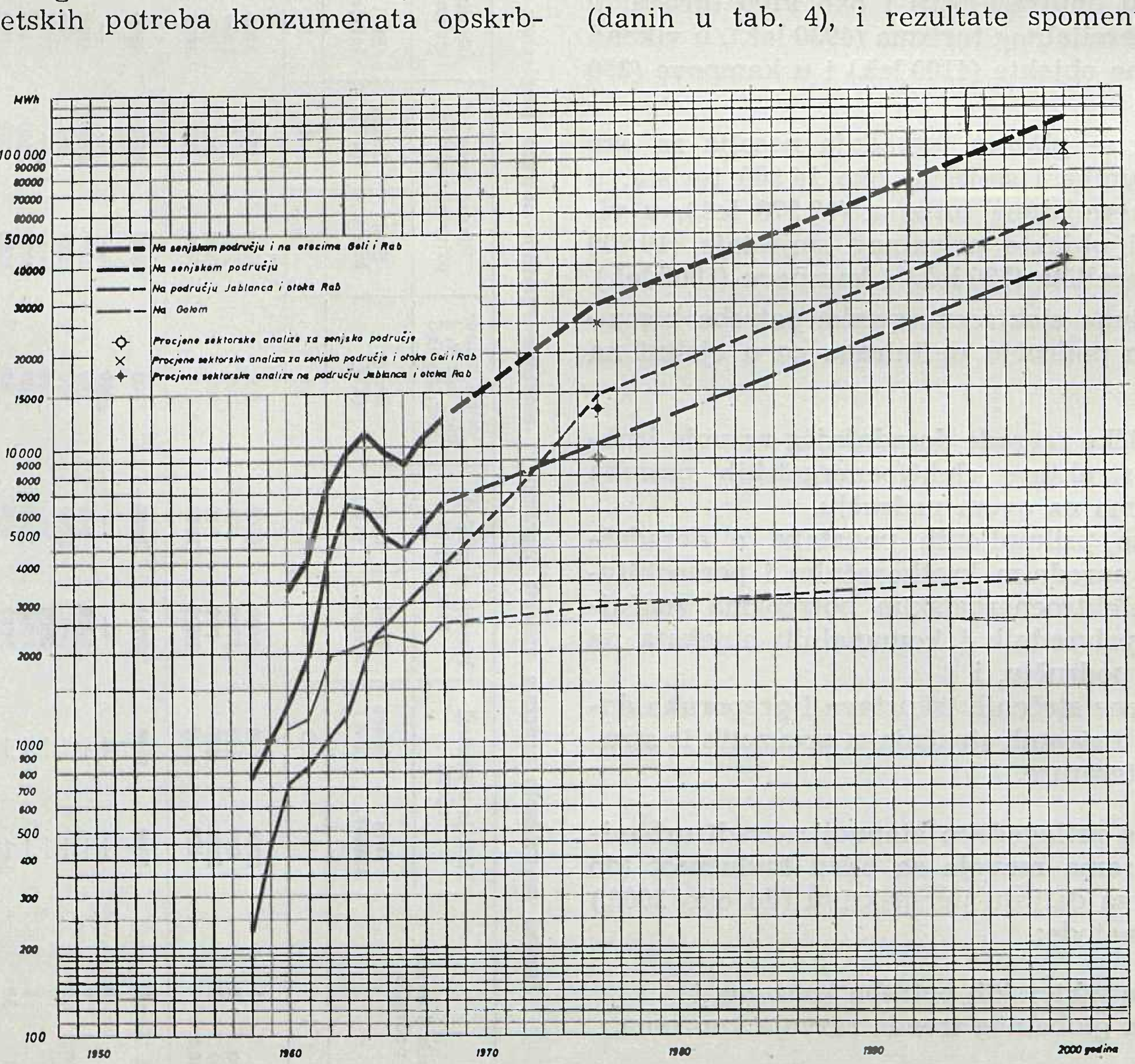
treba konzuma, promatranja su se svela na dvije osnovne grupe konzumenata:

— konzumenti napajani iz distributivne mreže niskog napona (domaćinstva i prateći objekti u naseljima i javna rasvjeta) i
— konzumenti napajani direktno iz mreže 35 kV i 10 kV (značajniji privredni i komunalni objekti).

Analize dostignutih iznosa i tendencije razvoja elektroenergetskih potreba konzumenata opskrbljivanih energijom iz distributivne mreže niskog napona pokazale su, da pri definiranju njihovih perspektivnih elektroenergetskih potreba na nivou područne TS 35/10 kV treba računati s normativnim veličinama danim u tab. 5.

Perspektivne elektroenergetske potrebe pojedinih privrednih i komunalnih objekata procijenjene su posebno i uzete u obzir u pojedinačnim iznosima.

Uzimajući podatke iz urbanističkih planova (danih u tab. 4), i rezultate spomenutih analiza



Sl. 2 Tokovi razvoja elektroenergetskih potreba konzuma na senjskom području i na otocima Rab i Goli

(danih u tab. 5), utvrđena je veličina i teritorijalna razdioba elektroenergetskih potreba, u perspektivi očekivanog konzuma, metodom analize sektorskih potreba.

U pojedinim područjima, i u cjelini potrebe prema tab. 4 iznose:

u daljnjoj perspektivi (oko 2000. g.)

— na senjskom području oko 13,4 MW i oko 44,1 MWh/g,
— na Golom oko 1 MW i oko 3,5 GWh/g,
— na Rabu oko 5 MW i oko 12 GWh/god,
— ukupno oko 30 MW i oko 94,5 GWh/g.

Istim su postupkom dobivene elektroenergetske potrebe konzuma i **u bližoj budućnosti (oko 1976.):**

— na senjskom području oko 3,5 MW i oko 9,3 GWh/g,
— na Golom oko 0,8 MW i oko 3 GWh/g,
— na Rabu oko5 MW i oko 12 GWh/g,
— ukupno oko 9,1 MW i oko 24,3 GWh/g.

Da bi se potvrdila tačnost ove procjene provedena je analiza tokova dosadašnjeg razvoja elektroenergetskih konzuma na senjskom području, na otoku Goli i na otoku Rabu i dana globalna procjena trenda elektroenergetskih potreba perspektivnog konzuma na ovim područjima.

Iz dobivenih podataka (sl. 2) uočljivo je da u pojedinim konzumnim područjima možemo očekivati slijedeće elektroenergetske potrebe:

u bližoj budućnosti (oko 1976. g.):

— na senjskom području oko 3,5 MW i oko 10 GWh/god,
— na području Raba i Jablanca oko 5 MW i oko 15 GWh/god,
— na Golom oko 800 kW i oko 3 GWh/god,
— ukupno oko 10 MW i oko 30 GWh/god.

u daljnjoj perspektivi (oko 2000. god.):

— na senjskom području oko 15 MW i i oko 40 GWh/god,
— na području Raba i Jablanca oko 20 MW i oko 60 GWh/god,
— na Golom oko 1 MW i oko 3,5 GWh/god,
— ukupno oko 35 MW i oko 130 GWh/god.

Usporedba procijenjenih veličina elektroenergetskih potreba perspektivnog konzuma pokazuje da se rezultati prognoza nalaze u istom redu veličine i da dobiveni pokazatelji prognoze konzuma mogu poslužiti kao osonova za razradu mreže.

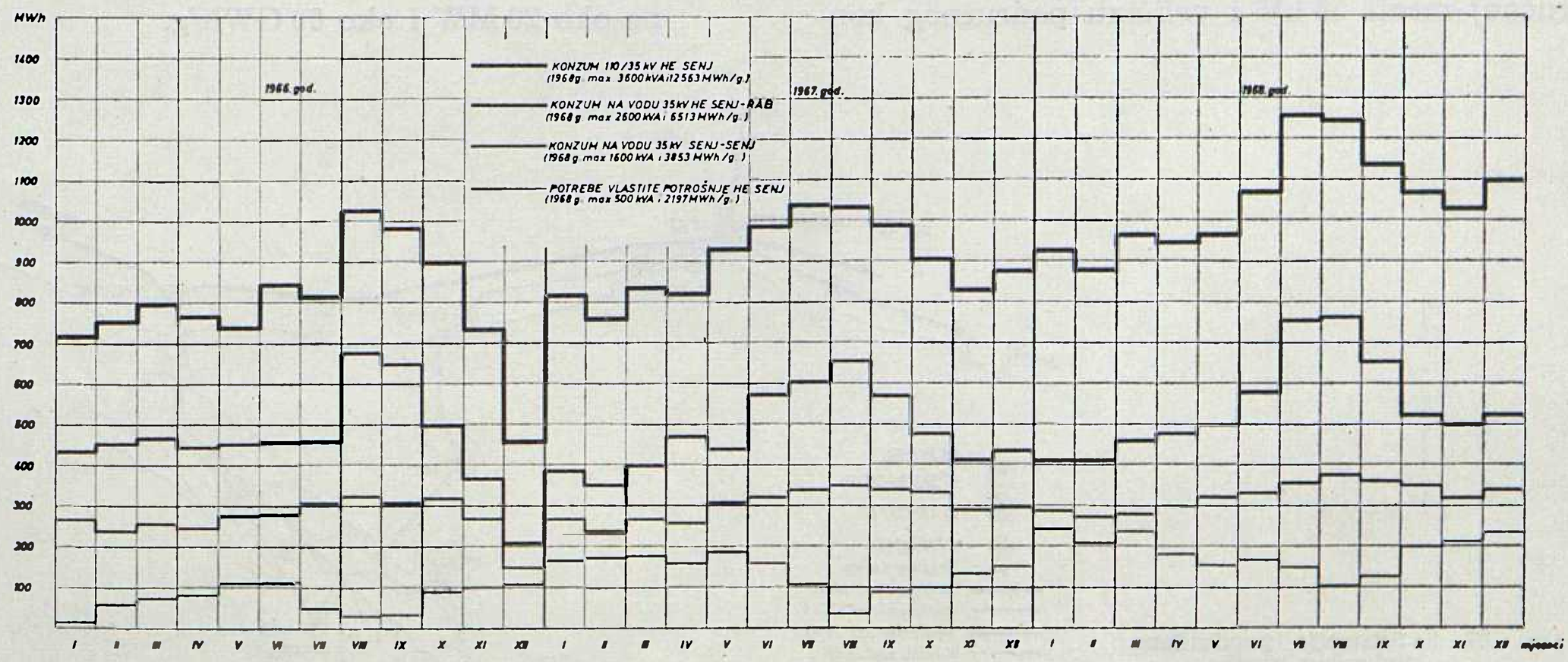
Mada rezultantne veličine elektroenergetskih potreba perspektivnog konzuma na prvi pogled izgledaju nerealno velike steklo se uvjerenje da su opravdane.

U bližoj budućnosti predviđeni progresivni rast (u snazi sa 15,3%/g. i u energiji sa 11,4%/g.), opravdava ostvarena dinamika dosadašnjeg razvoja konzuma i izmjena strukture potrošnje (u zadnjem osmogodišnjem razvoju zabilježen je progresivni rast snage sa 16,6%/g., a energije sa 20,4%/g.), predviđena izgradnja stambenih i pratećih objekata u naseljima, dovršenje započetih i gradnja novih turističkih kapaciteta.

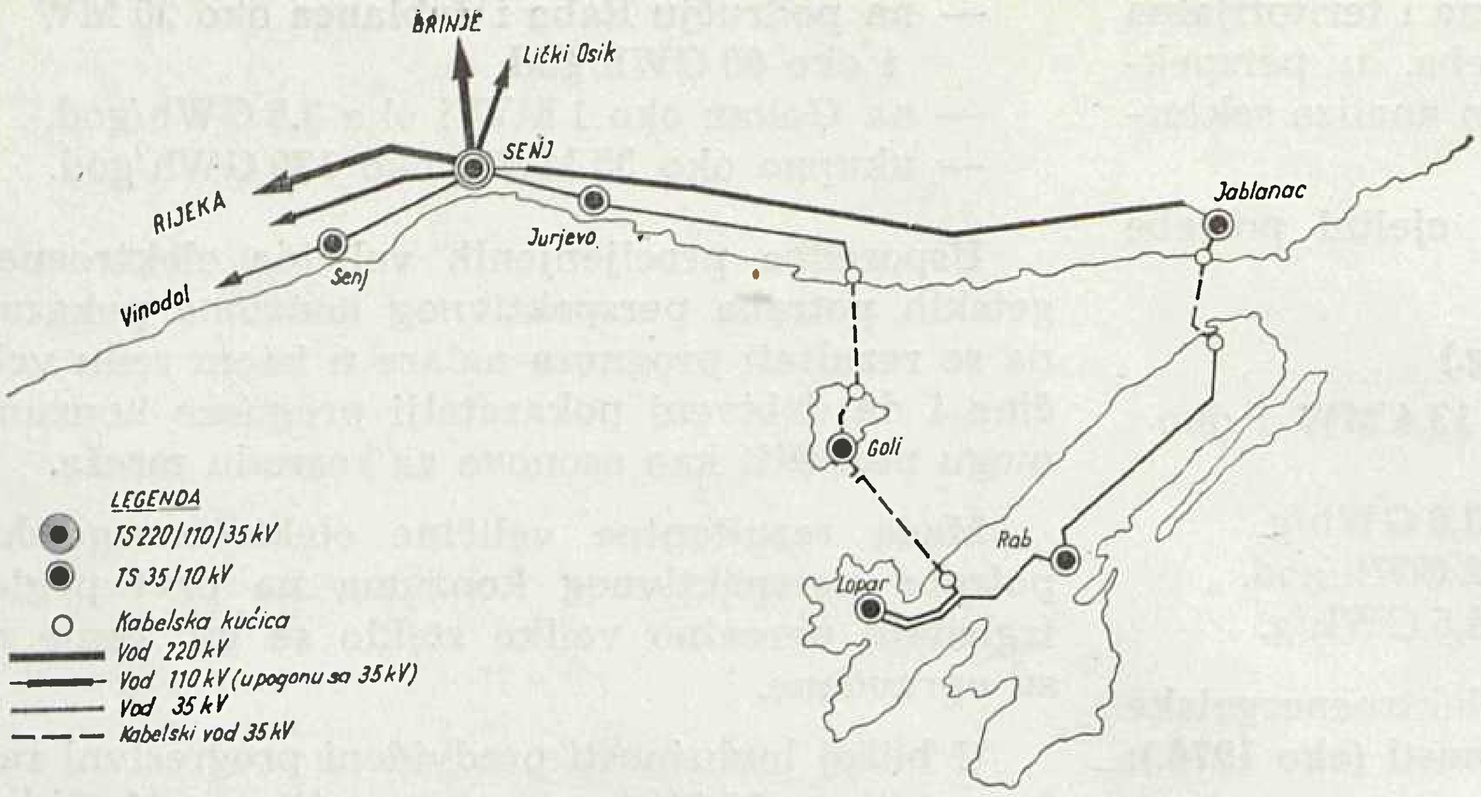
U daljnjoj perspektivi predviđen progresivni rast konzuma (u snazi sa oko 7,4%/g. i u energiji sa oko 7,6%/g.) opravdava cjelokupno planirana izgradnja i iskustveno pravilo o udvostručavanju elektroenergetskih potreba širih konzumnih područja u desetogodišnjim razdobljima normalnog razvoja.

4. Rješenja pojnog sistema

Razradom postojećeg stanja i razvojnih mogućnosti područnog pojnog sistema i električne mreže, iznosa i karaktera procijenjenih elektroenergetskih potreba očekivanog konzuma u perspektivi, forme područne aglomeracije, konfiguracije terena i geološkog sastava tla, došlo se do zaključka da konzumno područje općine Senj i otoka Goli i Raba treba orijentirati na širi elektroener-



Sl. 3 Prikaz mjesečnih energetskih potreba konzuma TS 110/35 kV SENJ (1966/68)



Sl. 4 Situacija predviđene područne mreže (Stanje oko 1976. god.)

getski sistem s dvije pojne stanice 110 kV i radijalni sistem razvoda na nivou mreže 35 kV prema sl. 4 i 5.

U skladu s prednjim zaključkom konzum na području Senja i otoka Goli orijentiran je na TS 110/35 kV Senj, a konzum na području Jablanca i otoka Raba na jednu novu stanicu 110/35 kV s užom lokacijom na obalnom području u blizini Jablanca.

U prethodnoj gruboj razradi pokazalo se da bi lociranje nove stanice 110 kV na Rabu povećalo investicije u odgovarajuće vodove 110 kV za oko $12 \cdot 10^6$ din, a smanjilo investicije u mrežu 35 kV za oko $2 \cdot 10^6$ din, pa je stoga u cjelini odbačena kao manje vrijedna lokacija.

Elektroenergetske potrebe konzuma orijentiranog na TS 110/35 kV HE Senj procijenjene su:

u I etapi razvoja (oko 1976)
— u I etapi razvoja (oko 1976.)
na oko 10 MW i 30 GWh/g, i
— u predviđenoj perspektivi (oko 2000. g.)
na oko 15 MW i 40 GWh/g.

Napajanje TS 110/35 kV Senj osigurano je iz postrojenja same elektrane i preko postojećeg raspleta iz elektroenergetskog sistema.

S obzirom na položaj TS 110/35 kV HE Senj u područnoj mreži 35 kV i veličinu područnog konzuma, ovoj je stanici dodijeljena i uloga rezerve na nivou transformacije 110/35 kV. Veličine očekivanih elektroenergetskih potreba konzuma (uključivši i potrebnu rezervu) u I etapi razvoja područnog pojnog sistema (do 1976.) nametnut će potrebu da se TS 110/35 kV HE Senj proširi s još jednom transformatorskom jedinicom 110/35 kV od 20 MVA.

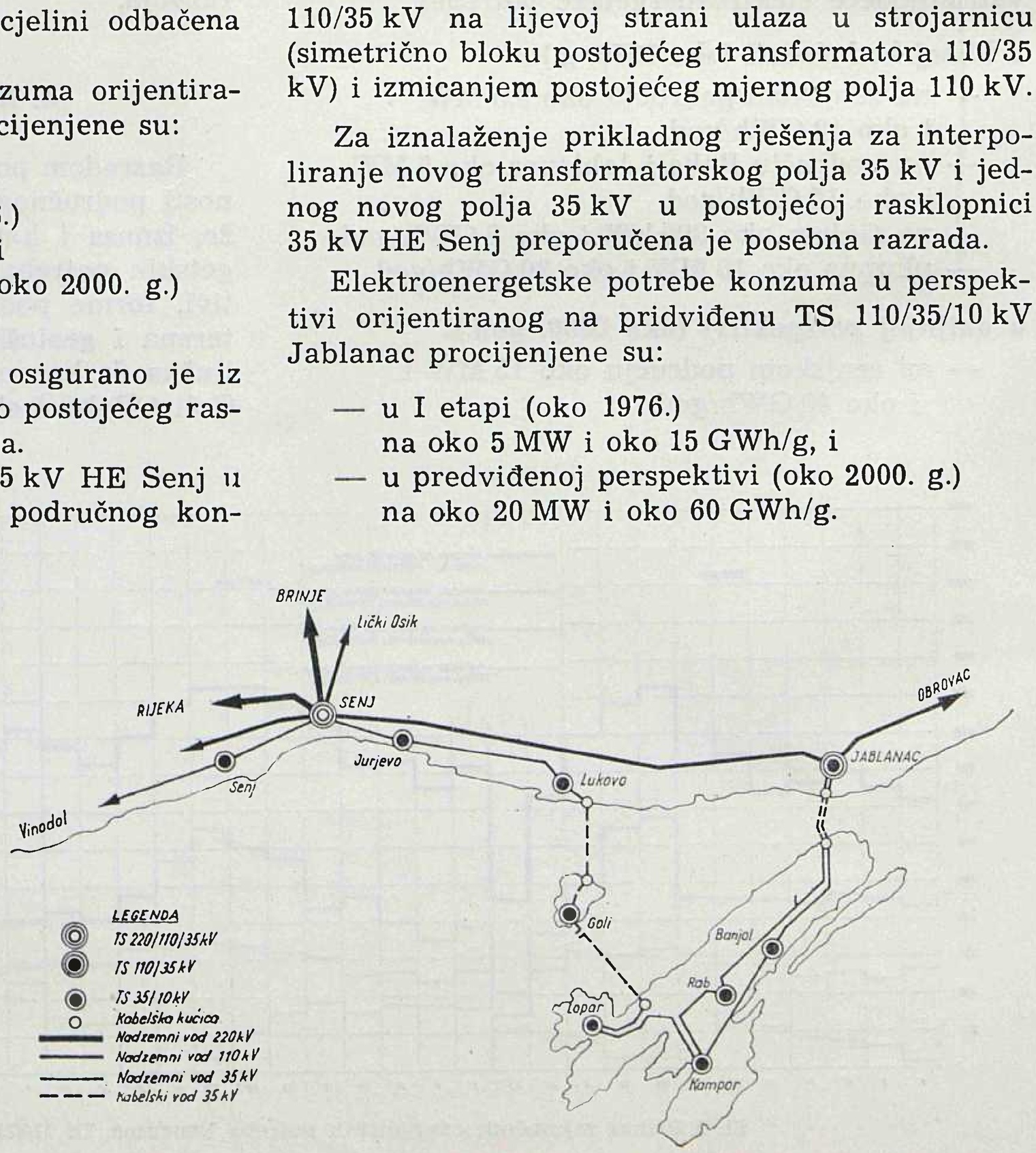
U daljnjoj perspektivi (oko 2000. g.) isti će razlozi nalagati opremanje stanice transformatorima 110/35 kV, 2×20 MVA.

Planirano proširenje postrojenja 110 kV može se izvesti izgradnjom boksa za novi transformator 110/35 kV na lijevoj strani ulaza u strojarnicu (simetrično bloku postojećeg transformatora 110/35 kV) i izmicanjem postojećeg mjernog polja 110 kV.

Za iznalaženje prikladnog rješenja za interpoliranje novog transformatorskog polja 35 kV i jednog novog polja 35 kV u postojećoj rasklopnici 35 kV HE Senj preporučena je posebna razrada.

Elektroenergetske potrebe konzuma u perspektivi orijentiranog na pridviđenu TS 110/35/10 kV Jablanac procijenjene su:

— u I etapi (oko 1976.)
na oko 5 MW i oko 15 GWh/g, i
— u predviđenoj perspektivi (oko 2000. g.)
na oko 20 MW i oko 60 GWh/g.



Sl. 5 Situacija predviđene područne mreže (Stanje oko 2000.)

Prema sl. 5 stanica bi se vezala na predviđeni vod 110 kV HE Senj — HE Obrovac, 3 × 240 mm² Ač, duljine oko 105 km. U normalnim pogonskim prilikama vod bi napajao buduće stanice 110 kV kod Jablanca i Karlobaga (Pag), a služio bi i za međupodručnu energetsku razmjenu.

5. Predviđena dinamika razvoja pojnog sistema

U I etapi razvoja pojnog sistema (do 1976. g.) predviđa se izgradnja voda 110 kV, 3 × 240 mm², Ač, HE Senj — Jablanac, proširenje postrojenja 110 kV i 35 kV i ugradnja nove transformacije 110/35 kV, 20 MVA u postrojenju HE Senj i gradnja 35/10 kV dijela TS 110/35 kV Jablanac.

Rezultati analize predviđenog konzuma i grube procjene, provedene na bazi prosjeka noćenja po turističkom ležaju i prihoda od 50 din/noćenju, pokazuje da se za oko 10 000 turističkih ležaja u Jablancu i na Rabu u normalnim uvjetima oko 1973. može očekivati prihod u turističkom ugostiteljstvu od oko $35 \cdot 10^6$ din. Pretpostavlja se da bi u slučaju neurednog napajanja ovog konzuma električnom energijom izostalo bar 80% prihoda samo u jednoj godini, i da bi loša reklama za niz narednih godina umnogostručila gubitke u prihodima Jablančana i Rabljana. Iz razmatranja se došlo do zaključka da bi vod 110 kV HE Senj — Jablanac trebalo izvesti do 1973. i staviti u pogon 35 kV.

Rekonstrukcija postrojenja 35 kV u HE Senj predviđena za 1973. treba omogućiti privremeni priključak budućeg voda 110 kV HE Senj — Jablanac i njegovo stavljanje u pogon sa 35 kV.

Rekonstrukcija postrojenja 110 kV i interpolacija nove transformatorske jedinice 110/35 kV, 20 MVA u HE Senj predviđena je oko 1976.

Obim rekonstrukcije postrojenja 110 i 35 kV HE Senj svodi se:

— na ugradnju još jednog transformatora 110/35 kV, 20 MVA i zamjenu postojećeg transformatora 110/35 kV, 10 MVA većim transformatorom 110/35 kV, 20 MVA.
— na strani 110 kV:
proširenje postrojenja sa 2 nova polja i opremanje transformatorskog polja, i
— na strani 35 kV:
proširenje postrojenja sa 2 nova polja — u I etapi opremanje vodnog polja, a u daljnjoj perspektivi opremanje transformatorskog polja.

Istovremeno s izgradnjom voda 110 kV HE Senj — Jablanac predviđena je izgradnja I etape TS 110/35/10 kV Jablanac, koja se svodi:

— na ugradnju transformacije 35/10 kV, 1 MVA,
— na strani 35 kV opremanje 2 vodna polja i 1 polje transformatora 35/10 kV i
— na strani 10 kV opremanje 2 vodna polja, polje transformatora 35/10 kV, polje transformatora vlastite potrošnje, mjerno polje i spojno polje.

U daljnjoj perspektivi, u skladu sa stvarnim razvojem konzuma predviđeno je:

— na vodu 110 kV HE Senj — Jablanac prijelaz od pogona 35 kV na pogon 110 kV,
— u TS 110/35 kV HE Senj zamjena transformatora 110/35 kV, 10 MVA novim transformatorom 110/35 kV, 20 MVA i
— dogradnja TS 110/35—35/10 kV Jablanac (2 × 20 MVA — 2 × 2,5 MVA).

6. Rješenje perspektivne mreže 35 kV

Perspektivna mreža 35 kV na senjskom području, na Golom i Rabu razrađena je na osnovu dobivene optimalne razdiobe očekivanog perspektivnog konzuma po pojnim stanicama 35 kV i 110 kV, kod koje se vodilo računa o formi područne aglomeracije, konfiguracije terena, geološkom sastavu tla, klimatskim prilikama, mogućnostima postojeće mreže 110, 35 i 10 kV na ovim područjima.

U analizama većeg broja mogućih varijanti rješenja područne mreže 35 kV došlo se do zaključka da će zahtjevima pouzdanog napajanja područnog konzuma kvalitetnom energijom, uz minimum troškova najbolje odgovarati rješenje dano na sl. 4 i 5.

Ova rješenja se odlikuju:

— skladnim etapnim razvojem na bazi standardnih unificiranih elemenata: (stanice s transformatorima od 2 × 1 do 2 × 4 MVA, nadzemni vodovi 3 × 120 mm² Ač i kabeli 3 × 240 mm² Cu, 3 × 150 mm² Cu i 3 × 95 mm² Cu usklađene prijenosne moći),
— pogonskom jednostavnošću, i
— velikim mogućnostima prilagođavanja prilikama koje se sada ne mogu predvidjeti.

U slučaju da se urbanističkim planom predviđena izgrdadnja turističkih objekata na senjskom području bude odvijala pojedinačno, spontano i kroz dulje vremensko razdoblje utvrđeno je, da bi pitanje elektrifikacije konzuma na lokalitetima kao što su Kozica, Sibinj, Bunica, Spasovac, Ujča, Planikovac i Grabova trebalo rješavati također pojedinačno interpolacijama odgovarajućih transformacija 35/0,4 kV u područne vodove 35 kV.

7. Dinamika razvoja perspektivne mreže 35 kV

Predviđena dinamika razvoja perspektivne mreže dana je na bazi očekivanih i analizama utvrđenih iznosa i teritorijalne razdiobe područnog konzuma, fizičkog stanja i propusnih mogućnosti pojedinih elemnata postojeće područne mreže usklađene s dinamikom razvoja područnog pojnog sistema. Na senjskom području u I etapi razvoja (do oko 1976.) predviđena je gradnja TS 35/10 kV Jurjevo (2 × 1,6) i gradnja dijela postrojenja 35/10 kV (1 MVA) TS 110/35/10 kV Jablanac.

U daljnjoj perspektivi u skladu sa stvarnim razvojem konzuma predviđena je:

— rekonstrukcija postojećih vodova 35 kV HE Senj — Senj i HE Senj — Goli,
— izgradnja voda 35 kV Senj — Novi Vinodolski (3 × 120 mm² Ač) i TS 35/10 kV Lukovo (2 × 1,6 MVA),
— dogradnja TS 35/10 kV Jurjevo (2 × 1,6 MVA), TS 35/10 kV Senj (2 × 4 MVA) i postrojenja 35/10 kV (2 × 2,5 MVA) predviđene TS 110/35/10 kV Jablanac.

Program rekonstrukcije vodova 35 kV predviđa:

— na vodu HE Senj — zamjenu kabelskog dijela voda NHEKBA 3 × 35 mm² novim NHEKBA 3 × 240 mm² i zamjenu vodiča 3 × 50 mm² Če novim vodičima 3 × 120 mm² Ač,
— na vodu HE Senj — Goli zamjenu postrojećeg izlaza iz HE Senj — NHEKBA 3 × 35 mm² novim NHEKBA 3 × 150 mm²

Na području Jablanca i na Rabu na početku razvoja predlaže se dovršenje TS 35/10 kV Rab (2 × 2,5 MVA), prijelaz od pogona 10 kV na pogon 35 kV na postojećem vodu 35 kV Goli — Rab i polaganje voda 35 kV Rab — Jablanac i njegovo stavljanje u pogon za 10 kV.

Program izgradnje magistralnog voda 35 kV Jablanac — Rab predviđa:

za nadzemni dio izgradnju ključnih stupova (krajnji, kutni i rasteretni) za prihvaćanje vodiča 3 × 120 mm² Ač, a drvenih (nosivih) stupova u međuprostorima za prihvaćanje i montažu vodiča 3 × 70 mm² Ač i u kasnijim etapama razvoja zamjena nosivih drvenih stupova željezno-rešetkastim ili betonskim stupovima, i zamjenu vodiča 3 × 70 mm² Ač vodičima 3 × 120 mm² Ač;

za kabelski dio voda 35 kV Rab — Jablanac:

— na dionicama podzemnih kabela i podmorskih kabela položenih na dubinu do 36 m polaganje kabela sa presjecima vodiča 3 × × 150 mm² Cu,
— na dionici podmorskog kabela položenog na dubinu veću od 36 m polaganje kabela s vodičima presjeka 3 × 95 mm² Cu.

Predloženo rješenje je proizašlo iz usvojene unifikacije presjeka vodova 35 kV u poduzeću Elektroprimorje:

— nadzemnih sa 3 × 70 mm² Ač i 3 × 120 mm² Ač,
— kabelskih 3 × 50 mm² Cu i 3 × 150 mm² Cu i
— analizama dobivenih podataka, prema kojima bi predviđenom konzumu i stanicama 35 kV sa 2 × 4 MVA na Rabu odgovarali pojni nadzemni vodovi s vodičima 3 × 95 mm² Ač i podmorskih kabela s dubinom polaganja većom od 36 m s vodičima 3 × 95 mm² Cu.

U slijedećoj etapi razvoja (oko 1973.) dovršila bi se I etapa izgradnje postrojenja 35/10 kV u predviđenoj TS 110/35/10 kV Jablanac i povezala na predviđeni vod 110 kV HE Senj — Jablanac u pogonu sa 35 kV i vod 35 kV Jablanac — Rab, koji bi od pogona sa 10 kV prešao na pogon sa 35 kV.

Oko 1976. na Rabu se predviđa izgradnja TS 35/10 kV Lopar (2,5 MVA) i izvođenje nadzemnih vodova 35 kV kojima bi ova stanica bila vezana na vod 35 kV Rab — Goli.

Program uklapanja TS 35/10 kV Lopar u mrežu 35 kV predviđa izgradnju 2 nadzemna voda 35 kV sa 3 × 70 mm² Ač, duljine oko 5 km Lopar — KK Rab i njihovo interpoliranje u vod 35 kV Goli — Rab.

Program uklapanja TS 35/10 kV Kampor u mrežu 35 kV predviđa da se izgrade 2 nadzemna voda 35 kV sa 3 × 70 mm² Ač, na trasi 35/10 kV Kampor — Supetarska Draga i njihovo interpoliranje u vod 35 kV Rab — Lopar.

U daljnjem razvoju (do oko 2000. g.) predviđa se izgradnja stanice 35 kV na području Kampor (2 × 4 MVA) i na području Banjol (2 × 4 MVA) i magistralnih vodova 35 kV Jablanac — Banjol — Kampor, zamjena transformatora 35/10 kV po 2,5 MVA transformatorima 35/10 kV po 4 MVA u stanicama 35/10 kV na Rabu i transformatora 35/10 kV po 1,6 MVA transformatorima 35/10 kV po 2,5 MVA u postrojenju TS 110/35/10 kV Jablanac, zatim rekonstrukcija nadzemnog dijela voda 35 kV između TS 35/10 kV Rab i KK Lun.

Izgradnja magistralnih vodova 35 kV od TS 110/35 kV Jablanac do stanica 35/10 kV na Rabu predviđena je:

— na dijelovima dionica podzemnih kabela i podmorskih kabela položenih na dubinu do 36 m s unificiranim presjecima kabela 3 × 150 mm² Cu,
— na dijelu dionica podmorskih kabela položenih na dubini većoj od 36 m s unificiranim standardnim presjecima kabela 3 × 95 mm² Cu, a
— na dijelovima dionica nadzemnih vodova 35 kV s unificiranim standardnim presjecima vodiča 3 × 70 mm² Ač uz kasniju zamjenu s vodičima presjeka 3 × 120 mm² Ač.

Program predviđenog opremanja ostalih područnih stanica 35/10 kV u ovoj etapi razvoja proizlazi iz zatečene i predviđene opremljenosti po sl. 9, zasnovanim na koncepciji kojom se TS 35/10 kV Rab kao težišna pojna stanica u rabljanskoj mreži 10 kV tretira kao centralna transformatorska rezerva 35/10 kV.

8. Snage kratkog spoja u perspektivnoj mreži 35 kV

Na temelju razmatranja je utvrđeno da se u predviđenoj mreži mogu očekivati snage kratkog spoja:

— do 330 MVA (5,6 kA) na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV HE Senj i
— do 270 MVA (4,6 kA) na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV Jablanac, i da one uz prikladno odabranu zaštitu neće ugrožavati elemente predviđene područne mreže.

9. Naponske prilike u perspektivnoj mreži 35 kV

Naponske prilike u perspektivnoj mreži 35 kV razmatrane su uz ove pretpostavke:

— da će se automatska regulacija vršiti u pojnim TS 110/35 kV i da će na njihovim sabirnicama 35 kV vladati stalan napon za 5% veći od nominalnog.

— da će prosječni faktor snage perspektivnog konzuma mreže 35 kV biti 0,9 i

— da će maksimalno opterećenje voda nastupiti pri istovremenom angažiranju svih instaliranih transformatora u stanicama koje napaja dotični vod, u slučajevima 100%, 70% i 30%-tnog iznosa punog opterećenja stanica.

Provedena razmatranja su pokazala da će naponska stanja ležati u granicama između

$$0{,}945\ U_n \quad \text{i} \quad 1{,}05\ U_n$$

i da će održavanje urednih naponskih prilika u mreži 35 kV orijentiranoj na TS 110/35 kV HE Senj i TS 110/35/10 kV Jablanac ovisiti o uspješnosti regulacije napona u TS 110/35 kV HE Senj i TS 110/35/10 kV Jablanac.

10. Aproksimativni troškovi izgradnje

Ukupni troškovi izgradnje predviđene mreže 110 i 35 kV na senjskom području i na otocima Goli i Rab do 2000. g. iznosit će oko 40.243.000 din.

Približno polovina ovih sredstava uložit će se na izgradnju objekata mreže 110 kV, a ostatak u objekte mreže 35 kV.

Račun pokazuje da će oko 40% ukupno predviđenih sredstava trebati uložiti etapno do 1976. g. pri čemu će se oko 10.000.000 din uložiti u objekte mreže 110 kV, a oko 6.440.000 din u objekte mreže 35 kV.

Naslov pisca: Nikola Vagić, dipl. ing.,
Institut za elektroprivredu Zagreb,
Proleterskih brigata 37.

ATM

PODUZEĆE ZA AUTOMATIZACIJU I TEHNIKU MJERENJA U INDUSTRIJI

ZAGREB, HEINZELOVA 70 A

KONZULTACIJE, PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJA, MONTAŽA, SERVIS I ODRŽAVANJE MJERNO REGULACIONIH UREĐAJA ZA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA I RAZVOD ENERGETSKIH FLUIDA

— TERMOELEMENTI
— OTPORNI TERMOMETRI
— POKAZIVAČI TEMPERATURE
— MJERAČI PROTOKA
— MJERAČI UTROŠKA TOPLINE (KALORIMETRI)
— MJERENJE PRITISKA
— ANALIZA DIMNIH PLINOVA
— AUTOMATSKE STANICE ZA REDUKCIJU PRITISKA I TEMPERATURE PARE
— AUTOMATSKA REGULACIJA NIVOA, TEMPERATURE, PRITISKA, PODTLAKA, PROTOKA
— DALJINSKA KOMANDA (SERVOMOTORI I REGULACIONI VENTILI)
— SIGNALIZACIJA

TELEFONI: 514-122, 515-713, 515-050
TELEX: 21364, PP 466

NULTE NADOMJESNE KONSTANTE AUTOTRANSPORMATORA

Miroslav J u n g, Zagreb

Za potrebe proračuna jednopolnog kratkog spoja u našim mrežama najviših napona prikazana je teorija određivanja nultih nadomjesnih konstanta autotransformatora. Ilustrirana je primjerom mjerenja i proračuna na našoj tipskoj jedinici 150 MVA, 220 ± 15% / 150 / 10,5 kV.

DK 621.314.2

Naše elektroenergetske mreže nazivnih napona 110, 220 i 380 kV su trofazne simetrične električke mreže s djelotvorno uzemljenim zvjezdištem, za čije se međusobno povezivanje upotrebljavaju, u pravilu, autotransformatori odgovarajućih osobina. Radi toga je za proračun prilika kod nesimetričnih opterećenja te nesimetričnih kvarova i smetnji pomoću metode simetričnih komponenata neophodno, između ostalog, poznavati i nulte nadomjesne konstante spomenutih aparata. Za razliku od dobro poznatih postupaka za proračun direktnih (inverznih) nadomjesnih konstanta transformatora, ne možemo postupke za proračun nultih nadomjesnih konstanta tronamotnih autotransformatora u spoju zvijezda-zvijezda-trokut i oba uzemljenja zvjezdišta, smatrati dovoljno obrađenim područjem naše stručne literature, pa želimo spomenute postupke pobliže izložiti.

Nulte nadomjesne konstante navedenih transformatora mogu se najtačnije odrediti na temelju rezultata mjerenja nultih impedancija izvedenih aparata. Zamislimo npr., prema slici 1.1, neki od autotransformatora u našim mrežama nazivne prolazne snage N, koji ima namot višeg napona (u daljem: primar) nazivne snage $N_1 = N$ i nazivnog napona U_1 spojen u zvijezdu. Sa čijeg su paralelnog dijela izvedeni priključci namota srednjeg napona (u daljem: sekundar) nazivne snage $N_2 = N$ i nazivnog napona U_2 uz zajednički izvedeno zvjezdište. Dio primarnog namota između primarnih i sekundarnih stezaljki nazivamo serijski namot, dok sam autotransformator ima i niženaponski namot (u daljem: tercijar) nazivne snage N_3 i nazivnog U_3 spojen u trokut s izvedenim priključcima.

Na upravo opisanom autotransformatoru možemo mjerenjima odrediti slijedeće četiri osnovne nulte impedancije:

$\bar{Z}_{o\,1-3}$ — nulta impedancija primara prema tercijaru je trostruki iznos impedancije izmjerene jednofaznim naponom nazivne frekvencije između kratkospojenih stezaljki primarnog namota i stezaljke zvjezdišta, prema slici 1.2.

$\bar{Z}_{o\,2-3}$ — nulta impedancija primara prema tercijaru, isto kao gore, ali između stezaljki sekundarnog namota i stezaljke zvjezdišta, prema slici 1.3.

$\bar{Z}_{o\,1-2/3}$ — nulta impedancija primara prema sekundaru i tercijaru je trostruki iznos impedancije izmjerene jednofaznim naponom nazivne frekvencije narinutim između kratkospojenih stezaljki primarnog namota i stezaljke zvjezdišta kratkospojene sa stezaljkama sekundarnog namota, prema slici 1.4.

$\bar{Z}_{o\,2-1/3}$ — nulta impedancija sekundara prema primaru i tercijaru, isto kao gore, ali između stezaljki sekundara i stezaljke zvjezdišta kratkospojene sa stezaljkama primarnog namota, prema slici 1.5.,

koje nisu međusobno nezavisne veličine. Za odnos veličina vrijedi omjer $\bar{Z}_{o\,1-3}/\bar{Z}_{o\,1-2/3} = \bar{Z}_{o\,2-3}/\bar{Z}_{o\,1-2/3}$, a mogu se izmjeriti i na tronamotnom transformatoru s odvojenim namotima u spoju zvijezda-zvijezda-trokut s izvedenim zvjezdištima primarnog i sekundarnog namota. Pri mjerenjima se treba u pomanjkanju domaćih pravila, pridržavati npr. njemačkih propisa VDE 0532/8.64.

Kod autotransformatora koji se nalaze u pogonu s izoliranim zvjezdištem posebno nas zanima još i dodatna nulta impedancija:

$Z_{o\,s-3}$ — nulta impedancija serijskog prema tercijarnom namotu je trostruki iznos impedancije izmjerene jednofaznim naponom narinutim između kratkospojenih stezaljki primara i kratkospojenih stezaljki sekundara (prema slici 1.6.),

nije nezavisna veličina i može se odrediti pomoću naprijed navedenih osnovnih nultih impedancija.

No, vratimo se najprije autotransformatoru čije je zvjezdište u pogonu uzemljeno izravno, i pretpostavimo da su nam poznate sve četiri osnovne nulte impedancije, i da promatrani transformator treba nadomjestiti trokrakom zvijezdom, (prema sl. 1.7.). Kraci zvijezde predstavljaju nadomjesne nulte impedancije primarnog, sekundarnog i tercijarnog namota, reducirane npr. na nazivni napon U_2. U tom slučaju možemo pisati:

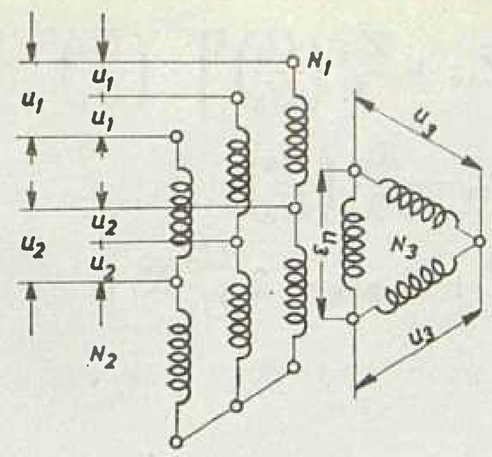
$$\bar{Z}_{o\,1} + \bar{Z}_{o\,3} = \bar{Z}_{o\,1-3} \cdot \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 \qquad (1)$$

$$\bar{Z}_{o\,2} + \bar{Z}_{o\,3} = \bar{Z}_{o\,2-3} \qquad (2)$$

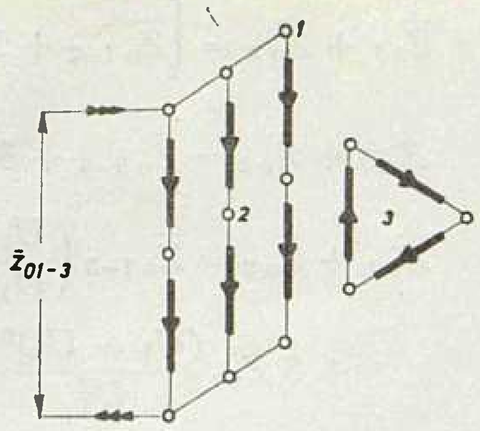
$$\bar{Z}_{o\,1} + \frac{\bar{Z}_{o\,2} \cdot \bar{Z}_{o\,3}}{\bar{Z}_{o\,2} \cdot \bar{Z}_{o\,3}} = \bar{Z}_{o\,1-2/3} \cdot \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 \qquad (3)$$

$$\bar{Z}_{o\,2} + \frac{\bar{Z}_{o\,1} \cdot \bar{Z}_{o\,3}}{\bar{Z}_{o\,1} + \bar{Z}_{o\,3}} = \bar{Z}_{o\,2-1/3} \qquad (4)$$

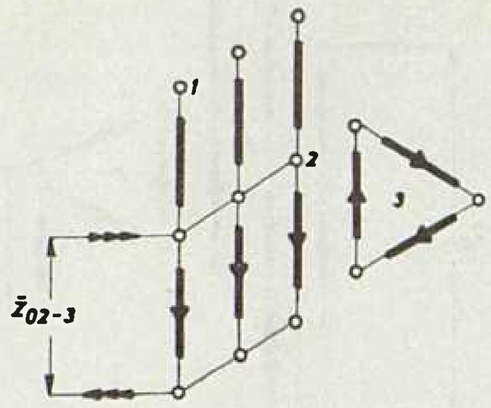
To nakon dijeljenja jednadžbe (1) s jednadžbom (2), zatim jednadžbe (3) s jednadžbom (4) i sređivanja, daje već spomenuti omjer osnovnih nultih



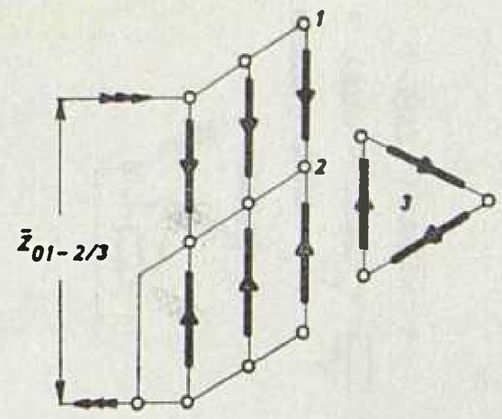
1.1.



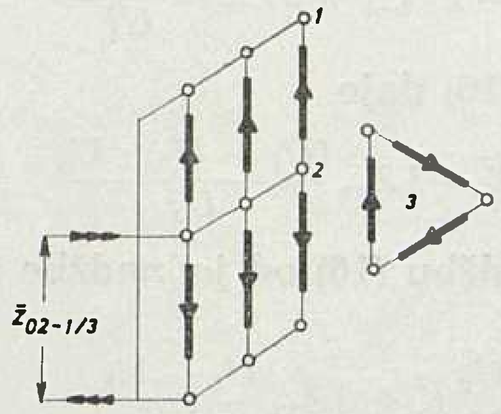
1.2.



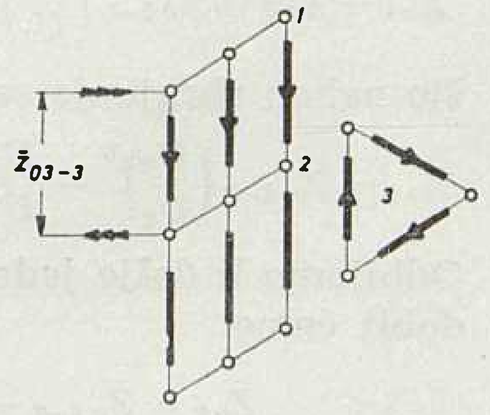
1.3.



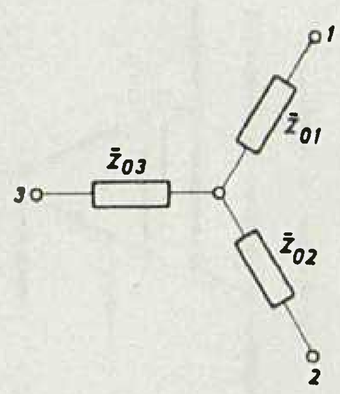
1.4.



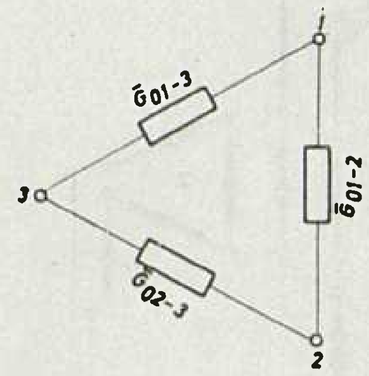
1.5.



1.6.



1.7.



1.8.

1.1 Shema spoja i nazivni naponi
1.2. Nulta impedancija $\bar{Z}_{01-3}$
1.3. Nulta impedancija $\bar{Z}_{02-3}$
1.4. Nulta impedancija $\bar{Z}_{01-2/3}$
1.5. Nulta impedancija $\bar{Z}_{02-1/3}$
1.6. Nulta impedancija $\bar{Z}_{03-3}$
1.7. Zvijezda nadomj. impedancija
1.8. Trokut nadomj. admitancija

Sl. 1. Nulte impedancije autotransformatora i njihove nadomjesne konstante

impedancija, koji nam s praktične strane omogućuje kontrolu rezultata mjerenja nultih impedancija transformatora, odnosno provedbu proračuna, ako su nam poznate samo tri od spomenutih impedancija.

S matematičkog gledišta pruža nam mogućnost, da pomoću jednadžbi (1) do (4) oblikujemo sustav od tri nezavisne jednadžbe i riješimo ih nepoznanicama $\bar{Z}_{o1}$, $\bar{Z}_{o2}$ i $\bar{Z}_3$.

Učinimo li to dobit ćemo za impedanciju tercijara:

$$\bar{Z}_{o3} = \frac{U_2}{U_1}\sqrt{\bar{Z}_{o2-3}\cdot(\bar{Z}_{o1-3}-\bar{Z}_{o1-2/3})} =$$

$$= \frac{U_2}{U_1}\sqrt{\bar{Z}_{o1-3}\cdot(\bar{Z}_{o2-3}-\bar{Z}_{o2-1/3})} =$$

$$= \frac{U_2}{U_1}\sqrt{\bar{Z}_{o1-2/3}\cdot\bar{Z}_{o2-3}\left(\frac{\bar{Z}_{o2-3}}{\bar{Z}_{o2-1/3}}-1\right)} =$$

$$= \frac{U_2}{U_1}\sqrt{\bar{Z}_{o2-1/3}\cdot\bar{Z}_{o1-3}\left(\frac{\bar{Z}_{o2-3}}{\bar{Z}_{o1-2/3}}-1\right)} = \frac{U_2}{U_1}\bar{K} \qquad (5)$$

s kojom možemo uz pomoć jednadžbi (2) i (1) izraziti impedancije sekundara i primara

$$\bar{Z}_{o2} = \bar{Z}_{o2-3} - \frac{U_2}{U_1}\bar{K} \qquad (6)$$

$$\bar{Z}_{o1} = \bar{Z}_{o1-3}\left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2\frac{U_2}{U_1}\bar{K} \qquad (7)$$

a možemo je ujedno iskoristiti i za proširenje već spomenutog omjera osnovnih nultih impedancija

$$\frac{\bar{Z}_{o1-3}}{\bar{Z}_{o2-3}} = \frac{\bar{Z}_{o1-2/3}}{\bar{Z}_{o2-1/3}} = \frac{\bar{Z}_{o1-3}-\bar{Z}_{o1-2/3}}{\bar{Z}_{o2-3}-\bar{Z}_{o2-1/3}} \qquad (8)$$

U nekim slučajevima, međutim, zanimljivije je umjesto upravo izračunatih impedancija nadomjesne trokrake zvijezde prema slici 1.7., poznavati nadomjesne admitancije ekvivalentnog trokuta prema sl. 1.8.

Pomoću jednadžbi (5) do (7) izračunajmo, stoga, najprije zbroj produkata:

$$\bar{Z}_{o1}(\bar{Z}_{o2}+\bar{Z}_{o3}) + \bar{Z}_{o2}\cdot\bar{Z}_{o} =$$

$$= \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2\cdot\bar{Z}_{o2-3}\cdot\bar{Z}_{o1-2/3} = \bar{C} \qquad (9)$$

i odredimo tražene admitancije

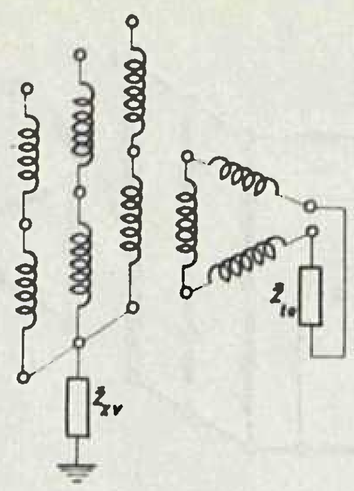
$$\bar{G}_{o1-2} = \bar{Z}_{o3}/\bar{C} = \frac{U_1}{U_2}\cdot\frac{1}{\bar{Z}_{o1-2/3}}\sqrt{\frac{\bar{Z}_{o1-3}-\bar{Z}_{o1-2/3}}{\bar{Z}_{o2-3}}} \qquad (10)$$

$$\bar{G}_{o1-3} = \bar{Z}_{o2}/\bar{C} = \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2\cdot\frac{1}{\bar{Z}_{o1-2/3}} - \bar{G}_{o1-2} \qquad (11)$$

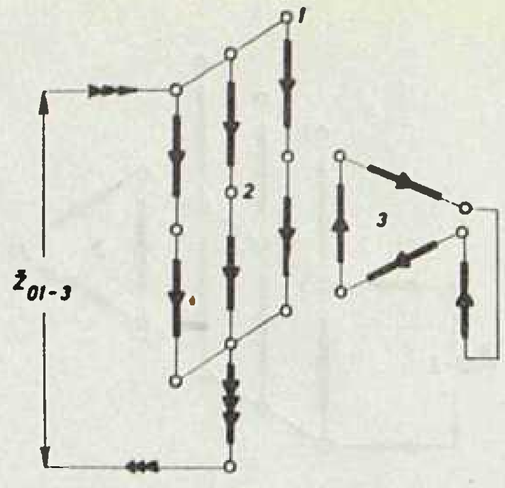
$$\bar{G}_{o2-3} = \bar{Z}_{o1}/\bar{C} = \frac{\bar{Z}_{o1-3}}{\bar{Z}_{o2-3}\cdot\bar{Z}_{o-2/3}} - \bar{C}_{o1-2} \qquad (12)$$

Dakako da se i ovdje možemo poslužiti jednadžbom (8), ukoliko nam je poznata impedancija $\bar{Z}_{o2-1/3}$ umjesto jedne od impedancija u jednadžbama (10) do (12).

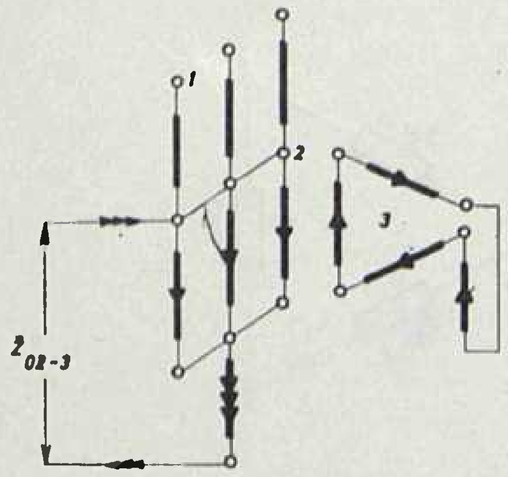
Zamislimo sada prema slici 2.1., da priključkom dodatnih impedancija ($\bar{Z}_{zv}$) u dozemni spoj zvjezdišta odnosno ($\bar{Z}_{te}$) u tercijarni namot autotransformatora želimo utjecati na iznos i raspodjelu struja jednopolnog kratkog spoja u mrežama koje promatrani transformator povezuje. U tom slučaju za nepoznanice $\bar{Z}_{o1}$, $\bar{Z}_{o2}$ i $\bar{Z}_{o3}$ možemo pisati:



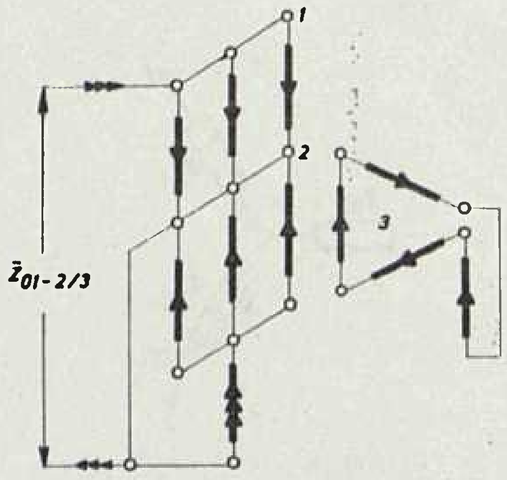
2.1.



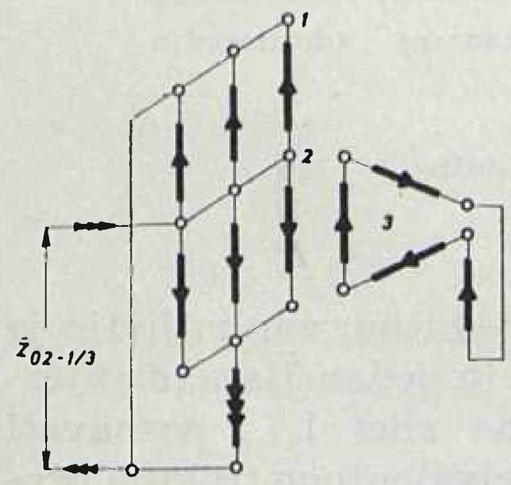
2.2.



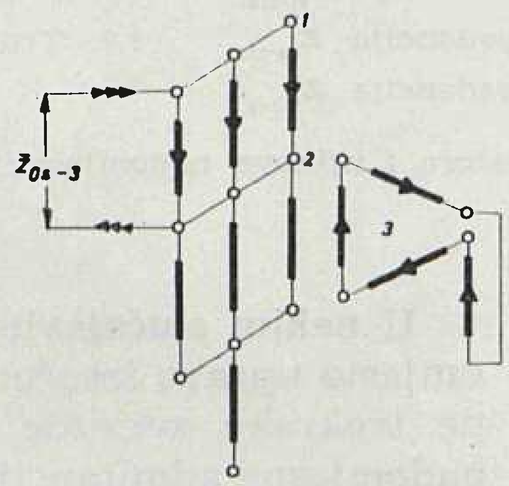
2.3.



2.4.



2.5.



2.6.

2.1. Shema spoja
2.2. Nulta impedancija $\bar{Z}_{01-3}$
2.3. Nulta impedancija $\bar{Z}_{02-3}$
2.4. Nulta impedancija $\bar{Z}_{01-2/3}$
2.5. Nulta impedancija $\bar{Z}_{02-1/3}$
2.6. Nulta impedancija $\bar{Z}_{08-3}$

Sl. 2. Utjecaj sredstava za ograničenje struja jednopolnog kratkog spoja na nulte impendancije autotransformatora

$$\bar{Z}_{o\,1} + \bar{Z}_{o\,3} = \left[\bar{Z}_{o\,1-3} + 3\,\bar{Z}_{zv} + \frac{\bar{Z}_{te}}{3}\left(\frac{U_1}{U_3}\right)^2\right] \cdot \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 \qquad (13)$$

$$\bar{Z}_{o\,2} + \bar{Z}_{o\,3} = \bar{Z}_{o\,2-3} + 3\,\bar{Z}_{zv} + \frac{\bar{Z}_{te}}{3}\left(\frac{U_2}{U_3}\right)^2 \qquad (14)$$

$$\bar{Z}_{o\,1} + \bar{Z}_{o\,2} = \bar{Z}_{o\,1-3}\left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 + \bar{Z}_{o\,2-3} - 2\,\frac{U_2}{U_1}\,\bar{K} + 3\,\bar{Z}_{zv}\,\frac{(U_1 - U_2)^2}{U_1^2} \qquad (15)$$

Odbijemo li sada jednadžbu (14) od jednadžbe (13) dobit ćemo

$$\bar{Z}_{o\,1} - \bar{Z}_{o\,2} = \bar{Z}_{o\,1-3}\left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 - \bar{Z}_{o\,2-3} + 3\,\bar{Z}_{zv}\,\frac{U_2^2 - U_1^2}{U_1^2} \qquad (16)$$

što nakon zbrajanja sa (15) daje

$$\bar{Z}_{o\,1} = \bar{Z}_{o\,1-3}\left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 - \frac{U_2}{U_1}\,\bar{K} - 3\,\bar{Z}_{zv}\,\frac{(U_1 - U_2)\cdot U_2}{U_1^2} \qquad (17)$$

Odbijemo li dalje jednadžbu (16) od jednadžbe (15) dobit ćemo

$$\bar{Z}_{o\,2} = \bar{Z}_{o\,2-3} - \frac{U_2}{U_1}\,\bar{K} + 3\,\bar{Z}_{zv}\,\frac{U_1 - U_2}{U_1} \qquad (18)$$

a nakon uvrštenja (17) u (13) ili (18) u (14)

$$\bar{Z}_{o\,3} = \frac{U_2}{U_1}\,\bar{K} + 3\,\bar{Z}_{zv}\,\frac{U_2}{U_1} + \frac{\bar{Z}_{te}}{3}\left(\frac{U_2}{U_3}\right)^2 \qquad (19)$$

Upravo napisane jednadžbe predstavljaju traženo opće rješenje. Napominjemo još, da i ovdje vrijede za konstantu K izrazi iz jednadžbe (5), i to kako za autotransformatore, tako i za transformatore s odvojenim namotima i uzemljenim zvjezdištima.

Kod autotransformatora s izoliranim zvjezdištem postaju uz impendanciju $\bar{Z}_{zv}$ beskonačno velike i impedancije $Z_{o\,1-3}$ (sl. 2.2.) i $Z_{o\,2-3}$ (sl. 2.3.), dok impedancije $Z_{o\,1-2/3}$ (sl. 2.4.) i $Z_{o\,2-1/3}$ (sl. 2.5.) postaju jednake impedanciji $Z_{o\,s-3}$ (sl. 2.6.), a jednadžbe (17) do (19) ne daju konačne vrijednosti. Stoga ćemo se sada vratiti na jednadžbe (10) do (12) koje u promatranom slučaju poprimaju oblik

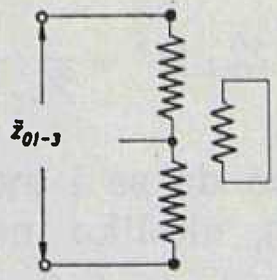
$$\bar{G}_{o\,1-2} = \frac{U_1}{U_2}\cdot\frac{1}{Z_{o\,s-3}} \qquad (20)$$

$$\bar{G}_{o\,1-3} = \frac{U_1(U_1 - U_2)}{U_2^2}\cdot\frac{1}{Z_{o\,s-3}} \qquad (21)$$

$$\bar{G}_{o\,2-3} = -\frac{U_1 - U_2}{U_2}\cdot\frac{1}{Z_{o\,s-3}} \qquad (22)$$

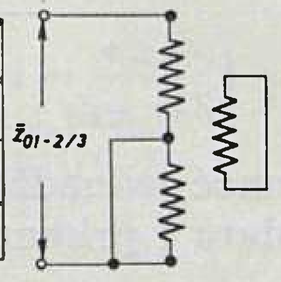
IMPEDANCIJA $\bar{Z}_{01-3}$

PREKLOPKA	$R_{0\,1-3}$	$X_{0\,1-3}$	$Z_{0\,1-3}$	$\varphi^\circ_{0\,1-3}$
253 kV	13,15	146,8	147,2	84,85
220 kV	7,83	103,8	104,1	85,69
187 kV	4,18	74,6	74,7	86,79



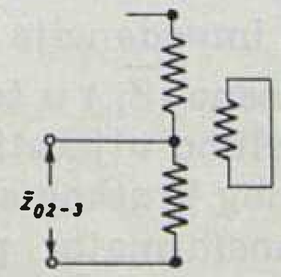
IMPEDANCIJA $\bar{Z}_{01-2/3}$

PREKLOPKA	$R_{01-2/3}$	$X_{01-2/3}$	$Z_{01-2/3}$	$\varphi^\circ_{01-2/3}$
253 kV	4,29	52,8	53,0	85,34
220 kV	1,86	28,8	28,8	86,29
187 V	0,761	17,0	17,1	87,44



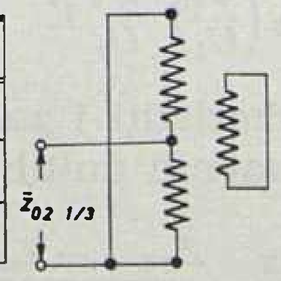
IMPEDANCIJA $\bar{Z}_{02-3}$

$R_{0\,2-3}$	$X_{0\,2-3}$	$Z_{0\,2-3}$	$\varphi^\circ_{0\,2-3}$
1,20	20,5	20,6	86,64



IMPEDANCIJA $\bar{Z}_{02-1/3}$

PREKLOPKA	$R_{02-1/3}$	$X_{02-1/3}$	$Z_{02-1/3}$	$\varphi^\circ_{02-1/3}$
253 kV	0,367	7,37	7,38	87,15
220 kV	0,273	5,71	5,72	87,26
187 kV	0,227	4,73	4,74	87,25



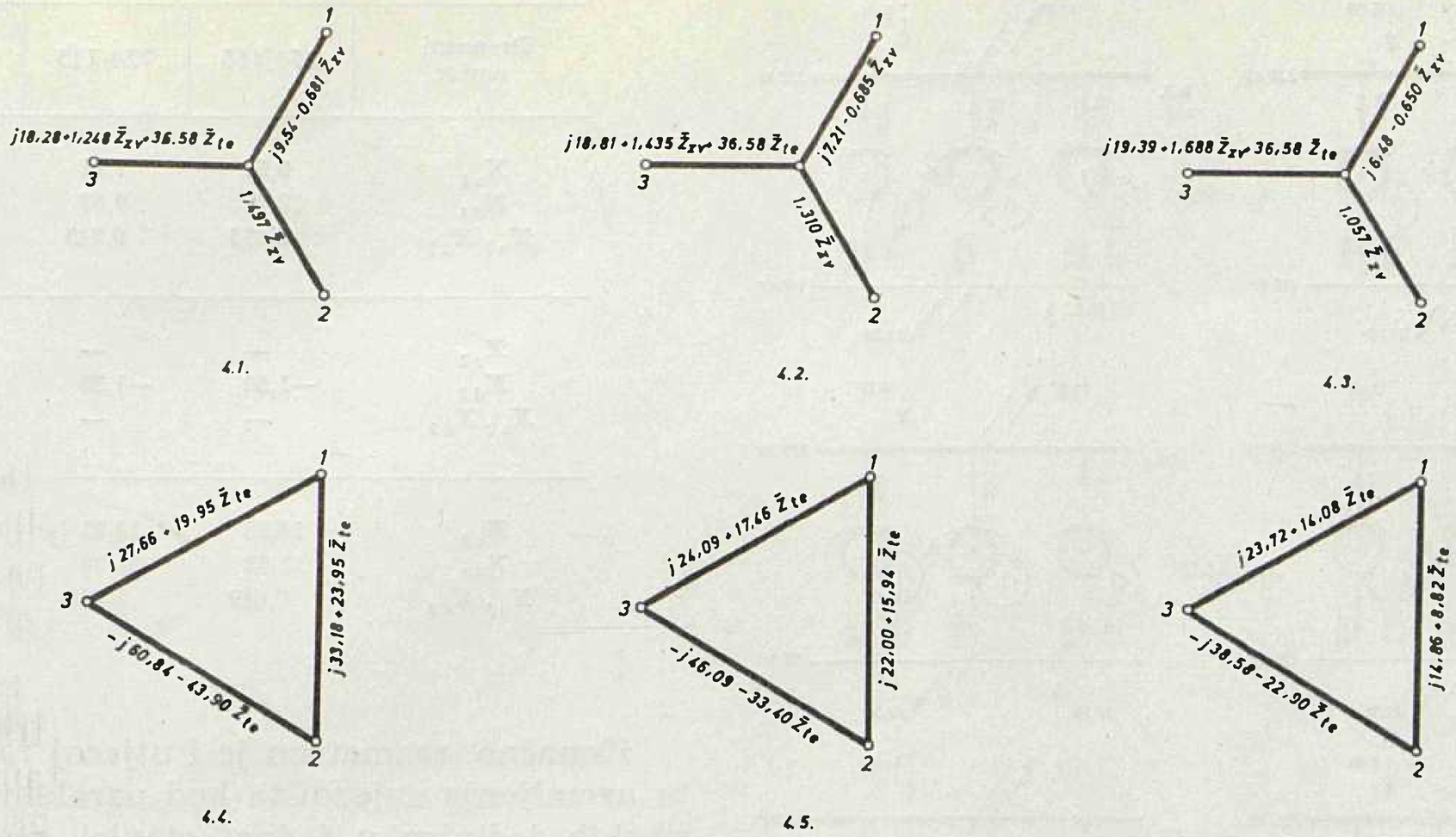
Sl. 3. Rezultati mjerenja nultih konstanata autotransformatora prema VDE 0532/864 § 18 i 61

$$Z_0 = 3\,\frac{U\sim}{I\sim}$$

150/150/50 MVA

220 ± 15%/115/10,5 kV

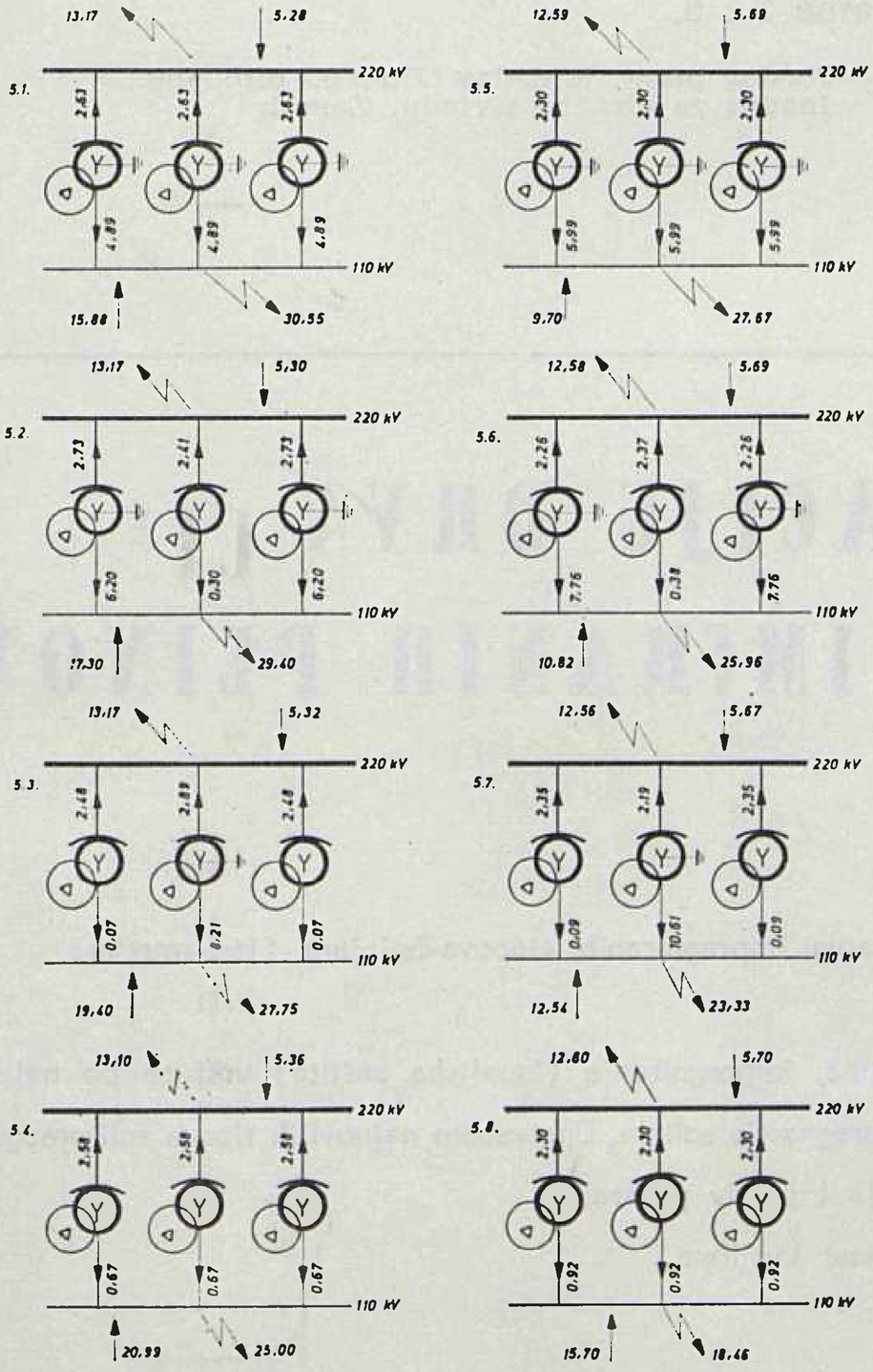
Yy0 + d5



Sl. 4. Nulte nadomjesne konstante autotransformatora 150/150/50 MVA, 220 ± 15%/110/10,5 kV sa zvjezdištem uzemljenim preko impedancije Z_{zv} i impedancijom Z// uključenom u tercijarni namot

Uzemljeno zvjezdište:	4.1 U_1/U_2 = 253/115 V	izolirano zvjezdište:	4.4 U_1/U_2 = 253/115 V
	4.2 U_1/U_2 = 220/115 kV		4.5 U_1/U_2 = 220/115 kV
	4.3 U_1/U_2 = 187/115 kV		4.6 U_1/U_2 = 187/115 kV

pri čemu je zbroj recipročnih vrijednosti gornjih admitancija identički jednak nuli.



$$Pd_{220} = 2\,Po_{220} = Pd_{110} = Po_{110} = 3500\ \text{MVA}$$

Sl. 5. Utjecaj uzemljenja zvjezdišta na struje jednopolnog kratkog spoja

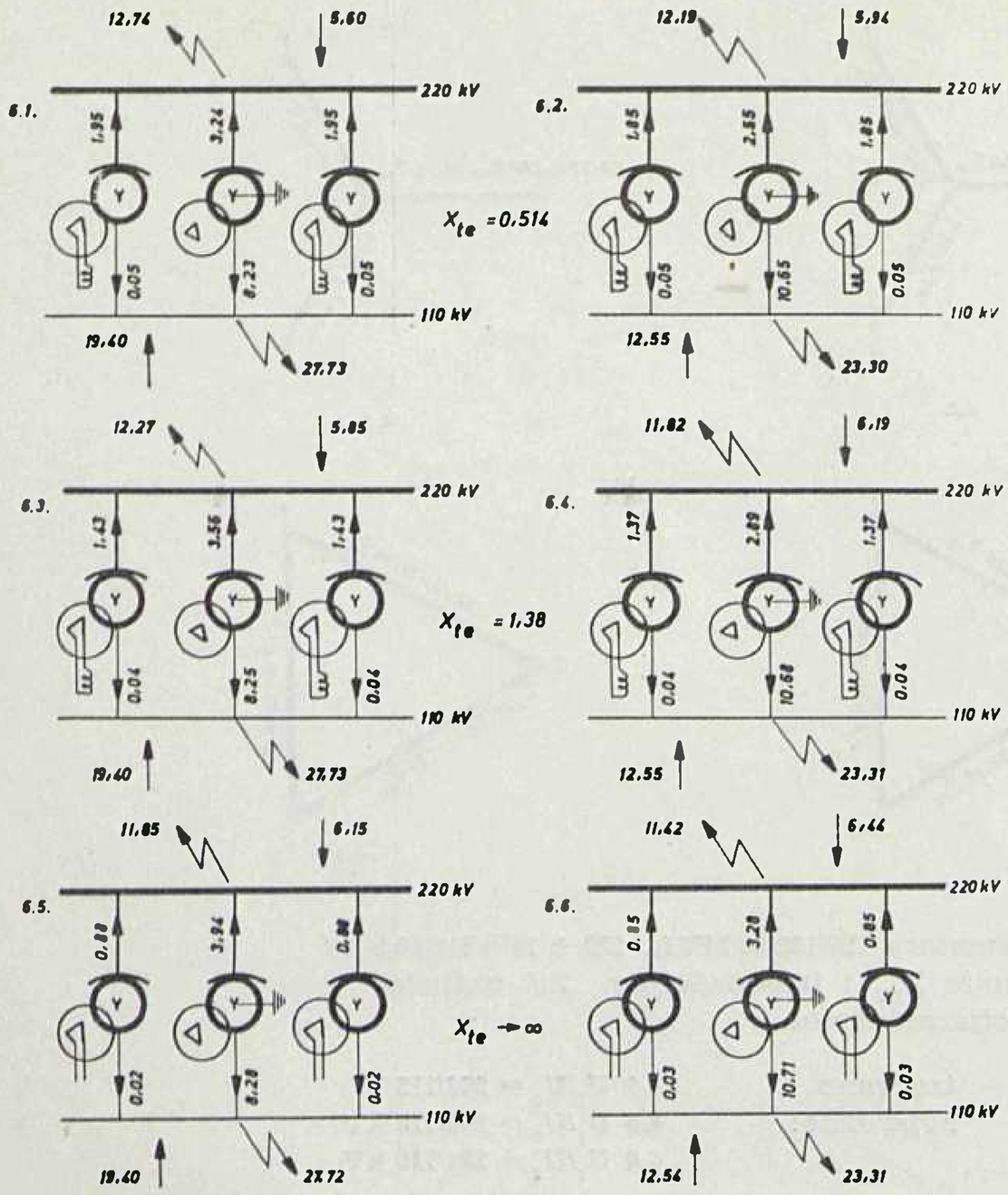
Navedimo još, bez dokaza, da za impedanciju između serijskog i tercijarnog namota s umetnutom impedancijom $\overline{Z}_{te}$ vrijedi

$$\overline{Z}_{o\,s-3} = \overline{Z}_{o\,1-3} + \overline{Z}_{o\,2-3} - 2\,\overline{K} + \frac{\overline{Z}_{te}}{3} \cdot \frac{(U_1 - U_2)^2}{U_3^2} \qquad (23)$$

Napomenimo konačno, da uz otvoreni tercijar jednadžbe (19) do (23) ne daju konačna rješenja, ali bi kod jednopolnih kvarova u mreži ulogu tercijara preuzeo kotao transformatora, što bi u pogonu moglo dovesti i do nedozvoljenih ugrijavanja.

Primjenjujući gornje izraze, prišli smo određivanju nultih nadomjesnih konstanti našeg transformatora tipske izvedbe 150/150/50 MVA, 220 ∓ 15%/115/10,5 kV, i to na jedinici koja će biti montirana u TS Pehlin (Rijeka). U tu svrhu je najprije visokonaponski laboratorij tvornice »Rade Končar« izvršio mjerenja nultih napona i struja te pripadnih djelatnih snaga, da bi zatim odgovarajući proračuni bili izvršeni u Institutu za elektroprivredu, Zagreb. Rezultati proračuna osnovnih nultih impedancija promatranog autotransformatora dani su na slici 3., dok je za impedanciju $\overline{Z}_{o\,s-3}$ dobiveno $79{,}3/\underline{84{,}51^0}$ oma kod 253 kV; $45{,}7/\underline{85{,}52^0}$ oma kod 220 kV i $26{,}6/\underline{87{,}03^0}$ oma kod 187 kV.

Budući da ni jedan od kutova nultih impedancija transformatora nije manji od 84,5° zanemareni su u slijedećim računima pripadni djelatni otpori, pa su i impedancije nadomještene reaktancijama. Rezultati proračuna nultih konstanta pojedinih namota prikazani su u slijedećoj tabeli zajedno s pripadnim direktnim konstantama kao i njihovim omjerima.



$Pd_{220} = 2\,Po_{220} = Pd_{110} = Po_{110} = 3500$ MVA

Sl. 6. Utjecaj opterećenja tercijara na struje jednopolnog kratkog spoja

Konstante autotransformatora uzemljenog preko impedancije $\overline{Z}_{zv}$ i sa impedancijom $\overline{Z}_{te}$ umetnutom u tercijar prikazane su na slici 4.

Prenosni omjer	253/115	220/115	187/115
X_{o1}	9,54	7,21	6,48
X_{d1}	13,71	9,63	7,31
X_{o1}/X_{d1}	0,695	0,749	0,886
X_{o2}	—	—	—
X_{d2}	—1,52	—1,39	—1,16
X_{o2}/X_{d2}	—	—	—
X_{o3}	18,28	18,81	19,39
X_{d3}	21,52	21,38	21,16
X_{o3}/X_{d3}	0,849	0,880	0,916

Konačno, razmatran je i utjecaj različitih uvjeta uzemljenja zvjezdišta kod paralelnog rada triju tipskih jedinica u jednoj stanici, pa se došlo do zaključka, da ubuduće treba kod paralelnog rada dva ili više autotransformatora u jednoj stanici uzemljiti zvjezdište samo jednog transformatora, ograničavajući istodobno i broj transformatora s uzemljenim zvjezdištem u mreži priključenoj na sekundarnoj strani. Upotreba impedancija $\overline{Z}_{zv}$ i $\overline{Z}_{te}$ se ne preporuča. Više se o tome može naći u studiji Instituta za elektroprivredu, Zagreb: *»Uzemljenje zvjezdišta autotransformatora u TS 220/110 kV, i upotreba odvodnika prenapona u tim točkama*, I. 1970, a neki od rezultata prikazani su i na slikama 5 i 6.

Naslov pisca: Miroslav Jung, dipl. ing.,
Instiut za elektroprivredu, Zagreb

PODUZEĆE ZA IMPREGNACIJU DRVA
I PROIZVODNJU KOMPRIMIRANIH PLINOVA

KARLOVAC

Na skladištu raspolaže dovoljnim količinama impregniranih stupova-četinjara (jela-smreka) u svim dužinama.

Zahvaljujući izvršenoj rekonstrukciji pogona, impregniranje (kemijska zaštita) vrši se po najsuvremenijim metodama na način kotlovske impregnacije solima. Upotrebom najnovijih tipova soli omogućuje se najkvalitetnija zaštita u vijeku trajanja i protiv požara.

Za sve isporuke kupcima se dostavlja atest kvalitete.

SVE VEĆE POTREBE PRIMJENE KABELA 10 kV ZA NAPAJANJE MANJIH MJESTA

Šimun Šimundža, Split

Obrađen je način i mogućnost primjene kabela 10 kV u mjesnim mrežama. Razmotreni su najpovoljniji načini napajanja i izvedbe mreža s tehničkog i ekonomskog stanovišta, kao i mogućnost etapne izgradnje kabelske mreže 10 kV. Iznijete su i računske metode određivanja duljina mreže i iskustva postignuta u dosadašnjem rješenju mreža.

DK 621.316.1 : 621.315.2

1. Današnje stanje i perspektivni razvoj elektrifikacije manjih mjesta

Razvoj elektrifikacije manjih mjesta imao je nekoliko etapa a zavisio je o mogućnostima izvedbe električne mreže, o razvoju potrošnje električne energije i samom urbanističkom razvoju.

Tako se elektrifikacija pojedinih mjesta u Dalmaciji (Sinj, Omiš, Makarska, Imotski, Trogir i sl.), može podijeliti u nekoliko značajnih etapa:

a) lokalne centrale koje su karakteristične za prijeratni i ratni period (do oko 1950. god.),
b) 10 kV mreža zračne izvedbe,
c) 30 kV mreža sa slabo razvijenom 10 kV mrežom koja se postepeno razvija,
d) izdvojena 10 kV mreža gradska i područna s većom transformacijom 30/10 kV,
e) izgradnja više pojnih tačaka 30/10 kV.

Već u fazi d) i c) javlja se razvijena potrošnja električne energije, a mjesta se sve više urbaniziraju i izgrađuju. Kao posljedicia toga javlja se suvremenije izgrađena električna mreža. Električna mreža 10 kV do tada još uvijek zračne izvedbe, s eventualno većim ili manjim kabelskim izvodima 10 kV za priključak gradskih stanica, sve više predstavlja smetnju za razvoj samih mjesta i umanjuje sigurnost u snabdijevanju potrošača energijom.

U ovoj fazi obavezno je izdvajanje mjesne od područne mreže. Broj transformatorskih stanica za pojedino mjesto se povećava, pa se više ne mogu vezati na područnu mrežu sa zračnim izvodima. Razvoj diktira izvedbu posebnih mjesnih mreža. Sa stanovišta sigurnosti i izvedbe, premda uz veće troškove, najbolje je rješenje izvedba kabelskih mreža, zbog urbanističkih razloga i smetnji kod izgradnje.

Daljnja etapa u razvoju elektrifikacije mjesta, svakako bi bila izgradnja novih pojnih tačaka 30/10 kV, koje bi omogućile bolje povezivanje mreže 10 kV. Ova faza nastupa u onim momentima, kada postojeće transformacije 30/10 kV ne mogu pokriti postojeće opterećenje, pa treba graditi nove pojne tačke. Tada cjelokupna visokonaponska mreža radi s povećanom rezervom, i predstavlja savremeno rješenje.

2. Način izvedbe mjesnih mreža 10 kV

Izvedba određene kabelske mreže 10 kV koja napaja broj stanica »N«, u osnovnoj koncepciji se sastoji u povezivanju transformatorskih stanica sa glavnom pojnom tačkom 30/10 kV kabelima 10 kV, ukupne dužine L.

Pri tome treba izvesti način napajanja prema kriteriju rezerve, ukupnih troškova, pogonske sigurnosti i mogućnosti etapne izgradnje. Izvedba može biti:

a) radijalna,
b) paralelna,
c) radijalno napajanje s međuvezama,
d) dvostrano napajanje između dvije ili više pojnih tačaka 30/10 kV s međusobnim povezivanjem,
e) izvedbe koje mogu biti kombinacija već naprijed iznijetih.

Izvedbe pod a) i b) dolaze u obzir samo kad se povezuje manji broj transformatorskih stanica. Prema približnim ocjenama, dužina kabela za slučaj a) je L, a za b) $2L$ (uz pretpostavku, da su kabeli u istom kanalu). Ove su izvedbe za predmetna razmatranja nesvrsishodne, jer se obično u ovim mrezama radi o većem broju transformatorskih stanica.

Broj vodnih polja kod rješenja a) i b), je analogan kao i kod duljine kabela, tj. V odnosno $2V$, gdje je V broj izvoda. S obzirom na pogonsku sigurnost ovakvih veza treba reći da kod slučaja a) nema rezerve, dok je za b) rezerva veća, premda polaganje kabela u istom kanalu može biti nepovoljno (mogućnost istovremenog oštećenja oba kabela).

Investicioni troškovi su za oba slučaja u odnosu 1 : 2, ovisno o duljini kabela kod svake izvedbe. Kod slučaja c), tj. radijalnog napajanja s međuvezama (ΔL) postiže se znatna pogonska sigurnost i rezerva.

Ovaj način izvedbe je prikladan na područjima gdje ima više transformatorskih stanica 10/0,4 kV. Prikladnim rješenjima se postiže, da se za »V« vodnih polja i izvoda broj međuveza izvede sa ΔL-1. Svakako da sve ovisi o geografskom rasporedu transformatorskih stanica i konfiguraciji mreže.

Način napajanja pod d), tj. povezivanja više pojnih tačaka 30/10 kV, primijenjuje se već u razvijenom konzumu, što uvjetuje potrebu za dvije ili više pojnih tačaka 30/10 kV. Međuvezama između ovih pojnih tačaka omogućuje se rezerva i napajanje za sve transformatorske stanice 10/0,4 kV. Takva izvedba predstavlja onu etapu razvoja, koja će nastupiti kao posljedica većeg razvoja mjesta. Danas je susrećemo u većim gradovima, gdje ima više pojnih tačaka 30/10 kV.

Način napajanja e) i d) je u pogledu sigurnosti i rezerve povoljniji, a posebno d) gdje postoji rezerva i na strani 30 kV. Međutim, za postizanje

rezerve, odnosno mogućnost napajanja iz preostalog dijela izvoda, potrebno je da prenosna moć kabela bude dvostruko veća od normalne ili barem 1,2—1,6 veća. Zadovoljenje ovog zahtjeva traži, naravno, veći presjek kabela, a time i veći utrošak materijala.

Ako se uzme općenito, da je rezerva R nekog sistema jednaka:

$$R = P_i - P_{max}$$

gdje je: P_i = instalirana snaga
P_{max} = maksimalna snaga

Uvedemo li faktor rezerve

$$f_r = \frac{P_i - P_{max}}{P_i} = 1 - \frac{P_{max}}{P_i}$$

Tada odnos P_{max} i P_i daje u mreži određenu rezervu. Svakako, da sama veličina instalirane snage P_i ne može udovoljiti traženoj rezervi. To znači, da odnos $P_i > P_{max}$ nije uvijek dovoljan uvjet.

Općenitiji se faktor rezerve za više elemenata mreže može prikazati u drugom obliku:

$$f_r = 1 - \frac{P_{max}}{n P_i}$$

gdje je n broj elemenata mreže, a P_i srednja instalirana snaga jedne veze, (npr. transformatora, vodova i sl.).

U našim razmatranjima n može biti broj kabelskih veza, npr. $n = 2$ do 3. Ovdje se samo promatra rezerva na nivou mreže 10 kV i to samo u odnosu na vezu 10 kV. Prema izloženoj relaciji uz P_{max} = konst. (pretpostavka da se opterećenje ne mijenja), ukoliko se instalirana snaga vodova (u ovom slučaju kabela) sastoji od $n \cdot P_i$, tada, ako se n umanji za 1 (prekid jedne veze), nova instalirana snaga je jednaka: $(n - 1) P_i$. Uz uvjet

$$(n - 1) P_i \geqq P_{max}$$

dobivamo da postoji stanovita rezerva ili da je rezerva jednaka nuli. Svakako da se, eventualna, rezerva može koristiti, samo ako se izvrše određena pogonska prebacivanja u mreži.

Ova razmatranja navode, da presjek kabela treba dimenzionirati za $2 I_n$, ili najnepovoljnije 1,4—1,6 x I_n, čime se osigurava nešto manja rezerva. Preostali, neoštećeni dio kabela može primiti dio opterećenja oštećenog kabela, što ovisi o odnosu P_{max} i $(n - 1) P_i$, što se može lako izračunati iz relacije za faktor rezerve.

Prikažemo li tablično mogućnosti izvedbe i napajanja mreža 10 kV, dobivamo slijedeću tabelu:

Način izvedbe i napajanja	Troškovi kabela	Vodnih polja	Etapna izgrad.	Pogon. sigur.
a) Paralelan	L	V	—	—
b) Paralelan	$V\ 2\ L$	$2\ V$	—	+
c) Radijalan sa međuvezama	$V\ [L + (\Delta L - 1)]$	V	+	++
d) Dvostrani s više pojnih tačaka	$V\ L + \Delta L'$	$2\ V$	+	+++
e) Ostale izvedbe	posebno razmatrati			

Prikaz je dat kvalitativno, da se mogu ocijeniti prednosti i nedostaci pojedine izvedbe i načina napajanja:

Oznake su:

L — dužina kabela,
$\Delta L, \Delta L'$ — potrebna dužina međuveza,
V — vodna polja,

prednosti (+) ili nedostaci (—) određene izvedbe.

Iz prethodne se tablice odmah vidi, da načini izvedbe c) i d) imaju niz prednosti, a posebno sa stanovišta rezerve i etapne izgradnje. Troškovi izvedbe su kod ovih varijanti nešto veći, ali ni u kojem slučaju toliki da dadu prednost nekoj drugoj varijanti. Varijanta e) predstavlja ostvarenje koje se ovdje ne može razmatrati, ali obično u sebi sadrži ostale varijante.

Na izbor načina napajanja utječu i ostali faktori, kao što su oblik mjesta, te vrsta i veličina potrošača koje treba napajati.

Tako na području jedne ili više pojnih tačaka 30/10 kV cjelokupna mreža 10 kV napaja:

a) gradske potrošače,
b) područne, odnosno seoske potrošače,
c) industrijske velepotrošače (2—4 MW) na gradskom području,
d) industrijske potrošače manjih snaga na gradskom području,
e) industrijske potrošače na seoskom području.

Prema tome, osim prethodnih uvjeta vrste i veličine potrošača mogu uvjetovati izvedbu mreža 10 kV. U razvijenoj mreži 10 kV može se usvojiti ova koncepcija napajanja:

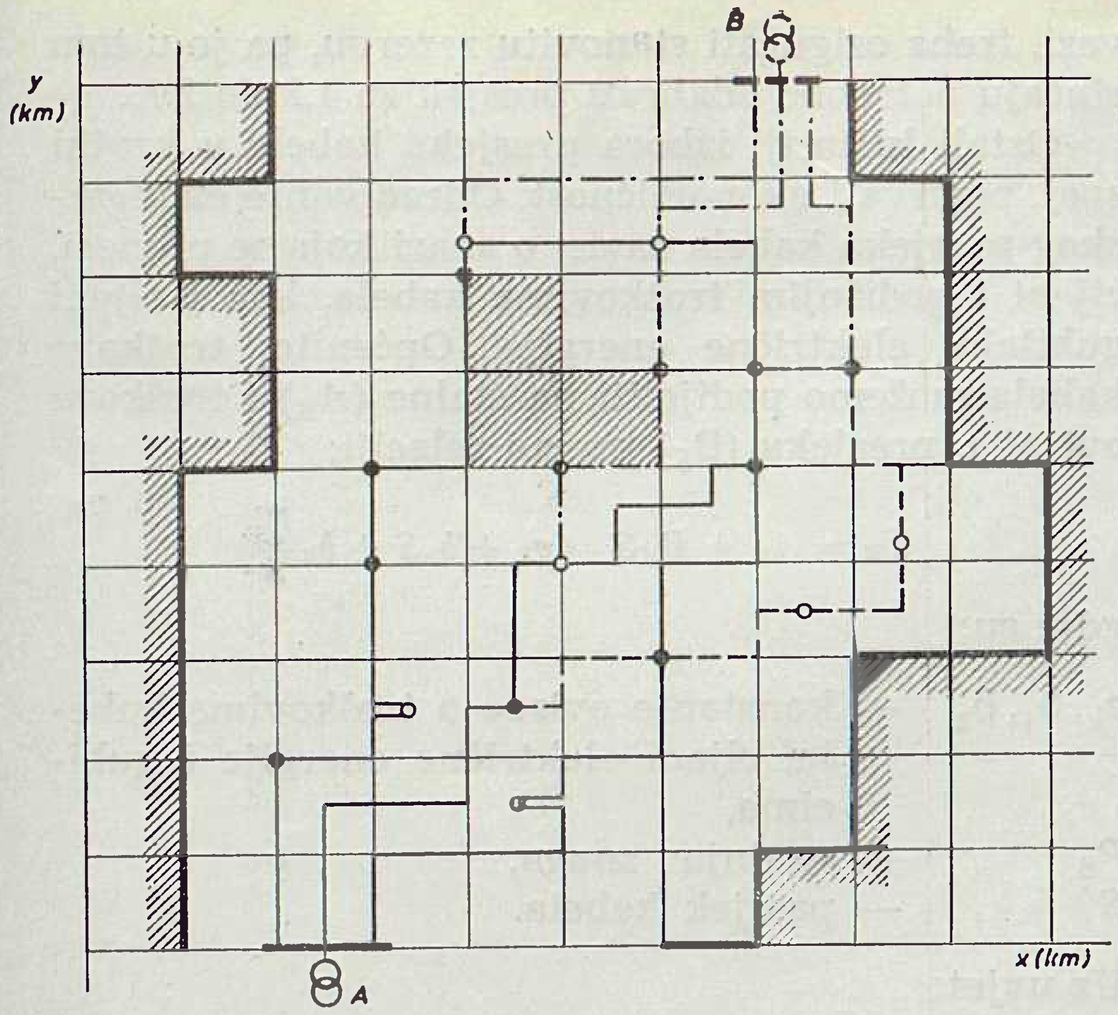
Gradski, kao i industrijski potrošači manjih snaga (mješovite ili vlastite transformatorske stanice), trebaju formirati posebnu mrežu 10 kV.

Velepotrošači, bilo na gradskom području ili izvan njega, trebaju imati posebnu 10 kV mrežu u svakom slučaju s povećanom rezervom, a ovisno o njihovu zahtjevu. Seoski pak potrošači, čija je mreža uglavnom nadzemne izvedbe, trebaju imati svoju vlastitu mrežu odvojenu od gradske. Dvostrano napajanje treba izvesti prema mogućnosti.

Prema iznijetim razmatranjima, u današnjim prilikama, najpogodniji je oblik mreže 10 kV radijalni s međuvezama, (izvedba c), s mogućnostima za priključenje na novu pojnu tačku 30/10 kV (izvedba d). Jedino kod ovih izvedbi presjek kabela treba odabrati tako, da se omogući rezerva u slučaju oštećenja jedne veze. Broj transformatorskih stanica 10/0,4 kV po jednom izvodu, treba odabrati ovisno o snazi stanice i željene rezerve. Etapni razvoj mreže i uklapanje novih postrojenja u postojeću mrežu, prilagoditi maksimalnoj rezervi svih veza.

3. Računske metode za određivanje duljine kabela 10 kV i pripadnog presjeka

Na određenoj konzumnoj površini F [m²] opterećenja P kW i gustoće opterećenja $G = \frac{P}{F}$ [kW/m²],



LEGENDA:

A, B — POJNE TAČKE 30/10 kV

● — POJNE TAČKE 10/0,4 kV U GODINI 0

○ — POJNE TAČKE 10/0,4 kV U GODINI 10

◐ — POJNE TAČKE 10/0,4 kV U GODINI 20

——— KABELI 10 kV U GODINI 0

– – – – KABELI 10 kV U GODINI 10

—·—·— KABELI 10 kV U GODINI 20

GRANICA MODELA

Sl. 1 Grafički prikaz razvoja mreže 10 kV na modelu

potrebno je izgraditi N transformatorskih stanica 10/0,4 kV, snage P_1.

Svaka od ovih transformatorskih stanica djeluje na površini F_1 s određenim radijusom djelovanja R i napaja određeni broj potrošača p (domaćinstva i ostalih).

Prema tome, površina djelovanja jedne transformatorske stanice će biti:

$$F_1 = k \cdot R^2$$

gdje je:

K — Faktor koji karakterizira oblik napajane površine (za kvadrat $k = 4$, za krug $k = \pi$ itd.),

R — Radijus djelovanja stanice ili polovina udaljenosti između dviju susjednih stanica.

Sa stanovišta ekonomskog razmatranja dobivamo, da je snaga transformatorske stanice P jednaka:

$$P_1 = a \sqrt[3]{\frac{k \cdot G}{m}} \text{ [kVA]}$$

a radijus djelovanja R

$$R = b \frac{1}{\sqrt[3]{k \cdot G}} \text{ [m]}$$

a, b — Konstante koje ovise o cijenama opreme električne energije i sl. (u našim uvjetima $a = 0{,}1—0{,}3$; $b = 0{,}13—0{,}6$),

m — Broj izvoda iz transformatorske stanice.

Sa stanovišta opterećenja, odnosno broja potrošača, snaga transformatorske stanice je jednaka:

$$P_1 = d \cdot P_{1\,\text{dom}} \frac{1}{\cos \varphi} \cdot f_{rt}$$

gdje je:

d — broj potrošača, domaćinstava i ostalih, koji otpada na jednu transformatorsku stanicu,

$P_{1\,d}$ — opterećenje potrošača na nivou TS 10/0,4 kV,

$\cos \varphi$ — faktor snage,

f_{rt} — faktor rezerve transformatora.

Općenito, snage transformacije dobivene sa stanovišta opterećenja i ekonomskih uvjeta treba uskladiti. Ukupni broj transformatirskih stanica »N« se dobije:

$$N = \frac{F}{F_1} \quad \text{ili} \quad N = \frac{P_{max}}{P_1}$$

gdje veličine također treba uskladiti.

S obzirom da se na promatranoj površini F u određenom vremenskom razdoblju mijenja i opterećenje, to se analogno mijenja i broj transformatorskih stanica.

Tako se ove promjene mogu prikazati u tabeli, počevši od godine »0« (nula):

Godina	Broj pojnih tačaka 10/04 kV (komada)				Opter. kW	Gustoća opterećenja kW/km²
	Distr.	Mješ.	Indust.	Ukupno		
0						
10 itd.						

Pripadnoj tablici odgovara određena zona proučavanog mjesta čiji se razvoj predviđa u određenom vremenskom razdoblju.

U slici 1. je dan grafički prikaz idealnog razvoja mreže 10 kV, za model mreže u određenim vremenskim intervalima. Lokacija pojnih tačaka 10/0,4 kV se obavlja prema određenom planu, premda su praktične mogućnosti mnogo teže, pa se idealan model redovno mora prilagoditi praktičnoj izvedbi. Povezivanje pojnih tačaka izvodi se kabelom dužine L uz usvojeni određeni način napajanja (varijante c ili d). Pojedine kabelske veze položene u prvim fazama zavisno o daljnjem razvoju, mogu biti suvišne. (Npr. ovisno o izgradnji druge pojne tačke u prilogu 6.2).

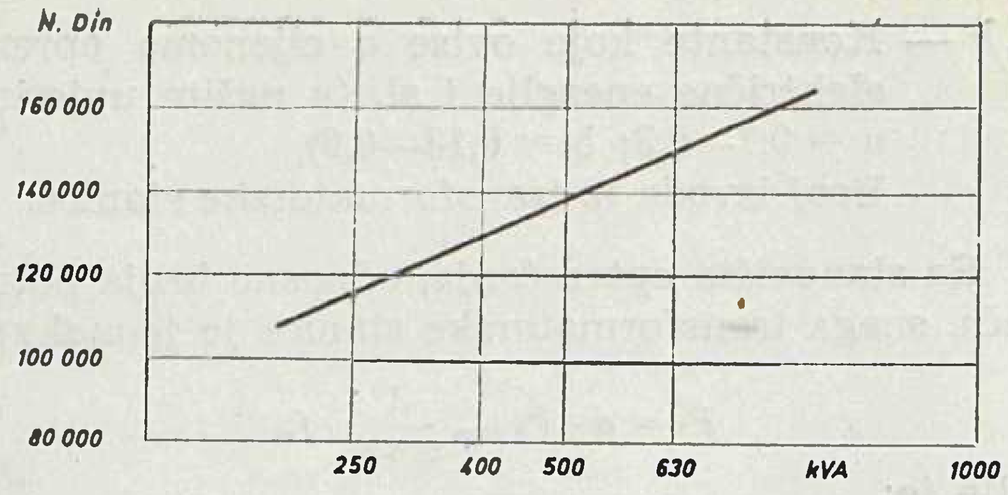
Dužina mreže 10 kV zavisi o broju pojnih (N) tačaka 10/0,4 kV. Tako je dužina L (km) mreže nakon spajanja Δ N pojnih tačaka jednaka:

$$L = L_o + \Delta N \, \Delta L$$

gdje je:

L_o — početna dužina,

ΔL — dužina kabela za jednu pojnu tačku (prosječna).



Sl. 2 Ovisnost cijene transformatorske stanice 10/0,4 kV

Tada je:

$$\Delta L = \frac{L - L_o}{\Delta N} \text{ km, m/TS}$$

ili za konačno stanje:

$$L = \frac{L}{N}$$

Ova veličina označava koliko treba ugraditi kabelske mreže po jednoj transformatorskoj stanici, što u praksi iznosi od 0,3—0,6 km, u ovisnosti o radijusu djelovanja stanice.

Kod urbaniziranog područja, a i kod razvoja mreže, ΔL je manje, što je i razumljivo, zbog gušćeg opterećenja i većeg broja stanica 10/0,4 kV.

Prema iznijetom, ako su troškovi pojne točke T_{Kp}, troškovi pojne mreže T_{Klo}, a niskonaponske mreže T_{kl} ukupni troškovi neke gradske mreže (bez priključaka i javne rasvjete) iznose:

$$T_K = T_{Kp} + T_{K10} + T_{K1} \quad \text{[N. din]}$$

Reducirano na jednu TS 10/0,4 kV troškovi iznose:

$$\frac{T_K}{N} = \frac{T_{Kp}}{N} = \frac{T_{K10}}{N} + \frac{T_{K1}}{N} \quad \text{[N. din/TS]}$$

gdje je:

N — ukupni broj transformatorskih stanica,
m — broj izvoda niskog napona.

Tada su jedinični troškovi jedne stanice:

$$t_k = t_{kr} + C_{k10}\,\Delta L + C_{k1} \cdot m\,\Delta L$$

gdje su:

C_{klo}, C_{kl} — cijena kabela 10 i 1 kV,
$\Delta L, \Delta I$ — dužina kabelske mreže 10 i 1 kV po pojnoj tački 10/0,4 kV.

Troškovi transformatorske stanice gradskog tipa, ovisno o snazi, dani su u dijagramu sl. 2, a troškovi kabelske mreže 10 kV i 1 kV, ovisno o presjeku, u dijagramu sl. 3. Uzmemo za određen slučaj P = 400 kVA, L = 350 m, l = 400 m (uz presjek 150 mm²) dobivamo t_k = 130.000 + 45.500 + 52.000 = 227.000 din. Tada su troškovi pojne tačke 10/0,4 kV za 2,85 puta veći od troškova pojne mreže 10 kV, a za 2,5 puta od mreže niskog napona.

Učešće troškova mreže 10 kV je 20% od ukupnih troškova jedne pojne tačke sa cijelim raspletom i priključkom, što u svakom slučaju opravdava primjenu kabela 10 kV. Što se pak presjeka kabela tiče, kako je već ranije rečeno, u slučajevima napajanja paralelnog, dvostranog ili u međuvezi, treba osigurati stanovitu rezervu, pa je u tom slučaju potrebno odabrati presjek za 1,2 do 2 I_n.

Ostali kriteriji izbora presjeka kabela u kratki spoj, rezerva i ekonomičnost. Određivanje ekonomskog presjeka kabela zavisi o snazi koja se prenosi, cijeni i godišnjim troškovima kabela, kao i cijeni gubitaka električne energije. Općenito, troškove kabela možemo podijeliti na stalne (A_K) i troškove ovisne o presjeku (B_K) prema relaciji:

$$T_K = A_K + B_K S = a_k + b_1 S + b_2 \frac{P_S^2}{S}$$

gdje su:

a_k, b_1, b_2 — konstante ovisne o troškovima kabela, cijeni električne energije i gubicima,
P_S — srednja snaga,
S — presjek kabela.

Uz uvjet:

$$\frac{dT_K}{dS} = 0\,,$$

dobivamo:

$$b_1 = b_2 \frac{PS^2}{S}\,,$$

odnosno:

$$S = P_S \sqrt{\frac{b_2}{b_1}}\,,$$

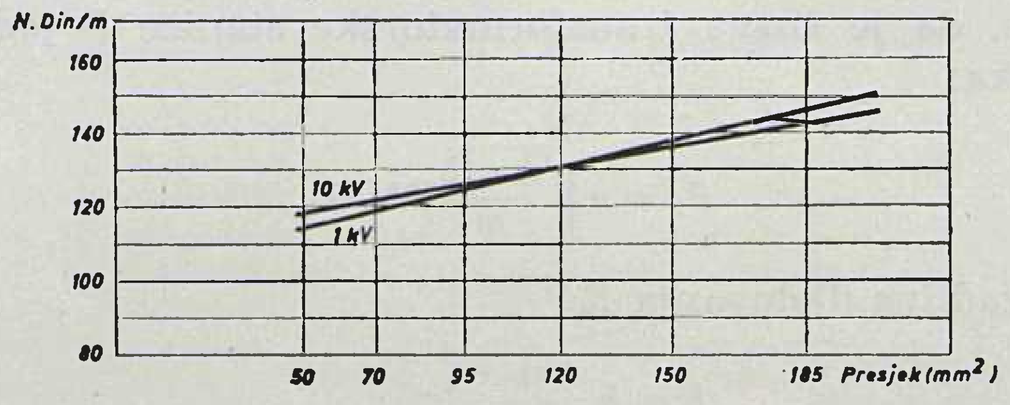
4. Dosadašnji razvoj mreže 10 kV u nekim mjestima

Kako je već ranije istaknuto, u svim se manjim mjestima mreža 10 kV razvijala nakon odvajanja gradske od područne mreže postepenim kabliranjem. Prema već izvršenim razradama, može se dati dužina kabelske mreže po jednoj transformatorskoj stanici za neka mjesta, kao npr.:

Mjesto	ΔL [km/TS]
Sinj	0,37
Makarska	0,54
Trogir	0,60
Hvar (mjesto)	0,42

Odmah se vidi, da se veličina ΔL kreće u naprijed iznijetim granicama. Ovdje se radi o mjestima različitog geografskog oblika, što uvjetuje i različitu dužinu mreža. Neka su mjesta kružnog oblika, a neka izdužena (primorska mjesta).

Bitno je istaknuti i broj i trajanje kvarova na pojedinim mrežama prije i poslije odvajanja od



Sl. 3 Ovisnost cijene kabela 10 kV i 1 kV za razne presjeke (Kabeli su aluminijski, uključeni i građevinski radovi)

područnih mreža. Tako je za pojedine dionice 10 kV srednji broj kvarova mjesečno iznosio od 3—5, dok se odvajanjem gradske od područne mreže umanjio čak na 0,5, što praktično znači, da bi u dva mjeseca nastupio svega 1 kvar. Ove su pojave i razumljive, jer se znatno umanjila dužina mreže 10 kV.

Ovdje treba istaknuti i to, da je razvoj ovih mreža izvršen postepeno, pa se i dalje, radi postojanja dvostranog napajanja, koliko je bilo moguće, ostavila veza između nadzemne i kabelske mreže. Posebno se za mjesto Sinj može dati tabelarni prikaz razvoja gradske mreže s osnovnim parametrima.

Potrebno je napomenuti i to, da se etapni razvoj ove mreže odvijao od potpune nadzemne mreže 10 kV do dvije pojne tačke 30/10 kV sa potpunim kabliranjem gradskog područja.

Na slici 4. je pojednostavljeni prikaz ove mreže, a u tabličnom pregledu, razvoj ove mreže ovisno o etapama.

Godina	Broj TS 10/04 kV		Ukupno		Opterećenje MW	Dužina mreže km	ΔL km/TS
	Distr.	Industr.	broj	MVA			
0	11	1	12	7,3	3	0,76	—
10	16	2	18	10	5,4	3,6	0,2
20	22	4	26	14	7,8	8,3	0,32
30	29	6	35	17,5	10,8	12,9	0,37

Podaci se odnose samo na gradsko područje. Za godinu »0« (nula), jer je u toj godini (1968) mreža skoro potpuno nadzemne izvedbe (svega 0,76 km kabela 10 kV).

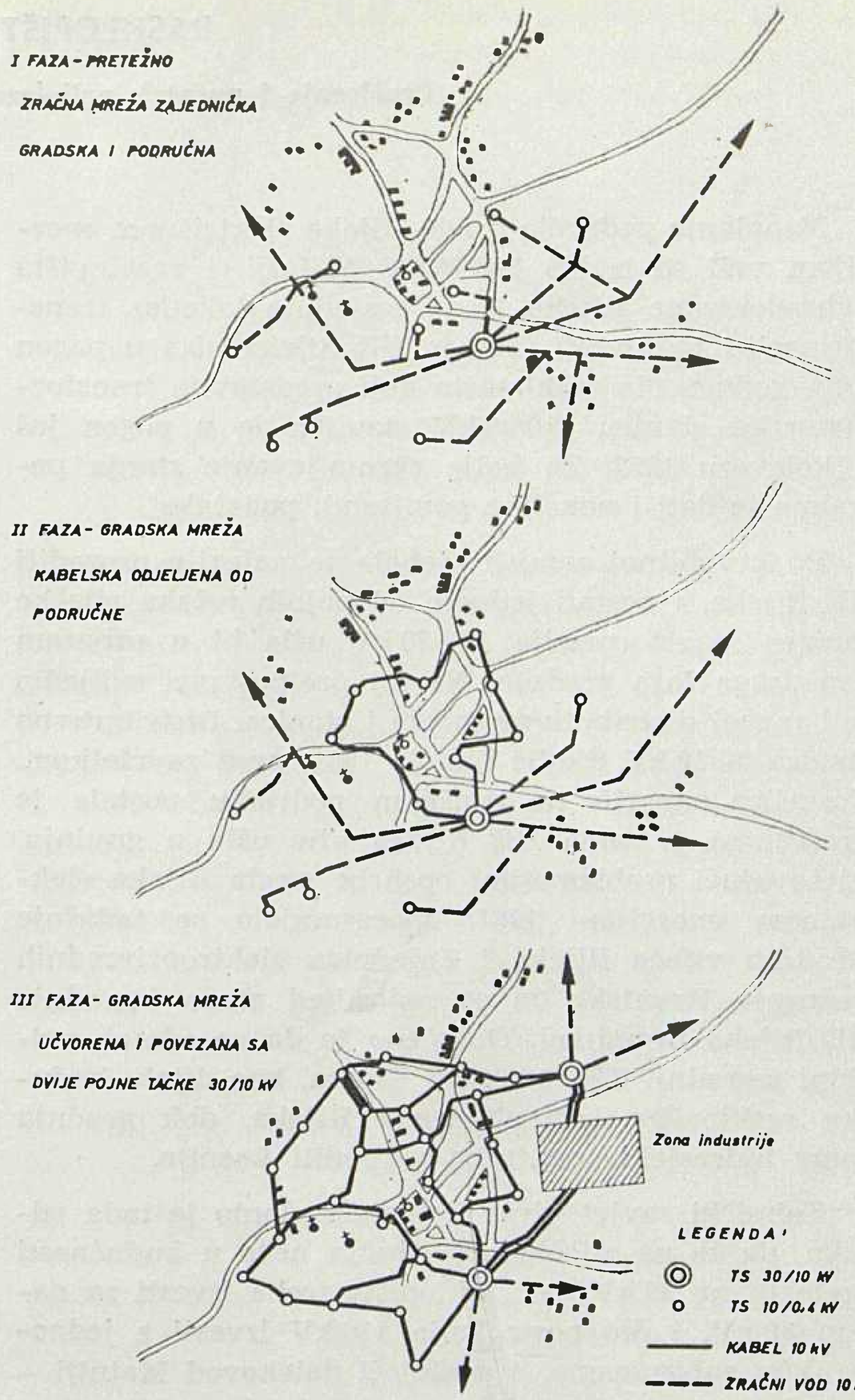
Veličina ΔL je u 10-oj godini manja nego u konačnoj, iako bi se moglo očekivati i obratno.

Međutim, ovdje treba imati u vidu, da se nadzemna mreža postepeno eliminira, pa bi se potpuniji podaci o razvoju mreže mogli dobiti detaljnim praćenjem razvoja. Svakako iz tabelarnog prikaza proizlazi, da uz pretpostavljeni razvoj opterećenja, duljina kabelske mreže nije velika, što još više opravdava ovu izvedbu.

5. Zaključci

Na osnovu iznijetog, a radi pravilnijeg rješavanja mreža 10 kV manjih mjesta, može se zaključiti:

a) Radi veće pogonske sigurnosti potrebno je izvršiti odjeljivanje gradske od područne mreže 10 kV, a posebno tretirati industrijske velepotrošače kojima treba osigurati posebne izvode.
b) Gradska mreža se može kablirati i izgraditi u radijalnoj izvedbi s međuvezama. Ovaj način napajanja ima znatne prednosti, a omogućuje etapnu izgradnju mreže. Međuvezama se osigurava veća rezerva, a ukupni troškovi nisu veliki.



Sl. 4 Pojednostanjeni prikaz etapnog razvoja mreže

c) Duljina kabelske mreže po pojnoj tački 10/0,4 kV iznosi 0,3—0,6 km. Pripadne investicije nisu velike, što još više opravdava način kabliranja ovih mreža.
d) Uz poznavanje podataka o veličini i razvoju mjesta, može se odrediti i etapni razvoj mreže kao i pripadni troškovi. Proračun mreža može se izvršiti na prikladnim modelima uz pomoć računskih strojeva.
e) Dosadašnja iskustva u rješavanju mreža, eliminiranje nadzemnih vodova kao i početne izvedbe, dale su znatne prednosti u povećanju sigurnosti i smanjenju broja kvarova na gradskim mrežama.

Literatura:

1. *Simulation de L'avenir d'une distribution urbanine d'énergie électrique à moyenne tension.* (Revue Générale de L'électricité — Avril 1966).
2. Podaci iz osnovnih rješenja električnih mreža Sinja, Trogira, Makarske i Hvara.

Autor: Šimun Šimundža, dipl. ing.,
»Elektrodalmacija«, Split

RASKLOPIŠTE HE RIJEKA

Proširenje i početak prijelaza sa 30 kV na 35 kV u Rijeci

Napajanje područja grada Rijeke električnom energijom vrši se iz TS 110/35 kV Matulji, i rasklopišta hidroelektrane Rijeka, koje posjeduje također transformaciju 110/30 kV. Iako je HE Rijeka ušla u pogon 1968. godine, dio rasklopišta koji predstavlja transformatorsku stanicu 110/30 kV stavljen je u pogon još u kolovozu 1962. Za bolje razumijevanje stanja potrebno je dati i nekoliko povijesnih podataka

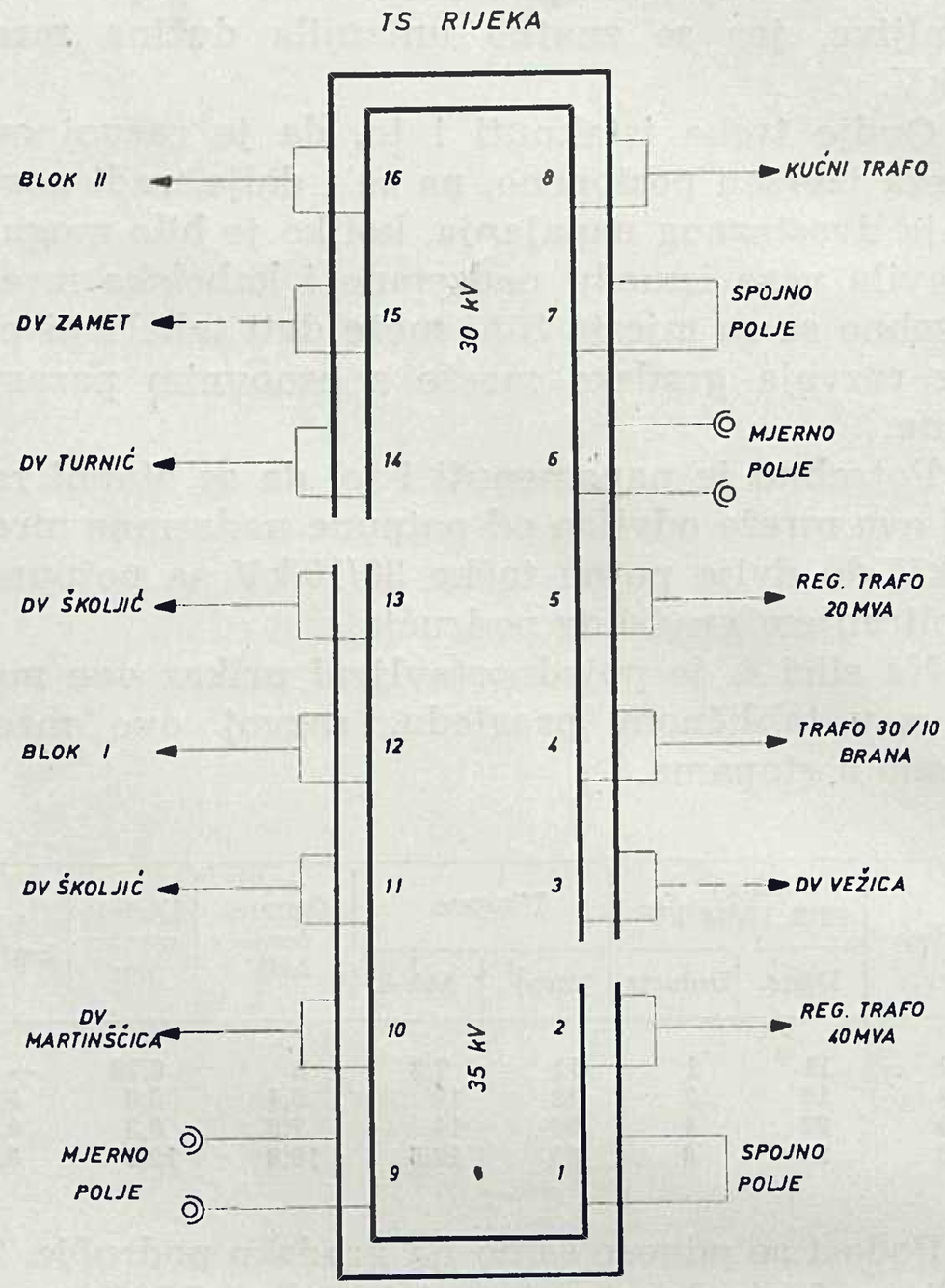
Po prvobitnoj zamisli trebala je najprije proraditi HE Rijeka, i postati jednom od pojnih točaka riječke mreže. Transformacija 110/30 kV ušla bi u program kao druga faza gradnje. Na toj pretpostavci uslijedio je i razvoj distributivne mreže i stanica. Distributivna stanica 30/10 kV Školić bila je 1961. pred završetkom. Nestašica energije na riječkom području postala je kroničnom, a sama HE Rijeka nije ušla u gradnju. Rješavajući problematiku opskrbe grada Rijeke električnom energijom 1961. sporazumjelo se tadašnje Gradsko vijeće Rijeke i Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske da se redoslijed etapa izgradnje HE Rijeka promijeni. Odlučeno je da se odmah pristupi izgradnji TS 110/30 kV Rijeka, kao dijelu budućeg rasklopišta hidroelektrane Rijeka, dok gradnja same hidroelektrane treba uslijediti kasnije.

Tehnički savjet bivše Zajednice donio je tada odluku, da se na riječkom području neće u budućnosti prelaziti na 35 kV, pa rasklopište treba izvesti za napon 30 kV, i dio postrojenja 110 kV izvesti s jednostrukim sabirnicama, a postojeći dalekovod Matulji—Vinodol otvoriti i uvesti kao ulaz i izlaz u transformatorsku stanicu Rijeka. Ovako izvedena TS Rijeka stavljena je u pogon 1962. godine. Budući da novi propisi JUSa nisu napon 30 kV obuhvatili niti uvjetno, bila je 1964. godine donesena odluka o postepenom prijelazu u Hrvatskoj sa 30 na 35 kV. Kako je 1964. godine započela i izgradnja HE Rijeka, sva kasnija oprema nabavljana je tako da se može upotrijebiti i za 35 i za 30—kV, gdje je to bilo moguće. Nove transformatorske stanice na širem području riječke regije građene su i stavljene u pogon sa 35 kV.

U momentu kada se krug napona 35 kV sve više približio području Rijeke, a istovremeno potrebe potrošnje nametnule zahtjev izgradnje novih transformacija neposredno uz Rijeku, trebalo je i na tom području početi rješavati prijelaz sa 30 na 35 kV.

Odluka o započinjanju prijelaza donesena je 1968. godine, u vrijeme kada je HE Rijeka ušla u pogon. Elektroprojekt Zagreb, koji je projektirao u cjelosti objekte HE Rijeke izradio je i projekt prijelaza rasklopišta sa 30 na 35 kV.

Da bi upotpunili sliku, dat ćemo i nekoliko energetskih podataka. Posljednjih desetak godina zapažen je snažan porast potrošnje na riječkom području. Eksponencijalni godišnji prirast potrošnje iznosio je 13,1%, dok je, istovremeno, vršno opterećenje imalo prirast od oko 9,3%. Posljedica je bila očita, tj. potreba da se postavi drugi regulacioni transformator u TS Rijeka.



Sl. 1 Postepeni prijelaz od 30 na 35 kV

Odlučeno je, da se postavi nova jedinica snage 40 MVA, i da upravo tim momentom započne i prijelaz riječkog područja sa 30 na 35 kV.

Pri razradi programa prijelaza sa 30 na 35 kV utvrdilo se da postrojenja nekih područja, kao npr. TS Matulji, nisu u mogućnosti odmah preći na 35 kV, i da prijelaz treba vršiti etapno. Posebno je za HE Rijeka odlučeno da dio postrojenja pređe na 35 kV, dok jedan dio postrojenja treba ostati, do daljenjega, u pogonu sa 30 kV.

Istodobno je postavljen zahtjev da se nađe takvo rješenje, koje će u potpunosti zadržati karakteristike predviđene projektom, ali i na oba naponska nivoa zadržati dosadašnju sigurnost, i omogućiti postepeni prijelaz ovisno o stanju u mreži 30 kV, odnosno 35 kV područja Rijeke.

Prilikom realizacije ovog zahvata postupilo se na slijedeći način: Sabirnice postrojenja 30 kV koje su bile izvedene kao dvosistemske, razdvojile su se u dva dijela. Na strani ulaza u postrojenje, nakon razdvajanja sabirnica izvršeno je zatvaranje dijela odvojenih sabirnica u novi sistem. Dva rezervna vodna polja iskorištena su za mjerno i spojno polje novog sistema 35 kV. Na mjestima otvaranja sabirnica postavljene su pregrade s potpornim izolatorima.

U fazi prijelaza jedna sabirnica je ostala u cjelini na 30 kV, dok se druga obostrano razdvojila i omo-

gućila postepeno preuzimanje pojedinih područja na 35 kV. Kod daljnjeg prijelaza u slijedećim etapama, budući da su pregrade montažne, pomicanjem jedne pregrade omogućit će se postepeni prijelaz drugih dijelova na 35 kV, a pri tom će čitavo vrijeme biti zadržano normalno projektno rješenje postrojenja.

Da bi se ostvarilo opisano rješenje trebalo je izgraditi temelj transformatora, i veze prema uljnoj jami. Nadalje je trebalo na sabirničkom sistemu kompletirati transformatorsko polje, izvesti mjerno i spojno polje 35 kV, izvršiti zamjene pojedine opreme, bilo u ćelijama, bilo na ploči, zatim postaviti i odgovarajuće mjerne instrumente za novo mjerno polje.

Realizacija programa počela je 25. veljače 1969. građevinskim radovima, dok su montažni radovi započeli 25. travnja 1969. Devetnaestog kolovoza 1969. postrojenje 35 kV stavljeno je pod napon. Dva dana kasnije počeo se napajati prvi dio riječkog područja preko kabela u TS Školjić I sa 35 kV. Postepeno do 26. siječnja 1970. sa 35 kV počela se napajati i TS Martinšćica, a na kraju i cijeli TS Školjić. Time je ujedno završena i prva etapa prijelaza riječkog područja sa 30 na 35 kV.

Stavljanjem u pogon transformatorske stanice Pehlin, čija je izgradnja u završnoj fazi, nastavit će se s prijelazom riječkog područja na 35 kV. Iz sheme se vidi da sada jedan agregat HE Rijeka radi odvojeno preko sistema 30 kV, dok drugi na sistem 35 kV.

D. Kirinčić

»D A L E K O V O D«

ELEKTROPRIVREDNO PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE,
PROIZVODNJU, GRADNJU I MONTAŽU

Z A G R E B, PROLETERSKIH BRIGADA 37

PROJEKTIRA
PROIZVODI
GRADI I MONTIRA

Raspolaže uređajem za polaganje podmorskog kabela smještenog na peniši (brod).
Tome pripadaju i pomoćni uređaji za utovar kabela u vagon i pretovar na brod.

IZVODI SVE RADOVE U ZEMLJI I INOZEMSTVU

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET - ZAGREB
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

DODJELJUJE

P L A K E T U

INSTITUTU ZA ELEKTROPRIVREDU
ZAGREB

U ZNAK PRIZNANJA

ZA DOPRINOS RAZVOJU I UNAPREĐENJU
STUDIJA ELEKTROTEHNIKE

U POVODU PEDESET GODIŠNJICE
STUDIJA ELEKTROTEHNIKE U HRVATSKOJ
(1919-1969)

ZAGREB, 21. STUDENOGA 1969. DEKAN Prof. dr ing. STJEPAN POŽAR

RAD INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U 1969.

Osnivači Instituta, tj. elektroprivredna poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije udružena s jedne strane u poslovno udruženje »Udružena elektroprivreda SRH«, a s druge strane u »Udruženje distributivnih poduzeća SRH«, a zatim ostale elektroprivredne organizacije u Jugoslaviji koristile su kapacitete Instituta kako slijedi:

Zajednica jugoslavenske elektroprivrede	6 %
Udružena elektroprivreda SRH, poslovno udruženje	3 %
Udruženje distributivnih poduzeća SRH, poslovno udruženje	5 %
Poduzeća elektroprivrede, razna	48 %
Elektroindustrija	6 %
Ostala privreda	26 %
Fondovi za naučni rad	6 %

Svi radovi Instituta za sve vrste korisnika rađeni su po pojedinačnim ugovorima, na temelju dogovorenog sadržaja rada, cijena i rokova.

Ne postoji dugoročni program studijskih radova, kako kod elektroprivrednih korisnika, tako niti kod Instituta. Većinom se rade samo oni radovi koji korisnika neposredno tište, bilo radi problema stjecanja financijskih sredstava, bilo nekog očiglednog poticaja u proizvodnji. Kod korisnika nema sistematske kratkoročne ni dugoročne politike na modernizaciji proizvodnje, niti postizanja veće ekonomije niti povećanja kvalitete usluga i proizvoda.

Institut, koji je bio osnovan kao organizacija usko povezana suštinski s elektroprivredom u svrhu unapređenja i razvoja te grane, sada je prepušten tržištu, koje zavisi o slučajnosti. Usmjeravanje najboljeg iskorišćivanja zadrova Instituta za potrebe osnivača ne postoji, a niti određena perspektiva razvoja.

Financijski plan je izvršen, stanje zaposlenosti stručnog osoblja, kao i brojno stanje je uglavnom nepromijenjeno prema ranijim godinama.

Sastav osoblja Instituta u %:	
Inženjeri i ostali s visokom školskom spremom	40
Tehničari i ostali sa srednjom školskom spremom	36
Visokokvalificirani i kvalificirani radnici	12
Službenici ostali	12

Krajem godine bile su 886 stalno uposlene osobe i 7 stalnih honorarnih suradnika i to stručnjaka sa fakulteta i penzionera.

Institutom je upravljao Savjet od 15 člana, od kojih je 3 delegirano iz elektroprivrede, te Upravni odbor od 7 članova.

Unatoč svih mogućih neprilika, u Institutu je nastavljen rad na područjima užih specijalnosti koje su se tokom godina razvile i još uvijek su mnoge od njih, po metodama rada i po rezultatima prethodnih razvoja i modernizacije, u korist privrede naše zemlje.

STUDIJ ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA

Raspodjela ukupnog prihoda u parcijalnom sistemu Dalmacije

Naručilac: »Elektroprivreda Dalmacije« — Split
Autor: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Na osnovu principa razrađenih u studiji »*Valorizacija snage i energije elektrana za raspodjelu ukupnog prihoda u elektroenergetskom sistemu*« (Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1967) načinjena je raspodjela ukupnog prihoda u parcijalnom sistemu Dalmacije za 1969. godinu.

Raspodjela je izvršena između hidroelektrane Perući, Split, Kraljevac i Manojlovac, na bazi 30-godišnjih hidroloških podataka. Kritične snage određene su kao prosjeci od sedamdeset dva slučaja, a pored prosječnih troškova goriva određeni su i troškovi goriva za neke određene godine, koje su odgovarale, sa približno 15%, 30%, 50% i 70%, važnosti promatranog hidrološkog perioda.

Opseg: 39 strana.

Korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana u okviru elektroenergetskog sistema Hrvatske

Naručilac: Udružena elektroprivreda SRH, Zagreb
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Ivan *Čauš*, dipl. ing.
Petar *Bodlović*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Određena je optimalna upotreba akumulacionih bazena u elestroenergetskom sistemu Hrvatske u slučaju da je sistem zatvoreni sam u sebi. Metoda za određivanje upotrebe akumulacionih bazena osniva se na metodi izravnanja proizvodnje termoelektrana, koja se koristi da bi se odredile korelacijske veze između varijable (proizvodnja vodama koje se ispuštaju iz akumulacijskih bazena), i triju nezavisnih varijabli (potrebna proizvodnja termoelektrana uz protočno korištenje voda, stanje u akumulacionim bazenima, i dotok u akumulacione bazene). Pomakom korelacione ravnine dolazi se do različitih načina upotrebe akumulacionog bazena, jer se pomakom korelacione ravnine mijenja intenzitet pražnjenja, pa se analizom prilika može odrediti optimalni pomak u elektroenergetskom sistemu. Tako određeni optimalni pomak mjerodavan je za praktičnu upotrebu metode, bilo za planiranje, bilo za analizu već provedene upotrebe akumulacija.

Analiza je provedena za dva konzuma (5500 i 7400 GWh/god) i dva stanja izgradnje.

Opseg: 58 strana i 19 slika.

Korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana uz optimizaciju eksploatacije elektroenergetskog sistema

Naručilac: Fond za studijska istraživanja Instituta
Autor: Juraj *Keglević*, dipl. ing.
Zavrešno u siječnju 1970.

Prikazana je nova metoda određivanja korištenja akumulacionih bazena, kojom se za svaki akumulacioni bazen u sistemu određuje takvo korištenje, koje daje minimalne troškove proizvodnje električne energije u elektroenergetskom sistemu. Metoda se osniva na određivanju prirasta troškova za male promjene korištenja protoka u pojedinoj hidroelektrani. Proporcionalno tim prirastima mijenjaju se veličine korištenih protoka, vodeći računa da potrošena količina vode bude jednaka dotoku. Iterativnim postupkom ukupni troškovi se tako dugo smanjuju, dok ne postanu beznačajni. Treba voditi računa o ograničenjima zbog dotoka, turbina i generatora. Posebno treba pratiti pojavu graničnih stanja u svakom akumulacionom bazenu, jer su zbog konačnog volumena bazena ograničene mogućnosti prebacivanja vode u pojedinim vremenskim intervalima.

Spomenutim, iterativnim postupkom, dolazi se do optimalnog rasporeda proizvodnje svih akumulacionih hidroelektrana u sistemu, ali s pretpostavkom da su protoci unaprijed poznati. Na osnovu tog rasporeda određuju se korelacijske veze (prvog ili višeg stupnja) između korištenog protoka, dotoka, početnog stanja u bazenu i prilika u sistemu, koje služe za praktičnu upotrebu akumulacionih bazena u pogonu (bez pretpostavke o poznatim protocima) ili za energetsku valorizaciju projektirane akumulacione hidroelektrane.

Izrađen je program za proračun po prikazanoj metodi na računskom stroju. Prilikom proračuna uočene su neke mogućnosti poboljšanja metode. Ta poboljšanja unesena su u novi, poboljšani program.

Metoda je ispitana na modelu elektroenergetskog sistema s tri akumulacione hidroelektrane. Izveden je jedan proračun po prvobitnom i dva po poboljšanom programu (za manji i veći broj iteracija). Izvršena je linearna i paraboličkа korelacijska analiza. Analizirane su prilike u modelu sistema za svaku varijantu proračuna.

Usporedbom s postojećim metodama pokazuje se, da nova metoda daje vrlo dobre rezultate.

Opseg: 137 strana, 10 tablica, 26 slika.

Potrebe ugljena za period od 1969—1973. ovisno o hidrološkim prilikama s prijedlogom mjera za dugoročno ugovaranje

Naručilac: Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing i
Dejan *Mandić*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1969.

Elaborat je rađen u zajednici sa »Energoprojektom« iz Beograda, a u njemu se pokušalo naći rješenje za odnose elektroprivreda - rudnik. Najprije su navedene karakteristike rudnika ugljena, zatim međusobni odnosi rudnik - termoelektrana i polazne potrebe za analizu prilika.

Analize prilika u sistemu rađene su za slijedeći redoslijed angažiranja termoelektrana:

1. angažiranje termoelektrana uz donošenje cijene goriva
2. angažiranje termoelektrana prema proporcionalnom dijelu troškova za gorivo i
3. angažiranje termoelektrana prema načinu eksploatacije rudnika i proporcionalnom dijelu troškova za gorivo.

Pored analize prilika za navedena angažiranja termoelektrana i njihove komparacije, u elaboratu je načinjena analiza potrebnih skladišta u rudnicima s jamskom eksploatacijom.

Opseg: 135 strana, 6 slika i 150 tablica.

Metode određivanja moguće proizvodnje hidroelektrana

Prvi dio

Metoda za tačnije određivanje moguće proizvodnje hidroelektrana

Naručilac: Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd
Autori: Prof dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing. i
Ivan *Čauš*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Metoda služi za dugoročno planiranje proizvodnje i za planiranje izgradnje sistema. Za tu svrhu ne treba poznavati tačnu mogućnost proizvodnje, a niti se mogu tačno definirati dnevni dijagrami opterećenja, to više što se mogućnost proizvodnje određuje na osnovu prosječnih dekadnih ili mjesečnih protoka.

Razrađena je metoda za izračunavanje moguće proizvodnje hidroelektrana, koja uzima u obzir osnovne karakteri-

stike promatrane hidroelektrane: stupanj djelovanja agregata, gubitke pada u dovodu i odvodu, i promjene nivoa gornje i donje vode. Ta metoda daje približne rezultate, ali uz znatno manju pogrešku nego kad se računa s konstantnim stupnjem djelovanja i s nekim srednjim padom.

Sve ovisnosti, koje se određuju iz analize promjene stupnja djelovanja, promjene nivoa gornje i donje vode, i promjene gubitaka pada u dovodu i odvodu, dobivaju se u analitičkom obliku, što omogućuje vrlo jednostavne proračune, pogotovo kada se vrše elektroničkim računalima.

Opseg: 31 strana, 12 slika.

Metode određivanja moguće proizvodnje hidroelektrana

Treći dio

Metoda za određivanje korištenja akumulacionih bazena na osnovu izravnanja proizvodnje termoelektrana pomoću korelacijskih veza

Naručilac: Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd
Autori: Prof dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing. i
Juraj *Keglević*, dipl. ing.
Završeno u veljači 1969.

Analize prilika u sistemu pomoću sumarnih krivulja dovode do mogućnosti određivanja takvog korištenja akumulacijskih bazena, koje osigurava što ravnomjerniju proizvodnju termoelektrana. Naravno da je korištenje sumarnih krivulja moguće samo onda, kada se protoci u svim hidroelektranama unaprijed poznaju. Takva analiza dovodi do poznavanja stanja u bazenu (koji kao ekvivalentni akumulacioni bazen zamjenjuje sve akumulacione bazene) na kraju svakog niza mjeseci u dugom nizu godina.

Metoda održavanja s 50% vjerojatnosti (»poželjnih«) stanja u bazenu nije se pokazala sasvim prikladna u onim godinama, u kojima se hidrološke prilike znatno razlikuju od prosječnih.

Novom metodom se, polazeći od izravnanja proizvodnje u termoelektranama, kada se protoci unaprijed poznaju, utvrđuju međusobne korelacijske veze između potrebne proizvodnje u termoelektranama (uz protočno korištenje voda), dotoka u akumulacioni bazen, stanja u akumulacionom bazenu i proizvodnje u akumuliranoj hidroelektrani, kako bi korelacijske veze poslužile kao kriterij za određivanje načina upotrebe akumulacionog bazena.

U studiji je prikazana metoda i rezultati primjene metode na promatrane hidroelektrane, s analizom reperkusija na elektroenergetski sistem.

Opseg: 32 strane i 9 slika.

Metode određivanja moguće proizvodnje hidroelektrana

Četvrti dio

Metode za određivanje korištenja akumulacionih bazena na osnovu optimizacije elektroenergetskog sistema

Naručilac: Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Juraj *Keglević*, dipl. ing.
Petar *Bodlović*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1969.

Metoda se osniva na određivanju prirasta troškova za male promjene korištenih protoka u nekoj hidroelektrani. Proporcionalno tim prirastima mijenjaju se veličine korištenih protoka, s tim da ukupna potrošena količina vode bude jednaka dotoku. Iterativnim postupkom ukupni troškovi se sve više smanjuju, tako dugo dok ne postanu beznačajni. Dolazi se do optimalnog rasporeda proizvodnje svih akumulacionih hidroelektrana u sistemu, ali pod pretpostavkom da su protoci unaprijed poznati. Na osnovu tog rasporeda određuju se korelacijske veze između korištenog protoka, dotoka, početnog stanja u bazenu i prilika u sistemu, koje služe za praktično korištenje akumulacionih bazena u pogonu (bez pretpostavke o poznatim protocima) ili za energetsku valorizaciju projektirane akumulacione hidroelektrane.

Metoda je ispitana na modelu elektroenergetskog sistema s tri akumulacione hidroelektrane.

Opseg: 67 strana, 25 slika.

Metode određivanja moguće proizvodnje hidroelektrana

Peti dio

Usporedba metoda za određivanje korištenja akumulacija

Naručilac: Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd
Autor: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1969.

U ovom dijelu studije »Metode određivanja moguće proizvodnje hidroelektrana« izvršena je komparacija metoda za korištenje akumulacionih hidroelektrana i to: a) korištenje akumulacije prema kriteriju izravnanja protoka tzv. kriterij Jugela, b) korištenje akumulacija prema kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana (Lit. 1. i 2.), c) korištenje akumulacija prema kriteriju maksimalne proizvodnje hidroelektrana koji je opisan u drugom dijelu ove studije, d) korištenje akumulacija koje se osnivaju na izravnanju proizvodnje termoelektrana ali uz korištenje korelacijskih veza; taj je kriterij opisan u trećem dijelu ove studije, e) korištenje akumulacija koje se osnivaju na optimizaciji elektroenergetskog sistema, što je opisano u četvrtom dijelu ove studije, i f) korištenje akumulacija metodom graničnih stanja (Lit. 3).

Svrha je komparacije da ukaže na utjecaj primjene metoda na prilike u elektroenergetskom sistemu.

Opseg: 21 strana, 6 tablica, 3 slike.

Opravdanost povećanja akumulacija za HE Senj i redoslijed izgradnje akumulacionih bazena u slivu rijeke Like

Naručilac: »HE Senj« Senj
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing i
Božo *Udovičić*, dipl. ing.
Završeno u travnju 1969.

Na osnovu podataka o mogućnosti gradnje novih akumulacija u toku rijeke Like, i njihovih energetskoekonomskih veličina, u ovoj studiji je analizirana opravdanost gradnje novih akumulacija i njihov redoslijed izgradnje (Barlete, Bilaj, Bužinica, Divoselo i Tisovac) na osnovu postizanja minimalnih troškova u sistemu uz istu sigurnost opsrkbe potrošača.

Eenergetska vrijednost HE Senj, bez novih akumulacija i sa svakom novom akumulacijom, rađena je uz usporedbu sa izgradnjom nove klasične termoelektrane. Redoslijed izgradnje rađen je tako, da je svaka akumulacija promatrana kao prva, a nakon izbora prve svaka preostala se promatrala kao druga itd.

Opseg: 80 strana i 15 tablica.

Utjecaj načina korištenja akumulacija na energetsku vrijednost akumulacionih hidroelektrana

Naručilac: »Elektroprenos« Sarajevo
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing. i
Božo *Udovičić*, dipl. ing.
Završeno u svibnju 1969.

Budući da energetska vrijednost hidroelektrane ovisi o načinu korištenja akumulacije, u ovom elaboratu je provedena usporedba energetskih vrijednosti triju hidroelektrana: HE Jablanica, HE Mratinje i HE na Trebišnjici (konačna izgradnja) u ovisnosti o načinu korištenja akumulacija.

Promatrani su slijedeći kriteriji korištenja akumulacija:

a) izravnanje protoka prema tzv. kriteriju Jugela
b) izravnanje proizvodnje termoelektrana
c) kriterij maksimalne proizvodnje hidroelektrane
d) izravnanje proizvodnje termoelektrana uz korištenje korelacijskih veza
e) kriterij optimizacije elektroenergetskog sistema i
f) metoda graničnih stanja.

Najbolje rezultate daju kriteriji pod d), e) i f) s obzirom na postizanje minimalnih troškova na sistem.

Opseg: 20 strana.

Program za optimalnu raspodjelu opterećenja na računalu IBM 1130

Naručilac: Udružena elektroprivreda SRH, Zagreb
Autor: Petar *Bodlović*, dipl. ing.
Završeno u srpnju 1969.

Osnovna namjena elaborata je da u što sažetijem obliku dade sve potrebne elemente za korištenje programa za optimalnu raspodjelu opterećenja među elektranama tokom dana. Program je rađen na verziji Fortrana za računalo IBM 1130 za operativnu memoriju od 8 K riječi prema dijagramima toka iz elaborata: »Metoda za određivanje raspodjele opterećenja među elektranama u elektroenergetskom sistemu hidroelektrana i termoelektrana« iz 1968.

Elaborat sadrži uputstva s crtežima za korištenje programa za optimizaciju i pomoćnih programa, liste programa, pomoćnih programa i potprograma, te tok i rezultate jednog testa. Test je rađen za tri hidroelektrane s vrlo različitim osobinama i tri termoelektrane od kojih je jedna imala dva agregata, a jedna simulirala kupnju. Test je trajao 15—20 minuta.

Sadašnji kapacitet programa je 6 ili 12 hidroelektrana, 12 termoelektrana i 48 vremenskih intervala uz ograničenje: broj hidro i termoelektrana x broj intervala — 288. Uz sadašnju veličinu operativne memorije kapacitet se može povećati najmanje za 50% ovisno o mjestu gdje je potrebno povećanje. Sa dvostruko većom operativnom memorijom kapacitet bi se mogao višestruko povećati i adekvatno smanjiti trajanje jedne iteracije.

Opseg: 16 strana, 31 list protokola programa i rezultata testa i 6 slika.

Viškovi i manjkovi električne energije u elektroprivrednom sistemu Dalmacije

Naručilac: »Elektroprivreda Dalmacije« Split
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Božo *Udovičić*, dipl. ing.
Petar *Bodlović*, dipl. ing.
Završeno u kolovozu 1969.

U elaboratu su određeni viškovi i manjkovi snage i energije u elektroenergetskom sistemu Dalmacije polazeći od principa da se obračun između sistema Dalmacije i ostalog sistema vrši na principu, prema kojemu se obračunava energija i snaga između elektroenergetskog sistema i distributivnih poduzeća. To znači, da se posebno obračunava energija i snaga u periodu više tarife, a posebno u periodu niže tarife.

Analize viškova i manjkova po tarifama rađene su za 1972., 1973. i 1975. godinu za različite varijante gradnje novih objekata i za različiti kapacitet konstantnih potrošača. Mogućnosti izvora određene su uz ograničenje korištenja maksimalne snage na određeni broj sati u mjesecu.

Opseg: 61 stranica i 1 slika.

Raspodjela prihoda u elektroenergetskom sistemu Bosne i Hercegovine

Naručilac: »Elektroprenos« — Sarajevo
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Božo *Udovičić*, dipl. ing.
Juraj *Keglević*, dipl. ing.
Završeno u listopadu 1969.

U elaboratu je provedena analiza prilika u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije uzevši u obzir hidrološke pojave u periodu od 1926. do 1955. Korištenje akumulacija određeno je na osnovu kriterija izravnanja proizvodnje uz korelacijske veze. Na toj bazi određene su iskoristive snage hidroelektrana u kritičnom razdoblju i prosječne energetske vrijednosti elektrana u elektroenergetskom sistemu Bosne i Hercegovine uz dvije pretpostavke: prva, manjak snage pokriva se izgradnjom novih termoelektrana i drugi, manjak snage pokriva se povećanjem snage postojećih termoelektrana.

Osim toga određen je dio energetske vrijednosti elektrana koji ovisi o proizvodnji, a prema prilikama u 1968. godini. Kao baza uzet je konzum Bosne i Hercegovine povećan izvozom energije i snage. I za prilike u 1969. godini energetske su vrijednosti određene uz dvije već navedene pretpostavke.

Opseg: 57 strana, 141 tablica, 2 slike.

Varijante izgradnje elektrana za opskrbu Slovenije električnom energijom u 1975. i 1980. godini

Naručilac: »Poslovno udruženje energetike SR Slovenije«, Ljubljana
Autor: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Završeno u listopadu 1969.

Da bi se zadovoljili konzumi u 1975. godini analizirane su prilike u elektroenergetskom sistemu Slovenije za šest varijanti izgradnje novih izvora, a za 1980. godinu za pet varijanti izgradnje novih izvora. Varijante su veoma različite, od samih hidroelektrana, samih klasičnih termoelektrana ili samih nuklearnih, do svih mogućih kombinacija navedenih tipova elektrana.

Za sve varijante izgradnje određena je potrebna proizvodnja svih termoelektrana, njihovo iskorištenje, troškovi goriva u termoelektranama, stalni troškovi novih elektrana, i troškovi promjenjivih i stalnih troškova kroz 15 godina s kamatnom stopom 5,5%. Za sve varijante određena su smanjenja dobave za grupe velikih potrošača uz sigurnost opskrbe od 70%.

Također su analizirani utjecaji povećanja goriva za 10% i povećanja investicija za 20% u predviđenim varijantama izgradnje.

Opseg: 92 strane i 2 slike.

Opskrba električnom energijom aluminijskog kombinata u Crnoj Gori

Naručilac: Elektrocrnagora, Titograd
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing
Božo *Udovičić*, dipl. ing.
Juraj *Keglević*, dipl. ing.
Završeno u studenom 1969.

Da bi se provela analiza prilika u Crnoj Gori s obzirom na utjecaj daljnje izgradnje aluminijskog kombinata, trebala se razraditi metoda za bilanciranje po tarifnim razdobljima i metoda za određivanje viškova i manjkova energije i snage, također po tarifnim razdobljima (prvo poglavlje).

Osim toga, budući da u Crnoj Gori postoje samo akumulacione hidroelektrane, bilo je neophodno analizirati korištenje svih akumulacionih bazena u sistemu Jugoslavije (drugo poglavlje), jer je sigurno da će se akumulacijski bazeni hidroelektrana u Crnoj Gori koristiti, u krajnjoj liniji, prema prilikama u sistemu Jugoslavije.

U trećem i četvrtom poglavlju, na bazi spomenute metode, prikazani su rezultati analize prilika u Crnoj Gori u 1973. ako se pored prve gradi i druga etapa izgradnje kombinata aluminija, i u 1975. godini, ako se pored druge gradi i treća etapa izgradnje aluminijskog kombinata. U svim slučajevima analiza je provedena s obzirom na sistem Jugoslavije i s obzirom na sistem istočnog dijela Jugoslavije, jednom uz pretpostavku da se ne gradi, a drugi put uz pretpostavku da se gradi TE Plevlja.

U elaboratu su navedeni rezultati analize, dok se u dokumentacionim prilozima nalaze detaljni podaci.

Opseg: 180 strana i 13 slika.

STUDIJ PRIJENOSNIH MREŽA

Utjecaj gradnje elektrana na zapadu na jugoslavensku superponiranu mrežu

Naručilac: Udružena elektroprivreda SRH, Poslovno udruženje, Zagreb
Autor: Boris *Markovčić*, dipl. ing.
Završeno u studenom 1969.

U razmatranju opskrbe zapadnog dijela Jugoslavije električnom energijom iz susjednih područja bilo je potrebno utvrditi troškove prijenosa.

Kao potencijalni dobavljači električne energije za zapad dolaze u obzir centar (TE Tuzla, HE na Neretvi) ili istok (TE Obrenovac, HE na Drini) pa je trebalo razmotriti stvarne troškove prijenosa za te dvije varijante.

Polaznoj mreži tj. onoj 220 kV koja je već sagrađena odnosno koja bi se u svakom slučaju gradila, dodavani su vodovi 220 kV i 380 kV i za dane uvjete mreže ispitivane prijenosne mogućnosti svake konfiguracije.

Ispitivanja su vršena na elektroničkom računalu Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu IBM 1130. Da se mogu praviti usporedbe, utvrđene su prijenosne mogućnosti pojedinih konfiguracija pod jednakim graničnim uvjetima mreže (naponi, opterećenja i kut fazora napona prema referentnoj elektrani). S obzirom na sigurnost prijenosa, napajanje zapada mora biti omogućeno u punoj mjeri i onda kada ispadne bilo koji vod. Potrebna rezerva je riješena uz dva alternativna uvjeta:

a) ispadom jednog voda na trasi prijenosa, dok ostali moraju biti u mogućnosti da daju prijenosnu snagu uz određene uvjete,
b) određeni uvjeti vrijede za zdravu mrežu, a rezervno napajanje se u slučaju ispada vrši preko SUDEL-prstena.

Za svaku konfiguraciju izračunate su potrebne investicije za objekte dodane polaznoj mreži. Na temelju tih podataka izrađene su tabelice i dijagrami iz kojih se mogu dobiti specifične investicije i specifični gubici po svakom MW koji se prenosi iznad granične snage polazne mreže.

Opseg: 46 strana, 4 tablice, 15 crteža.

Metodologija izbora vrste, veličine i lokacije kompenzacionih uređaja

Naručilac: Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.
Rađeno zajedno s Elektrotehničkim inštitutom »M. Vidmar« u Ljubljani i Institutom »N. Tesla« u Beogradu.
Autor poglavlja rađenih u Institutu — Zagreb:
Boris *Markovčić*, dipl ing.
Dovršeno u lipnju 1969.

U onom dijelu koji je obrađen u Institutu - Zagreb obuhvaćena su poglavlja o sinhronim kompenzatorima, generatorima kao proizvođačima jalove snage i dana je usporedba kondenzatora, kompenzatora i generatora s obzirom na proizvodnju jalove snage.

Zatim su obrađeni elementi mreže kao potrošači i proizvođači jalove snage, planiranje jalove snage i karakteristični primjeri mreže vezani za problem kompenzacije.

Na kraju je prikazano stanje kompenzacije u Jugoslaviji dobiveno na temelju ankete.

Naročita je pažnja posvećena, u tom dijelu elaborata, usporedbi investicija za 1 MVAr u kondenzatorima, sinhronim kompenzatorima i generatorima za jugoslavenske prilike i za prilike u svijetu.

Opseg: 65 strana, 5 tablica i 28 crteža.

Elektroenergetski čvor Zagreb, TS 380 kV

Naručilac: »Elektroprenos«, Zagreb
Autor: Boris *Markovčić*, dipl. ing.
Rad u toku.

Kao osnovni materijal za rad Komisije za mrežu 380 kV, osnovane pri Elektroprenosu — Zagreb, izrađeno je nekoliko manjih elaborata.

Obrađeno je sadašnje stanje i planirani su novi važniji objekti, varijante lokacije TS 380 kV i elektroenergetske prilike u doglednoj budućnosti na širem području Zagreba. Razmotrene su također, za ovaj slučaj, alternative odnosa transformacije 380/220 kV i 380/110 kV.

Ispitan je utjecaj transformacije na povećanje snaga kratkog spoja na 110 kV i 220 kV, kao i utjecaj buduće nuklearne elektrane.

Zbog razmatranja mogućih lokacija TS 380 kV posebno je istražena lokacija značajnijih objekata u okolici Zagreba (urbanizirana područja, vodotoci, nadzemni vodovi, aerodromi) kao i lokacija budućih objekata (autoput Zagreb — Karlovac, riječna luka Zagreb, dalekovodi, hidroelektrane i sl.).

Rad se nastavlja prema potrebi Komisije.

Proračun kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV SR Hrvatske za godinu 1971.

Naručilac: »Elektroprenos«, Split i Zagreb
Autor: Miroslav *Jung*, dipl ing.
Završeno u ožujku 1969.

Izvršen je proračun kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV SR Hrvatske za konfiguraciju planiranu u 1971. godini. U svakom čvorištu spomenutih mreža proveden je proračun raspodjele struja početnog i trajnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja, po udjelima iz svih grana promatranog čvorišta kod različitih uklopnih stanja mreža. Posljednja se razlikuju po uvrštenju generatora, međusobnoj povezanosti mreža 110 i 220 kV i broju i rasporedu transformatora sa izravno uzemljenim zvjezdištem. Rezultati su prikazani tablično za tri različita uvrštenja generatora, kod dvije različite povezanosti mreža, i uz tri različita stanja uzemljenja zvjezdišta transformatora.

Opseg: 89 strana.

Uzemljenje zvjezdišta mreže 35 kV u Istri

II dio: Mreža oko godine 1975.
Naručilac: »Elektroistra«, Pula
Autori: Miroslav *Jung*, dipl. ing.
Željko *Zlatar*, dipl. ing.
Završeno u lipnju 1969.

U nastavku ranijeg rada, iz rujna 1968., koji se odnosio na današnje stanje navedenih mreža, provedeni su proračuni struja kratkog spoja i izbor i stepenovanje relejne zaštite mreža za konfiguraciju i uklopna stanja, kakvi se očekuju negdje u Istri oko godine 1975.

Opseg: 52 strane.

Uzemljenje zvjezdišta i proračun kratkog spoja u mrežama 10 i 35 kV

Naručilac: »Elektra«, Sisak
Autor: Miroslav *Jung*, dipl. ing.
Elaborat u radu

Izvršena su mjerenja konstanata na tipskim izvedbama nadzemnih i kabelskih vodova nazivnog napona 35 kV. U toku su i pripreme za proračun kratkog spoja na elektroničkom računalu.

Proračun kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV SR Hrvatske, za 1975. godinu (pojačana mreža)

Naručilac: »Elektroprenos«, Split i Zagreb
Autor: Miroslav *Jung*, dipl. ing.
Završeno u srpnju 1969.

Zadatak elaborata je bio proračun najvećih struja koje se mogu pojaviti u pojedinim postrojenjima do godine 1975. Zato je proveden proračun kratkog spoja u mrežama 110, 220 i 380 kV za konfiguraciju planiranu za 1975. uz izvjesna pojačanja koja će se ostvariti tek iza navedene godine. Proračun raspodjele struja početnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja proveden je u svim čvorištima spomenutih mreža po udjelima iz svih grana u svakom čvorištu, i to za uklopno stanje kod punog uvrštenja svih generatora, punu međusobnu povezanost svih navedenih mreža, i izravno uzemljena zvjezdišta svih transformatora u tim mrežama.

Opseg: 13 strana.

Proračun raspodjele struja početnog jednopolnog kratkog spoja duž trase nadzemnih vodova 110 kV

Naručilac: »Elektroprenos«, Zagreb
Autor: Miroslav *Jung*, dipl. ing.
Završeno u prosincu 1969.

Za potrebe projektiranja novih nadzemnih vodova 110 kV Đakovo — Sl. Brod, Đakovo — Osijek II i Đakovo — Vinkovci izvršen je dopunski proračun raspodjele struja početnog jednopolnog kratkog spoja duž trase spomenutih vodova, kako bi se na temelju rezultata ovog elaborata mogli izračunati naponi opasnosti u susjednim TT-linijama. Proračuni su izvršeni za stanje mreža koje se očekuje u godini 1975. Kako se radi o vodovima koji će se graditi paralelno sa već postojećim, proračuni su obuhvatili i istodobne struje u potonjim vodovima.

Opseg: 5 strana, 3 tablice, 3 slike.

Uzemljenje zvjezdišta autotransformatora u TS 220/110 kV i upotreba odvodnika prenapona u tim tačkama

Naručilac: Udružena elektroprivreda SR Hrvatske
Autori: Miroslav *Jung*, dipl ing. i
Ivan *Hrs*, dipl. ing.
Završeno u prosincu 1969.

U studiji je obrađena problematika uzemljenja zvjezdišta i prenaponske zaštite autotransformatora u transformatorskim stanicama 380/220, 220/110 i 380/110 kV.

Uzemljenje zvjezdišta obrađeno je, u prvome redu, sa stanovišta ograničenja struja jednopolnog kratkog spoja u našim mrežama nazivnih napona 110, 220 i 380 kV, pa su zbog toga najprije obrađeni postupci za određivanje nultih nadomjesnih konstanata autotransformatora kao i utjecaji različitih dodatnih impedancija na spomenute konstante. Zatim su mjerenjem utvrđene stvarne nulte konstante naših autotransformatora i pomoću njih razmotrene struje u našim mrežama koje očekujemo u srednjoročnoj budućnosti. Na temelju izvršenih analiza preporuča se kod paralelnog rada dvaju ili više autotransformatora 380/220, 220/110 ili 380/110 kV u jednoj stanici, izravno uzemljiti zvjezdište jednog, a izolirati zvjezdišta ostalih autotransformatora u toj stanici, pri čemu treba paziti, da nulta nadomjesna reaktancija mreže priključene na niženaponskoj strani ne bude veća od neophodnog iznosa. U konkretnim slučajevima preporuča se da se provedu proračuni raspodjele struja kratkog spoja i kontrola koeficijenta uzemljenja.

U drugom dijelu rješavana je prenaponska zaštita transformatorskih stanica 380/220, 380/110 i 220/110 kV, prije svega zaštita autotransformatora u tim stanicama, a zatim i ostalih dijelova postrojenja. Pri tom su posebno analizirane potrebe i mogućnosti zaštite svakog namotaja i nul-točke autotransformatora, pa su za svaki namotaj i za nul-točku dana detaljna rješenja zaštite od prenapona. Osim toga, prikazane su i smjernice za eventualnu dodatnu zaštitu ostalog dijela postrojenja, ovisno o očekivanom nivou prenaponskih smetnji u postrojenju.

Opseg: 54 stranice, 12 tablica, 14 slika.

Problematika i registracija pojava prenapona vanjskog i unutrašnjeg porijekla u prenosnoj mreži Jugoslavije

Naručilac: JUGEL, Beograd
Autori: Dr *B. Kovačević*, dipl. ing., *M. Cvetković*, dipl. ing. (iz Elektrotehničkog instituta »Nikola Tesla«, Beograd), *E. Höfler*, dipl. ing. (Elektroinštitut »Milana Vidmarja«, Ljubljana), *I. Hrs*, dipl. ing. (Institut za elektroprivredu, Zagreb)
Radovi u toku.

U toku 1969. godine vršene su pripreme za opsežna mjerenja brojilima prenapona u mreži 110 kV i 220 kV, koja će započeti u proljeće 1970. U okviru ovih priprema obavljene su korekcije ranije probne konstrukcije brojila (u svrhu povećanja tačnosti mjerenja i pogonske sigurnosti), ispitivanja nove konstrukcije i izrada 30 brojila za ugradnju u 110 kV mrežu (18 kom), odnosno 220 kV mrežu (12 kom). Osim toga tražio se najbolji raspored brojila u mreži kako bi se dobilo što više upotrebljivih rezultata mjerenja.

Prenaponska zaštita mreža 35, 10 i 0,4 kV Elektre - Sisak

Naručilac: »Elektra«, Sisak
Autor: Ivo *Hrs*, dipl. ing.
Radovi u toku

U toku je rješavanje prenaponske zaštite 35 kV, 10 kV i niskonaponske mreže »Elektre« — Sisak. U okviru ovog rješavanja detaljno se razrađuje zaštita svake TS 35/10 kV, i tačaka nehomogenosti u 35 kV vodovima, kao npr. prijelaz zračni vod-kabel i nagla promjena izolacionog nivoa. Posebna je pažnja posvećena optimalnom izboru tipa i konfiguracije uzemljenja stupova 35 kV vodova, za različite slučajeve specifičnog otpora tla i izolacionog nivoa vodova. Također se izrađuju smjernice za izvedbu uzemljivača postrojenja s obzirom na udarne pojave i na propisane napone koraka i dodira.

U mreži 10 kV daju se opća rješenja prenaponske zaštite za tipične 10/0,4 kV stanice, a posebno rješenja uzemljenja kritičnih tačaka u 10 kV i u niskonaponskoj mreži (stanica, uzemljenih stupova, odvodnika i sl.).

Prenaponska zaštita 35 kV kabela Vozčica — Omišalj

Naručilac: »Elektroprimorje«, Rijeka
Autor: Ivo *Hrs*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1969.

Zbog izgradnje aerodroma na Krku postalo je nužno da dio zračnog voda 30 kV Vozčica — Malinska pređe u kabel. Kako su prijelazi zračni vod-kabel u tako loše vodljivim terenima uvijek kritične tačke u vodu s gledišta prenaponske ugroženosti, a osim toga pogonska sigurnost toga kabela treba biti izuzetno visoka (jer se preko njega radijalno napajaju otoci Krk, Cres i Lošinj), bilo je potrebno da se prenaponska zaštita toga kabela posebno prostudira.

Pri rješavanju odgovarajuće zaštite tačke prijelaza zračni vod-kabel, bilo je poteškoća zbog visokog spec. otpora tla na tom mjestu, pa nisu zadovoljila uobičajena rješenja zaštite takvih tačaka nehomogenosti. Zato je na tom mjestu određen specijalni uzemljivač stupa s kabelskom glavom, kako bi se udarni otpor uzemljenja zadržao u podnošljivim granicama. Osim toga pokazalo se da je potrebna i dodatna zaštita iskrištima, s time da su i na uzemljivače stupova s iskrištima postavljeni posebni zahtjevi.

Na kraju je kontrolirana otpornost kabela na direktne udare groma, iznad ili u blizini trase.

Opseg: 27 strana, 6 slika.

Zaštita dalekovoda i postrojenja od direktnih udara groma

Naručilac: JUGEL, Beograd
Autori Ivo *Hrs*, dipl. ing i Boris *Markovčić*, dipl. ing.
Završeno u studenom 1969.

Ova studija predstavlja udio Instituta za elektroprivredu u zajedničkoj studiji triju jugoslavenskih elektroprivrednih instituta pod naslovom »Tehničko-ekonomska analiza primjene gromobrana i zaštitnih užadi za elektroenergetska postrojenja i vodove s ispitivanjima na modelima«.

U studiji su prikazane, sistematizirane i uspoređivane dosadašnje metode i iskustva u obrani dalekovoda i postrojenja od direktnih udara groma. Prikazane su smjernice za zaštitu dalekovoda zaštitnim užetima u raznim zemljama, koje se temelje na laboratorijskim ispitivanjima, ili na dugogodišnjim statističkim praćenjima efikasnosti izvedenih zaštitnih konstrukcija (odnosno zaštitnih kuteva). Također su prikazane, u svijetu primijenjene, metode zaštite rasklopnih postrojenja od direktnih udara groma, sistemom gromobranskih šiljaka ili sistemom zaštitnih užadi.

Opseg: 23 strane i 21 slika.

STUDIJ DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Idejno rješenje električne mreže Vinkovaca

Naručilac: »Elektroslavonija«, Osijek
Autor: Josip *Moser*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Ovo idejno rješenje izrađeno je prema prijedlogu urbanističkog plana Vinkovaca. To je prva studijska analiza potreba konzuma i prvo rješenje mreže Vinkovaca, uopće.

Analizom je pokazano da postojeće TS 35/10 kV Vinkovci I, od 2 × 4 MVA i Vinkovci II od 1 × 4 MVA, neće moći zadovoljiti potrebe grada. Razvoj potrošnje električne energije je takav da sve stanice ne mogu zadovoljiti potrebe već 1970. Radi toga je predviđeno da se pređe na viši nivo napajanja 110 kV, i da se u gradu izgrade još dvije nove TS 35/10 kV, a stanica Vinkovci II proširi na 2 × MVA. Nova TS Vinkovci III 2 × 8 MVA gradit će se odmah, a TS Vinkovci IV nešto kasnije. Isto tako, za potrebe poljoprivrednog kombinata Borinci, u blizini Vinkovaca, ako njegove potrebe budu rasle tako kao što rastu do sada, bit će potrebno izgraditi TS 35/10 kV od 2 × 2 MVA. Njeno povezivanje je obuhvaćeno u 35 kV mrežu Vinkovaca.

U gradu je predviđena kabelska mreža 35 kV s takvom konfiguracijom, da se može sa što manje pogonskih manipulacija osigurati pogonska sigurnost. Mreža 10 kV je predviđena isto tako, za grad kabelska, a u okolnom području, sa zračnim vodovima. Dani su svi potrebni proračuni u dimenzioniranju mreže 35 i 10 kV.

Za perspektivnu mrežu dano je obrazloženje za potrebu uvođenja daljinskog upravljanja i analiza potrebe uzemljenja nul-tačke mreže 35 kV.

Opseg: 75 strana, 14 tablica, 34 slike.

Istraživanje karakteristika potrošnje električne energije

IV dio studije:

Istraživanja u vezi izgradnje novih hidro i termoelektrana

Naručilac: Fond za naučni rad SRH, Zagreb
Autor: Josip *Moser*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Predmet istraživanja u ovoj studiji su zakonitosti koje vladaju u potrošnji električne energije u kućanstvima, i struktura i faktori koji određuju intenzitet i karakter potrošnje. Ova istraživanja provode se u velikim skupinama kućanstava tako, da se obave anketiranja potrošača i izvrše mjerenja u mreži. Obrada ankete obavlja se metodama statističke matematike i teorije vjerojatnosti uz upotrebu elektroničkog računala.

Studija je podijeljena u dva dijela: Prvi, teorijski u kojem su sadržane različite teorijske osnove istraživanja i drugi dio, u kojem se nalaze podaci koji su dobiveni obradom ispitivanja u različitim gradovima naše zemlje.

Opseg: 68 strana, 32 tablice, 17 slika.

Mreža 110 kV za snabdijevanje srednjih i južnodalmatinskih otoka električnom energijom

Naručilac: »Elektroprenos«, Split
Autor: Božidar *Budanko*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1969.

Snabdijevanje električnom energijom srednjih i južnodalmatinskih otoka vrši se od 1956. putem vodova 35 (30) kV iz elektroenergetskog sistema na kopnu.

Nagli razvoj turizma na tom području uvjetovao je studijsku obradu daljnjeg razvoja snabdijevanja električnom energijom ovog područja.

Kao osnova za obradu elaborata služili su dosad izrađeni urbanistički planovi: Lokalni planovi za područje otoka srednjeg Jadrana, koje je izradio Urbanistički zavod kotara Split u suradnji s pojedinim općinama, a završeni su u III mjesecu 1966. g., zatim na osnovu Odluka koje zamjenjuju prostorni regionalni plan, izrađene od raznih urbanističkih zavoda od 1963. do 1967. g., zatim Regionalni plan i Generalni plan (samo za zapadni dio otoka Hvara i Pelješki kanal) u okviru projekta »Južni Jadran«, izrađeni u toku 1967/68.

Rješenje električnog napajanja otoka srednjeg i južnog Jadrana predviđen je s osnovnom mrežom 110 kV koja se uklapa u elektroenergetski sistem kopnenog zaleđa.

Predviđa se izgradnja 110 kV prstena Zakučac — otok Brač — otok Hvar — otok Korčula — Pelješac — Opuzen, i novih TS 110 kV Brač, Hvar i Korčula. Otoci Vis i Šolta, eventualno, Lastovo i Mljet napajat će se podmorskim kabelima 35 kV iz osnovne mreže 110 kV, dok će se manji otoci Veliki i Mali Drvenik, Biševo i Šipan napajati preko mreže 10 kV.

Opseg: 91 strana, 79 tablica, 77 slika.

Osnovno rješenje električne mreže grada Tuzle

Naručilac: »Elektro-Tuzla«, Tuzla
Autor: Dragan *Borojević*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1969.

Ovo je drugi puta da se u Institutu za elektroprivredu razrađuje mreža grada Tuzle. Prvi puta je to učinjeno 1958. i 1959.

Izradu novog rješenja je iziskivala pojava novih momenata u razvoju grada Tuzle, u prvom redu novog plana urbanističkog razvoja koji predviđa porast broja stanovnika u odnosu na ranije planove.

U prvom poglavlju elaborata je provedena analiza dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja mreže i konzuma, kod čega je posebno i detaljno analiziran konzum u domaćinstvu. Postojeće stanje se odnosi na 1967. godinu u kojoj je, na području grada, zabilježena ukupna potrošnja od oko 46 GWh i procijenjeno ukupno opterećenje od oko 12 MW.

U drugom poglavlju je izvršena prognoza konzuma i razrada energetskih podloga koje sadrže podatke o veličini i rasporedu očekivanog konzuma i čine osnovu za planiranje buduće električne mreže. Ukupni konzum grada za konačno stanje je prognoziran sa oko 214 GWh i oko 51 MW.

U trećem poglavlju je dano rješenje perspektivne gradske mreže. Pored postojećih veza na nivou 35 kV od Te Tuzla do TS Tuzla I, predviđa se i napajanje grada na nivou 110 kV.

Pored materije dane u prethodnim poglavljima, na kraju je priložen proračun snaga kratkog spoja uz komentar, i aproksimativni troškovnik koji odgovara konačnom opsegu planirane električne mreže grada Tuzle.

Opseg: 106 strana, 48 tablica, 43 slike.

Idejno rješenje električne mreže Baranje

Naručilac: Elektroslavonija«, Osijek
Autor: Josip *Moser*, dipl. ing.
Završeno u svibnju 1969.

Idejno rješenje mreže Baranje je drugo rješenje koje se radi za ovo područje. Prvo rješenje je izrađeno 1953. g. u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu. Međutim, snaga planirana kao potrebna 1985. dostignuta je već sada. Radi toga, kao i radi prijelaza na napajanje na višem naponskom nivou bilo je potrebno ponovno izraditi ovo idejno rješenje.

Analizama je pokazano da se Baranja vrlo brzo razvija i potrošnja električne energije veoma raste. Već sada se maksimalno koriste svi kapaciteti prijenosa i transformacije, a kako se i sadašnja glavna pojna tačka TS 35/10 kV Osijek Centar mora rasteretiti potrebno je napajanje Baranje riješiti drugačije.

Pokazano je da se mora preći na napajanje preko 110 kV napona i da je potrebno izgraditi TS 110/35/10 kV Beli Manastir, a u kasnijoj perspektivi i TS 110/35 kV Darda. Osim toga je potrebno izgraditi tri nove TS 35/10 kV Bolman, Batina i Kozjak. Tako će u perspektivi u Baranji biti osam TS 35/10 kV.

Mreža 35 kV formirana je tako da omogući maksimalnu elastičnost u pogonu, 100%-tnu pogonsku sigurnost napajanja. Radi toga je i prikazan veći broj rezervnih veza.

Mreža 10 kV prikazana je tako, da se do maksimuma iskoristi postojeća mreža čiji su pravci uglavnom dobro definirani dosadašnjim razvojem.

Za perspektivnu mrežu je dato obrazloženje potrebe uvođenja daljinskog upravljanja i analize potreba uzemljenja nultačke mreže 35 kV, te način kompenzacije jalovih snaga u mreži.

Opseg: 85 stranica, 19 tablica, 38 slika.

Snabdijevanje područja Senja i otoka Raba električnom energijom

Naručilac: »Elektroprimorje«, Rijeka
Autor: Nikola *Vagić*, dipl. ing.
Završeno u lipnju 1969.

U Institutu za elektroprivredu — Zagreb ova su se područja razrađivala u elaboratima »Osnovno rješenje elektrifikacije Kvarnerskih otoka« (1955. g.) i »Osnovno rješenje 35 (30) kV mreže Hrvatske« (1962).

U posljednjih 8 godina konzum je rastao progresivno, u snazi sa oko 16,6%/god. i u energiji sa oko 20,4%/god., pa je u 1968. g. dosegao iznose od oko 3600 kVA i oko 12600 MWh/god.

U »Odluci koja zamjenjuje regionalni plan obalnog područja općine Senj« i »Odluci koja zamjenjuje regionalni plan obalnog područja općine Rab« (Urbanistički institut, Rijeka, 1966. g.) za predvidivi obim izgradnje oko 2000. g. planiraju se naselja za rad i smještaj oko 37 000 stanovnika i izgradnju turističko-ugostiteljskih objekata za smještaj oko 34 000 turista.

U ovoj razradi, perspektivne elektroenergetske potrebe ovog područja procijenjene su za kraj stoljeća na iznose: od oko 35 MW i oko 130 GWh/g uz progresivan rast u snazi za oko 7,4%/god. i u energiji za oko 7,6%/god.

Na području Senja i otoka Goli predviđa se konzum od oko 15 MW i oko 40 GWh/g, a na području Jablanca i otoka Rara oko 20 MW i oko 60 GWh/g.

U predloženom rješenju mreže konzum na senjskom području orijentiran je na pojnu TS 110/35 kV Senj i područne TS 35/10 kV u Senju, Jurjevu, Lukovu i Golom. Konzum na području Raba i Jablanca orijentiran je na predviđenu pojnu TS 110/35 kV Jablanac i područne TS 35/10 kV kod Jablanca u sklopu TS 110/35/10 kV Jablanac, na području Lopara, Kampora, Raba i Banjola.

Za rješenje mreže razrađena je predviđena dinamika razvoja, izračunani su aproksimativni troškovi izgradnje i definirane naponske prilike.

Opseg: 35 strana, 22 tablice i 44 slike.

Idejno rješenje električne mreže na području medicinskog centra u Bjelovaru

Naručilac: »Tehnogradnja«, Bjelovar
Autor: Dragan *Borojević*, dipl. ing.
Završeno u prosincu 1969.

Ovo rješenje prethodi razradi kompletne mreže grada Bjelovara, ali će se ono vjerojatno uklopiti u njega, jer Medicinski centar predstavlja zaokruženu cjelinu, koja se, s obzirom na karakter i veličinu konzuma, može odvojeno riješiti.

Kao podloga za rad je služila urbanistička razrada koja sadrži plan razmještaja postojećih i novoplaniranih objekata s naznakom namjene, i podaci o elektroenergetskim potrebama objekata koji su dobiveni na osnovu provedenih mjerenja za postojeće objekte i na osnovu instalacija za nove objekte.

U razradi je najprije dan osvrt na urbanističke podloge i njihov sadržaj. Obrada energetskih podloga sadrži osvrt na postojeće napajanje objekata električnom energijom, analizu podataka dobivenih mjerenjem u mreži, i prognozu budućih elektroenergetskih potreba ovog područja.

Za idejno rješenje budućeg napajanja područja električnom energijom provedeni su proračuni raspodjele opterećenja i pada napona u mreži niskog napona za razne pogonske slučajeve, i orijentacioni troškovi izgradnje predviđene električne mreže.

Opseg: 9 strana i 11 slika.

STUDIJ EKONOMIKE ELEKTROPRIVREDE

Primjena i uvođenje elektronskih računskih strojeva u elektrodistributivnim poduzećima SR Hrvatske

Naručilac: Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske
Autori: Boris *Tilić*, dipl. ing. i Petar *Bodlović*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Obrađena je problematika pristupa uvođenju i primjeni elektronske obrade podataka, provođenja pretpripremnih istražnih radova i istraživanja osnove za primjenu u elektrodistributivnim poduzećima.

Mogućnosti primjene elektronske obrade podataka su veoma široke pa na tom području postoje velika iskustva u elektroprivrednim organizacijama. Na temelju promatranja i analiziranja iskustava elektroprivrednih poduzeća u Austriji, Zapadnoj Njemačkoj i Velikoj Britaniji izneseni su podaci o područjima primjene, kao i o utjecaju kojega ona ima na organizaciju poslovanja u poduzećima i na razvijanje uže suradnje između poduzeća u postavljanju sistema rada i odvijanju elektronske obrade podataka. Korištenjem

tih iskustava postavljen je logičan cilj definiranja poslovne politike poduzeća na uvođenju integralne obrade podataka.

S obzirom na uvođenje integralne obrade podataka razmotrena je mogućnost korištenja elektronskih računskih sistema, i način njihovih eksploatacija (osnivanje vlastitih ili korištenje zajedničkih, odnosno tuđih elektronskih računskih centara). U vezi s time prikazano je funkcioniranje pojedinih elektronskih računskih sistema, koji se pojavljuju na jugoslavenskom tržištu.

U elaboratu je prikazan i sistem obrazovanja kadrova za rukovanje elektronskim računalom, način provođenja izbora podesnih dobavljača elektronskih računskih sistema, organizacija službe za elektronsku obradu podataka i problemi prostornog planiranja.

Na temelju obrađene materije rezimiran je način usmjeravanja rada na uvođenju i primjeni elektronske obrade podataka u poduzećima.

Opseg: 281 strana.

Metodologija operativnih istraživanja i analiza gubitaka električne energije u distributivnoj mreži

Naručilac: Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske
Autor: Boris *Tilić*, dipl. ing.
Završeno u rujnu 1969.

Problematika gubitaka električne energije u elektrodistributivnim mrežama je obrađena sa stanovišta uzroka i mjesta nastajanja. Analizirana je pojava gubitaka električne energije u svakom pojedinom elementu elektroenergetske mreže, kao i način njihovog izračunavanja.

Za provođenje analiza i izračunavanje gubitaka električne energije obrađen je sistem primjene računske - mjerne metode. U elaboratu su razrađene podloge u obliku tabličnih prikaza i dijagrama koji elaboratu daju karakter priručnika. Posebnu ulogu u tome ima razrađena sistematizacija evidentiranja podataka za praktično provođenje sistematskih analiza.

Obrađeni računski primjer analize gubitaka električne energije na području transformatorskih stanica 35/10 kV ukazuje na važnost pristupanja sistematskom praćenju gubitaka, to više što su u promatranim slučajevima gubici električne energije imali intenzitet od preko 30%, a gubici snage još i više.

U elaboratu je posebno ukazano na pogodnosti koje pruža elektronska obrada podataka za sistematsko praćenje.

U elaboratu se ukazuje i predlaže program potrebnih mjera i postupaka koje bi trebalo provesti u poduzećima da bi se mogli optimirati gubici električne energije.

Opseg: 280 strana i 59 tablica.

Primjena i uvođenje obrade podataka na elektronskim strojevima u elektroprivrednim poduzećima Udružene elektroprivrede SR Hrvatske

Naručilac: Poslovno udruženje »Udružena elektroprivreda SR Hrvatske«
Autori: Boris *Tilić*, dipl. ing. i Petar *Bodlović*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Uvođenje i primjena elektronske obrade podataka predstavlja složeni i dugotrajni posao, koji zahvaća poduzeće kao cjelinu. Zato rezultati i efekti primjene ovise o nizu predradnji, pa je u elaboratu obrađena ta problematika. Razlikuju se tri osnovne faze: pretpripremeni istražni radovi, donošenje odgovarajuće odluke i pripremni radovi.

Donošenju odluke o uvođenju elektronske obrade podataka prethodi definiranje ciljeva poslovne politike poduzeća i definiranje problema koji se želi rješavati pomoću elektronskog računskog sistema. Bez mogućnosti ulaženja u detaljno obrazlaganje svakog područja primjene, zbog vremena i prostora, prikazani su poslovi koji se i u raznim elektroprivrednim poduzećima SAD, Zapadne Njemačke, Velike Britanije, Italije i Austrije obrađuju, kao i koncepcija o daljnjem razvoju. Posebno je prikazan osvrt na pojedine implikacije na organizaciju poslovanja i poslovne odnose koje za sobom povlači primjena elektronske obrade podataka, kao i mogućnosti što ih ona pruža poduzećima za proširivanje poslovnih saznanja.

Uz obradu elektroničkih računala IBM System/360, English Electric — System 4 i IBM 1130, obrađeno je pitanje načina izbora podesnih uređaja i dobavljača, i problemi planiranja prostora i obrazovanja kadrova, te postavljanja organizacije elektronskog računskog centra.

Razne mogućnosti rješavanja načina upotrebe elektroničkih računala zahtijevale su i sagledavanje visine potrebnih investicija i godišnjih troškova, za koje je razrađen i prijedlog načina sufinanciranja u stvaranje zajedničkih elektronskih računskih centara, jednog od najvažnijih regulativa za izbor optimalne varijante rješavanja tog problema.

Opseg: 281 strana.

Analiza uvjeta financiranja proširene reprodukcije u djelatnosti razvoda i distribucije električne energije

Naručilac: Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske
Autori, Božidar *Filipović*, dipl. ing. i
Boris *Tilić*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1969.

Na osnovu definiranih energetskih bilanci i investicionih planova razvoja opskrbe djelatnosti elektrodistributivnih poduzeća SR Hrvatske od 1966. do 1975. godine proanalizirane su mogućnosti i uvjeti financiranja investicija proširene reprodukcije.

Udio samofinanciranja izračunat je u nekoliko alternativa i varijanti uvažujući tehničku i ubrzanu amortizaciju. Promotreni su i ocijenjeni uvjeti vanjskog kreditnog financiranja investicija, i predviđene mogućnosti i načini sudjelovanja potrošača u sufinanciranju investicija proširene reprodukcije.

Izračunate su specifične investicije glavnih kategorija potrošača kao osnova za iznalaženje individualnih udjela potrošača u investicijama proširene reprodukcije promatranog privrednog rasta. Za sve odabrane kombinacije financiranja ocijenjene su vrijednosti elektrodistributivnog bruto produkta i prosječne prodajne cijene električne energije u razvojnom razdoblju do 1975. godine.

Opseg: 175 strana, 65 tablica, 3 slike.

Istraživanje korelacije između razvoja pojedinih grana industrije i razvoja elektroprivrede

Naručilac: Republički fond za naučni rad SR Hrvatske
Autori: Boris *Tilić*, dipl. ing., Božidar *Filipović*, dipl. ing. i drugi
Radovi u toku

Istraživanja obuhvaćaju izbor metodologije za utvrđivanje karakteristika potrošnje električne energije i njezine ovisnosti o karakteristikama tehnološkog procesa odabranih grana djelatnosti.

Na osnovu rezultata istraživanja ispitat će se i definirati korelacija između industrijske proizvodnje, i za tu proizvodnju potrebnih elektroenergetskih kapaciteta.

STUDIJ OPĆE ENERGETIKE

Projekcija dugoročnog razvoja energetike SR Hrvatske — metodologija

Naručilac: Republički zavod za planiranje SR Hrvatske
Autor: Ivo *Jamnicki,* dipl. ing.
Završeno u ožujku 1969.

Studija obrađuje metodologiju po kojoj bi se trebao utvrditi optimalni dugoročni razvoj energetike SR Hrvatske. Ta metodologija, koja spada u grupu regionalnih sektorskih analiza, pretpostavlja s društveno-ekonomskog gledišta sasvim novu koncepciju, a unosi i brojne tehničko-energetske inovacije. Zato se ona razlikuje od drugih metodologija upotrebljavanih kod nas i u svijetu. Iznesena metodologija osim za energetiku, može se primijeniti i za utvrđivanje optimalnog razvoja bilo koje djelatnosti, bilo koje veće prostorne regije.

Od društveno-ekonomskih značajki najvažniji je izbor stvaranja narodnog dohotka regije u cjelini, umjesto uobičajenih troškova konačnih potrošača za kriterij pri optimalizaciji energetskog razvoja. Zatim utvrđivanje utjecaja domaće industrije strojeva i građevinarstva na energetski razvoj, i računanje s usporedbenim deviznim tečajem dinara ovisno o stvaranju narodnog dohotka s uvezenim energetskim nosiocem.

Novost je uvođenje humanih i etičkih faktora u ekonometričko utvrđivanje optimuma. Od tehničko-energetskih noviteta ističu se: izbor razvoja korisne toplinske, mehaničke i valne energije na osnovu utvrđivanja korelacijskih odnosa potroška energije i društvenog razvoja, i izdvajanja parnih i toplovodnih kotlova iz industrije i ostalih konačnih potrošača energije, i njihovo uključivanje u grupu proizvođača sekundarne energije.

U studiji se navode i matematske formulacije za kvantitativne račune utvrđivanja optimuma.

Opseg: 137 strana.

Osnove utvrđivanja vrijednosti elektrike u energetskoj strukturi

Naručilac: Stalni sekretarijat savjetovanja ekonomista elektroprivrede Jugoslavije
Autor: Ivo *Jamnicki,* dipl. ing.
Završeno u rujnu 1969.

Ova studija daje osnove i principe po kojima se utvrđuje upotrebna i društveno-ekonomska vrijednost elektrike u energetskoj strukturi proizvodnje teritorijalne regije, i vrijednost i tržna cijena elektrike pri kojoj se postiže društveno -optimalna dobava za promatranu regiju. Izlaganja imaju, stoga, primarno makro-ekonomski karakter, značajan za dugoročno usmjeravanje energetskog razvoja prema optimumu.

U studiji se dolazi do zaključka da društveno optimalna cijena elektrike leži između inozemnih paritetnih cijena i cijena koje se dobivaju iz troškova u koje su uneseni i iznosi za osiguranje potrebnog rasta dobave (tj. za proširenu reprodukciju) u njihovoj cijeloj visni.

Opseg: 15 strana.

STUDIJ TERMOENERGETSKIH SISTEMA

Toplinska i materijalna bilanca kompleksa postrojenja »amonijak« u INI — TPP Kutina

Naručilac: INA — Tvornica petrokemijskih proizvoda Kutina
Autori: Ekipa za pogonska mjerenja RJ VI (za mjerenja) — Duško *Čorak,* dipl. ing. za teoretsku obradu
Završeno u prosincu 1969.

Radi utvrđivanja pokazatelja kvaliteta i suvremenosti postrojenja za dobivanje amonijaka, i dobijanja osnova za optimalno vođenje pogona, izvršeno je kompleksno ispitivanje kojim su obuhvaćeni svi tokovi goriva i sirovina uz sva tehnička i kemijska zbivanja.

Elaboratom je obuhvaćena razrada rezultata ispitivanja koji su poslužili kao osnova za postavljanje toplinske i materijalne bilance, i izrađeni odgovarajući energetski pokazatelji.

Opseg: 120 strana, 5 slika i dijagrama.

Varijacije opterećenja uz dnevna obustavljanja u TE Jertovec

Naručilac: Elektroprivreda, Zagreb
Autori: Kolektiv studijske grupe
Završeno u veljači 1969.

Radi utvrđivanja sposobnosti kompleksa TE Jertovac za svakodnevno kompletno obustavljanje, vršena su ispitivanja kotlova, cjevovoda, napojnog sistema i turbopostrojenja pri upuštanju, pogonu i isključivanju.

Periodi od upuštanja do ponovne obustave turboagregata iznosili su od 3 do 5 sati.

Izvršena mjerenja, dopunjena opažanjima, daju uvid u termička naprezanja glavnih dijelova postrojenja i primjenljivosti ovih zaključaka za postrojenja klasične izvedbe.

Opseg: 30 strana.

Tehničko-ekonomske osnove preorijentacije pogona u TE Jertovec

Naručilac: Elektroprivreda, Zagreb
Autori: Kolektiv studijske grupe
Završeno u veljači 1969.

Za pokrivanje potreba električne energije potrebno je u prvom redu iskoristiti one kapacitete koji proizvode električnu energiju pod najpovoljnijim uvjetima. To su u prvom redu hidroelektrane protočnog tipa, dok se ostatak podmiruje iz termoelektrana i akumulacionih hidroelektrana.

Pod izvjesnim uvjetima pojavljuje se potreba da termoelektrane podmiruju varijabilni dio potreba za električnom energijom, tj. da se sa svojim opterećenjem prilagođuje promjenama u potrošnji električne energije.

U navedenom elaboratu razrađene su mogućnosti prilagođenja TE Jertovec uvjetima variranja i izvjesne preorijentacije pogona radi proizvodnje jalove energije.

U cilju utvrđivanja individualnih osobina postrojenja i sposobnosti da se podvrgnu posebnim napregnutim uvjetima pri novom režimu rada tokom varijacija, vršena su oprečna isp'tivanja i promatranja u periodima obustavljanja i upuštanja, a naročito u vezi s potrošnjom napojne vode i tehničkim naprezanjima postrojenja.

Posebna pažnja je posvećena potrošnji topline, odnosno troškovima rada, jer su ovi troškovi ujedno i pokazatelji pod kakvim režimima će elektrana raditi u danim uvjetima.

Opseg: 170 strana, 20 slika i dijagrama.

Ekonomija elektrana

Naručilac: Fond za naučni rad
Autori: Jakob *Lucati*, dipl. ing.
Zdenko *Selanec*, dipl. ing.
Završeno u veljači 1969.

Studija ima dva dijela i to:

1. Problem racionalnog korištenja goriva i topline
2. Određivanje energetsko-ekonomskih karakteristika termoelektrana

U prvom dijelu je obrađena toplinsko-energetska ekonomija u nas u obliku opće energetske problematike, a posebno unapređenje ekonomije goriva i topline u elektroprivredi i industriji.

U drugom dijelu je prikazana nova metoda utvrđivanja energetsko-ekonomskih karakteristika termoelektrana, pomoću kojih se može optimirati pogon termoelektrana, vršiti brza bilanciranja i kontrola rada pogona. U ovoj studiji dane osnove bilanciranja mogu služiti i kao elementi za programiranje na procesnom računalu.

Opseg: 110 strana, 20 slika i dijagrama .

Kompleksna energetska bilanca i karakteristike potroška topline u TE-TO Zagreb

Naručilac: Termoelektrana - Toplana Zagreb
Autori: Stjepan *Ivančić*, dipl. ing.
Zdenko *Selanec*, dipl. ing. i mjerna ekipa
Završeno u srpnju 1969.

Radi dobivanja pouzdanih podataka o mogućnostima variranja opterećenja na toplinskom i električnom konzumu, kao i radi poduzimanja odgovarajućih mjera za racionalno korištenje goriva, povjeren je Institutu zadatak da putem mjerenja, analiza i proračuna izradi osnovu za kompleksno bilanciranje.

Ovaj rad izrađen je u dva dijela od kojih je prvi dio kompleksna energetska bilanca i karakteristika potroška izrađena na bazi oprečnih mjerenja i ispitivanja, a drugi dio je obrada karakterističnih režima i njihov dijagramski i brojčani pokazatelj ekonomije.

Mjerenjima je obuhvaćeno 14 karakterističnih režima, iz kojih je obračunski i interpolacijama definirano cjelokupno područje u kojem se može pogon odvijati. Izrađen je niz dijagrama o ovisnosti utjecajnih faktora koji imaju utjecaj na konačni ishod. Pomoću ovih, tehničko rukovodstvo TE-TO, može na jednostavan način unaprijed, za svaki režim utvrditi ekonomske i tehničke pokazatelje.

Opseg: 265 strana, 70 slika i dijagrama.

Primopredajno ispitivanje zračnog kompresora

Razni naručioci
Autori: Kolegij studijske grupe

Ispitivanja su vršena radi provjeravanja garancija što su ih dali isporučioci, a koje se odnose na dobavnu količinu i utrošenu električnu energiju. Vršena su i ispitivanja da bi se utvrdio nivo buke u samoj kompresorskoj stanici i oko zgrade kompresornice, i to uz razne kombinacije rada pojedinih kompresora. Isto tako je vršena kontrola vibracija raznih kompresora i temelja kompresora.

Opseg: 60 strana, 8 slika i dijagrama.

Ispitivanje kotlova i turboagregata

Razni naručioci
Autori: Kolegij studijske grupe

Po narudžbi raznih industrijskih poduzeća, elektrana i proizvođača izvršen je niz primopredajnih, tipskih i eksploatacijskih ispitivanja kotlova i turboagregata. Svrha ovih ispitivanja je bila provjeravanje garancija što su ih dali isporučioci opreme, dobivanje osnova za otklanjanje manjkavosti i poboljšanje pogona i optimizacije.

Razni radovi

Na zahtjev raznih industrijskih poduzeća i tvornica obavljala su se razna ispitivanja i intervencije na industrijskim postrojenjima radi poboljšanja rada i uklanjanja manjkavosti, i ukazivala pomoć kod rješavanja raznih energetskih problema i zadataka.

U okviru ovih radova obavljeno je:

- baždarenje i kontrola protočnih instrumenata za vodu, paru, plinove itd.
- kontrola koncentracije vodika kao rashladnog sredstva
- ispitivanja korisnog djelovanja pri loženju mazutom pomoću utvrđivanja sadržaja SO_3, odnosno direktnog utvrđivanja pomoću korozivne sonde
- ispitivanje rashladnih tornjeva
- ispitivanje uređaja za pripremu napojne vode
- kontrole kvaliteta pogonskih voda
- kontrole rada filtera za čišćenje dimnih plinova itd.

Ispitivanje novog rashladnog uređaja tvornice »Pliva« u Zagrebu

Povodom proširenja proizvodnje i razvitka tehnologije proizvodnje, Tvornica »Pliva« u Zagrebu je nabavila novo rashladno postrojenje koje je ispitano u smislu njemačkih VDI — DKV propisa o rashladnim strojevima i postrojenjima.

Postrojenje služi za veoma osjetljive proizvodne procese, pa je zbog toga njegov rashladni učin, mjerna tehnika i automatika postrojenja morala biti tačno ispitana. Rashladno postrojenje ima ukupni rashladni učin od 600.000 kcal/h. Rashladni medij je amonijak, a prijenosnik energije je rasolina, koja se odvodi do pojedinih potrošača.

Ispitivanja su uspješno obavljena. Postrojenje imade učin što mu garantira dobavljač.

LABORATORIJ ZA TOPLINSKA MJERENJA

Ispitivanje akustičkih osobina međukatnih konstrukcija

U stambenim objektima naselja »Škrape« — Split, izvođač poduzeće »Lavčević« iz Splita, ispitane su akustičke osobine međukatnih konstrukcija s različitim slojevima između betonske konstrukcije i gornje obloge (parketa).

Također je ispitana buka ventilatora i dizala. Ispitivanja su omogućila da se izabere ekonomski prihvatljiv, a u pogledu prigušivanja zvuka zadovoljavajući tip konstrukcije poda, i da se poduzmu mjere za uklanjanje suvišne buke dizala i odsisnih ventilatora za ventilacione kanale.

Ispitivanje peći za odžarivanje »Unitherm« u »Jugoturbini« Karlovac

Radi uklanjanja unutrašnjih napetosti u predmetima koji su mehanički obrađivani, ljevani ili vareni, poduzeće »Jugoturbina« je nabavilo komornu peć za odžarivanje s gabaritom vrata 3 × 3 m, korisnim prostorom 4 × 4 × 7 m, i pomičnim podom (kolicima). Peć je predviđena za loženje mazutom i opremljena automatikom sagorijevanja i regulacijom temperature.

Svrha ispitivanja bila je, da se uoče nedostaci u mjernoj tehnici i automatici, da se ti nedostaci uklone i oprema

automatike prilagodi i osposobi, i da se izvrši snimanje raspodjele temperatura u peći, da bi se mogli davati atesti za potrebe odžarivanja po propisima nacionalnog i inozemnih registara brodova.

Zadatak je izvršen u cjelosti. »Jugoturbina« je dobila atest našeg Laboratorija za toplinska mjerenja o mogućnostima odžarivanja po preciznim kriterijima u svojoj komornoj peći.

Odžarivanje zavara u rafinerijama nafte u izgradnji Sisak i Urinj, i u tvornici viskoze u remontu u Banja Luci

Izvršeno je uklanjanje napetosti zavara putem odžarivanja. Program odžarivanja držan je automatski, a odžarivalo se i do 24 vara istovremeno uz pomoć program-regulatora, napravljenog u Laboratoriju za toplinska mjerenja.

Ukupno je odžareno 2800 zavara.

Ispitivanje sistema grijanja u naselju »Grana« u Dubravi

Naselje »Grana« u zagrebačkom predgrađu Dubrava sastoji se od niza stambenih višekatnica s centralnom kotlovnicom na zemni plin kao gorivo, dok je medij sistema topla voda.

Zbog poteškoća s održarivanjem temperature u stanovima s jedne strane, i zbog vrlo visokog potroška goriva s druge strane, ispitan je cjelokupni kompleks grijanja od stupnja djelovanja i drugih osobina vrelovodnih kotlova preko transmisijskih gubitaka cjevovoda, do građevno-fizikalnih toplinskih svojstava samih stambenih objekata.

Rezultati ispitivanja omogućuju naručiocu Gradskom stambenom poduzeću »Zagreb I« da izvrši odgovarajuće zahvate radi sanacije sistema grijanja.

Izrada električnog anemometra za Institut za kemiju i tehnologiju silikata u Zagrebu

Izrađen je električni anemometar za mjerenje srednje brzine strujanja u pokusnom tunelu za sušenje Instituta za kemiju i tehnologiju silikata u Zagrebu.

Instrument je građen za dva mjerna područja. Najniža brzina, koja se još dade mjeriti ovim anemometrom, iznosi 0,2 m/sek, a najveća 30 m/sek. U principu nema zapreke da se mjerna područja povećaju na više. Anemometar radi na principu razlike otpora električnih grijača, od kojih je jedan smješten u struji zraka, a drugi izdvojen iz struje zraka, ali pod istim režimom prijelaza topline.

Ispitivanja kamiona hladnjača za »Slavnik - Koper«, Koper

Proizvodni sektor poduzeća »Slavnik - Koper« izradio je dva prototipa kamiona hladnjača za distribuciju u naseljima i kraće transporte, bez rashladnih agregata.

Ove hladnjače ispitane su u Laboratoriju za toplinska mjereja u smislu odgovarajućih DIN propisa. Ispitivanja su bila detaljna, kako u pogledu mogućnosti dobivanja upotrebne dozvole za prijevoz rashlađenih živežnih namirnica, tako i za usavršavanje detalja za serijsku izvedbu.

Ispitivanja su uspješno završena i o tome je izdana dokumentacija.

LABORATORIJ ZA VISOKI NAPON I JAKU STRUJU

Ispitivanje na kabelima

Narudžbe raznih poduzeća

Vršena su ispitivanja kabela radi utvrđivanja njihove kvalitete i određivanja karakterističnih konstanata potrebnih za projektiranje kabelskih mreža.

Mjerena su svojstva izolacije izmjeničnim, istosmjernim i udarnim naponima, kao i mjerenja dielektričnih gubitaka i pojave ionizacije. Rezultati mjerenja poslužit će za usporedbu različitih konstrukcija i izvedbi kabela.

Osim toga u pripremi su ispitivanja termičkih naprezanja uslijed struja kratkog spoja u žilama i armaturi kabela.

Uz ispitivanja u proizvodnji i na novim kabelima, vršena su ispitivanja kabela nakon polaganja. Značaj takvih ispitivanja je velik, jer se pravodobno mogu otkriti pogreške učinjene prilikom polaganja, i izbjeći kasniji prekidi pogona.

Ispitivanje kabelskog pribora

Naručilac: »TEP« - Zagreb, »Dalekovod« - Zagreb, »RTV« - Zagreb

Vršeno je ispitivanje kabelskih glava i spojnica. Ispitivanja su obuhvatila naponska ispitivanja izmjeničnim i udarnim naponima, kao i nepropusnost na mjestima brtvljenja.

Mjerenje napona koraka i dodira

Narudžbe raznih poduzeća

Prilikom zemljospoja ili jednopolnog kratkog spoja na uzemljivaču i u njegovoj okolini, mogu se pojaviti naponi dodira i koraka opasni po ljudski život. Radi toga su neophodna mjerenja kojima će se takvi naponi otkriti i otkloniti odgovarajućom rekonstrukcijom uzemljivača.

Vršena su mjerenja na uzemljivaču TV odašiljača na Biokovu, gdje postoje izvanredno teški uvjeti uzemljenja. Unatoč visokom specifičnom otporu tla i visokom otporu uzemljenja, pogodnim oblikovanjem uzemljivača postignuta je takva raspodjela potencijala, da se ne pojavljuju opasni naponi koraka i dodira.

Ispitivanje elektrotehničke opreme

Narudžbe raznih poduzeća

Vršena su ispitivanja niskog i visokog napona, visokoučinskih osigurača, zaštitnih iskrišta, ovjesnog materijala, stezaljki, Al-Če užadi itd.

Ispitivanja su vršena prema JUS, VDE i DIN propisima kako bi se utvrdila kvaliteta pojedinih proizvoda. Rezultati ispitivanja ukazali su na mogućnost upotrebe pojedinih aparata i dijelova elektroenergetskih postrojenja, odnosno da se pojedini uređaji ne mogu upotrebljavati.

Važnost takvih ispitivanja je velika, jer se njima sprečava ugradnja loših proizvoda u elektroenergetska postrojenja i tako postiže sigurnost pogona.

Ispitivanja odvodnika prenapona

Narudžbe raznih poduzeća

Periodsko ispitivanje odvodnika obuhvaća kontrolu izmjeničnog i udarnog proradnog napona. Izmjeničnim proradnim naponom definirana je donja granica, a proradnim udarnim naponom gornja granica.

Za ocjenu stanja odvodnika prenapona neophodna su ispitivanja izmjeničnim i udarnim naponom, jer se jedino na taj način može kontrolirati njegovo ponašanje u mreži pri pojavi prenapona.

Prilikom ovakvih ispitivanja odvajaju se dotrajali odvodnici prenapona koji ne bi više osiguravali efikasnu zaštitu od prenapona, ili bi mogli uzrokovati smetnje uslijed nesposobnosti gašenja popratne struje.

Uređaji za ispitivanje kabela IPKN-10

Razvijen je i izrađen prototip novog usavršenog uređaja

Ispitivanje ovim uređajem vrši se istosmjernom strujom, što ima prednosti, jer je uređaj lakši, a osim toga podesniji za pronalaženje eventualnog mjesta greške u kabelu. Za što tačnije ustanovljenje mjesta greške potrebno je, naime, da na tom povređenom mjestu bude što manji otpor izolacije, tj. što bolji spoj. To se postiže tzv. propaljivanjem kabela tako, da se iza kako je ispitivanjem, ili pak za vrijeme pogona ustanovljena greška u izolaciji kabela sa dovoljno jakom strujom i dovoljno visokim naponom, propaljuje kabel, dok se na povređenom mjestu ne postigne karbonizirani spoj minimalnog otpora. Poslije toga nije teško odrediti mjesto greške bilo kojom poznatom metodom.

Prema tome uređaj služi za ispitivanje izolacije kabela poslije polaganja. Također omogućuje brzo i tačno pronalaženje mjesta greške u kabelima bilo kojom od poznatih metoda, a može se upotrijebiti i u druge svrhe, u granicama svojih karakteristika.

Uređaj za ispitivanje kabela IPKN-1

Ovaj uređaj namijenjen je za ispitivanje kabela do 1 kV. U izvjesnim slučajevima njime se mogu propaljivati i kabeli do 10 kV, a da prethodno nisu obrađivani visokonaponskim dijelom uređaja IPKN-10.

Uređaj za ispitivanje releja IR-2S

Uređaj IR-2S služi za ispitivanje i udešavanje primarnih i sekundarnih nadstrujnih releja i njihovih vremenskih članova. Uređaj se sastoji od pet prenosivih dijelova.

Iz prvog dijela može se dobiti struja jakosti 0 do 30 A, koja se u tom opsegu može kontinuirano mijenjati. Ovaj dio služi za ispitivanje i podešavanje sekundarnih releja, a priključuje se na izmjenični napon 220 V.

Drugi dio uređaja IR-2S izveden je također u prijenosnom obliku, a služi za proizvodnju jakih struja s kojima se ispituju i podešavaju primarni releji. Sa pet pari stezaljki mogu se oduzimati struje slijedećih vrijednosti: 1000, 500, 250, 100 i 50 A. Ovaj dio napaja se iz prije opisanog dijela uređaja, a jakost struje može se kontinuirano mijenjati unutar navedenih pet područja. Mnogi korisnici IR-2S upotrebljavaju ovaj dio kao izvor jakih struja ne samo za ispitivanje releja, već i u druge svrhe.

Uređaj za ispitivanje releja IR-3

Ovaj uređaj služi za ispitivanje i podešavanje sekundarnih nadstrujnih releja i njihovih vremenskih članova, a sastoji se od 3 prijenosna dijela i priključnih gajtana.

Prvi dio služi za proizvodnju struja od 0 do 50 A, čija se vrijednost može kontinuirano mijenjati.

Ovaj dio uređaja IR-3 može se koristiti i kao izvor reguliranog napona od 0 do 260 V. Aparatura se priključuje na izmjenični napon 220 V.

Uređaj za ispitivanje releja — specijalni

Osim spomenutih uređaja izrađeni su i specijalni prema posebnim željama naručilaca, i za ispitivanje primarnih releja od 2000 A i više.

Uređaj za mjerenje napona koraka i dodira

Narudžbe raznih poduzeća

Uređaj služi za mjerenje napona koraka i dodira i ekvipotencijalnih linija uzemljivača.

Uređaj se sastoji od cijevnog voltmetra napajanog iz suhe baterije, velikog ulaznog otpora i velike osjetljivosti, niza otpornika za nadomještavanje otpora ljudskog tijela pri mjerenju napona koraka i dodira i miliampermetra za mjerenje struja kroz otpor koji nadomještava ljudsko tijelo.

Uz uređaj je izrađena i mjerna sonda za mjerenje ekvipotencijalnih linija, i elektrode koje nadomještavaju stopala i ruke.

Cijeli uređaj smješten je u malu drvenu kutiju i veoma je lak za prenošenje, pa je pogodan za terenska mjerenja.

Laboratorijska vertikalna kidalica

Za ispitni laboratorij poduzeća »Dalektovod« iz Zagreba razvijena je i izrađena vertikalna kidalica za ispitivanje ovjesnog materijala. Kidalicom se upravlja sa komandnog pulta električnim putem, a mjerenja sile se obavljaju pomoću mjernih markica s vrlo velikom preciznošću (ispod 0,1%). Očivanje sile je direktno i nije potrebno nikakvo preračunavanje. Kidalica ima 3 mjerna područja: 5 tona, 20 tona i 50 tona.

LABORATORIJ ZA ELEKTRONIKU

Dvokanalni osciloskop

Narudžbe raznih medicinskih ustanova
Autori: Dr *A. Santić*, Stanko *Tonković*, dipl. ing.

Završeni su razvojni radovi na dvokanalnom osciloskopu za primjenu u elektromedicini. Ovaj osciloskop se može primijeniti uspješno i u drugim područjima niskofrekventne tehnike. Pomoću posebnog adaptera postoji mogućnost snimanja na magnetskoj traci. Osciloskop posjeduje vremenski marker i ton-frekventno pojačalo.

Elektroencefalografi

Narudžbe raznih medicinskih ustanova

Izrađeno je 11 komada elektroencefalografa. Primijenjena je tehnika štampanih krugova na pretpojačalima i baždarnoj šasiji. Pretpojačala u tehnici štampanih krugova pokazala su se znatno stabilnijima. Uvedena je indikacija nivoa nosioca radi lakšeg podešavanja i kontrole.

Razvoj novog tipa elektroencefalografa u poluvodičkoj tehnici

Narudžbe raznih medicinskih ustanova
Autor: Dr *A. Šantić*
Radovi se protežu na 1970.

U godini 1969. pristupilo se razvoju novog tipa elektroencefalografa u poluvodičkoj tehnici. Gdje je god to bilo moguće primijenjeni su integrirani krugovi, inače se koriste planarni epitaxialni tranzistori. Na ovaj način postiže se znatno smanjenje dimenzija i potroška električne energije

osim toga i pouzdanost uređaja je znatno bolja, jer je vijek tranzistora i integriranih krugova znatno dulji od elektronskih cijevi. Budući da su raspoloživi integrirani krugovi predviđeni pretežno za audio-frekventno područje, bilo je potrebno da se posebno prilagode za primjenu u audio-frekventnom području. Kanali su izvedeni na slijedeći način: na ulazu se nalazi parametarsko nisko-frekventno pojačalo. Pojačanje VF signala ostvaruje se integriranim krugom PA 189, a zatim se sinhro-demodulatorom modulirani VF signal pretvara u NF signal, koji se pojačava s jednim stupnjem tranzistora BSJ 75, iza kojeg slijedi stupanj s integriranim krugom IL 709. Na izlazu pojačala za pogon pisača koristi se integrirani krug PA 246 koji daje izlaznu snagu od 8 W maksimalno. Svi izvori izvedeni su u poluvodičkoj tehnici i elektronski su stabilizirani.

Ovaj razvojni rad je potreban za izradu portabl elektroencefalografa kao i nistagmografa i retinografa.

Reoencefalograf

Naručilac: Medicinski centar - Zadar
Autor: Miroslav *Kolaj*, dipl. ing.
Završeno u prosincu 1969.

Reoencefalograf je elektrodiagnostički aparat za mjerenje otpora biološkog tkiva i prilagođen za mjerenje otpora tkiva mozga. Preko površinskih elektroda tkivo se uključuje u jednu granu Wheatstone-ovog mosta, napajanog strujom visoke frekvencije, pomoću koje se eliminira površinski otpor, koji ima znatnu kapacitivnu komponentu. Kako je tkivo napajano krvlju, koja dolazi u ritmu srčanog pulsa, to se i osnovni otpor tkiva mijenja u tom ritmu.

Signal iz mjernog mosta demodulira se i privodi tranzistorskom pojačalu. Registracija otpora tkiva bilježi se na elektroencefalografu. Snimljene krivulje služe u dijagnostičke svrhe.

NAJVEĆE HIDROELEKTRANE, BRANE I UMJETNA JEZERA NA SVIJETU

U mnogim svjetskim časopisima često se pojavljuju napisi o gradnji velikih hidroelektrana, o ogromnim najvišim i najdužim branama, i o planovima da postojeće elektrane postanu još veće. U časopisu »Energy International« br. 4/70 izašao je popis najvećih hidroelektrana, najviših i najmasivnijih brana, te najvećih umjetnih jezera na svijetu.

Pregled najvećih hidroelektrana na svijetu, poredanih prema veličini konačne izgradnje, nalazi se u tablici 1. Kada se završi izgradnja elektrana koje su sada u gradnji u svijetu će biti 54 hidroelektrana većih od 100 MW. Od tih 54 danas je u pogonu 29, a samo 16 imaju već sada instaliranu snagu veću od 1000 MW.

Najveću instaliranu snagu imaju danas elektrane Krasnojarsk i Bratsk na rijekama Jenisej i Angari u Sibiru. Međutim, kada se završe elektrane koje su u gradnji, najveća će biti HE Grand Coulee u USA sa 9711 MW i HE Sajansk u SSSR-u sa 6300 MW. Danas Krasnojarsk i Bratsk imaju zajedno 9580 MW.

HE Đerdap, koju grade Jugoslavija i Rumunjska zajedno, sa snagom od 2160 MW bit će na petnaestom mjestu ove rang-liste, a druga po veličini u Evropi, iza HE Volga — 22 kongres KPSS sa 2543 MW.

Od 54 najvećih hidroelektrana na svijetu na SSSR otpada 15, na USA 12, Kanadu 11, Brazil 3, Pakistan i Kinu po dvije, a na UAR, Australiju, Tursku, Argentinu i Indiju po jedna. Tri elektrane zajednički grade dvije zemlje, najveću od njih, Đerdap, Rumunjska i SFRJ, dok su USA i Kanada zajednički izgradile HE St. Lawrence Power Dam 1880 MW 1958. godine, a HE Kariba koja je u pogonu od 1959. sa 600 MW, Rodezija i Zambija.

Od ovih 54, dvadeset elektrana će u konačnoj izgradnji imati više od 2000 MW. U pogonu je zasada samo 8 elektrana a od njih sa samo tri već izgrađene za konačnu veličinu. To su sovjetske elektrane Bratsk, i HE 22 kongres i V. I. Lenjin na Volgi. Interesantan je podatak da je među dvadeset najvećih elektrana, uopće, 8 u SSSR-u, 4 u Kanadi, 3 u USA i po jedna u Venezueli, Brazilu, UAR, Pakistanu i Đerdap u Jugoslaviji.

Elektrane koje nisu na popisu najvećih hidroelektrana na svijetu građene su tako da imaju velika akumulaciona jezera ili vrlo dugačke ili vrlo masivne brane. Na tablici 2 je 25 najviših brana na svijetu. Taj popis obuhvaća sve brane koje su u pogonu ili u gradnji. Interesantno je, da brana HE Mratinje kod nas zauzima 13 mjesto na tom popisu. Najviša među njima bit će brana HE Nurek u SSSR-u sa 310 metara visine. Ona je još u gradnji. Interesantno je da će to biti nasuta zemljana brana. Inače najveća brana koja je danas u pogonu je 284 metra visoka brana Grande Dixence u Švicarskoj. To je betonska brana, puštena u pogon 1962.

Interesantan je podatak da su od 25 najviših brana na svijetu četiri nasute brane, a sve ostale su betonske. Prema državama u kojima su izgrađene, ili se grade, imaju: USA 7, SSSR 5, Švicarska 4, Kanada 2 i po jednu Italija, Indija, Jugoslavija, Turska, Iran, Španjolska i Japan.

Najveće hidroelektrane na svijetu

Tablica 1

R. br.	Ime elektrane	Država	Instal. snaga		God. izgrad.
			sada	konačno	
1.	Grand Coulee	USA	2025	9711	1941.
2.	Sajansk	SSSR	—	6300	u gradnji
3.	Krasnojarsk	SSSR	5080	6096	1968.
4.	Guri	Venezuela	527	6000	1967.
5.	Bratsk	SSSR	4500	4500	1961.
6.	Suhovo	SSSR	—	5225	u gradnji
7.	Churchill Falls	Kanada	—	4500	,,
8.	Ust-Illim	SSSR	720	4320	,,
9.	Kettle Rapids	Kanada	1018	3240	,,
10.	Ilha Solteira	Brazil	—	3200	,,
11.	John Day	USA	2160	2700	,,
12.	Nurek	SSSR	—	2700	,,
13.	Volga, 22 kongres	SSSR	2543	2543	1958.
14.	W.A.C. Bennett	Kanada	1150	2300	u gradnji
15.	Đerdap	SFRJ — Rumunj.		2160	,,
16.	Volga - V. I. Lenin	SSSR	2100	2100	1955.
17.	Sadd-El-Aali (Asuan)	UAR	1750	2100	1967.
18.	Chief Joseph	USA	1024	2073	1956.
19.	Tarbela	Pakistan	—	2000	u gradnji
20.	Mica	Kanada	—	2000	,,
21.	Robert Moses Niagara	USA	1950	1950	,,
22.	St. Lawrence	Kanada — USA	1880	1880	1958.
23.	The Dalles	USA	1119	1813	1957.
24.	Kemano	Kanada	835	1670	1954.
25.	Beauharnois	Kanada	1586	1641	1951.
26.	Inguri	SSSR	—	1600	u gradnji
27.	Kariba	Rodez. — Zambija	600	1500	1959.
28.	Liu Kia Hsia	Kina	—	1500	1963.
29.	Tumut 3	Australija	—	1500	u gradnji
30.	McNary	USA	986	1406	1953.
31.	Jupia	Brazil	—	1400	1961.
32.	Sir Adam Beck	Kanada	900	1370	1954.
33.	Hoover	USA	1345	1345	1936.
34.	Wanapum	USA	831	1330	1963.
35.	Manicouagan 5	Kanada	—	1320	u gradnji
36.	Saratov	SSSR	—	1262	1967.
37.	Priest Rapids	USA	789	1262	1959.
38.	Castaic	USA	—	1250	u gradnji
39.	Keban	Turska	620	1240	,,
40.	Rocky Reach	USA	712	1213	1961.
41.	Furnas	Brazil	900	1200	1963.
42.	Toktogul	SSSR	—	1200	u gradnji
43.	El Chocan	Argentina	—	1200	,,
44.	Manicouagan 3	Kanada	—	1120	,,
45.	San Men Hsia	Kina	—	1100	,,
46.	Nižne-Kamskaja	SSSR	—	1090	,,
47.	Dworshak	USA	—	1060	,,
48.	Bersimis 1	Kanada	1050	1050	1956.
49.	Bhakra	Indija	450	1050	u gradnji
50.	Zeja	SSSR	—	1020	,,
51.	Manicouagan 2	Kanada	—	1016	1965.
52.	Votkinsk	SSSR	—	1000	1961.
53.	Mangla	Pakistan	300	1000	u gradnji
54.	Čirkej	SSSR	—	1000	,,

Poznato je da su nasute brane vrlo masivne i da je za njihovu izgradnju potrebno vrlo mnogo materijala. Na tablici 3 je pregled 25 najmasivnijih brana na svijetu. To su sve nasute brane. Svega 7 je još u gradnji, dok su ostale u pogonu. U gradnji je i najveća

Najviše brane na svijetu

Tablica 2

R. br.	Ime brane	Država	Vrsta brane	Visina m	God. izgrad.
1.	Nurek	SSSR	N	310	u gradnji
2.	Grande Dixence	Švicarska	B	284	1962.
3.	Inguri	SSSR	B	272	u gradnji
4.	Vaiont	Italija	B	262	1961.
5.	Mika	Kanada	N	244	u gradnji
6.	Mauvoisin	Švicarska	B	237	1958.
7.	Sajansk	SSSR	B	236	u gradnji
8.	Oroville	USA	N	235	1968.
9.	Čirkej	SSSR	B	233	u gradnji
10.	Contra	Švicarska	B	230	1965.
11.	Bhakra	Indija	B	226	1963.
12.	Hoover	USA	B	221	1936.
13.	Mratinje	Jugoslavija	B	220	u gradnji
14.	Dworshak	USA	B	210	,,
15.	Glen Canyon	USA	B	216	1964.
16.	Toktogul	SSSR	B	215	u gradnji
17.	Daniel Johnson	Kanada	B	214	1968.
18.	Luzzone	Švicarska	B	208	1963.
19.	Auburn	USA	B	207	u gradnji
20.	Keban	Turska	B	207	,,
21.	Pahlevi	Iran	B	203	1963.
22.	New Bullards Bar	USA	B	194	1968.
23.	Almendra	Španjol.	B	198	u gradnji
24.	Kurobe 4	Japan	B	186	1964.
25.	New Melones	USA	N	191	u gradnji

N nasuta brana
B betonska brana

Najmasivnije brane od zemljanog ili kamenog nabačaja na svijetu

Tablica 3

R. br.	Ime brane	Država	Volumen m^3 u tisućama	God. izgradnje
1.	Tarbela	Pakistan	149 961	u gradnji
2.	Fort Peck	USA	92 000	1940.
3.	Oahe	USA	70 300	1963.
4.	Gardiner	Kanada	65 548	1968.
5.	Mangla	Pakistan	65 651	1967.
6.	Oroville	USA	59 639	1968.
7.	San Luis	USA	59 636	1967.
8.	Nagajunasagar	Indija	56 250	1966.
9.	Garrison	USA	50 843	1956.
10.	Nurek	SSSR	58 000	u gradnji
11.	Kiev	SSSR	44 370	1964.
12.	Gorki	SSSR	44 340	1955.
13.	W.A.C. Bennett	Kanada	43 729	1968.
14.	Sadd-El-Aali (Asuan)	UAR	42 620	u gradnji
15.	Fort Rendall	USA	38 381	1956.
16.	Kanev	SSSR	37 860	u gradnji
17.	Kahovka	SSSR	35 640	1955.
18.	Cimljanska	SSSR	33 891	1952.
19.	Volga, V. I. Lenin	SSSR	33 869	1955.
20.	Beas	Indija	33 792	u gradnji
21.	Castaic	USA	33 642	,,
22.	Jari	Pakistan	32 440	1967.
23.	Mica	Kanada	32 190	u gradnji
24.	Cochiti	USA	31 425	1968.
25.	Kremenčug	SSSR	27 743	1961.

Najveća umjetna jezera na svijetu

Tablica 4

R. br.	Ime jezera	Država	Volumen miliona m^3	God. izgradnje
1.	Owen Falls	Uganda	204 800	1954.
2.	Bratsk	SSSR	169 400	1964.
3.	Kariba	Rodezija — Zambija	160 368	1959.
4.	Sadd-El-Aali (Asuan)	UAR	164 000	u gradnji
5.	Akosombo	Gana	148 000	1965.
6.	Daniel Johnson	Kanada	141 975	1968.
7.	Krasnojarsk	SSSR	73 300	u gradnji
8.	W.A.C. Bennet	Kanada	70 100	1968.
9.	Zeja	SSSR	68 000	u gradnji
10.	San Men Hsia	Kina	65 000	1962.
11.	Ust-Illim	SSSR	59 300	u gradnji
12.	Volga - V. I. Lelin	SSSR	58 000	1955.
13.	Buktarma	SSSR	53 000	1960.
14.	Tan Kiang How	Kina	51 600	1962.
15.	Irkutsk	SSSR	46 000	1956.
16.	Hoover	USA	38 547	1936.
17.	Sunda	Kongo	35 000	1961.
18.	Volga - 22 Kongres	SSSR	33 500	1958.
19.	Glen Canyon	USA	33 304	1964.
20.	Valerio Trujano	Meksiko	32 000	1964.
21.	Keban	Turska	31 000	u gradnji
22.	Garrison	USA	30 100	1956.
23.	Iroquois	USA — Kanada	29 960	1959.
24.	Oahe	USA	29 110	1963.
25.	Rubinsk-Šeksua	SSSR	25 400	1941.

među njima, brana Tarbela u Pakistanu koja će imati volumen 149 961 m^3 materijala. Najveća danas u pogonu je ujedno i najstarija. To je brana Fort Peck u USA koja ima 92 000 m^3, a u pogonu je od 1940. I u ovom pregledu prednjače brane građene u USA i SSSR-u. U USA ih je 7 a u SSSR 8, u Kanadi i Pakistanu po 3, u Indiji dvije i UAR jedna.

Na tablici 4 je pregled najvećih umjetnih jezera na svijetu. Svega 5 od 25 jezera je još u gradnji i to Asuan u UAR, Krasnojarsk, Zeja i Ust-Illim u SSSR-u i Kaban u Turskoj. Najveće ima kapacitet 204 800 milijuna kubičnih metara vode. To je umjetno jezero Owen Falls u Ugandi, izgrađeno 1954. Zatim jezero HE Bratsk u SSSR-u 169 400 miliona m^3, izgrađeno 1964. Interesantan je podatak da su od pet najvećih umjetnih jezera na svijetu, četiri u Africi. To su Owen Falls, Asuan, Karibe i jezero Akosombo u Gani koje ima 148 000 miliona m^3 vode. Inače, od 25 najvećih umjetnih jezera u SSSR-u ih je 9, u USA 4, u Kanadi i Kini 2, i po jedno u Ugandi, Gani, UAR ,Kongu, Meksiku i Turskoj. Dva umjetna jezera građena su zajednički i nalaze se na teritoriju dviju država, Kariba na teritoriju Rodezije i Zambije i jezero Iroqnois između USA i Kanade.

(Prema: Energy International, No 4, 1970)

J. Moser

IZGRADNJA PUMPNIH HIDROELEKTRANA U SVIJETU

Vrlo veliki porast izgradnje nuklearnih termoelektrana u svijetu omogućio je, relativno lako, pokrivanje potreba konstantne energije koju konzum neprekidno traži. Malo je teži slučaj sa vršnim energijama i vrhovima opterećenja, koji su kraćeg trajanja. Pokrivanje ovih potreba može se provesti pomoću plinskih turbina, hidroelektrana, dieselelektrana i pumpnih hidroelektrana.

Prednost pumpnih hidroelektrana je u tome, što se mogu brzo uključiti u rad, što se pomoću njih može regulirati rad termoelektrana, što su im operativni troškovi manji nego plinskih turbina, diesel ili

termoelektrana i što mogu imati veće jedinice nego elektrane s plinskim turbinama ili dieselelektrane. Osim toga, one se mogu izgraditi mnogo bliže centru potrošnje, nego što se hogu hidroelektrane i nuklearne termoelektrane.

Nedostatak pumpnih hidroelektrana je u tome što je potrebna nešto veća snaga kod pumpanja na gornji nivo vode. Isto tako za veće snage treba upotrijebiti veće padove, minimum 200 metara i više.

Među najzainteresiranije zemlje za izgradnju pumpnih postrojenja spadaju Zap. Njemačka i Japan. U Vel. Britaniji međutim, uveliko se proučavaju mogućnosti da se morska voda upotrijebi u pumpnim hidroelektranama tako da se u gornji rezervoar podiže pumpama.

Danas je najveća hidroelektrana na svijetu u Vel. Britaniji. To je elektrana Awe Loch Cruachan u Škotskoj sa 400 MW. Njena izgradnja je započela 1966.

U USA je najveća pumpna hidroelektrana snage 350 MW puštena u pogon 1963. To je elektrana Taum Sauk, 90 km južno od St. Louisa na rijeci Misissipi. Predviđa se da će 1971. biti puštena u pogon elektrana Castaic u Kaliforniji, oko 40 km sjeverno od Los Angelesa, s tim da će, kad bude izgrađena, imati snagu od 1250 MW. Postoji projekt o gradnji velike pumpne elektrane u Kanadi koja bi imala 2000 MW. To je elektrana Edison na rijeci Hudson.

U Luksemburgu se gradi elektrana Vianden od 900 MW, ona će biti najveće pumpno postrojenje u Evropi. Inače, vrlo su interesantni projekti pumpnih elektrana u Zapadnoj Njemačkoj, gdje se grade elektrane Hotzenwald kod Sackingena i elektrana Glems koja će pokrivati vršna opterećenja Stuttgarta.

U istočnoj Evropi je u pogonu oko 1500 pumpnih elektrana koje imaju ukupno oko 15 000 MW. Većina ima padove oko 200 metara, osim jedne ili dvije, koje su ispod 100 metara. U Bugarskoj je određeno oko 50 lokacija koje su pogodne za gradnju ovog tipa elektrana. Mađarska zasad nema ni jedne pumpne elektrane, a predviđa se izgradnja četiri, i to: Hegyistete, na Blatnom jezeru, od 300 MW, Predikaloszek na Dunavu od 200 MW, Tokay na Tisi sa 270 MW i Hossuhat sa 240 MW.

Oko 6% vršnog opterećenja pokriva se iz pumpnih elektrana u DR Njemačkoj, a postoje planovi o izgradnji postrojenja za još 4000 MW. U Poljskoj je u pogonu 1000 MW u pumpnim hidroelektranama, a računa se da će 1980. biti 15 elektrana sa 3700 MW i godišnjom proizvodnjom od 4000 GWh. Sadašnja proizvodnja iznosi oko 1500 MWh.

U Čehoslovačkoj je u projektu 11 elektrana sa sa 3000 MW, a određene su još 34 lokacije za eventualnu izgradnju daljnjih 3800 MW. U SSSR-u se gradi pumpna elektrana Zagorsk u blizini Moskve sa 585 MW.

Kod nas, u Jugoslaviji, se u posljednje vrijeme također počelo razmišljati o izgradnji pumpnih hidroelektrana u sjeverozapadnom dijelu zemlje.

(Prema: Energy International, No 4, 1970)

J. Moser

GRADNJA NUKLEARNIH ELEKTRANA U ŠVEDSKOJ

Godine 1969. ušla je u pogon prva švedska nuklearna elektrana Marviken (140 MW). U gradnji, ili u fazi projektiranja, su ove nuklearne elektrane:

Elektrana	Godina puštanja u pogon	Instalirana snaga MWe
1. Oskarhamn I	1970.	470
2. Ringhals I	1973.	760
3. Ringhals II	1974.	810
4. Barsebäck I	1975.	600
5. Oskarhamn II	1975.	600
6. Gärle I	1975.	600
7. Värtan-Stockholm	1976.	500
8. Göteborg	1976.	500
9. Trosa I	1976.	800
10. Barsebäck II	1978.	750
11. Trosa II	1979.	750
12. Gävle II	1980.	750

Do 1975. god. potrebe urana za navedene elektrane podmirit će se uvozom iz USA. Međutim, gradi se i postrojenje Ramstad kod Augea u kojem će se prerađivati švedski uran. Predviđa se godišnja proizvodnja od 1200 t u 1981. godini, pa se vjeruje da će oko polovine švedskih potreba za uranom tokom prve godine osamdesetih godina biti podmireno iz vlastitih izvora.

(Prema: Atom und Strom, Okt./1969)

J. Moser

NUKLEARNA ELEKTRANA BRUNSBÜTTELKOOG U SR NJEMAČKOJ

Elektrodistributivno poduzeće grada Hamburga (HEW) ugovorilo je gradnju nove nuklearne elektrane s neto električnom snagom od 770 MW. Elektrana će biti locirana u Brunsbüttelkoogu. Izgradit će se poduzeće Kraftwerk Union, kojoj je to treća velika nuklearna elektrana ugovorena u drugoj polovici 1969. Prve dvije nuklearne termoelektrane Borsele (450 MW) i Biblis (1200 MW).

Za ovu elektranu predviđen je prostor od oko 90 hektara. Nakon duljeg proučavanja odlučeno je, da se u elektrani Brunsbüttelboog upotrijebi reaktor na vrelu vodu. Reaktor će imati 532 uranova elementa duljine 3,66 m. Kao sredstvo za hlađenje bit će upotrebljena prirodna voda iz koje će biti uklonjene soli, tako da će se dobivena para direktno voditi u parnu turbinu snage 794 MW. Nakon kondenziranja voda će se iz rezervoara voditi ponovo u reaktor.

Radovi na ovoj elektrani počinju početkom 1970., a u pogonu bi trebala biti 1974. godine. Predviđeni su troškovi izgradnje od oko 450 milijuna DM.

(Prema: Atom und Strom, Okt./1969)

J. Moser

20 GODINA POSLOVANJA KVARNERSKIH ELEKTRANA

Poduzeće Kvarnerske elektrane Rijeka proslavilo je 21. veljače ove godine 20. godišnjicu osnivanja.

U okviru proslave održan je svečani sastanak kome su prisustvovali predstavnici društveno-političkih organizacija, elektroprivrede, poslovni partneri i članovi kolektiva. Na svečanoj sjednici, podijeljene su prigodne nagrade i spomen plakete radnicima, koji su proveli u kolektivu u neprekidnom radnom odnosu 20, 15 i 10 godina.

Glavni direktor poduzeća, Luka Divić, pozdravio je uzvanike i članove kolektiva, a zatim se u opširnom referatu osvrnuo na razvoj i rezultate poduzeća u dvadesetogodišnjem razdoblju.

U kratkim crtama osvrnut ćemo se na referat direktora poduzeća.

U 1950. godini pogon TE Rijeka, kao i drugi energetski objekti toga područja, nalazili su se u sastavu poduzeća »Elektroprimorje« — Rijeka, a TE Vlaška u sklopu Istarskih ugljenokopa Raša. Iste godine TE Vlaška se izdvaja iz sastava Istarskih ugljenokopa i pripaja poduzeću »Elektroprimorje«. U 1950. osniva se elektroprivredno poduzeće republičkog značaja pod imenom »Elektrana« Rijeka. Djelatnost poduzeća je proizvodnja, kupnja i prodaja električne energije.

U sastav poduzeća ušle su: TE Rijeka, TE Vlaška, TE Opatija, TS Matulji, i dalekovodna mreža koja povezuje proizvodne jedinice s potrošnjom.

Razvoj i uspjesi pojedinih pogona u proteklih dvadeset godina

TE RIJEKA, raspolaže s dva agregata, ukupne instalirane snage 7,5 MW i s 8 kotlovskih jedinica. O ovoj elektrani je sve do ulaska »HE Nikola Tesla« u pogon, ovisila opskrba grada Rijeke i okolice električnom energijom. U toku proteklih dvadeset godina u elektrani je izvršeno nekoliko značajnih rekonstrukcijskih zahvata.

U razdoblju od 1950. do 1970. godine elektrana je proizvela oko 230,7 milijuna kWh i utrošila preko 222.000 tona ugljena. Ovaj je pogon od 1967. godine u statusu hladne rezerve i uključuje se u pogon samo u kritičnim situacijama.

TE Vlaška — ima dva agregata ukupne instalirane snage 10 MW i 2 kotlovske jedinice, no raspoloživo je 8 MW. U odnosu na TE Rijeka ova elektrana je nešto modernije postrojenje i ekonomski jeftinije, ali je i danas u statusu hladne rezerve, jer su i njeni strojevi stariji od četvrt vijeka. U razdoblju od 1950. do 1970. godine u TE Vlaška proizvedeno je oko 372,5 milijuna kWh, a utrošeno 328.500 tona ugljena. Praktički nema pogonske posade (sva je prešla u TE Plomin), a nema ni planskog zadatka, ali je prošle godine za vrijeme kritičnog perioda proizvela oko 4,3 milijuna kWh.

U razdoblju od 20 godina termoelektrana Rijeka i Vlaška, radeći pod teškim uvjetima, proizvele su ukupno oko 603 milijuna kWh i utrošile 551.000 tona ugljena.

U sastavu Kvarnerskim elektrana posluje kao samostalna jedinica Autopark čiji je osnovni zadatak prijevoz ugljena i šljake za TE Rijeka, a obavlja i sve ostale transportne usluge za cijelo poduzeće. Kako se smanjivala proizvodnja u pogonu TE Rijeka, usluge Autoparka orijentirane su na treća lica. Danas je ovaj pogon afirmiran kao prijevoznik u Rijeci i sam se financira. Ulaskom u pogon TE Plomin pogon Autopark će znatno povećati svoje usluge poduzeću.

U poduzeću posluje kao kamostalna jedinica i Kemijski laboratorij osnovan 1956. s namjenom da pruži svu stručnu pomoć pojedinim pogonima, da unapređuje proces proizvodnje i da rješava problematiku koja se javlja izgaranjem ugljena. Pored raznih usluga za poduzeće, laboratorij vrši usluge i za treća lica. Treba istaći i proizvodnju bandaža za drvene stupove, oko 31 tisuću komada, zatim kape za zaštitu stupova, oko 28.300 komada, i soli za impregnaciju, 2750 kg.

DE Elektrana Opatija imala je zadatak da osigura energiju samo za Opatiju. Međutim razvojem mreže i porastom proizvodnje u jakim i ekonomičnim energetskim izvorima značaj postrojenja je opadao, pa je 1957. demontirana.

Izgradnja novih pogona

Kvarneske elektrane obavile su čitav niz investicionih zahvata u proteklom razdoblju. Pored rekonstrukcija izvršenih u postojećim pogonima, pristupilo se također izgradnji novih objekata na području riječko-istarske regije.

Pored opsežnih rekonstrukcija u termoelektranama Rijeka i Vlaška treba spomenuti i ostale radove.

Izvršena je rekonstrukcija transformatorske stanice 110/35 kV Matulji, izgrađen je dalekovod 110 kV TS Matulji — HE »Nikola Tesla« Vinodol, i potpuno nova transformatorska stanica 110/35 kV Raša. Izvedeni su razni projekti, kao što je projekt za plinsku turbinu, prijelaz termoelektrane Rijeka na tekuće gorivo i dr.

U kolektivu su odavno znali da je njihova perspektiva u gradnji novih pogona koji će zamijeniti stare i osigurati sigurnu egzistenciju svim članovima poduzeća. Zato se vrlo rano prišlo ostvarenju programa izgradnje hidroelektrane Rijeka, instalirane snage 36 MW. Sredinom 1964. otpočeli su radovi na gradnji. U

toku gradnje HE Rijeka bilo je mnogo krupnih problema i tehničkih i financijskih, no upornim zalaganjem kolektiva i pomoći elektroprivrede SR Hrvatske svi ti problemi su okončani s uspjehom. HE Rijeka je 1. kolovoza 1968. ušla u redovnu proizvodnju. Od dana puštanja u pogon do danas proizvela je oko 173,5 milijuna kWh električne energije.

Drugi značajan energetski objekt, kojeg su Kvarnerske elektrane kao investitor započele graditi, je termoelektrana Plomin, instalirane snage 125 MW. Veliki problem koji prati izgradnju TE Plomin je financiranje i izbor opreme čiju su nabavu diktirale nadležne banke u doba ugovaranja. Osim toga, na izgradnji ovog postrojenja pojavilo se mnogo tehnički složenih problema koji su zahtijevali puno angažiranje stručnog osoblja.

Danas je termoelektrana Plomin pred ulaskom u probni pogon, a u toku godine će biti u redovnoj proizvodnji.

Pogonska posada je potpuno kompletirana i formirana uglavnom od posade TE Vlaška, ljudi iz izgradnje i ostalih radnika s područja općine Labin. Ocjenjuje se da će troškovi ove elektrane za cjelokupnu izgradnju iznositi oko 250 milijuna dinara.

U referatu je posebno spomenuto formiranje prvog radničkog savjeta u poduzeću i razvoj samoupravnih odnosa u cijelom proteklom razdoblju. Poduzeće je bilo među prvima u zemlji u kojima je izabran radnički savjet. Ta davna želja radničke klase ostvarena je 16. ožujka 1950. kada je elektrana Rijeka predana radnicima na upravljanje. Prvi radnički savjet imao je savjetodavnu funkciju, ali je direktor bio dužan da uzme u obzir zaključke radničkog savjeta. Ustavni zakon iz 1953. učvršćuje samoupravni sistem u privredi, proširuje pravo samoupravljanja na društvenu djelatnost i uvodi Vijeće proizvađača.

Uspjesi u proteklih 20 godina poslovanja predstavljaju za članove kolektiva podstrek da i dalje usmjeruju svoj rad na unapređenje i povećanje proizvodnje, proširenje i modernizaciju pogona, i izgradnju novih elektroenergetskih izvora.

I. R.

STUDIJSKI RADOVI O IZGRADNJI NUKLEARNIH ELEKTRANA U HRVATSKOJ

U organizaciji Elektroprivrede SR Hrvatske izrađeno je nekoliko studija koje obrađuju problem projektiranja nuklearnih postrojenja, izbor lokacija, uključenje nuklearnih elektrana u jedinstveni elektroenergetski sistem, pitanje izrade opreme i dr.

Danas se u svijetu nalazi u izgradnji preko 70.000 MW nuklearnih elektrana, a u pogonu je oko 14.000 MW. Većina evropskih zemalja, uključivši i naše susjede, gradit će, ili je pred izgradnjom nuklearnih elektrana.

Izgradnja nuklearnih postrojenja za opskrbu električnom energijom dolazi u obzir kao moguće rješenje i u našim prilikama. U našoj zemlji postoje danas dva energetski izrazito deficitarna područja — sjeverozapadna Hrvatska sa Slovenijom i Makedonija.

Energetske studije u okviru Udružene elektroprivrede SRH pokazuju, da kod visine zajedničkog električnog konzuma Hrvatske i Slovenije od preko 16 milijardi kWh, što će nastupiti oko 1975—76., postoji, ako se do tada i izgrade hidroelektrane Split II i Varaždin, manjak energije od preko 3,5 do 4 milijarde kWh. Studija je pokazala da energetska situacija kod ove visine konzuma omogućuje instaliranje nuklearne elektrane snage 500—700 MW na tom području.

Analiza energetskih potreba izrađena samo za područje SR Hrvatske je pak pokazala, da bi uvjeti za ekonomičan rad nuklearne elektrane mogli nastupiti kod konzuma SRH od 9 milijardi kWh, što se također očekuje oko 1975., ali bi tada s energetskog stanovišta, bilo moguće izgraditi elektranu čija bi snaga bila reda 400 MW.

Za elektroprivredu Hrvatske nameću se dvije alternative izgradnje nuklearne elektrane za pokriće konzuma iza 1975.:

a) samostalno izgraditi elektranu snage od oko 400 MW,
b) u zajednici s elektroprivredom Slovenije izgraditi elektranu dvostruko veće snage.

U okviru radova Savezne komisije za nuklearnu energiju određena je još ranije lokacija nuklearne elektrane na Savi kod Krškog. Ta je lokacija, u načelu, prihvaćena i od elektroprivrede SRH i SR Slovenije, i služi kao referenca za planiranje izgradnje zajedničke nuklearne elektrane.

Alternativno, za izgradnju kasnijih nuklearnih elektrana, odabrala je elektroprivreda Hrvatske nekoliko dodatnih lokacija nizvodno od Zagreba.

Poslovno udruženje elektroprivrede SRH već nekoliko zadnjih godina održava kontakt s Poslovnim združenjem energetike SR Slovenije u vezi zajedničkih studijskih radova na planiranju izgradnje nuklearne elektrane.

Izrađene su ekonomske energetske studije uključenja nuklearnih elektrana u elektroenergetski sistem Hrvatske i Slovenije, investicioni program za nuklearnu elektranu na lokaciji Krško, izmjenjuju se podaci i rezultati studijskih radova i sl.

Budući da veća nuklearna elektrana ima osjetljivo niže specifične investicione troškove, postoji obostrani interes elektroprivrede Hrvatske i Slovenije da zajednički izgrade takav objekt.

I. R.

IZ POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA PROIZVODNJU I PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE SRH.

XXIX sjednica Upravnog odbora održana dne 27. XI 1969. u Zagrebu

Na temelju preporuke Sabora SRH, kojom su se elektroprivrednim organizacijama na području SR Hrvatske postavili određeni zahtjevi u vezi s unapređenjem poslovanja, daljnjim razvojem i rješenjem aktuelnih problema u ovoj privrednoj grani, elektroprivredne ogranizacije su već podnijele izvještaje o izvršenju Preporuke.

Na ovoj sjednici se ponovo raspravljalo:

O izvršenju preporuke Sabora SR Hrvatske Elektroprivrednim organizacijama

Raspravljalo se o prijedlogu teksta najnovijeg Izvještaja o toj problematici, s obzirom na aktuelne diskusije o položaju i ulozi elektroprivrede u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu. Zatim o daljnjem unapređenju rada i korištenju prednosti koje pruža postojanje jedinstvenog elektroenergetskog sistema u zemlji, odnosno pitanje integracije elektroprivrede u Jugoslaviji.

Izvještaj obuhvaća dva dijela:

1. Prikaz stavova o položaju i ulozi elektroprivrede u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu i daljnjem unapređenju odnosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije,

2. Izvještaj o izvršenju Preporuke Sabora s kratkim prikazom realizacije programa izgradnje elektroenergetskih objekata.

U prvom dijelu Izvještaja izneseni su stavovi izraženi u elaboratu koji je Poslovno udruženje poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije izradilo u zajednici s Poslovnim udruženjem energetike Slovenije, o čemu se opširno raspravljalo na XXVIII sjednici ovog upravnog odbora.

Drugi dio Izvještaja obuhvaća izvršenje Preporuke Sabora, posebno u onom dijelu koji nije uvjetovan rješenjem prethodnih pitanja.

Nakon opširne diskusije UO je jednoglasno usvojio Izvještaj s time, da se provedu neke izmjene i dopune u drugom dijesu Izvještaja.

Nadalje je zaključio:

1. Zadužuje se Biro Poslovnog udruženja da u duhu navedenih izmjena i dopuna izvrši konačnu redakciju Izvještaja i dostavi ga Odboru za proizvodne i privredne djelatnosti Sabora SR Hrvatske na razmatranje.

2. Koordinacioni odbor proizvodno-prijenosnih i distributivnih poduzeća izvršit će dopunu, odnosno spojit će ovaj izvještaj sa izvještajem što će ga usvojiti Upravni odbor Poslovnog udruženja distribucije, i takav dostaviti saborskim vijećima, ako Poslovno udruženje distribucije na vrijeme izradi svoj izvještaj.

3. U vezi s dopunom izvještaja o izvršenju programa izgradnje, kao i na osnovu konstatacije, da pitanje financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata ostaje otvoreno pitanje financiranja i izgradnje elektroenergetskih objekata nakon 1970. godine, a posebno objekata započetih u razdoblju od g. 1966—1970. (HE Orlovac i HE Varaždin). Upravni odbor zaključuje da se za slijedeću sjednicu Upravnog odbora pripremi materijal na osnovu zaključka sa XXVIII sjednice održane 1. X 1969. u Splitu, o ekonomskom položaju udruženih elektroprivrednih poduzeća, odnosno elektroprivrede Hrvatske, kao i o problematici cijena na osnovi tog materijala.

Informacija o elektroenergetskim prilikama

Potrošnja električne energije u SR Hrvatskoj planirana je za 1969. godinu s porastom od 10 % u odnosu na 1968. godinu, ali je već u 10 mjeseci ostvarena potrošnja bila za 13,4 % veća od one u 1968. godini.

U desetom mjesecu došlo je do naglog pražnjenja akumulacija, kao posljedica povećane potrošnje s jedne strane, i smanjenja dotoka s druge strane. Naime, ukupni dotoci u X mjesecu bili su samo 34,6 % od prosječnih dotoka desetog mjeseca u 30-godišnjem razdoblju. Kako je pražnjenje akumulacija iz dana u dan bilo sve veće, bilo je zaključeno 29. X 1969. na sastanku predstavnika udruženih poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, da se u ovako teškoj energetskoj situaciji odmah angažiraju svi raspoloživi termoizvori u elektroprivredi i industriji, da se i nadalje maksimalno uvozi iz Mađarske i Austrije i provede redukcija potrošnje i to: karbid i ferolegure 100 %, a ostali potrošači sa 23 %. Međutim, kako su karbid i ferolegure stvarno bili reducirani samo za cca 60 %, a ostali potrošači ništa, održan je 5. XI 1969. ponovno sastanak predstavnika proizvodoprijenosnih i distributivnih poduzeća na kojem je zaključeno, da se odmah pristupi redukcijama i to kod karbida i ferolegura 100 %, široke potrošnje za 25 %, a industrije sa neprekidnim tehnološkim procesom za 30 %.

O energetskoj situaciji i s planom redukcije bilo je upoznato i Izvršno vijeće na izvanrednoj sjednici 5. XI 1969.

U vremenu od 1. XI do 25. XI reducirano je u SR Hrvatskoj oko 25 GWh, od toga oko 7 % kod široke potrošnje.

Trenutno je energetska situacija povoljna i akumulacije se pune.

Upravni odbor je primio na znanje ovu informaciju i u vezi s time zadužio Biro Poslovnog udruženja da izradi analizu ovakvog stanja, iz koje se mogu povući određene pouke za budući rad. Analizu treba dostaviti poduzećima na razmatranje.

Formiranje komisije za usklađivanje akata biroa poslovnog udruženja sa Saveznim propisima

Nakon provedene diskusije, konstatiralo se, da u smislu 15. Ustavnog amandmana, normativne akte u Poslovnom udruženju ne bi trebalo mijenjati, ali bi normativne akte, koji se odnose na Zakon o radnim odnosima, trebalo uskladiti s izmjenama i dopunama navedenog zakona. Stoga je Upravni odbor zaključio, da Biro Poslovnog udruženja izradi prijedlog izmjena i dopuna normativnih akata koji se zasnivaju na izmjenama i dopunama Zakona o radnim odnosima.

V. Horvat

RAD UPRAVNOG ODBORA POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE HRVATSKE

XII izvanredna sjednica — 12. veljače 1970. god.

XII izvanredna sjednica Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, održana je u Zagrebu, 12. veljače 1970.

Uz članove Poslovnog udruženja »Eldih« sjednici su prisustvovali i predstavnici.

— Udružene elektroprivrede SR Hrvatske — Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, Zagreb,
— Elektroprivrede, poduzeća za proizvodnju i prijenos i kupoprodaju električne i toplinske energije, Zagreb,
— Republičkog sekretarijata za privredu SRH, i
— Koordinacionog odbora republičkih poslovnih udruženja i poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije, Beograd.

Prije prijelaza na dnevni red, određena je grupa u sastavu: Kuzele Petar, dipl. ing., Žanić Vladimir, Matković Slavko, Radica Josip, Feöcze Daniel, dipl. ec. i Štengl Vladimir, dipl. ing., koja je u radio emisiji »radio komentirajte«, 13. veljače 1970., odgovarala na pitanja slušalaca o elektrodistribuciji.

Na ovoj izvanrednoj sjednici, prema usvojenom dnevnom redu, raspravljalo se o slijedećim pitanjima, i doneseni su zaključci:

1 — *Povišenje cijene električne energije — Odluke SIV-a*

a — Zaključeno je, da se na temelju izvještaja Pravne komisije Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije zatraži od SIV-a da po hitnom postupku dade objašnjenje, da li je za povišenje cijena električnoj energiji potrebno zatražiti suglasnost Saveznog zavoda za cijene.
Istovremeno je potrebno od Republičkog sekretarijata za privredu SRH zatražiti podršku za dobivanje ovog rješenja.

b — Odlučeno je da se 18. II 1970. sazove sastanak tarifera elektrodistributivnih poduzeća SRH. Na ovaj sastanak tariferi trebaju doći s konkretnim prijedlozima, kako bi se mogle provesti obje odluke SIV-a.

2 — *Izvještaj o raspravi na temu »Aktuelni problemi elektroprivrede« na sjednici Izvršnog komiteta CKSK Hrvatske dne 3. veljače 1970. u Zagrebu.*

Elektrodistribuciju Hrvatske na ovom sastanku su zastupali i iznijeli probleme elektrodistribucije: Petar Kuzele, dipl. ing., direktor Elektre Zagreb, Vladimir Žanić, direktor Elektroslavonije Osijek i Anđelko Marušić, direktor PU »Eldih« Zagreb.

Naročito se raspravljalo o cijeni električne energije, zaostalim investicijama, proširenoj reprodukciji, odnosu potrošač-dobavljač električne energije itd.

Prema izlaganju ing. Petra Kuzele, direktora Elektre iz Zagreba i člana Upravnog odbora PU »Eldih«, problemi elektroprivrede javljaju se u stvari na dva nivoa:

— jednom bez potrošača kada se radi o organizaciji elektroprivrede na nivou SFRJ,
— drugiput s potrošačima na nivou direktnih kontakata s distributivnim poduzećima, rješavajući konkretne probleme, pa i one koji se reflektiraju kao posljedica problema na nivou SFRJ.

Konstrukcija odnosa unutar elektroprivrede gradila se dugo bez distribucije, a posebno bez potrošača. Postavlja se pitanje tko može postavljati zahtjeve i predstavljati interese potrošača? To mogu biti samo distributivna poduzeća kao reprezentanti potrošnje stoga moraju odigrati važnu ulogu posrednika na liniji potrošač-proizvodnja. Zbog toga distribuciju treba tretirati kao domenu potrošnje, jer direktan kontakt proizvodnje s potrošnjom nije ostvarljiv tehnološki ni organizaciono. Ako se želi srediti stanje i poboljšati kontinuitet i kvalitet opskrbe potrošača, neophodno je uskladiti investicije u domeni proizvodnje-prijenosa-distribucije električne energije. Bit problema je u kvantifikaciji stanja. To zahtijeva da se predlažu takvi programi koji će omogućiti da se uhvati »korak« u razvoju potrošnje i zadovoljenju potražnje. Iz toga će slijediti realan program razvoja, potrebna investiciona sredstva, a kao posljedica i nužna konstrukcija financiranja proširene reprodukcije. To je problem koji mora imati svoj vremenski slijed, jer ako je usporeni razvoj bio permanentan, onda i sređivanje stanja traži svoje vrijeme.

Smatra, da u budućim raspravama treba distribuciju ravnopravno tretirati, ne kao dio elektroprivrede, jačajući njezin monopol, već kao dio potrošnje koja zastupa i zadovoljava interese potrošača. Nije u duhu namoupravljanja da se mimoilazi grupacija koja zapošljava oko 60% radne snage, predstavlja 35% vrijednosti osnovnih sredstava i reprezentira 4,5 milijuna potrošača, što je do sada bilo veoma često. O tome najbolje govori primjer trogodišnjeg ignoriranja zahtjeva distribucije da cijene domaćinstva dovede na reformski nivo. Sada se, međutim, upravo s toga naslova oduzimaju sredstva u korist proizvodnje, kao uvjet izvršavanja elektroenergetske bilance Jugoslavije.

U okviru Izvršnog komiteta CK SK Hrvatske formirana je radna grupa u koju su ušli i predstavnici elektrodistribucije i elektroprivrede sa zadatkom da razrade i tačno definiraju zaključke s ovog sastanka i predlože da ih verificira Izvršni komitet CK SKH.

3. *Informacija o izradi izvještaja Saboru za raspravu o elektroprivredi.*

   Izvještaj je prihvaćen, s tim da direktor Biroa »Eldih« u dogovoru s direktorom Poslovnog udruženja za proizvodnju i prijenos električne energije, formira grupu koja će dati konačnu formu ovom izvještaju, a sam izvještaj prije predaje saborskim organima dati na razmatranje Upravnom odboru »Eldih-a«.

4. *Izvještaj o izradi zajedničkog elaborata SR Hrvatske i SR Slovenije o organizaciji elektroprivrede*

   Zaključeno je da Biro Poslovnog udruženja »Eldih« jedan primjerak ovog izvještaja hitno dostavi svim poduzećima na razmatranje, da sazove sastanak svih direktora, upravitelja pogona i predsjednika radničkih savjeta elektrodistributivnih poduzeća Hrvatske za 20. II 1970.

5. *Osiguranje kabela za elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske u 1970.*

   a) Zaključeno je da Biro Poslovnog udruženja »Eldih« po ovlaštenju Upravnog odbora dostavi dopis Tvornici kablova (FKS) — Svetozarevo, da bi osigurali kabele za elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske za 1970.

   b) *Izrada srednjoročnog plana za razdoblje od 1971—1975.* Elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske, koja još nisu dostavila materijale privrednog razvoja za razdoblje od 1971. do 1975. treba da ih što prije, a najkasnije do 20. II 1970. dostave Birou Poslovnog udruženja. Primljene materijale će Biro Poslovnog udruženja sumirati i pripremiti za raspravu na slijedećoj sjednici Upravnog odbora.

XXX redovita sjednica — 24. veljače 1970. godine

XXX redovita sjednica Upravnog odbora poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, održana je dne 24. veljače 1970. godine u Zagrebu, s

dnevnim redom:

1. Izvršenje zaključaka sa XXIX redovite sjednice Upravnog odbora Poslovnog udruženja »Eldih« Zagreb,
2. Izvještaj komisije za popis osnovnih sredstava, materijala i sitnog inventara »Eldih-a« sa stanjem 31. XII 1969,
3. Izvještaj Komisije za popis i utvrđivanje novčanih i ostalih obaveza i potraživanja »Eldih-a« 31. XII 1969,
4. Razmatranje Završnog računa Biroa Poslovnog udruženja »Eldih-a« za poslovnu godinu 1969.:
   a) Izvještaj Komisije Upravnog odbora za pregled Završnog računa za 1969.
   b) Poslovni izvještaj za 1969.
   c) Prijedlog za raspodjelu dohotka
   d) Program rada za 1970.
5. Razmatranje zajedničkog elaborata elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske i SR Slovenije o organizaciji i ekonomskom mehanizmu elektroprivrede,
6. Izbor predsjednika i potpredsjednika Upravnog odbora Poslovnog udruženja »Eldih« za 1970.;
7. Izrada srednjoročnog plana razvoja za razdoblje 1971. do 1975,
8. Izvještaj o tipizaciji opreme i analize primjene betonskih stupova;
9. Utvrđivanje akontacije doprinosa Birou Poslovnog udruženja za II tromjesečje 1970,
10. Put u SR Njemačku na poziv poduzeća Stadtwerke, Mainz,
11. Obrazloženje predloženih izmjena i dopuna Pravilnika o radnim odnosima radne zajednice Biroa PU »Eldih«, u vezi s izvršenjem zaključaka XXIX redovite sjednice Upravnog odbora od 26. XII 1969,
12. Proračun amortizacije za 1970.

Zaključci:

1. Prihvaćen je izvještaj o izvršenju zaključaka sa XXIX redovite sjednice i preporuka da elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske i samostalni pogoni razmotre prijedlog Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije da se pruži pomoć Banjoj Luci, prema materijalima XXIX sjednice Upravnog odbora Poslovnog udruženja »Eldih« od 26. XII 1969. Odluke treba dostaviti Koordinacionom odboru i Birou Poslovnog udruženja do 31. ožujka 1970. godine.

2 i 3. Prihvaćeni su izvještaji Komisija za popis — inventuru sa stanjem 31. prosinca 1969.

4. a) Poslovni izvještaj o radu Biroa »Eldih« koji je na vrijeme dostavljen svim udruženim članovima i članovima radne zajednice Biroa, podnio je direktor Biroa Anđelko Marušić.

Izvještaj obuhvaća:

— Opći dio s posebnim osvrtom na rad Upravnog odbora i radne zajednice Biroa Poslovnog udruženja, u 1969,
— Posebni dio u kojem je prikazan rad ekonomsko-financijske i tehničke službe Biroa »Eldih« na izvršavanju programa rada, tekućih poslova i posebnih zadataka Upravnog odbora, državnih i drugih organa u toku 1969.
— U financijskom dijelu izvještaja iznijeta je Bilanca stanja i uspjeha, i kretanje svih sredstava i njihovih izvora.
Pravilnost prikazanog stanja u ovom dijelu poslovnog izvještaja, utvrdila je Komisija Upravnog odbora za pregled financijskog poslovanja i Završnog računa za 1969., i o tom podnijela izvještaj Upravnom odboru s prijedlogom da se raspodjeli ostvareni dohodak u iznosu od d. 796.579,35.

U odnosu na proračun ostvaren je:

— ukupni prihod	sa 103,58%
— utrošena sredstva	sa 103,38%
— dohodak	sa 103,36%
— ugovorne obaveze	sa 79,64%
— zakonske obaveze	sa 98,41%
— osobni dohoci	sa 98,21%
— fond za zajedničke potrebe radnika Biroa	sa 153,98%

Nakon razmatranja izvještaja Upravni odbor je jednoglasno prihvatio:

— poslovni izvještaj o poslovanju u 1969. i izvještaj Komisije za pregled Završnog računa s predloženom raspodjelom dohotka, i
— program rada za 1970., koji nakon dopune prihvaćenih prijedloga u diskusiji, sadrži okvirni program:

- tekuće poslove i posebne zadatke Upravnog odbora, Koordinacionog odbora elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske i organa državne uprave,
- poslove oko rješenja društveno-ekonomskog položaja elektroprivrede u samoupravnim odnosima,
- reguliranje ugovornih odnosa sa djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije i potrošačima radi isporuke električne energije i proširene reprodukcije,
- Srednjoročni plan razvoja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije u okviru plana razvoja energetike od 1971. do 1975.,
- perspektivni plan razvoja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije od 1976. do 1985.,
- tekuće korekture cijene električne energije,
- koordinaciju na području snabdijevanja osnovnih elemenata sredstava rada i osiguranje deviznih sredstava,
- usluge osiguranja protiv rizika,
- koordinaciju studija i istraživanja za potrebe elektrodistributivnih poduzeća,
- formiranje i organizaciju rada stalnih stručnih komisija za tehnička pitanja, koje će trajno i organizirano raditi na pitanjima tipizacije elemenata mreže, na uvođenju telekomande, daljinskog upravljanja i UKV-veza, na propisima, pravilnicima i uputstvima u vezi s pogonskom problematikom, na problematici investicija i planovima izgradnje i sl.
- Koordinacija rada na uvođenju elektronske obrade podataka u distributivnim poduzećima,
- koordinirano reguliranje pravnih odnosa.

5. Prihvaćen je elaborat »Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njezinog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«, kao materijal za diskusiju s tim, da su izdavači poslovna udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske i Poslovno udruženje energetike Slovenije.

6. Jednoglasno je zaključeno da dužnost predsjednika Upravnog odbora u 1970. godini vrši i nadalje *Vidović Hrvoje,* dipl. ing., direktor »Elektrodalmacije« Split, a dužnost potpredsjednika *Friganović Mato,* direktor »Elektre« Sisak.

7. U vezi s izradom srednjoročnog plana razvoja za razdoblje od 1971. do 1975., zaključeno je:

a) da elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske svoje prve projekcije srednjoročnog plana razvoja za razdoblje od 1971. do 1975., prema obrascima utvrđenim 26. XI 1969. na sastanku rukovodilaca privredno-računskih i analitičkih službi elektrodistributivnih poduzeća SRH, dostave Birou udruženja do 15. ožujka 1970.
b) Biro udruženja će sastaviti zbir prvih projekcija i pripremiti ga za raspravu naredne sjednice Upravnog odbora Udruženja. Nakon toga će se ova projekcija dostaviti Republičkom zavodu za planiranje SRH i Savjetu za energetiku Republičke privredne komore.
c) Zaključeno je da ekonomski savjetnik Biroa PU »Eldih« drug *Feöcze Daniel,* dipl. ec., na poziv saveznih organa učestvuje u radu grupe SIV-a u izradi ekonomskih instrumenata dugoročnog plana razvoja za razdoblje od 1970. do 1975. i 1976. do 1985.

8. Primljena je informacija o tipizaciji opreme i analize primjene betonskih stupova s time, da se preporuči elektrodistributivnim poduzećima da nabavu opreme za betonske stupove vrše preko poduzeća »Dalekovod« iz Zagreba.

Ovaj prijedlog treba razmotriti Tehnička komisija Poslovnog udruženja »Eldih« i dati eventualne nadopune na jednoj od narednih sjednica Upravnog odbora.

9. Da bi se omogućilo normalno poslovanje Biroa PU »Eldih« odlučeno je, da udruženi članovi do donošenja financijskog plana i utvrđivanja visine doprinosa za 1970., za II tromjesečje 1970. godine uplate akontaciju utvrđenu proračunom rashoda Biroa za 1969.

10. Prihvaćen je poziv Stadtwerke, Mainz (SR Njemačka) radi rasprave ovih tema:

- organizacija i način rada tehničke službe za gradnju, pogon i održavanje električnih postrojenja,
- organizacija i način vođenja tehničke dokumentacije električkih postrojenja:
  - grafička dokumentacija prirodnih veličina postrojenja,
  - dokumentacija vrijednosnih veličina postrojenja,
- tehnički propisi, pravila i upute za održavanje električkih postrojenja,
- tehnički uvjeti za priključak na mrežu i za isporuku električne energije,
- organizacija službe potrošača električne energije,
- tehnologija rada službe potrošača od prijave do obračuna i naplate potroška,
- međuljudski odnosi prema potrošačima energije (public relations).

U vezi s ovim pozivom određeni su predstavnici elektrodistribucije koji će izvršiti ovaj posjet.

11. Uz prihvaćene nadopune člana 15. i 19. Upravni odbor se složio s predloženim izmjenama i dopunama Pravilnika o radnim odnosima radne zajednice Biroa »Eldih«.

12. Dana je suglasnost na proračun amortizacije osnovnih sredstava Biroa »Eldih« u 1970. godini s osnovicom za obračun amortizacije u iznosu od 192.087,03 d. i proračunskim iznosom amortizacije u iznosu od 28.980,29 d.

N. Stipančić

VIJESTI S GRADILIŠTA

Povezivanje Jadranskih otoka kabelom 110 kV

Prvi podmorski kabel napona 110 kV u našoj zemlji položen je između Dugog Rata i Postira na Braču. To je nastavak izgradnje elektroenergetskih postrojenja što će opskrbljivati jadranske otoke električnom energijom. O tome je opširnije pisano u Energiji br. 11—12, 1968.

Nakon izgradnje veze Dugi Rat—Postira kabelom napona 110 kV u ovoj će godini poduzeće »Elektroprenos« iz Splita organizirati daljnje povezivanje otoka kabelima 110 kV. U prvi plan dolazi polaganje podmorskog kabela između Brača i Hvara, u dužini oko 4,5 km, zatim Hvar—Korčula oko 16,5 km.

Za ova energetska postrojenja položit će se trožilni podmorski kabel s bakrenim vodičima presjeka na podmorskom dijelu kabela 95 mm², a na kopnenom dijelu 120 mm². Povezivanje otoka je kombiniranog tipa koje će se izvesti nadzemnim vodom i podmorskim kabelom. Nadzemni vod imat će vodiče presjeka 150/25 Ač.

Budući da se u zemlji ne proizvodi potrebna kabelska oprema investitor je ugovorio isporuku podmorskih kabela 110 kV s proizvođačima elektroopreme iz Norveške. Planirano je da radovi na povezivanju Brača i Hvara budu izvedeni krajem prvog polugodišta, a između Hvara i Korčule krajem ove godine.

U daljnjoj etapi nastavit će se s povezivajem 110 kV Korčule s Pelješcem podmorskim kabelima. Početna tačka napajanja bit će transformatorska stanica 110/35 kV Starigrad na Hvaru, a krajnja transformatorska stanica 110/35 kV Ston.

Realizacijom programa polaganja podmorskih kabela 110 kV između jadranskih otoka povećat će se prijenosni kapacitet i sigurnost napajanja električnom energijom srednjedalmatinskih otoka, što će utjecati na razvoj turističke privrede i drugih privrednih grana.

I. R.

INFORMACIJA O ORGANIZACIJI UNIPEDE

Međunarodna unija proizvođača i distributera električne energije **UNIPEDE**
Union internationale des producteurs et distributeurs d'energie electrique

Jugoslavenski komitet za elektrotermiju i elektrokemiju pokrenuo je pitanje svrsishodnosti formiranja Nacionalnog komiteta proizvođača i distributera električne energije u našoj zemlji, koji bi neposrednije surađivao u stručnim pitanjima sa UNIPEDE. Stoga o tome dajemo kratku informaciju.

UNIPEDE je osnovan 1924. god., dakle prije 46 godina, sa sjedištem u Parizu. Članice UNIPEDE su: Francuska, Belgija, SR Njemačka, Norveška, Italija, Velika Britanija, Poljska, Švedska, Irska, Danska, Portugal, Finska, Španjolska, Holandija, Švicarska i Jugoslavija. Jugoslavija nema Nacionalni komitet, već je član preko Zajednice jugoslavenske leketroprivrede. UNIPEDE je do sada održao 14 međunarodnih zasjedanja. Posljednje zasjedanje je bilo u Madridu 1967. Međunarodna zasjedanja se održavaju svake treće godine, pa i ove.

UNIPEDE tretira pitanja tehničko-ekonomskog aspekta oblasti *proizvodnje električne energije, prijenosa, distribucije i primjene električne energije.* Ova organizacija ima 8 stručnih komiteta o tehničkim pitanjima, 1 stručni komitet za studij zdravstvenih pitanja u okviru UNIPEDE i 1 komitet za odnose i veze s javnosti.

Stručni komiteti su ovi:

I Komitet za studij nuklearne energije
II Komitet za studij proizvodnje termičke energije
III Komitet za studij proizvodnje hidraulične energije
IV Komitet za studij velikih mreža i međunarodnih interkonekcija
V Komitet za studij distribucije električne energije
VI Komitet za studij tarifa električne energije
VII Komitet za studij razvoja primjene električne energije
VIII Komitet za studij statistike
IX Komitet za studij zdravstvenih pitanja pri UNIPEDE
X Komitet za veze s javnosti.

U okviru nekih komiteta obrazovani su, po potrebi, i potkomiteti.

Da bi se bolje uočila djelatnost rada UNIPEDE, u daljem izlaganju se navodi rad UNIPEDE na Kongresu u Madridu, koji je održan u svibnju 1967. godine (XIV zasjedanje).

Na Kongresu u Madridu UNIPEDE je imao ovakav program stručnih referata:

REFERATI U PROVIZORNOM OBLIKU

Komitet za studij nuklearne energije

Predsjednik: Pierre AILLERET (Francuska)

I *Glavni referat* Predsjednika Komiteta

Komitet za proizvodnju termičke energije

Predsjednik: F. W. SKELCHER (Velika Britanija)

II-1. »*Stečeno iskustvo o eksploataciji termičkih blokova velike snage*«. Autor: J. GUILHAMON (Francuska)
II-2. »*Razvoj automatizacije jedinica termoelektričnih agregata velike snage*«. Autor: F. CASTELLI (Italija).
II-3. »*Primjena gasnih turbina za proizvodnju električne energije*«. Autor: F. FAUX (Velika Britanija).

Potkomitet za studij kemije termoelektrana

Predsjednik: R. RATH (Francuska)

II-a. *Glavni referat* Potkomiteta. Autor: R. L. REES (V. Britanija)
II-a.1. »*Ručna i automatska kontrola tokova vode i pare za vrijeme puštanja u rad novih jedinica, kod postrojenja stavljenih u pogon od 1963. godine.*« Autor: R. RATH (Francuska).

Komitet za studij proizvodnje hidraulične energije

Predsjednik: G. BARDON (Francuska)

III-1. »*Razvoj proizvodnje hidraulične energije u narednim godinama*«. Autor: R. LEFOULON (Francuska).
III-2. »*Dimenzioniranje i eksploatacija akumulacijskih hidroelektričnih postrojenja*«. Glavni referat.
Autori: M. CASTILLO RUBIO i J. RUIZ PEREZ (Španjolska).
Aneks: »*Poseban slučaj Portugalije*«. Autori: A. LEITE GARCIA, R. DA CRUZ FILIPE S. PAES, V. BRANDAO DE MENEZES (Portugal).
III-3. »*Eksploatacija hidroelektrana putem daljinskog sistema upravljanja*«. Autor: W. PIETZSCH (SR Njemačka).

Komitet za studij velikih mreža i međunarodnu interkonekciju elektroenergetskih sistema

Predsjednik: G. RICCIO (Italija)

.IV *Glavni referat* predsjednka Komiteta.
Aneks: »*Povezivanje Sardinije i Italije sistemom jednosmjerne struje*«. Autor: P. FACCONI (Italija).
IV-1. »*Sigurnost pogona pri izvođenju projekata i eksploatacije električnih mreža u Evropi*«. Autori: P. W. CASH i E. C. SCOTT (Velika Britanija).

Komitet za studij proizvodnje hidraulične energije

Predsjednik: P. HERTOGS (Belgija)

V *Glavni referat* predsjednika Komiteta.
V-1. »*O kvaliteti javnog snabdijevanja električnom energijom*«. Autori: J. PAGES i P. GAUSSENS (Francuska).
V-2. »*Raspodjela troškova pri distribuciji električne energije na srednjem i na niskom naponu*«. Autori: J. M. ESPINOSA DE LOS MONTEROS i J. M. LLINAS (Španjolska).

V-3. *»Principi sigurnosti u distribuciji i pri upotrebi električne energije«.* Autor: H. J. SHEPPARD (Velika Britanija).

V-4. *»Studij o razvoju distributivnih električnih mreža«.* Autori: P. GAUSSENS, D. CALVET, G. LE GAL i J. ROGER (Francuska).

Komitet za studij tarifa električne energije

Predsjednik: P. DE BARROS (Portugal).

VI *Glavni referat* predsjednika Komiteta.
Aneks I: *Anketa o uvjetima promjene cijene električne energije* (1965. godine).
Aneks II: *Anketa o tarifama za isporuku električne energije na visokom naponu* (1965. godine). Studij degresivnih tarifa.
Aneks III: *Anketa o pravilima amortizacije postrojenja i uređenja kod poduzeća za proizvodnju i distribuciju električne energije* (1963. godina).

VI-1. *»Referat radne grupe o kvaliteti proizvodnje električne energije«.* Autor: M. BOITEUX (Francuska), Predsjednik Radne grupe.

VI-2. *»Referat Radne grupe o strukturama tarifa na niskom naponu«.* Autor: J. BOSSAERT (Belgija).

Komitet za studij razvoja primjene električne energije

Predsjednik: E. TIBERGHIEN (Belgija).

VII *Glavni referat* predsjednika Komiteta.
Aneks: *»Anketa o studiji tržišta«.* Autor: J. DE FELICE (Francuska).

VII-1. *»Aspekti razvoja primjena električne energije u industriji«.* Referat Radne grupe za razvoj industrijske primjene. Autori: G. COVA (Italija) i L. PUISEUX (Francuska).

VII-2. *»Seoska elektrifikacija u službi Čovjeka«.* Referat Radne grupe za poljoprivredu, zanatstvo i trgovinu.

VII-3. *»Neki metodološki aspekti srednjoročnog i dugoročnog predviđanja (prognoze) potrošnje električne energije«.* Referat Radne grupe za prognozu potrošnje. Autor: J. DE FELICE (Francuska).

VII-4. *»Električno grijanje stambenih prostorija«.* Autori: E. TIBERGHIEN, L. GILLAIN, G. VAN DIJCK (Belgija), L. AUTESSERE (Francuska), J. GULLEV (Danska), B. STOY (SR Njemačka).

VII-5. *»Razvoj potreba u električnoj energiji u velikim gradovima«.* Autori: L. PUISEUX i R. THOUMIN (Francuska).

Potkomitet za studij krivulje opterećenja

Predsjednik: Ch. MOREL (Švicarska).

VII-a. *»Studij krivulje opterećenja i raznolikosti« (diverzibiliteta).* Glavni referat predsjednika Potkomiteta.
Aneks: *»Metodologija istraživanja opterećenja: brza metoda za trajno određivanje komponente opterećenja potrošača u domaćinstvu u ukupnom opterećenju sistema«.* Autor: J. G. BOGGIS (Velika Britanija).

VII-a.1. *»Studij opterećenja distributivnih trafostanica u zavisnosti o razvoju primjene električne energije«.* Referat Radne grupe *»Potrošači na niskom naponu«.* Autor: E. VEDERE (Francuska).

VII a.2. *»Karakteristike isporuke električne energije nekim velikim industrijama.« »Analize o studiji opterećenja regionalnih područja«.* Referat Radne grupe industrijskih potrošača. Autor: E. MARCIANI (Italija).

VII-a.3. *Organizacija istraživanja karakteristika opterećenja kod potrošača«.* Autor: J. G. BOGGIS (Velika Britanija).

Komitet za studij statistike

Predsjednik: W. L. FROELICH (Švicarska).

VIII *Glavni referat* predsjednika Komiteta.
Aneks I: *»Nespremnost pogona termoelektrana«.* Autor: M. VIBERT (Francuska).
Aneks II: *»Klasifikacija potrošača električne energije prema grupama aktivnosti«.* Autor: M. VIBERT (Francuska).

VIII-1. *»Način izvođenja tendencije razvoja potrošnje električne energije koja je preporučljiva i pri razvojnoj sezonskoj promjeni«.* Autor: M. PENEL (Francuska).

Grupa za studij zdravstvenih pitanja pri UNIPEDE

Predsjednik: C. Th. KROMER (S. Njemačka).

Predsjednik za zdravstvena pitanja: Dr R. Ch. FRANÇOIS (Francuska).

IX *»Opće analize o električnim opekotinama i o ponašanju u početnoj fazi njihovog razvoja. Sadašnje stanje problema«.* Autor: Grupa za studij medicinskih pitanja pri UNIPEDE.

Komitet za veze s javnosti

Predsjednik administracije: G. BARDON (Francuska).

Izvršni predsjednik: D. A. J. ZAAL (Holandija)

X *»Veze i odnosi s javnosti«.*

Tri godine nakon posljednjeg zasjedanja održat će se ove godine u Cannes-u (Francuska) od 13—17. rujna XV po redu zasjedanje UNIPEDE.

Organizacioni odbor UNIPEDE je odabrao za održavanje stručnog skupa Cannes, na mediteranskoj obali, koji je privlačan i sa turističkog gledišta, i po svojim kulturnim manifestacijama.

Zasjedanje će se održati u Palači festivalskih priredbi (Palais des Festivales) gdje će biti sjedište Kongresa. Svečano otvaranje zasjedanja bit će u nedjelju 13. rujna u 16 h poslije podne a radna zasjedanja pojedinih komiteta od 14. do 17. rujna. Poslije završenog zasjedanja predviđaju se za prijavljene učesnike kraće studijske ekskurzije. Posjetit će se važnija elektroenergetska postrojenja što ih je izgradila francuska elektroprivredna organizacija Electricité de France. Također se predviđaju posebne kraće ekskurzije za pratioce delegata tj. poseban »program za dame«.

Radne sjednice bit će posvećene diskusiji o referatima tehničko-ekonomske prirode koje je za ovo zasjedanje pripremio Studijski komitet UNIPEDE, i koji tretiraju najnovije i najaktuelnije probleme.

Jedna od tih sjednica bit će posvećena diskusiji o specijalnom referatu, koji je izrađen na zahtjev Uprave komiteta, o problemima budućeg snabdijevanja električnom energijom u periodu od 1970. do 1985. godine, kada se očekuje da će potrebe za električnom energijom porasti trostruko prema sadašnjoj potrošnji.

Raspored zasjedanja i diskusije o problemima:

Nedjelja, 13. rujna: u 16 h svečano otvaranje

RADNA ZASJEDANJA

Ponedjeljak, 14. rujna:

prije podne . . *Probjemi iz distribucije električne energije; Tarifna pitanja,*

poslije podne . *Tarifna pitanja; Studija iz zdravstva.*

Utorak, 15. rujna:

prije podne . . *Perspektiva do 1985. godine, Nuklearna energija,*

poslije podne . *Veliki elektroenergetski sistemi i međunarodna interkonekcija. Kompjutori.*

Srijeda, 16. rujna:

prije podne . . *Proizvodnja električne energije iz termoelektrana. Kemijski problemi u termoelektranama,*

poslije podne . *Proizvodnja električne energije iz hidroelektrana.*

Četvrtak, 17. rujna:

prije podne . . *Razvoj primjene električne energije,*

poslije podne . *Krivulja dijagrama opterećenja sistema, Statistika, Svečano zatvaranje zasjedanja. Skupština.*

Referati i diskusije bit će na francuskom i engleskom jeziku.

Za kotizaciju tj. učešće po učesniku je predviđeno 650 francuskih franaka. *Ing. V. Zloković*

NOVE KNJIGE I ČASOPISI

Walter Christian: **Technische Wärmelehre,** Izdavač: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie — Leipzig.
Band I, Šesto novoobrađeno izdanje 1966. god. 277 strana, 76 slika, 4 tablice, 10 priloga.
Band II, Šesto novoobrađeno izdanje 1968. god. 272 strana, 83 slike, 11 tablica, 7 priloga, format 16,5×23 cm, tvrdi uvez, cijena 27 DM.

Band I: Glavna prednost ove knjige, u odnosu na drugu stručnu literaturu s područja termodinamike, sastoji se u metodi obrade i objašnjenju materijala, koja ovo djelo čini posebno podesnim za studente na fakultetima, visokim i tehničkim školama za učenje i pripremanje za ispite. Na jasno i detaljno izlaganje materijala nadovezuje se na svako glavno poglavlje veći broj pitanja i primjera koji služe za provjeravanje stupnja savlađivanja odgovarajućeg materijala. Rezultati su prikazani na kraju knjige. Osim toga, na kraju je kratka rekapitulacija glavnih poglavlja sa definicijama i formulama.

Band II: Drugi dio obrađuje termodinamiku plinova, kao i mješavine pare i zraka, osnove stacionarnog prijenosa topline, kao i nauku o izgaranju. Materijal je u obliku predavanja. Za svako glavno poglavlje postavljena su pitanja i zadaci, za koja su na kraju priloženi rezultati.

Knjige su posebno namijenjene studentima montanistike, energetike, strojarstva, elektrotehnike i stručnjacima u praksi.

J. Lucati

Hutarew G.: **Regelungsteshnik,** 3 prerađeno izdanje, Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1969., 169 strana, 188 slika, cijena US $ 8,20

Regulacijska tehnika nije opsežna knjiga. Ona predstavlja zapravo kratki uvod u primjenu ove tehnike pri regulaciji brzine vrtnje turbina na vodu. Autor je na tom specifičnom primjeru nastojao protumačiti regulacijsku tehniku na relativno lak i razumljiv način. U tu se svrhu služio osnovama teorije regulacije, te najuobičajenijim računskim postupcima i metodama za pronalaženje regulacijsko-tehničkih svojstava pojedinih članova, kao i čitavih regulacijskih krugova. Osim teoretskih osnova, želio je upoznati čitaoca i s mjernim postupcima za provjeravanje ovih svojstava uz pomoć pokusa koji posljednjih godina, u području regulacije brzine vrtnje turbina na vodu, sve više dobivaju na značaju.

U sadržaju je obuhvaćeno nekoliko tematskih grupa. Jednu grupu predstavljaju računski postupci za proučavanje svojstava regulacijskih krugova. Ovi su postupci obrađeni u 1. 2. i 9. poglavlju (Računske metode u regulacijskoj tehnici, Spajanja elemenata regulacijskih krugova, Ispitivanje stabilnosti), te djelomično u 8. poglavlju (Regulacijski krug). Pri tom je naročit naglasak stavljen na harmoničku analizu (račun s frekvencijskim odzivom). Ovi su pojmovi apstratkno obrađeni, što se u opisivanom slučaju nije moglo izbjeći.

S druge su strane u poglavljima od 3 do 7 (Polužni mehanizmi, Mjerni mehanizmi, Pojačalo, Regulator, Regulirana staza), a djelomično i u 8., objašnjene zajedničke fizikalne i regulacijsko-tehničke osobine pojedinih članova, kao i čitavih regulacijskih krugova.

Na kraju su u nekim dijelovima 6., 7. i 8. poglavlja obrađeni i mjerni postupci za provjeravanje ovih osobina.

U ovom 3. izdanju prilagođene su, gdje god je to bilo moguće, razne definicije i oznake posljednjih internacionalnih i njemačkih normi.

M. Vujnović

Autorski kolektiv: **Ermittlung des Brennstoffbedarfes für Raumheizung, Warmwasserbereitung und Küchenbetrieb.** Izdavač: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie — Leipzig 1968. 80 strana, 3 slike, format 14,7 × 21,5 cm, broširano, cijena 2,30 DM

Glavna prednost ove knjige je, što u razumljivoj i jednostavnoj formi daje postupke za potrošak goriva za prostorno grijanje, pripremu potrošne vode i kuhanje. Uz pretpostavku najekonomičnijeg učina, tj. uz štedljivo korištenje goriva. U tu svrhu služe pokazatelji za koje su dana objašnjenja s cifarskim vrijednostima.

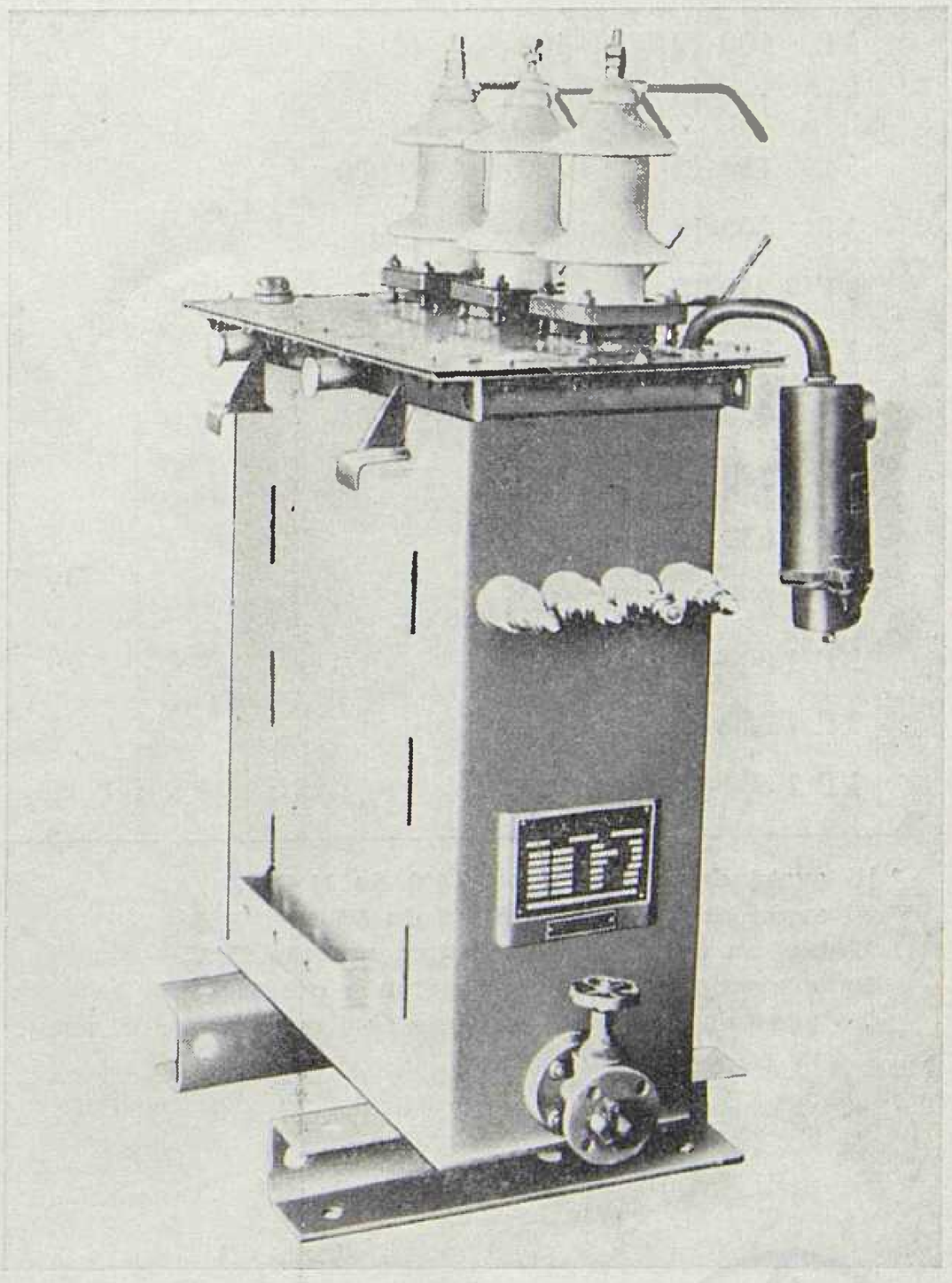
Knjiga služi, odnosno može koristiti, projektantima, a naročito kao pomagalo za rukovaoce grijanja.

J. Lucati

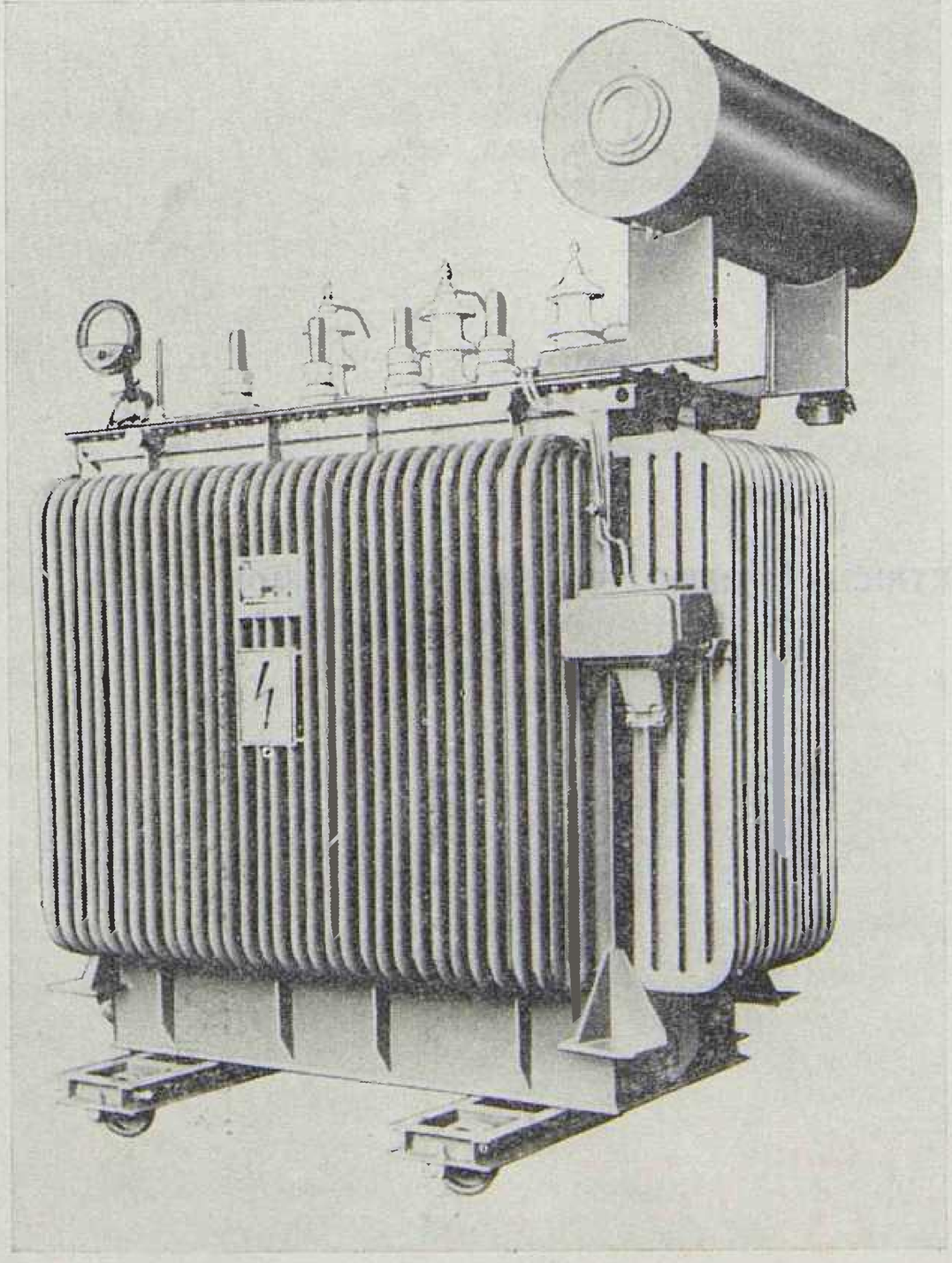
TROFAZNI ULJNI ENERGETSKI TRANSFORMATORI NIZA 3T-12 OD 20 DO 1600 kVA

Transformatori niza 3T-12 su trofazni uljni transformatori serijske proizvodnje za napone do 12 kV i snage do 1 600 kVA, za prirodno hlađenje zrakom, a odgovaraju jugoslavenskom standardu JUS N. H1. 010.

Transformatori 3T-12 su građeni za vanjsku montažu, a mogu se bez izmjena upotrijebiti za unutrašnju montažu. Predviđeni su za rad pod teretom koji je jednak nazivnoj snazi, uz najvišu dnevnu temperaturu okoline 40° C i nadmorsku visinu do 1 000 metara. Mogu raditi i u krajevima gdje su česte oluje, jer su



Transformatori 20 i 30 kVA



Transformatori 400 do 1600 kVA

namoti transformatora otporni na prenapone koji nastaju atmosferskim izbijanjima. Transformatori 3T-12 mogu raditi i na nadmorskim visinama iznad 1 000 metara, ali tada za svakih započetih daljnjih 500 metra nadmorske visine opada nazivna snaga za 2%.

Transformatori ovog niza imaju stupanj izolacije Si 12, prema JUS-u N. BO. 030, jer su građeni za najviše pogonske napone do 12 kV. Ispitni napon industrijske frekvencije je 28 kV, a tipno ispitivanje izvršeno je udarnim ispitnim naponom 75 kV.

TEHNIČKI PODACI

Tip	Snage kVA	Napon		Sprega	Napon kratkog spoja	Gubici		Masa		Cijena
		viši	niži			zbog tereta	praznog hoda	ulje	ukupno	
		V	V		%	W	W	kg	kg	Din.
3T 20-12	20				4,5	600	100	58	265	
3T 30-12	30				4,5	750	145	75	335	
3T 50-12	50				4,5	1 120	180	100	438	
3T 80-12	80				4,5	1 580	245	124	555	
3T 100-12	100			Yz 5	4,5	1 780	285	140	640	
3T 125-12	125				4,5	2 180	320	176	750	
3T 160-12	160	10 000			4,5	2 510	440	190	886	
3T 200-12	200	ili			4,5	2 980	510	215	1 022	
3T 250-12	250	6 000	400/231**	———	4,5	3 330	595	254	1 210	
3T 315-12	315	ili			4,6	3 960	680	280	1 490	
3T 400-12	400	5 000*			4,6	4 950	800	370	1 760	
3T 500-12	500				4,6	5 440	1 070	417	2 020	
3T 630-12	630				4,6	6 680	1 150	480	2 420	
3T 800-12	800			Dy 5	4,6	8 400	1 370	580	2 960	
3T 1 000-12	1 000				4,8	9 700	1 600	610	3 480	
3T 1 250-12	1 250				4,8	11 940	1 850	700	4 050	
3T 1 600-12	1 600				4,8	14 000	2 250	830	4 950	

* ili svaki drugi napon od 3 000 do 11 400 V
** ili svaki drugi napon od 200 do 600 V
Gubici su dani za temperaturu namota 75° C.
Podešavanje višeg napona pomoću preklopke u beznaponskom stanju za —5; —2,5; 0; +2,5; +5%.
Na poseban zahtjev isporučuju se i transformatori snage 250, 315, 400 i 630 kVA, u sprezi Yz 5.

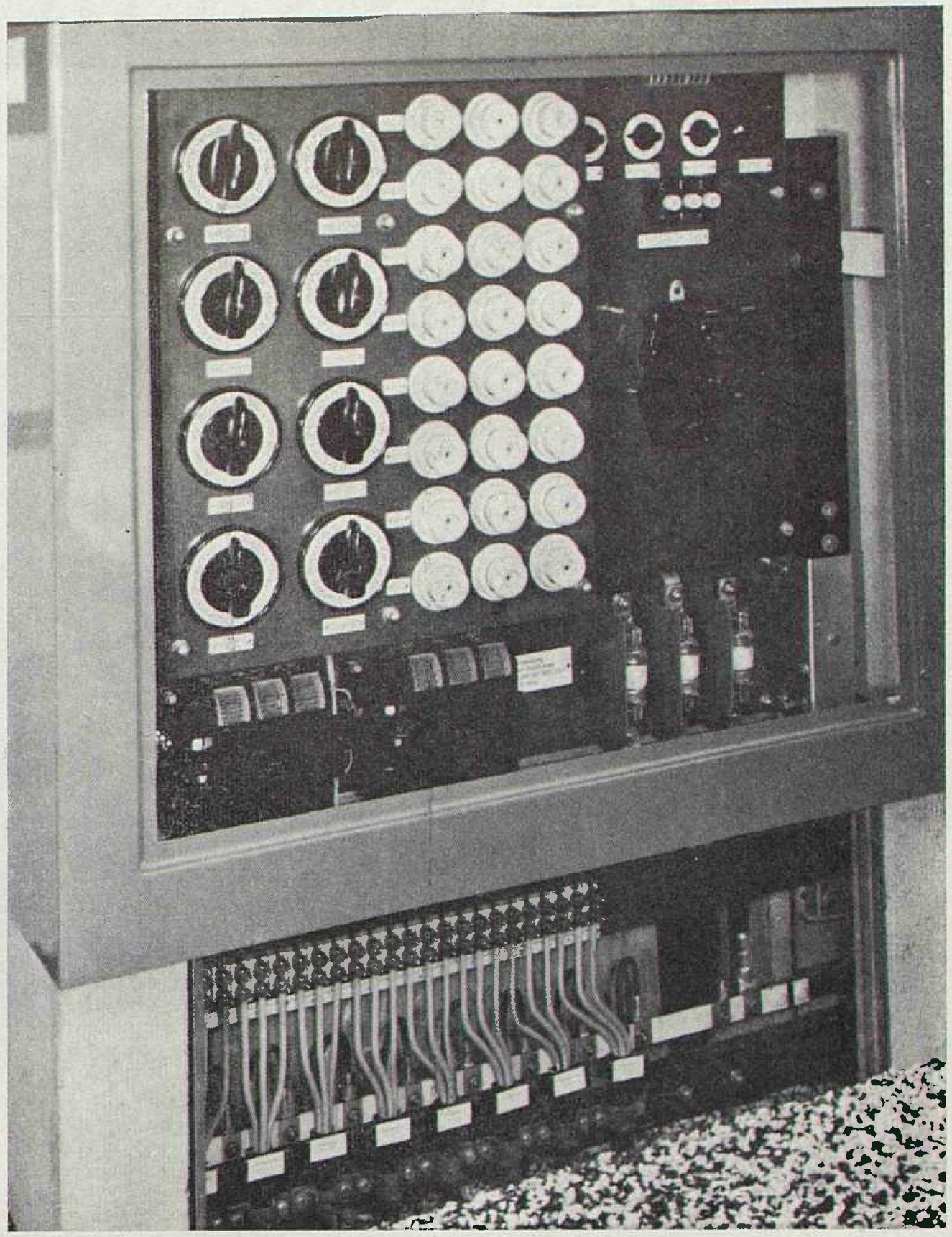
»RADE KONČAR«

PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME, PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA ZAGREB

TEP

TVORNICA ELEKTROTEHNIČKIH PROIZVODA, ZAGREB - VRAPČE

KABELSKI RAZVODNI ORMARI 500 V, 400 A, tip KRO



TIP KRO 8 za potrebe javne rasvjete

Kabelski razvodni ormari izrađeni su od plastičnog materijala, a predstavljaju univerzalno rješenje za razvod električne energije u industriji, distributivnim mrežama, pri elektrifikaciji željeznica, i za potrebe javne rasvjete. U odnosu na postojeća rješenja ovi razvodni ormari imaju slijedeće prednosti:

Sastoje se od tri osnovna elementa:
betonsko-montažnog podnožja,
plastičnog okvira-rama,
plastičnog kućišta i poklopca,
uključujući potreban sitan pribor za montažu.

Potpuna zaštita od korozije (tj. ne zahtijeva nikakvo održavanje).
Neznatna težina (ne zahtijeva posebna sredstva za dizanje ormara).
Jednostavna i brza montaža.
Male dimenzije.
Velika mehanička čvrstoća.
Postojanost kućišta na temperature od —55° C — + 110° C. Sama konstrukcija je nezapaljiva.
Potpuna zaštita od napona dodira, tj. primjenjen je sistem zaštitnog izoliranja.
Dizajniran oblik.
Ormari se isporučuju u tri osnovne veličine.

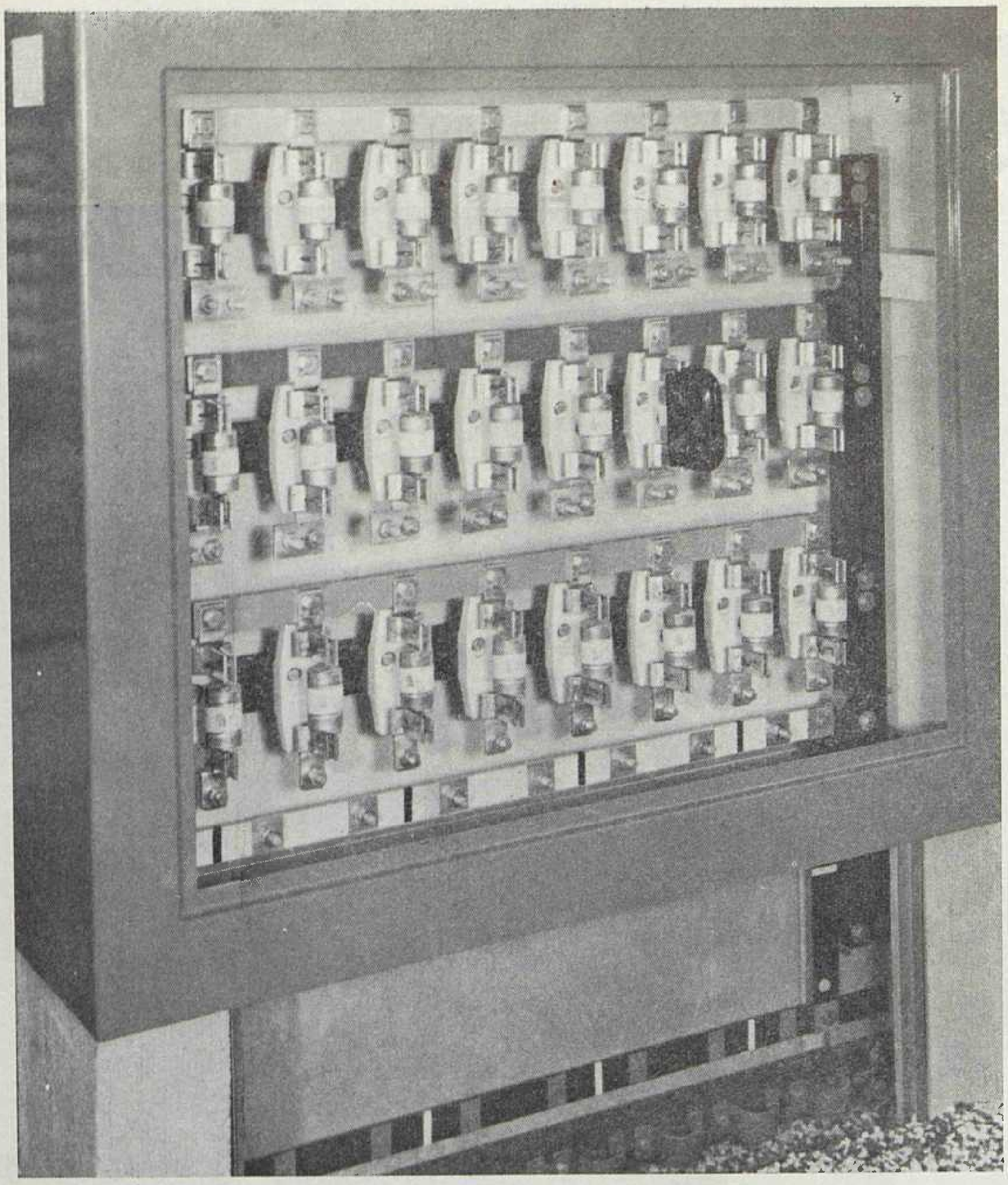
Tip razvodnog ormara	Nazivna veličina ormara	Dimenzije nad zemljom	Broj kabelskih odcjepa
KRO 4	A7	1460×345×774	4
KRO 6	A10	1460×345×995	6
KRO 8	A12	1460×345×1255	8

Moguće izvedbe ormara:

Za razvod električne energije napona do 500 V sa 4, 6 ili 8 strujnih krugova i osiguračima do 400 A,

univerzalna izvedba kod koje se isporučuje okvir bez ugrađene opreme, a koja se može na licu mjesta ili u tvornici ugraditi prema zahtjevu kupca.

Za potrebe javne rasvjete uključujući napajanje energijom i upravljanje rasvjetnih strujnih krugova.



TIP KRO 8 za razvod električne energije

Opis izvedbe ormara

Betonsko montažno podnožje sastoji se od 5 komada industrijski izrađenih betonsko-armiranih djelova: osnovna ploča, 2 komada bočnih nosača, te prednja i zadnja zaštitna ploča.

Plastični okvir (ram) izrađen je iz kvadratnih plastičnih profila, koji su međusobno tako postavljeni da omogućavaju proizvoljnu i jenostavnu ugradnju opreme u ormar.

Plastično kućište se postavlja na betonsko podnožje, koje je ukopano u zemlju. Prednja strana kućišta se zatvara plastičnim poklopcem, koji se zaključava specijalnom bravom. Kućište i poklopac su izrađeni od nezapaljive i na atmosferske utjecaje otporne poliesterske mase, pojačane staklenim vlaknima, koja se odlikuje velikom mehaničkom čvrstoćom. Kućište je izrađeno u ugodnoj sivoj boji. Mehanička zaštita ormara izvedena je prema IEC preporukama 144/1.63.

Dvostruke stjene ormara onemogućuju kondenzaciju para.

Nazivna struja podnožja visokoučinskih osigurača iznosi maksimalno 400 A. Konstrukcija ormara je tako predviđena, da ormar izdrži dinamička naprezanja struja kratkog spoja do 40 kA. Priključak je predviđen kabelom maksimalnog presjeka vodiča do 185 mm², Al ili Cu. Priključak vodiča na sabirnice odnosno osigurače izvodi se vijcima. Glavne sabirnice kao i sabirnice za neutralni vodič su izrađene iz Al profila. Na poseban zahtjev one se isporučuju iz bakra.

Podaci za narudžbu

Tip razvodnog ormara (npr. KRO 6).
Sa ili bez topivih umetaka, te nazivna struja istih.
Sa ili bez brave.
Tip kabelskih glava (vidi TEP-ov katalog).

Ukoliko se želi isporuka potpuno praznih ormara, tj. bez ugrađene opreme, tada u narudžbi treba navesti samo tipnu oznaku: A7, A10 ili A12.

Uz svaku isporuku dostavljamo uputstvo za montažu.

Tvornica elektrotehničkih proizvoda
ZAGREB - VRAPČE

GOD. 1970. (19) energija BROJ 7—8

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

DUGOROČNA PROJEKCIJA RAZVOJA NUKLEARNIH ELEKTRANA NA PODRUČJU SR HRVATSKE I SR SLOVENIJE, S ASPEKTA UTROŠKA I EKONOMIKE NUKLEARNOG GORIVA

Danilo Feretić, Zagreb

Izložene su najprije elektroenergetske osnove za područje SR Hrvatske i SR Slovenije, na temelju kojih treba izgraditi nuklearne elektrane. Obrađen je problem nuklearnih sirovina u Jugoslaviji, kao i količine nuklearnog goriva za jugoslavenske potrebe. Na kraju su utvrđeni ukupni troškovi gorivog ciklusa i specifični troškovi nuklearnog goriva.

DK 621.039 : 620.91

Poznato je da izbor različitih reaktorskih sistema za prvu, i dalje generacije naših nuklearnih elektrana utječe na brzinu iskorištenja nuklearnih sirovina u našoj zemlji.

Izbor razvijenih tipova reaktora koji dolaze u obzir za primjenu kod nas nije velik. Na bazi postojećih ponuda inozemnih tvrtki za prvu nuklearnu elektranu može, u ovisnosti o vrsti nuklearnog goriva, doći u obzir jedan od slijedećih reaktora:

a) *Prirodni uran:*

— teškovodni reaktor HWR sa ili bez isparavanja u jezgri (BHWR odnosno PHWR),

b) *Obogaćeni uran:*

— lakovodni reaktor LWR sa ili bez isparivarnja u jezgri (BWR odnosno PWR),
— usavršeni plinom hlađeni reaktor (AGR).

Karakteristike ovih reaktorskih sistema navedene su u studiji »Udružene elektroprivrede SRH« (1).

U dugoročnoj analizi potreba za nuklearnim sirovinama treba svaki od navedenih reaktorskih tipova promatrati kao proizvođača nuklearnog goriva (plutonija) za reaktore oplođivače (tzv. brze bridere), koji će u svijetu, prema postojećim prognozama biti tehnički i komercijalno raspoloživi iza 1980.

Energetske osnove programa instaliranja nuklearnih elektrana

Program razvoja kapaciteta nuklearnih elektrana na području SR Hrvatske i SR Slovenije treba vezati uz dugoročne projekcije razvoja električnog konzuma ovih republika. Na bazi ostvarenog konzuma u 1967. od oko 8000 GWh, kao i na bazi predviđenog prosječnog porasta konzuma od 7% godišnje, dolazimo do ovih nivoa konzuma:

Godina	1970.	1980.	1990.	2000.
GWh	9800	19900	38000	74000

Usvojiti nižu stopu rasta u dugoročnijim prognozama bilo bi nerealno s obzirom na odnos našeg stupnja razvitka i stupanj razvitka drugih evropskih zemalja.

Učešće energije proizvedene u nuklearnim elektranama u ukupnoj proizvodnji energije, i odgovarajuće potrebe nuklearnih sirovina prognozirat će se polazeći od slijedećih pretpostavki:

a) U razdoblju 1975—1980. godine na teritoriju SRH odnosno SR Slovenije pustit će se u pogon prva nuklearna elektrana snage 500 MW.

b) Porast konzuma iza 2000-te godine bit će pokriven samo nuklearnim elektranama, a do te godine gradit će se paralelno nuklearne i klasične elektrane.

Pretpostavka pod b) odgovara predviđanju OECD (3). Faktor iskorištenja nuklearnih elektrana, zbog njihovog sve većeg učešća u pokrivanju dijagrama opterećenja smanjivat će se postepeno.

U izvještaju OECD predviđaju se za Zapadnu Evropu u razdoblju 1970—2010. ovi kapaciteti nuklearnih elektrana i njihovi faktori iskorištenja:

Tablica 1.

Godina	Prognoza instaliranih snaga NE			Srednji faktor iskorištenja instalirane snage NE
	srednja	MW niska	visoka	
1970.	10.000	10.000	10.000	0,80
1975.	40.000	40.000	40.000	0,80
1980.	110.000	110.000	110.000	0,80
1985.	230.000	218.000	242.000	0,77
1990.	372.000	352.000	432.000	0,73
1995.	580.000	504.000	656.000	0,68
2000.	800.000	662.000	978.000	0,67
2005.	1060.000	770.000	1350.000	0,65
2010.	1350.000	900.000	1800.000	0,65

Prema elektroenergetskoj bilanci konzumnog područja SRH i SR Slovenije za razdoblje 1975—78. (1), (2), prva nuklearna elektrana bi u svom početnom razdoblju mogla raditi s prosječnim faktorom iskorištenja od 85%, ili više. Ne postoje detaljnije analize za razdoblje do 2000 god. Međutim, na bazi analiza u drugim zemljama vjerojatno je, da za naš sistem taj faktor na kraju razmatranog razdoblja neće pasti bitno ispod 65%. Kao prosječna vrijednost za faktor opterećenja nuklearnih elektrana od 1975—2000. god. može se u ovoj studiji s dovoljnom sigurnošću usvojiti vrijednost od 70%.

Porast konzuma SR Hrvatske i SR Slovenije oko godine 2000. iznosit će oko 5000 GWh/god., a porast odgovarajuće instalirane snage nuklearnih elektrana uz faktor opterećenja 65%, oko 900 MW/god.

Na osnovu ranijih pretpostavki, može se pokazati da izraz za određivanje instalirane snage NE u razdoblju 1980—2000. ima oblik

$$P = 500 + 910\,[1{,}116^{T-1980} - 1]\ \text{MW}\quad 1980 \leqslant T \leqslant 2000$$

Na bazi navedenog izraza prognoza veličine instalirane snage nuklearnih elektrana u razdoblju 1980—2000. god. je određena u tablici 2.

Tablica 2.

Godina	Instalirana snaga NE MW
1980.	500
1985.	1165
1990.	2320
1995.	4320
2000.	7780

Dobiveni rezultati će se uzeti kao osnova za određivanje potreba nuklearnih sirovina za različite tipove reaktora u razmatranom razdoblju.

Instalirana snaga elektrana u SR Hrvatskoj i SR Sloveniji oko godine 2000., kod konzuma od 74000 GWh bit će reda 16000—20000 MW, to znači, da bi u zapadnom dijelu SFRJ snaga nuklearnih elektrana bila oko 40% ukupne instalirane snage.

U Italiji se za godinu 2000. predviđa da će instalirana snaga nuklearnih elektrana biti najmanje 50% ukupno instalirane snage.

Navedeno treba, naravno, shvatiti samo kao grubu orijentaciju koja će poslužiti kao baza za određivanje potrebnih količina nuklearnog goriva do kraja ovog stoljeća. Račun će se također provesti za 25% nižu i 25% višu snagu nuklearnih elektrana u godini 2000. od već izračunate (5830, 9750 MW), čime se dobiva područje snage za koje postoji mogućnost da će uključiti ostvarenu snagu nuklearnih elektrana u sjeverozapadnom dijelu zemlje nakon razmatranog razdoblja.

Potrebe nuklearnih sirovina

Pri određivanju potrebnih nuklearnih sirovina za energetski program u sistemu koji se razvija, treba uzeti u obzir i utjecaj vremenskih pomaka između proizvodnje sirovine (rudnik, postrojenje za preradu) i njene potrošnje, jer je potrebna snaga u sistemu u oba vremena različita. Osnova za analizu koja slijedi nalazi se u studijama ENEA-e (3), (4).

Definirat će se slijedeća vremena:

n_1 = vrijeme koje protekne od kada nuklearno gorivo napusti mjesto proizvodnje, do njegovog ulaska u elektranu (tj. obuhvaća preradu, izradu gorivih elemenata, vrijeme stokiranja i transporta).

n_2 = vrijeme koje protekne od kada odzračeno gorivo napusti elektranu, do ulaska novih gorivih elemenata s tim gorivom ponovo u elektranu (obuhvaća vrijeme prerade odzračenog goriva, izradu gorivih elemenata, stokiranje i transport).

n = vrijeme zadržavanja goriva u elektrani.

Na osnovu toga može se definirati godišnja potreba nuklearnog goriva jednadžbom (1),

$$G = \left(\frac{KP}{n}\right) T + n_1 + \frac{n}{2} - \left(\frac{CP}{n}\right) T + n_1 - \frac{n}{2} - n_2 + (\Delta) \quad (1)$$

G = Godišnja količina nuklearnog goriva u godini T na mjestu proizvodnje (rudnik, postrojenja za preradu).

Prvi član jednadžbe predstavlja ukupnu godišnju količinu upotrebljenog goriva u elektrani.

Drugi član određuje količinu upotrebljenog goriva koja nije dobivena iz rudnika već iz nuklearnog goriva što je prethodno bilo u elektrani, i zatim prerađeno i vraćeno u elektranu.

Treći član uzima u obzir korekcije zbog potrebe izvjesne rezerve, probnog pogona i drukčijeg ponašanja prve šarže goriva od goriva u ravnotežnom ciklusu.

K = količina goriva po jedinici instalirane snage objekta kg/MW

P = snaga elektrane u MW u vremenu T

C = količina goriva sadržana u odzračenom gorivu po jedinici instalirane snage elektrane kg/MW.

Kada se radi o izračunavanju proizvodnje plutonija, treba vrijeme n_1 u jednadžbi (1) zamijeniti s vremenom koje protekne od polaska goriva iz postrojenja za preradu do njegovog ulaska u reaktor. Ovo se vrijeme označava sa n_3.

Tablica 3.

	Teškovodni reaktor (MWR)		Lakovodni reaktor (LWR)		Plinom hlađeni reaktori (AGR)		Brzi reaktor (BR)	
	uran	plutonij	uran	plutonij	uran	plutonij	uran	plutonij
nL (god.)	1,18	1,18	3,2	3,2	5,67	5,67	1,5	1,5
C (gr/kW)	—	0,48	157	0,87	159	0,97	53,6	2,24
K (gr/kW)	130	—	655	—	985	—	55,2	1,89
K_1 (gr/kW)	130	—	558	—	642	—	55,2	1,89
n_0 (god.)	0,5	—	0,5	—	0,5	—	0,5	0,5
n_1 (god.)	1,2	—	1,8	—	1,6	—	1,1	1,1
n_2 (god.)	—	1,8	2,6	2,3	2,2	2,2	1,1	1,1
n_3 (god.)	—	1,1	1,3	1,3	1,1	1,1	0,5	0,5
$K_1 - K\frac{n_1}{n}$ (gr/kW)	22	—	23	—	110	—	—	—
$C_1 - C\frac{n_1}{n}$ (gr/kW)	—	—	—	—	—	—	—	—

Ako instaliranu snagu nukelarnih elektrana u promatranom razdoblju izrazimo s prosječnom godišnjom stopom porasta snage S, možemo općenito pisati

$$P_{T+x} = P_T (1 + S)^x$$

S druge strane

$$\frac{d(LP)}{dT} \frac{1}{LP} = S,$$

te ako $L \neq f(S)$ možemo pisati

$$\left(\frac{dP}{dT}\right) = SP_T \qquad (2)$$

L = faktor iskorištenja instalirane snage NE.

Na osnovu studije AB Atmeonergi iz Švedske, korekcioni član se može prikazati slijedećim izrazom:

$$\Delta = \left(\frac{dP}{dT}\right)_T \left[0{,}02\,K + K_1 [(1 + S)^{no} - 1] + \right.$$

$$\left. + [(K_1 - C_1) - (K + C)\frac{n_1'}{n}\right] \qquad (3)$$

Parametri K_1, C_1 i n'_1 su ekvivalentni sa K, C i n, samo se odnose na prvu šaržu goriva.

n_0 = vrijeme trajanja probnog pogona.

Korekcioni faktor Δ uzima u obzir 2% rezerve goriva u rudniku, drugi uzima u obzir vremenski pomak potrebnih količina nuklearnog goriva zbog probnog pogona, a treći uključuje utjecaj izmjenjenih karakteristika prve šarže goriva u odnosu na ravnotežni ciklus.

Uvrštenjem izraza (2) i (3) u jednadžbu (1) slijedi:

$$G = P_T \left[\frac{K}{n}(1 + S)^{n_1 + \frac{n}{2}} - \frac{C}{n}(1 + S)^{n_1 - n_2 - \frac{n}{2}} + 0{,}02\,KS + \right.$$

$$\left. + K_1 S^2 no + (K_1 - C_1) - S\frac{n_1'}{n}(K - C)\right] \qquad (4)$$

Za vrijednost S i vrijednost ostalih parametara koji ovise o tipu reaktora, izraz u zagradi je konstantan i neovisan o vremenu.

Izraz u zagradi predstavlja godišnji utrošak urana ili proizvodnju plutonija po jedinici instalirane snage nuklearnih elektrana.

Na osnovu švedsko-nizozemske studije i studije ENEA-e (3), (4) razvijene termalne reaktore, koji ne recikliraju plutonij i brze reaktore za razdoblje oko 1980. karakteriziraju parametri prikazani u tablici 3.

n_3 je vrijeme od izlaska goriva iz reaktora do izlaska goriva iz postrojenja za preradu, i utječe na vremensku raspoloživost plutonija. Kolona pod »uran« sadrži podatke potrebne za određivanje potrošnje prirodnog urana, a kolona pod »plutonij« podatke potrebne za određivanje proizvodnje plutonija (energetski ekvivalent izotopa PU_{230}) u navedenim tipovima reaktora.

L = faktor godišnjeg iskorištenja instalirane snage nuklearnih elektrana.

Kod reaktora s obogaćenim uranom (LWR, AGR) potrebne količine prirodnog urana dobivene su na bazi relacije:

$$G_{prir} = G_{obog} \frac{X_{prir} - X_{odp}}{X_{obog} = X_{odp}}$$

G_{prir} = količina prirodnog urana
G_{obog} = obogaćenog urana
X_{prir} = prirodno obogaćenje urana (0,071)
X_{odp} = obogaćenje otpadnog urana u procesu separacije izotopa (uzeto 0,025)
X_{obog} = obogaćenje obogaćenog urana.

Uključivanje brzih reaktora oplođivača u elektroenergetski sistem

Brzim reaktorima se pridaje izvanredan značaj u vezi s perspektivnim iskorištenjem nuklearnih goriva. Sve zemlje koje razvijaju nuklearnu energetiku računaju s uključivanjem takvih reaktora u svoj elektroenergetski sistem. Osim razvijenih zemalja, i srednje zemlje zapadne Evrope (npr. Italija) imaju vlastiti i veoma opsežan program razvoja brzih reaktora.

Realno je očekivati, da će nakon nekoliko prvih nuklearnih elektrana s termalnim reaktorima, a nakon dovoljne akumulacije plutonija (koji služi kao gorivo za brze reaktore), problem uključivanja brzih reaktora i u naš elektroenergetski

sistem postati aktuelan. Prognoze zemalja koje razvijaju takve reaktore govore da će brzi reaktori biti ekonomski prihvatljivi oko 1980.

Osnovna prednost brzih reaktora oplođivača sastoji se u činjenici da oni mogu proizvesti više fisionog materijala (PU, U_{233}) nego što ga troše, pa troškovi tih reaktora postaju veoma niski (teoretski, u ovisnosti o cijeni plutonija mogu postati čak i negativni). Značajna prednost brzih reaktora je praktična neovisnost cijene energije o cijeni sirovine, što daje mogućnost iskorištenja i skupljih uranskih nalazišta, pa se iskoristive rezerve nuklearnih goriva penju na visoku vrijednost. Ako se želi postići autonomnost gorivog ciklusa, treba predvidjeti izgradnju brzog reaktora tek nakon što se postigne dovoljna akumulacija plutonija u termalnim reaktorima (HWR, LWR, AGR). Prema tome, uvjeti za planiranje brzih reaktora u našem budućem elektroenergetskom sistemu mogu se definirati na slijedeći način:

1. Brze reaktore, s obzirom na njihov razvoj u svijetu i s obzirom na predviđeni tempo izgradnje nuklearnih elektrana s termalnim reaktorima u našem elektroenergetskom sistemu, nije realno predvidjeti prije 1984—85.
2. Brze reaktore treba graditi onda, kada akumulacija plutonija u termalnim reaktorima dosegne iznos koji omogućuje postavljanje elektrane snage, barem, reda 500 MW, jer se iznad tih snaga predviđa njihova kompetitivnost s termalnim reaktorima.
3. Snaga nuklearnih elektrana predviđena tablicom 2 sastoji se od sume snage elektrana sa termalnim i brzim reaktorima. Instaliranje brzih reaktora smanjuje, dakle, potrebnu instaliranu snagu termalnih reaktora.

Bilanca plutonija brzih i termalnih reaktora je dana slijedećom relacijom (5):

$$\left[\left(\frac{CP}{n}\right)_a\right]_T + n_1 - \frac{n}{2} - n_3 + \left[\left(\frac{CI}{n}\right)_b\right]_T + n_1 - \frac{n}{2} - n_3 =$$

$$= \left[\left(\frac{KP}{n}\right)_b\right]_T + n_1 + \frac{n}{2} + \left[\left(\frac{KP}{n}\right)_b\right]_T + n_1 + \frac{n}{2} + (\Delta)_b \qquad (5)$$

Prva dva člana jednadžbe predstavljaju proizvodnju plutonija, prvi u termalnom reaktoru (indeks a) i drugi u brzom reaktoru (indeks b). Treći član daje potrošak plutonija u brzom reaktoru, a četvrti korekciju u smislu ranije definicije (jednadžba 3).

Kao nadopuna relacije (5) mora vrijediti i jednadžba

$$(P_a)_T + (P_b)_T = (P)_T \qquad (5)$$

Gdje je P_T ukupno instalirana snaga nuklearnih elektrana u sistemu.

Na temelju jednadžbi (4), (5) i (6) izrađen je program računskog stroja koji omogućava izračunavanje godišnje i kumulativne potrošnje urana i proizvodnje plutonija za navedene reaktorske tipove za razne iznose instaliranih snaga nuklearnih elektrana na kraju razmatranog razdoblja (u ovom slučaju god. 2000). Program nadalje automatski određuje moguću godinu ulaska brzih reaktora u pogon, i moguće stope porasta instaliranih snaga brzih i termalnih reaktora nakon te godine, uz uvjet da se zadovolji bilanca plutonija.

Račun je proveden za početnu snagu termalnih i brzih reaktora od 500 MW i za konačne ukupne snage nuklearnih elektrana 5830, 7780 i 9750 MW.

Rezultati proračuna kumulativne potrebe urana i proizvodnje plutonija do god. 2000. su dani u tablici 4.

Tablica 4.

Tip reaktora	Instalirana snaga NE u godini 2000.					
	5830 MW		7780 MW		9750 MW	
	Potrošnja urana t	Proizvodnja plutonija t	Potrošnja urana t	Proizvodnja plutonija t	Potrošnja urana t	Proizvodnja plutonija t
HWR	4489	10,2	5681	12,2	6854	14,1
HWR + BR	2103	—	2919	—	3706	—
LWR	9661	5,5	12724	6,4	15823	7,2
LWR + BR	5964	—	8510	—	11123	—
AGR	11100	2,7	14900	3,1	18801	3,4
AGR + BR	8681	—	12162	—	15771	—

Rezultati iz ove tablice za instaliranu snagu NE od 7780 MW su ilustrirani dijagramom.

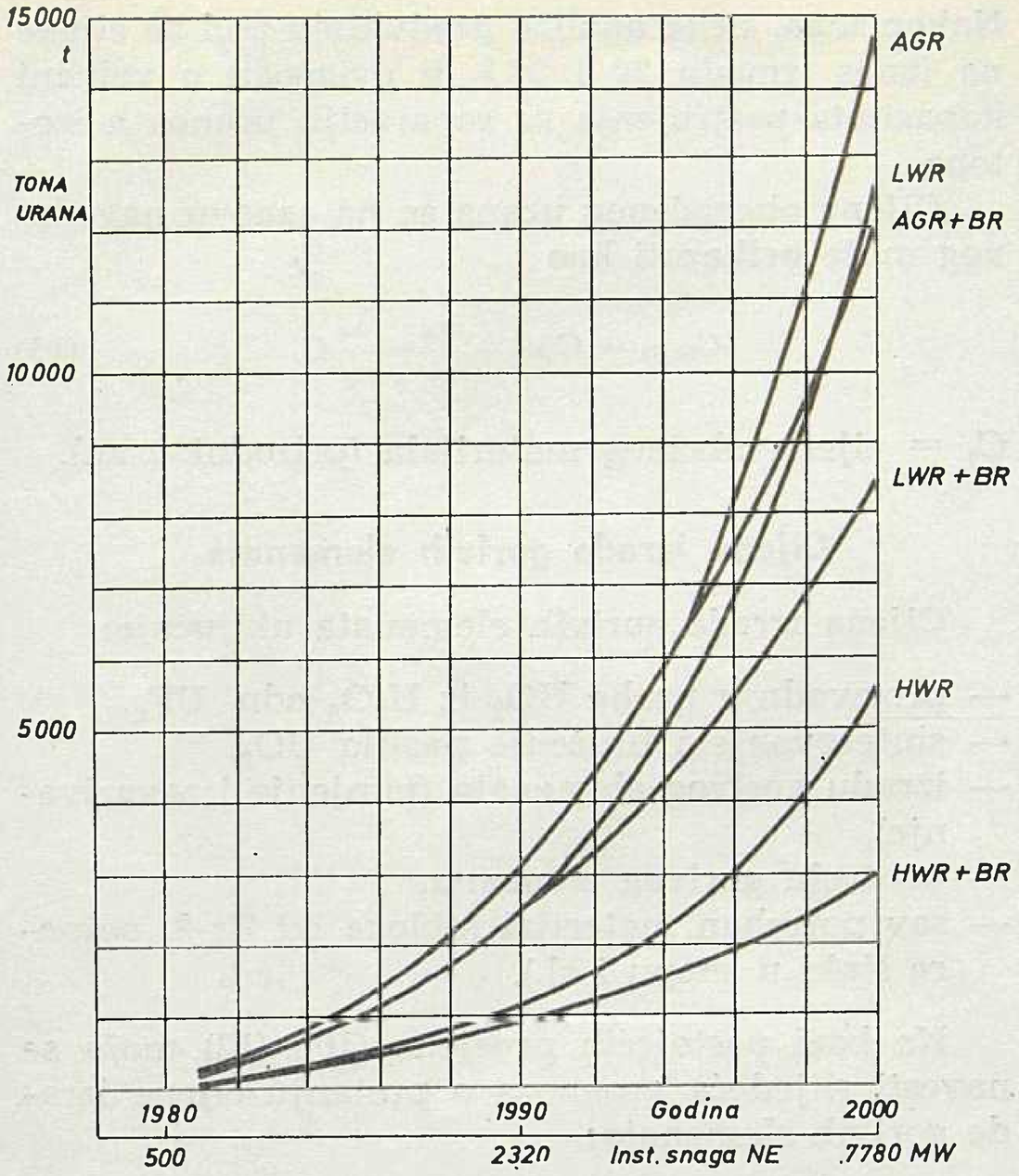
Sa stanovišta potrošnje urana i proizvodnje plutonija teškovodni reaktor je daleko povoljniji od lakovodnih reaktora, a naročito od plinom hlađenih reaktora. Teškovodni reaktori trebaju za istu proizvodnju energije manje od pola količine urana koju troše lakovodni reaktori, a pri tom proizvode skoro dva puta više plutonija od lakovodnih reaktora.

Plinom hlađeni reaktori troše 2,5—3 puta više uranske sirovine od teškovodnih reaktora i proizvode gotovo 4 puta manju količinu plutonija.

Uvođenje brzih reaktora u sistem omogućava znatno sniženje i godišnje i kumulativne potrošnje urana. Račun pokazuje da brzi reaktori omogućuju da se godišnja potrošnja urana u godini 2000. smanji ovisno o visini konzuma prema slijedećem:

— kod teškovodnih reaktora
  sa 603—1073 t/god. na 152—392 t.
— kod lakovodnih reaktora
  sa 1297—2477 t/god. na 536—1381 t.
— kod plinom hlađenih reaktora
  sa 1491—2943 t/god. na 863—2082 t/god.

Posebno bi trebalo istaći da analize pokazuju, da kod stopa porasta instaliranih brzih reaktora oplođivača od 6—7% godišnje ili niže, postoji mogućnost samoodržavanja ovih reaktora vlastitom proizvodnjom plutonija. Kada bi porast konzuma omogućio ovakav tempo porasta instaliranih snaga brzih reaktora, otpala bi potreba za daljnjom izgradnjom termalnih reaktora, čime bi se porast godišnje potrošnje urana sveo na vrlo nisku vrijednost.



Kumulativni potrošak prirodnog urana u nuklearnim elektranama za snabdijevanje konzumnog područja SR Hrvatske i SR Slovenije u periodu 1980—2000. god.

Rezerve nuklearnih sirovina u Jugoslaviji

Do sada utvrđene rezerve nuklearnih sirovina u Jugoslaviji su (6), (7):

Tablica 5.

Klasa sirovine	Otkrivene rezerve U_3O_8 t	Moguće proširenje rezervi U_3O_8 t	Ukupne rezerve U_3O_8 t
5—10 $/1b (113—226 din/kg)	4100	3000	7100
10—15 $/1b (226—339 din/kg)	760	600	1360
15—30 $/1b (339—678 din/kg)	880	900	1780
Ukupno:	5740	4500	10240

Do sada je istraženo 50.000 km² teritorija SFRJ (tj. oko 20%), a postoji mogućnost nalaženja urana na daljnjih 40.000 km² teritorija, pa se potencijalne rezerve U_3O_8 u Jugoslaviji, prema bilanci cijene danas na oko 36.500 t (7).

Klasi 5—10 $/1b pripada nalazište Žirovski Vrh u Sloveniji (u blizini Gornje Vasi). To je prema dosadašnjim saznanjima naše najveće i najrentabilnije nalazište urana (srednji sadržaj U_3O_8 u rudači je prosječno 0,13%).

Klasa 10—15 $/1b, se odnosi na nalazište Zletovska reka u Makedoniji. Srednji sadržaj U_3O_8 u rudači je oko 0,9%. Ovo je po važnosti drugo nalazište urana u našoj zemlji koje dolazi u obzir za eksploataciju.

Ostala nalazišta (Stara Planina, Bukulja, Rudnik itd.) sadrže rudaču slabije kvalitete, pa je njihova eksploatacija, prema današnjim mjerilima, nerentabilna.

Usporedbom tablice 4 s tablicom 5, može se ustanoviti da bi ranije predviđeni program izgradnje nuklearnih elektrana do kraja ovoga stoljeća u SRH i SRSl s reaktorima tipa HWR (ili HWR + BR), a približno i LWR + BR, mogao biti ostvaren samo na temelju nalazišta urana u Žirovskom Vrhu. Na osnovu sada utvrđenih mjerila o procjeni rentabiliteta eksploatacije rudnika urana to nalazište bi moglo dati koncentrat (U_3O_8) čija bi cijena bila konkurentna svjetskim cijenama.

Potrebe za nuklearnim gorivom u Jugoslaviji za narednih trideset godina vjerojatno će biti veće od ove procjene, jer postoji vjerojatnost da će do izgradnje nuklearnih elektrana doći i u drugim dijelovima zemlje (u prvom redu u SR Makedoniji). Međutim, treba pretpostaviti da će intenziviranje istražnih radova dovesti do otkrića novih nalazišta urana kod nas, i time ublažiti potrebu za uvozom ove važne sirovine.

Cijena nuklearnog gorivog ciklusa

Cijena nuklearnog gorivog ciklusa se formira iz slijedećih elemenata:

1. Cijene koncentrata (U_3O_8)
2. Cijene konversije koncentrata u UF_6
3. Cijene obogaćenja
4. Cijene fabrikacije gorivih elemenata
5. Cijene transporta odzračenog goriva
6. Cijene prerade odzračenog goriva
7. Cijene plutonija.

Elementi troškova pod 2. i 3. dolaze samo kod obogaćenog goriva.

Da bi se dobio uvid u trend kretanja cijene nuklearnog goriva u perspektivi, treba svaki od gore navedenih elemenata cijene analizirati posebno.

Međunarodna agencija za atomsku energiju je u 1968. godini organizirala Simpozij posvećen problematici troškova gorivog ciklusa NE. Na simpoziju su učestvovali eksperti za ovu oblast iz cijelog svijeta. Analize koje slijede dobivene su, jednim dijelom, na temelju materijala sa tog Simpozija.

Cijena koncentrata urana

Mišljenje većine autora (8), (9), je, da usprkos znatnom porastu potrošnje ne treba u budućnosti očekivati znatniji porast cijene koncentrata, jer su u svijetu intenzivna istraživanja nalazišta uranove rudače. Ova su istraživanja prije nekoliko godina bila svedena na minimum, jer se potražnja urana za vojne potrebe smanjila, a program izgradnje nuklearnih elektrana još nije bio razvijen. Izgradnjo nuklearnih elektrana sa brzim reaktorima također će u perspektivi smanjiti potrebe za uranom, pa će i to utjecati na limitiranje cijene.

Rezimirajući mišljenja sa spomenutih Simpozija i raspoložive literature, mogu se za perspektivnu svjetsku cijenu knocentrata (do godine 2000.)

izdvojiti predviđanja (bazirana na sadašnjoj vrijednosti novca):

1. Cijena koncentrata se u prosjeku neće mijenjati i ostat će na današnjem nivou (7,5 $/1b). (Westinghouse — USA, Oskarshamverkets — Švedska, (8), (9) Urangeselschaft, m.b.h. — Zap. Njemačka).
2. Cijene koncentrata će sa sadašnjeg nivoa porasti do 1977—78. godine na oko 8,5 $/1b, s tim što će iza 1985, zbog utjecaja brzih reaktora opet pasti na sadašnji nivo (CGE — Kanada) (10).
3. Cijene koncentrata će progrersivno rasti, tako da će se udvostručiti u razdoblju od 30 godina (A. B. Atomenergi, Švedska) (11).

Uzevši, s oprezom, u obzir ova predviđanja, može se pretpostaviti progresivan porast cijena koncentrata urana u budućnosti. Cijene goriva će se računati uz dvije varijante:

a) Cijena koncentrata će, do 2000. godine, porasti za 50%.
b) Cijena koncentrata će, do 2000. godine, porasti za 100%.

Ovim se uvažuju i najpesimičnije prognoze o kretanju cijene koncentrata urana u budućnosti.

Težinski sadržaj urana u koncentratu je oko 85%.

Cijena konverzije koncentrata u UF_6

Cijena konverzije U_3O_8 — UF_6 kreće se u iznosu od oko 2,5 $/kg U. Ovaj element cijene ima mali utjecaj na cjelokupne troškove gorivog ciklusa i ne predviđaju se bitnije promjene u budućnosti.

Cijena obogaćenih urana

Uobičajeno je izračunavati cijene obogaćenog urana, koji se dobiva u procesu plinske difuzije, preko tzv. jedinica separacionog rada.

Broj jedinica separacionog rada potreban za dobivanje 1 kg obogaćenog urana koncentracije x_p je definiran sa:

$$n_s = F(x_p) + \left(\frac{x_p - x_w}{x_f - x_w} - 1\right) F(x_w) - \left(\frac{x_p - x_w}{x_f - x_w}\right) F(x_f)$$

gdje je,

$$F(x) = \frac{2x - 1}{1 - x} \ln x, \qquad (14)$$

x_p = težinski sadržaj U_{235} u obogaćenom uranu
x_f = težinski sadržaj U_{235} u sirovini (ako je prirodni uran $x_f = 0{,}0071$)
x_w = težinski sadržaj U_{235} u otpadnom materijalu (obično je x_w 0,002 — 0,0025).

Cijena jedinice separacionog rada C_s, prema objavljenom cjeniku atomske komisije SAD, danas iznosi 26 $. Postojeće prognoze ne predviđaju bitniju promjenu ove cijene u narednoj dekadi. Nakon toga, neke analize predviđaju pad te cijene na iznos između 20 i 24 $, u ovisnosti o veličini kapaciteta postrojenja za separaciju uranovih izotopa.

Cijena obogaćenog urana se na osnovu navedenog može prikazati kao

$$C_{obog} = C_s n_s + \frac{x_p - x_f}{x_f - x_w} C_f \qquad (15)$$

C_f = cijena ulaznog materijala (prirodni uran).

Cijena izrade gorivih elemenata

Cijena izrade gorivih elemenata uključuje:

— proizvodnju praha UO_2 iz U_3O_8 odn. UF_6,
— sinterovanje i brušenje pastila UO_2,
— izradu gorivog elemenata (punjenje i zavarivanje),
— kontrolu gorivog elementa,
— sav potreban materijal (obloga od Zr-2, potpore šipki u snopu i sl.).

Na bazi postojećih procjena (10), (12) može se navesti slijedeća prognoza o pretanju cijene izrade gorivih elemenata:

	$/kg urana	
	1975.	2000.
Teškovodni reaktori (PHWR)	29	20
Lakovodni reaktori (PWR)	50	33

Ova cijena bitno ovisi o kapacitetu postrojenja. Kod promjene kapaciteta sa 100 t/god. (što se smatra minimalnim ekonomskim kapacitetom) na 500 t/god. cijena prerade pada za 15—20% (13).

Cijena transporta odzračenog goriva

Procjene za cijenu transporta odzračenog goriva za prirodni uran variraju od 1,3—3 $/kg, a za obogaćeni uran 4—5 $/kg (12).

Kako ovi troškovi čine mali dio ukupnih troškova gorivog ciklusa, pretpostavit će se da su konstantni, i da iznose:

— za teškovodne reaktore 2 $/kg
— za lakovodne reaktore 5 $/kg

Cijena prerade odzračenog goriva

Troškovi prerade odzračenih gorivih elemenata iz prirodnog urana su na bazi podataka iz SAD znatno viši od onih koji se predviđaju u Kanadi (8) (10).

U SAD se za 1975. godinu prognoziraju troškovi prerade odzračenog goriva na oko 30 $/kg za obogaćeni uran sa tendencijom pada, a troškovi prerade goriva od prirodnog urana ne ispod 24 $/kg.

U Kanadi se za gorive elemente teškovodnih reaktora predviđaju oko 3 puta niži troškovi prerade, tj. oko 8 $/kg za ekvivalentne kapacitete postrojenja za preradu goriva. Uzrok tome je dijelom u pojednostavljenom postupku prerade.

Rezimirajući raspoložive prognoze o budućem kretanju cijene prerade odzračenog goriva može se navesti slijedeće (10), (11), (8):

	1975.	2000.
Cijena prerade goriva od obogaćenog urana	30 $/kg	15 $/kg
Cijena prerade goriva od prirodnog urana:		
— prognoza SAD	24 $/kg	12 $/kg
— prognoza Kanade	8 $/kg	6 $/kg

Kasnije navedeni primjer je na bazi prognoze SAD.

Cijena plutonija

Cijena plutonija je jedan od najvažnijih elemenata cijene gorivog ciklusa, jer ona uvjetuje rentabilnost prerade goriva.

Prema prognozi Kanađana (10) tržna vrijednost plutonija će sa sadašnjih cca 20 $/gr. pasti oko 1973—74. godine na oko 5—7,5 $/gr. zbog velike proizvodnje ovog materijala u termalnim reaktorima.

Nakon 1980. godine predviđa se ponovni porast te cijene radi veće potrošnje plutonija zbog ulaska brzih reaktora u komercijalnu eksploataciju. Time će se cijena plutonija stabilizirati na vrijednosti između 12,5 i 17,5 $/gr.

U SAD (Westinghouse) (8) se predviđa da će cijena plutonija 70-tih godina iznositi 6—7 $/gr, a da će u 80-tim godinama biti u granicama 8—9 $/gr. Švedani (11) predviđaju da će potrošnja plutonija zbog izgradnje brzih reaktora prouzrokovati porast njegove sadašnje cijene do 2000. god. na oko 20 $/gr.

Budući da kanadska predviđanja za razdoblje iza 1970. godine predstavljaju srednju vrijednost ostalih, služe za bazu daljnjih kalkulacija.

Vrijednost urana u odzračenom gorivu

Kod teškovodnih reaktora nakon procesa prerade odzračenog goriva ostaje osiromašeni uran (0,18—0,2% U_{235}), čija se vrijednost može procijeniti kao postotak vrijednosti svježeg goriva (obično 10—15%).

Kod obogaćenog goriva preostali uran nakon prerade je nešto obogaćen (0,8—0,9%), pa se vrijednost tog urana može računati kao odgovarajuća vrijednost obogaćenog urana.

Ukupni troškovi gorivog ciklusa

Ukupni troškovi gorivog ciklusa za gorivo s prirodnim i obogaćenim uranom dobivaju se zbrajanjem pojedinih elemenata troškova.

Vrijednost plutonija i odzračenog urana predstavlja dobitak, a ne trošak. Prerada goriva se isplati, ako je vrijednost produkata prerade viša od cijene prerade.

Specifični troškovi nuklearnog goriva

Troškovi nuklearnog goriva se sastoje iz komponente direktnih troškova (tj. troškova izgaranja goriva) i troškova kapitala tj. troškova vezivanja obrtnih sredstava za vrijeme zadržavanja nuklearnog goriva u elektrani. Prema tome i troškovi goriva imaju svoju stalnu i promjenljivu komponentu.

1. *Direktna komponenta troškova goriva*

$$C_{gd} = \frac{C_s - C_o}{24\,B\eta} \text{ din/kWh}$$

C_s = cijena svježeg goriva din/kg
C_o = cijena odzračenog goriva din/kg
B = iskorištenje nuklearnog goriva kWd/kg
η = neto stupanj djelovanja elektrane

Tipične vrijednosti za faktor B iznose

— kod teškovodnih reaktora 10000 kWd/kg
— kod lakovodnih reaktora 27000 kWd/kg

2. *Troškovi kapitala u gorivu*

Kapital vezan u nuklearnom gorivu se sastoji iz:

a) Kapitala vezanog u rezervnom svježem gorivu

$$\frac{C_s t_s}{24\,\eta B} \text{ din/kWh}$$

t_s = trajanje rezerve svježeg goriva u elektrani u godinama,

b) Kapitala vezanog uz gorivo u reaktoru

$$\frac{K}{h}\,\frac{C_s + C_o}{2} \text{ din/kWh}$$

h = godišnje trajanje iskorištenja instalirane snage
K = specifični potrošak goriva po jedinici instalirane snage kg/kW
$\frac{C_s + C_o}{2}$ = prosječna vrijednost goriva u reaktoru.

c) Kapital vezan uz odzračeno gorivo

$$\frac{C_o t_o}{24\,\eta B}$$

t_o = zadržavanje odzračenog goriva u elektrani u godinama.

Specifični troškovi kapitala vezani uz nuklearno gorivo će biti:

$$C_{gs} = \left(\frac{C_s t_s}{24\,\eta B} + \frac{C_s + C_o}{2} \cdot \frac{K}{h} + \frac{C_o t_o}{24\,\eta B}\right) \cdot p_1$$

p_1 = kamatna stopa na obrtna sredstva.

Na osnovu danih izraza možemo napisati formulu za određivanje specifičnih troškova goriva u slijedećoj formi:

$$C_g = \frac{C_s}{24\,\eta B}\left[\left(1 - \frac{C_o}{C_s}\right) + p_1\left(t_s + \frac{C_o}{C_s}\,t_o\right) + 12\,\frac{K\eta B p_1}{h}\left(1 + \frac{C_o}{C_s}\right)\right] \qquad (16)$$

Cijene goriva nuklearnih elektrana snage 300 — 400 MW Tablica 6

Tip reaktora	Obogaćenje goriva %	Dubina izgaranja MWd/t	Cijena svježeg goriva Din/kg					Vrijednost odzračenog doriva Din/kg					Spec. cijena gorivog ciklusa para/kWh				
			Godina					Godina					Godina				
			1980	1985	1990	1995	2000	1980	1985	1990	1995	2000	1980	1985	1990	1995	2000
PHWR	—	10000	584 581	599 583	624 588	656 596	697 607	79 79	249 247	379 375	459 453	513 504	0780 0776	0573 0551	0436 0378	0379 0296	0371 0247
SCHWR	2.00	21000	2143 2133	2217 2161	2330 2204	2469 2257	2635 2320	73 71	262 252	417 396	525 490	610 557	1.61 1.60	1.56 1.53	1.57 1.49	1.63 1.48	1.73 1.51
AGR	2.60	18000	2934 2920	3038 2963	3195 3026	3384 3102	3611 3191	662 656	924 895	1156 1093	1337 1231	1497 1337	2.91 2.90	3.00 2.92	3.17 3.01	3.54 3.14	3.78 3.34
PWR	2.65	27000	3078 3064	3178 3101	3330 3159	3517 3230	3743 3314	609 605	922 901	1178 1131	1358 1280	1503 1386	2.26 2.25	2.29 2.24	2.40 2.27	2.57 2.35	2.81 2.48

U tablici se gornji iznosi cijena odnose na slučaj udvostručenja cijene koncentrata urana u promatranom razdoblju, a donji na povišenje cijene koncentrata od 50%.

Troškovi goriva su uz ranije navedene konstante sadržani u funkciji cijene svježeg goriva C_s i odnosa cijene odzračenog i svježeg goriva C_0/C_s.

Na osnovu navedenih analiza izrađen je program računskog stroja za izračunavanje troškova gorivog ciklusa nuklearnih elektrana.

Program je izrađen za nuklearne elektrane sa četiri tipa razvijenih nuklearnih reaktora:

1. Teškovodni reaktor sa prirodnim uranom (PHWR)
2. Teškovodni reaktor sa obogaćenim uranom (SGHWR)
3. Usavršeni plinom hlađeni reaktor (AGR)
4. Lakovodni reaktor (PWR).

Kod izrade programa je pretpostavljeno slijedeće:

1. Troškovi pojedinih elemenata gorivog ciklusa se mijenjaju eksponencijalno između dviju, unaprijed zadanih vrijednosti.
2. Vrijeme godišnjeg iskorištenja instalirane snage nuklearne elektrane u toku njezine životne dobi se smanjuje po paraboličnom zakonu između unaprijed zadanih vrijednosti.

Program omogućava ispitivanje utjecaja bilo kojeg parametra na cijenu gorivog ciklusa.

Rezultati proračuna cijene goriva u nuklearnim elektranama, uzevši u obzir prognoze o mogućim promjenama tih cijena u nastupajućem periodu, su u tablici 6.

Zaključak

Ovo razmatranje o potrebama i cijenama goriva nuklearnih elektrana dozvoljavaju da se zaključi:

1. Količina nuklearnog goriva koja je prema dosadašnjim istražnim radovima raspoloživa u Jugoslaviji, može zadovoljiti veći dio potreba za tim gorivom u narednih trideset gorina.
2. Porast cijene koncentrata urana relativno malo utječe na troškove goriva kod nuklearnih elektrana (što je naročito izraženo kod teškovodnih reaktora). Budući da cijena goriva sudjeluje u cijeni energije iz NE sa 10—20%, to je utjecaj cijene koncentrata na cijenu energije neznatan.
3. Valoriziranje plutonija znatno snizuje troškove nuklearnog goriva kod nuklearnih elektrana (pogotovo kod reaktora tipa PHWR). Iza 1980. tržište plutonija će se razviti komercijalnom primjenom brzih reaktora.

Literatura

1. »*Uključenje nuklearnih elektrana u elektroenergetski sistem SRH*« — Udružena elektroprivreda SRH, prosinac 1967.
2. »*Rentabilnost izgradnje novih elektrana za snabdjevanje konzumnog područja SR Hrvatske i SR Slovenije električnom energijom*« — Udružena elektroprivreda SRH, ožujak 1968.
3. *Illustrative Power Reaction Programmes*« ENEA, maj 1968.
4. »*Computer Programmes for System Fuel Requirements and Related Parameters using Power Reactor Data from the ENEA Study*«, AB Atomenergy — KEMA, dec. 1966.
5. P. Margen, *The Role of Heavy Water Reactors in the Utilisation of Long Term Fuel Resources*«, 1967.
6. P. Pantić, »*Sirovinska baza nuklearnog goriva u Jugoslaviji*«, Simpozij SANU, Beograd 1968.
7. S. Pavlović, S. Šuica, *Izvještaj o nuklearno-energetskoj sirovinskoj bazi u SFRJ, mogućnosti njezinog proširenja i razvoja*«, Simpozij SANU, Beograd 1968.
8. *Nuclear Fuel Cyele cost Trends*, IAEA Symp. paper 105/36.
9. »*Constructive uses of atomic energy*« Nucl. Eng. January 1969.
10. »*The Economics of Plutonium Recycle in Canadian Heavy Water Reactors*«, IAEA Symp. paper 105/31.
11. *Some Aspects of Future Cost Trends on the Relative Economics of BWRs and BHWRs*, IAEA Symp. paper 105/20.
12. »*Assesment of Plutonium Value for Utilisation of Plutonium in Boiling Light Water Reactors*«, IAEA Symp. paper 105/43.
13. »*Epected Fuel Fabrication Costs in an Expanding Nuclear Economy*«, IAEA Symp. paper 105/28.
14. *Goriva za nuklearne elektrane s aspekta eksploatacije* »*Energoprojekt*«, Beograd 1967.

Naslov pisca: Dr Danilo Feretić, dipl ing.
Udružena elektroprivreda, Zagreb,
Proleterskih brigada 37

SPOJ SIMETRIČNIH SISTEMA I STRUJNE NESIMETRIJE NA TRANSFORMATORIMA ZA SLUČAJ PREKIDA FAZA

Nikola Čupin, Zagreb

Članak tretira problem prekida faza. Najprije je ukazano da prekidi faza spadaju u tzv. uzdužne kvarove, a zatim je izveden spoj simetričnih sistema za slučaj prekida jedne, dvije ili sve tri faze. Na kraju su obrađene strujne nesimetrije na transformatoru, uzrokovane prekidom faza.

DK 621.314.21

1. Uvod

Prekidi faze u mreži su kvarovi koji se u odnosu na ostale kvarove — npr. kratke spojeve ili zemne spojeve — ne dešavaju tako često, i ne prouzrokuju takve štete, pa se za njih ne predviđaju posebne zaštitne mjere. Takvi se kvarovi rijetko samostalno pojavljuju. U generatoru npr. vrlo brzo dolazi do spoja s masom, a tada treba proraditi odgovarajuća zaštita, dok će u transformatoru, u slučaju prekida faze, najvjerojatnije proraditi Bucholzova zaštita.

Češći slučajevi prekida faza dešavaju se na vodovima, no u daleko većoj mjeri s istovremenim zemnim spojem. Taj kvar obuhvaća distantna zaštita. Ipak neki slučajevi ukazuju na mogućnost pojave prekida faze. Na vodovima npr. uzroci prekida faza mogu biti loše izvedeni spojevi mostova na zateznim stupovima. To vrijedi i za rasklopna postrojenja, gdje ima veći broj spojeva s kratkim rasponom, pa u slučaju prekida faze ne dolazi i do istovremenog zemnog spoja.

Uzroci prekida faza mogu biti i kvarovi na aparatima, npr. sklopkama i rastavljačima, jer se u visokonaponskim rasklopnim postrojenjima aparati izvode kao jednopolni. Bilo bi interesantno analizirati djelovanje uobičajenih zaštitnih mjera na prekide faza u mreži. Ovaj rad neka posluži kao prilog toj analizi.

2. Podjela kvarova u mreži

Kvarove u mreži možemo podijeliti na:

poprečne kvarove
uzdužne kvarove
mješovite kvarove.

Po toj klasifikaciji sve vrste kratkih spojeva su poprečni kvarovi, a također i zemni spoj, što možemo smatrati specijalnim slučajem jednopolnog kratkog spoja.

Uzdužni kvarovi su svi prekidi faza, i spoj među zavojima iste faze u namotima generatora ili transformatora, a mješoviti, sve moguće kombinacije uzdužnih i poprečnih kvarova. Jedan od vrlo čestih mješovitih kvarova na vodovima je npr. prekid faze s istovremenim zemnim spojem.

Svi kvarovi, bilo poprečni ili uzdužni, su nesimetrični, izuzev tropolnog kratkog spoja i prekida svih triju faza, pa se za njihovo rješavanje obično upotrebljava metoda simetričnih komponenata. Pri tom je važno kod svakog kvara odrediti spoj simetričnih sistema, dakle naći matematički model pomoću kojeg možemo nesimetrični sistem, vrlo nezgodan za računanje, zamijeniti s tri simetrična sistema.

Za određivanje matematičkog modela polazi se od početnih uvjeta koji vladaju na mjestu kvara. Za poprečne kvarove uvjeti se postavljaju, gledajući strujne i naponske prilike, poprečno na mrežu, a za uzdužne, promatrajući prilike, uzduž mreže. Pogledajmo kakav će spoj simetričnih sistema biti kod prekida faza u mreži, dakle kod tipičnog uzdužnog kvara.

3. Spoj simetričnih sistema

Metoda simetričnih komponenata je u stvari linearna transformacija kojom fazne veličine struje ili napona možemo transformirati u komponente takve veličine. Općenito za prijelaz iz faznih u komponente veličine, vrijedi matrična jednadžba za struje, odnosno napone:

$$I_k = C\, I_f \tag{1}$$

$$V_k = C\, V_f \tag{2}$$

U jednadžbama (1) i (2) su matrice I_f, V_f i I_k, V_k jednostupčani vektori:

$$I_f = \begin{bmatrix} I_R \\ I_S \\ I_T \end{bmatrix} \quad V_f = \begin{bmatrix} V_R \\ V_S \\ V_T \end{bmatrix} \quad I_k = \begin{bmatrix} I_d \\ I_i \\ I_o \end{bmatrix} \quad V_k = \begin{bmatrix} V_d \\ V_i \\ V_o \end{bmatrix}$$

a matrica C matrica transformacije:

$$C = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \tag{3}$$

u kojoj je operator

$$a = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} = 1\,\underline{/120^\circ}$$

Za prijelaz iz komponentnih u fazne veličine dovoljno je jednadžbu (1) odnosno (2) pomnožiti slijeva sa C^{-1}, pa dobijemo:

$$I_f = C^{-1}\, I_k \tag{4}$$

$$V_f = C^{-1}\, V_k \tag{5}$$

gdje je C^{-1} inverzna matrica matrice C prema (6).

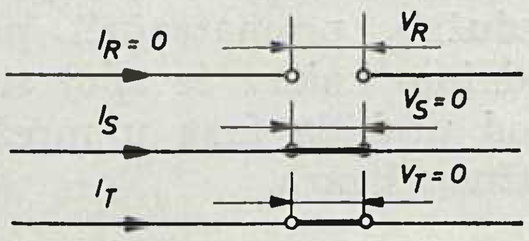
$$C^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ a^2 & a & 1 \\ a & a^2 & 1 \end{bmatrix} \qquad [6]$$

Uzimajući jednadžbe (1) i (2), odredit ćemo iz poznatih faznih komponente veličine i pokušati pronaći odgovarajući spoj simetričnih sistema koji će zadovoljavati tako dobivene izraze.

3.1 Prekid jedne faze

Početni uvjeti na mjestu kvara (sl. 1), promatrajući prilike uzduž mreže, glase:

$$V_R = V_R \qquad I_R = 0$$
$$V_S = 0 \qquad [7] \qquad I_S = I_S \qquad (8)$$
$$V_T = 0 \qquad I_T = I_T$$



Sl. 1 Prekid faze R

Jednadžbama (7) i (8) definirane su fazne veličine napona i struje. Ako ih uvrstimo u jednadžbe (1) i (2) dobit ćemo odgovarajuće komponentne veličine:

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_i \\ V_o \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \{9\}$$

$$\begin{bmatrix} I_d \\ I_i \\ I_o \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ I_S \\ I_T \end{bmatrix} \qquad (10\}$$

Iz jednadžbe (9) slijedi:

$$V_d = V_i = V_o = \frac{1}{3} V_R \qquad (11)$$

dakle, naponi simetričnih sistema su međusobno jednaki.

Iz matrične jednadžbe (10) dobijemo:

$$I_d = \frac{1}{3}(aI_s = a^2 I_T) \qquad (12)$$

$$I_i = \frac{1}{3}(a^2 I_s + aI_T) \qquad (13)$$

$$I_o = \frac{1}{3}(I_s + I_T) \qquad (14)$$

Ako iz jednadžbi (13) i (14) izrazimo I_s i I_T) i uvrstimo u (12) dobit ćemo međusobnu ovisnost komponentnih struja, koja je vidljiva u donjoj jednadžbi

$$I_d = \frac{a - a^2}{a^2 - a}(I_o + I_i)$$

Uzme li se u obzir uvjet $a^2 + a + 1 = 0$, faktor $\frac{a - a^2}{a^2 - a}$ iznosi —1, dobijemo konačno:

$$I_d = -(I_o + I_i) \qquad (15)$$

Pomoću jednadžbi (11) i (15) možemo sada odrediti međusobni spoj simetričnih sistema, koji je prikazan na sl. 2. Vidimo da je spoj simetričnih sistema isti kao u slučaju dvopolnog kratkog spoja s istovremenim spojem sa zemljom, a kvar spada u grupu poprečnih kvarova u mreži. Pojavljuje se dakle direktni inverzni i nulti sistem. Poznato je da u tom slučaju možemo komponente struje izračunati iz jednadžbi:

$$I_d = E_d \frac{Z_i + Z_o}{Z_d Z_i + Z_d Z_o + Z_i Z_o} \qquad (16)$$

$$I_i = -E_o \frac{Z_o}{Z_d Z_i + Z_d Z_o + Z_i Z_o} \qquad (17)$$

$$I_o = -E_d \frac{Z_i}{Z_d Z_i + Z_d Z_o + Z_i Z_o} \qquad (18)$$

U slučaju neuzemljene mreže, odnosno mreže bez povratnog voda kada vrijedi: $I_R + I_S + I_T = 0$, uvjeti za ovaj slučaj prekida faze glase:

$$I_R = 0$$

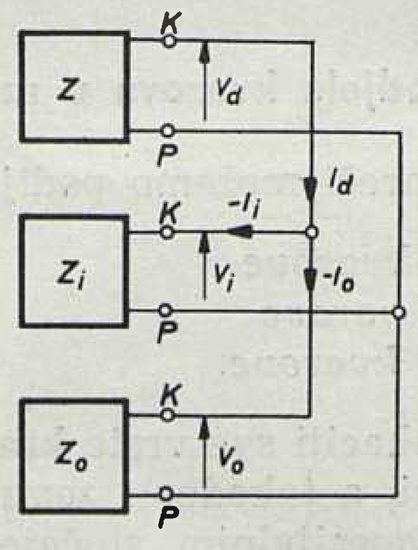
$$I_S = -I_T$$

i ako ih uvrstimo u jednadžbe (12), (13) i (14) dobit ćemo:

$$I_d = \frac{1}{3}(aI_s - a^2 I_S) = \frac{1}{3} I_S (a - a^2)$$

$$I_i = \frac{1}{3}(a^2 I_S - aI_S) = \frac{1}{3} I_S (a^2 - a) \qquad (19)$$

$$I_o = 0$$

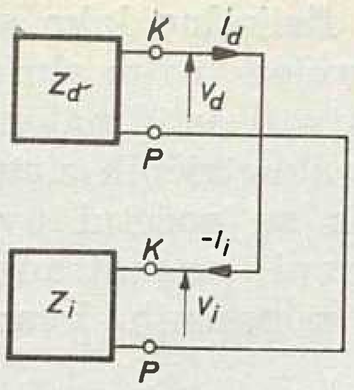


Sl. 2 Spoj simetričnih sistema za slučaj prekida jedne faze u uzemljenoj mreži

Iz jednadžbi (19) slijedi:

$$I_d = -I_i$$
$$I_o = 0 \qquad (20)$$

odakle se vidi da u slučaju prekida faze u neuzemljenoj mreži postoji samo struja u direktnom i inverznom sistemu. Iz jednadžbi (11) i (20) dobije se



Sl. 3 Spoj simetričnih sistema za slučaj prekida jedne faze u neuzemljenoj mreži

spoj simetričnih sistema kao na sl. 3, isti kao u slučaju dvopolnog kratkog spoja, odakle je lako definirati izraz za struju

$$I_d = \frac{E_d}{Z_d + Z_i} \qquad (21)$$

Na kraju možemo zaključiti da će u slučaju prekida jedne faze u uzemljenoj mreži spoj simetričnih sistema biti isti kao u slučaju dvopolnog kratkog spoja s istovremenim spojem sa zemljom, dok će u slučaju neuzemljene mreže, spoj simetričnih sistema biti isti kao u slučaju čistog dvopolnog kratkog spoja.

3.2 Prekid dviju faza

Pretpostavimo (sl. 4) da je nastao prekid faza *S* i *T*. Početni uvjeti su:

$$\begin{aligned} I_R &= I_R \\ I_S &= 0 \\ I_T &= 0 \end{aligned} \qquad (22) \qquad \begin{aligned} V_R &= 0 \\ V_S &= V_S \\ V_T &= V_T \end{aligned} \qquad (23)$$

Uvrstimo li uvjete (22) u matričnu jednadžbu (1) dobit ćemo:

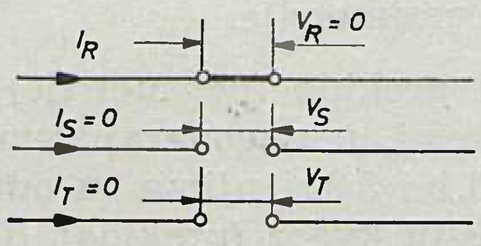
$$\begin{bmatrix} I_d \\ I_i \\ I_o \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

odakle slijedi

$$I_d = I_i = I_o = \frac{1}{3} I_R \qquad (24)$$

Iz odnosa komponentnih struja (24) zaključujemo da su svi simetrični sistemi međusobno povezani u seriju (sl. 5). Da bi provjerili taj zaključak izračunat ćemo odnos komponentnih napona za koje prema tome mora vrijediti:

$$V_d + V_i + V_o = 0 \qquad (25)$$



Sl. 4 Prekid faze S i T

Uvrstimo li uvjete (23) u matričnu jednadžbu (2) dobit ćemo:

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_i \\ V_o \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ V_S \\ V_T \end{bmatrix} \qquad (26)$$

iz (26) slijedi:

$$V_d = \frac{1}{3}(aV_S + a^2V_T)$$

$$V_i = \frac{1}{3}(a^2V_S + aV_T)$$

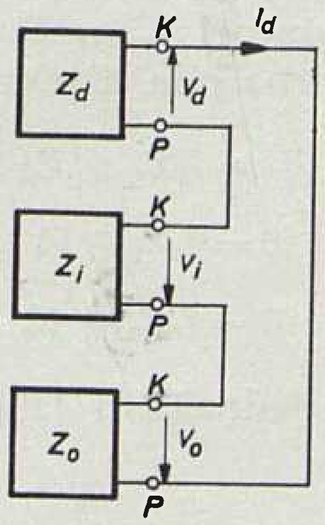
$$V_o = \frac{1}{3}(V_S + V_T)$$

čiji zbroj treba prema (25) biti jednak nuli.

$$V_d + V_i + V_o = \frac{1}{3}(aV_S + a^2V_T + a^2V_T + aV_T + V_S + V_T)$$

$$V_d + V_i + V_o = \frac{1}{3}(V_S(a + a^2 + 1) + V_T(a^2 + a + 1)).$$

Budući da je $a^2 + a + 1 = 0$ to je desna strana jednadžbe nula čime je uvjet (25) ispunjen, pa je spoj simetričnih sistema u slučaju prekida dviju faza uistinu kao na sl. 5. Ovakav slučaj vrijedi jedino u uzemljenoj mreži, dok će u neuzemljenoj mreži prekid dviju faza prouzročiti prekid strujnog kruga i u neprekinutoj fazi neće teći struja.



Sl. 5 Spoj simetričnih sistema za slučaj prekida dviju faza

Primijetimo da je spoj simetričnih sistema u ovom slučaju isti kao u slučaju jednopolnog kratkog spoja koji spada u grupu poprečnih kvarova. U tom slučaju može se struja u fazi R izračunati iz:

$$I_R = I_d + I_i + I_o = 3\,I_d = 3\,\frac{E_d}{Z_d + Z_i Z_o}$$

3.3 Prekid triju faza

Radi potpunosti promotrimo još slučaj prekida svih triju faza (sl. 6) za koji glase uvjeti:

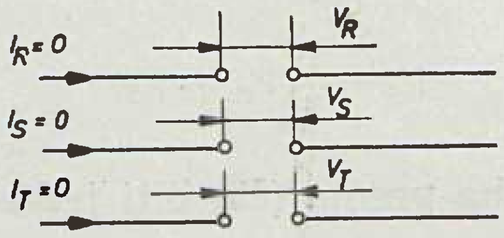
$$\begin{aligned} I_R &= 0 \\ I_S &= 0 \\ I_T &= 0 \end{aligned} \qquad (27) \qquad \begin{aligned} V_R &= V_R \\ V_S &= V_S \\ V_T &= V_T \end{aligned} \qquad (28)$$

Kad se uvjeti (27) uvrste u matričnu jednadžbu (1) dobije se:

$$I_d = I_i = I_o = 0 \qquad (29)$$

Naponske prilike dobit ćemo, ako uvjete (28) uvrstimo u matričnu jednadžbu (2):

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_i \\ V_o \end{bmatrix} = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ V_S \\ V_T \end{bmatrix} = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} V_R + aV_S + a^2V_T \\ V_R + a^2V_S + aV_T \\ V_R + V_S + V_T \end{bmatrix} \qquad (30)$$



Sl. 6 Prekid sve tri faze

Fazne napone V_S i V_T možemo za svaki simetrični sistem izraziti pomoću napona V_R:

direktni sistem	*inverzni sistem*	*nulti sistem*
$V_S = a^2V_R$	$V_S = aV_R$	$V_S = V_R$
$V_T = aV_R$	$V_T = a^2V_R$	$V_T = V_R$

Uvrstimo li te odnose u jednadžbu (30), nakon sređenja dobijemo:

$$V_d = V_i = V_o = V_R \qquad (31)$$

Budući da su izvori u mreži simetrični, postoji samo elektromotorna sila direktnog sistema:

$$E_d = I_dZ_d + V_d$$

$$0 = I_iZ_i + V_i$$

$$0 = I_oZ_o + V_o$$

i uzevši u obzir jednakosti (29) i (31) slijedi zaključak:

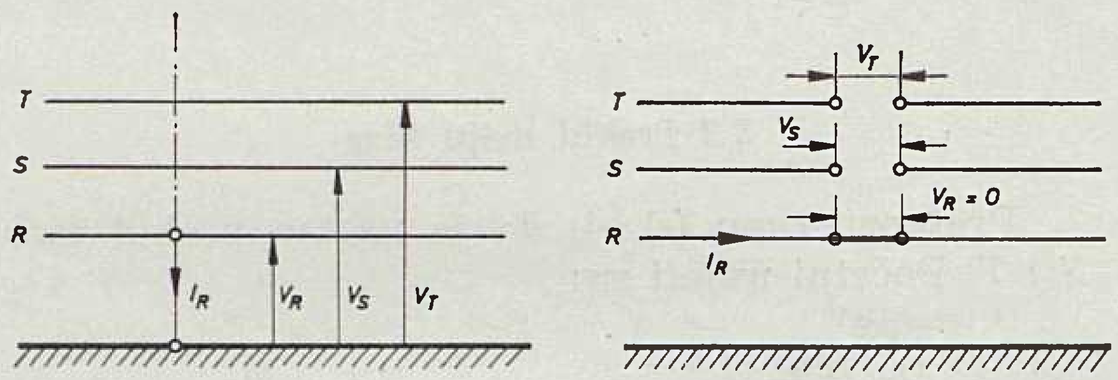
$E_d = V_R$ — direktni sistem je u »praznom hodu«,
$Z_i = Z_o = \infty$ — ne postoji nesimetrija u mreži.

U ovom slučaju, kao i u slučaju tropolnog kratkog spoja, pojavljuje se zbog simetričnosti samo direktni sistem, koji je u slučaju tropolnog kratkog spoja spojen preko impedancije direktnog sistema Z_d, a u slučaju prekida svih triju faza nalazi se u praznom hodu, pa u oba slučaja nije potrebno provesti račun po metodi simetričnih komponenata.

Osvrnimo se još na činjenicu, da smo za slučaj prekida jedne faze dobili isti spoj simetričnih sistema, kao za slučaj dvopolnog kratkog spoja, odnosno u slučaju uzemljene mreže kao za slučaj dvopolnog kratkog spoja s istovremenim zemnim spojem, a za slučaj prekida dviju faza isti spoj simetričnih sistema, kao u slučaju jednopolnog kratkog spoja.

Osim što je fizikalno lako shvatljiv takav rezultat, početni uvjeti u tim slučajevima su isti, pa je logično očekivati isti matematički model, isti međusobni spoj simetričnih sistema, makar je potrebno uočiti da su početni uvjeti kod uzdužnih kvarova definirani promatranjem prilika uzduž mreže, a kod poprečnih kvarova poprečno na mrežu.

Usporedimo, za primjer, jednopolni kratki spoj i prekid dviju faza (sl. 7). Početni uvjeti su sasvim isti, makar se prilike u mreži jednom promatraju poprečno, a drugi puta uzdužno. Ta činjenica se mora imati u vidu prilikom analiziranja dobivenih rezultata, jer će u našem primjeru na ovaj način dobivena struja faze R u slučaju jednopolnog kratkog spoja teći vodom koji spaja fazu R sa zemljom, a u slučaju prekida dviju faza ona će teći u faznom vodiču. U obra slučaja dakle, dobivena struja se odnosi na mjesto kvara (poprečnog, odnosno uzdužnog), međutim po apsolutnoj vrijednosti će se bitno razlikovati zbog daleko manjih vrijednosti impedancija u slučaju jednopolnog kratkog spoja.



a) b)

Sl. 7 Početni uvjeti u slučaju
a) jednopolnog kratkog spoja (faza R)
b) prekida dviju faza (faza S i T)

Strujne nesimetrije na transformatorima

Strujne nesimetrije uzrokovane prekidom faza različito se reflektiraju na pojedine elemente mreže. Dok je situacija na generatorima i vodovima relativno jednostavna, jer struja u prekinutoj fazi neće teći, transformator će ovisno o spoju i grupi stroja, te uzemljenju zvjezdišta znatno utjecati na strujne nesimetrije u mreži.

Promotrimo za sve moguće spojeve dvonamotnih transformatora strujne nesimetrije za slučaj prekida jedne, odnosno dviju faza. Pri tom ćemo pretpostaviti da je jedina nesimetrija u mreži upravo prekid jedne (dviju) faza, i da je konfiguracija ostale mreže s jedne i druge strane transformatora takva da omogućava zatvaranje nultog sistema struja koji će se eventualno pojaviti zbog odgovarajuće nesimetrije.

Na mjestu prekida (nesimetrije) pojavit će se simetrični sistemi, u odgovarajućem međusobnom spoju prema 3.1 i 3.2, i njima su određene strujne prilike na mjestu kvara (prekida), dakle na, nazovimo to bolesnoj strani transformatora. Strujne

prilike na ostalim mjestima u mreži mogu se odrediti tako, da se počevši od mjesta kvara granaju komponentne struje po mreži pojedinog simetričnog sistema do mjesta na kojemu nas interesiraju fazne struje. Tada, već prema određenoj vrsti kvara, možemo iz komponentnih struja izračunati fazne struje. Npr. za prekid jedne faze u neuzemljenoj mreži fazne struje bi se dobile pomoću matrične jednadžbe (4) i izraza (20) i (21).

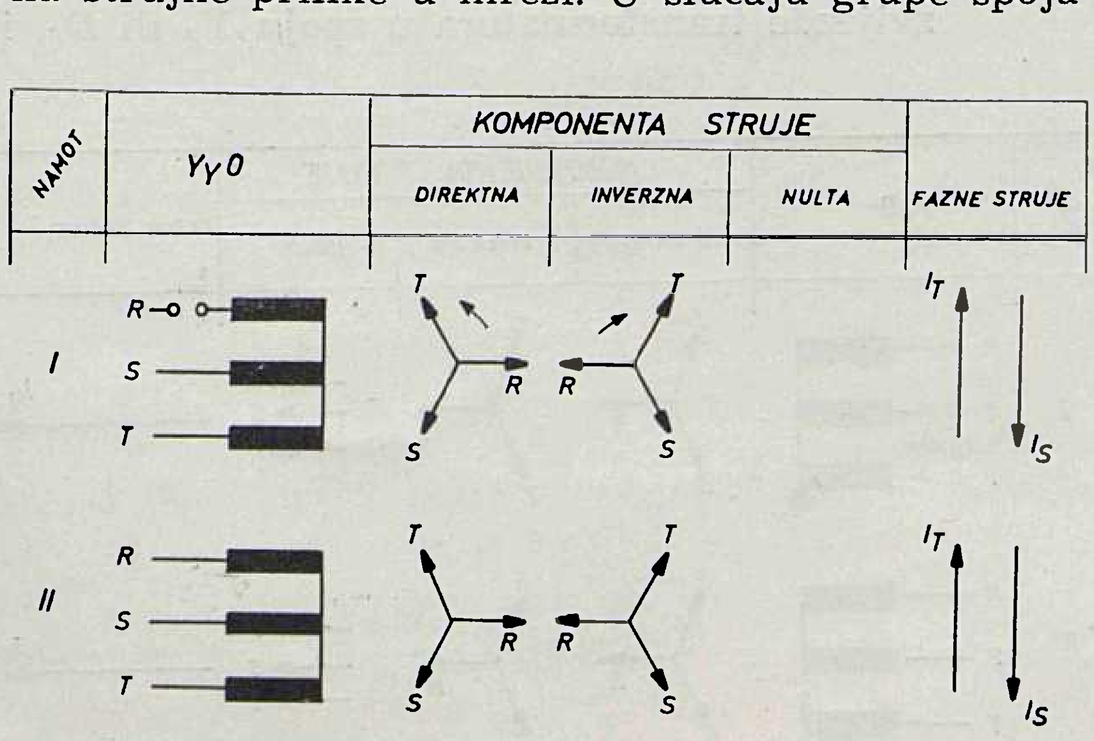
U našem slučaju mjesto na kojem nas interesiraju strujne prilike u fazama je druga strana transformatora, nazovimo je, za razliku od bolesne, zdrava strana. Mi ćemo prema tome simetrične sisteme koji će se pojaviti na mjestu prekida, prebaciti na drugu, zdravu stranu transformatora, gdje ćemo pomoću njih izračunati strujne prilike u fazama.

Radi jednostavnosti, što neće bitno utjecati na točnost — zanemarit ćemo kod svih računa struju magnetiziranja transformatora, i pretpostaviti prijenosni odnos transformacije 1 : 1.

U slučaju da nijedno zvjezdište nije uzemljeno, prekid dviju faza nema smisla, jer tada nije zatvoren strujni krug, pa su struje na obje strane transformatora jednake nuli.

4.1 Transformator zvijezda — zvijezda

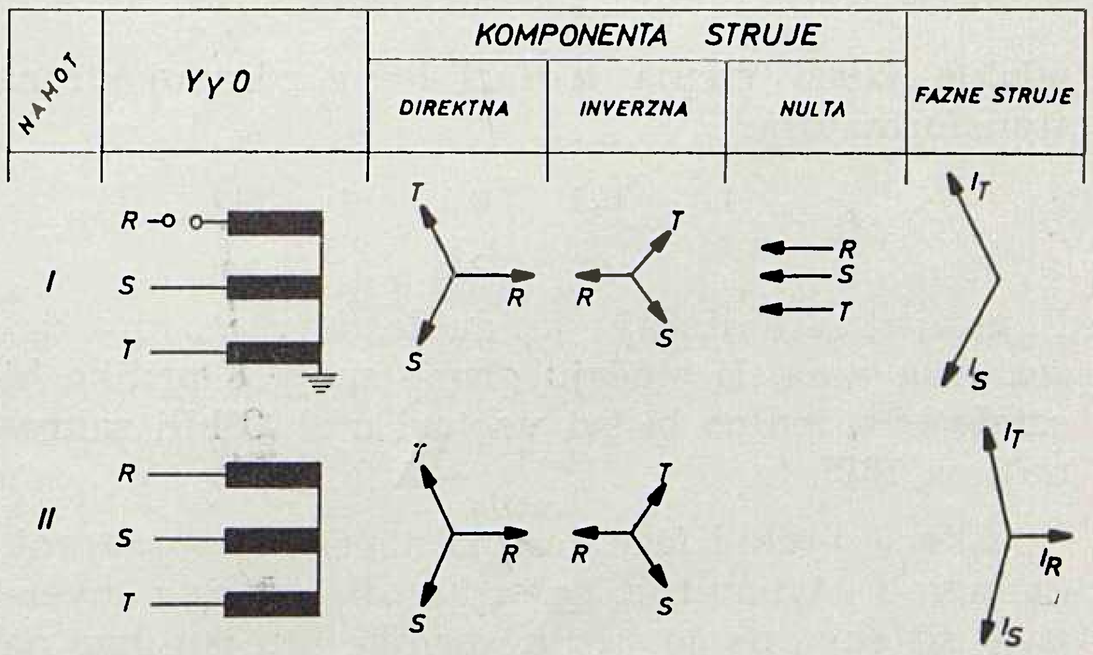
U slučaju prekida jedne faze (sl. 8) svejedno je na kojoj se strani transformatora desio kvar. Pretpostavimo da je prekid u fazi R na strani namota I (bolesna strana). Na tom mjestu pojavit će se prema (19) direktni i inverzni sistem struja. Njihov odnos je definiran sa (20), a veličina se može izračunati iz (21). Na sl. 8 su vektorski prikazane struje simetričnih sistema i struje u fazama dobivene zbrojem komponentnih struja. Ako sada pojedini simetrični sistem prebacimo na drugu (zdravu) stranu transformatora, koji neka je grupe spoja nula, dobit ćemo iste vektore komponentnih struja, jer smo već prije pretpostavili prijenosni odnos transformacije 1. Tako ćemo na zdravoj strani transformatora imati iste fazne struje kao na strani I. Prema tome, ovaj spoj transformatora, u slučaju grupe spoja nula — neće utjecati na strujne prilike u mreži. U slučaju grupe spoja



Slika 8

6 zaokrenut će se vektori komponentnih struja za 180^0, a time i vektori faznih struja, također za 180^0.

Uzemljimo li jedno od zvjezdišta transformatora npr. ono na strani I, prilike će biti znatno drugačije. Pretpostavimo najprije prekid faze R na strani namota I (sl. 9). Na mjestu prekida pojavit će se prema (12), (13) i (14) direktni, inverzni i nulti sistem struja. Njihov je odnos definiran sa (15) a veličine se mogu izračunati iz izraza (16), (17) i (18). Na sl. 9 prikazani su vektori komponentnih struja, pri čemu je pretpostavljeno da su inverzna i nulta struja međusobno jednake. U tom slučaju razlika $I_S \neq I_T$ i njihova razlika teče u zemlju.



Slika 9

Da bi dobili prilike na zdravoj strani transformatora za slučaj grupe spoja nula, dovoljno je zbrojiti struje direktnog i inverznog sistema, jer se struje nultog sistema ne mogu zatvoriti na zdravoj (neuzemljenoj) strani. Vidimo da će u tom slučaju na zdravoj strani transformatora (strana II) teći struja u fazi R iako je prekid nastao baš u toj fazi. Veličina te struje ovisi o odnosu inverzne i nulte komponente struje, odnosno u krajnjoj liniji o odnosu inverzne i nulte impedancije u mreži. U našem slučaju, zbog $I_i = I_o$ ona je znatna, no u praksi to ne mora biti slučaj.

Npr. za $E_d = 1$ V, $Z_i = Z_d = 1\Omega$ i $Z_o = 10\,\Omega$ dobijemo iz jednadžbi (16), (17) i (18) komponentne struje na bolesnoj strani:

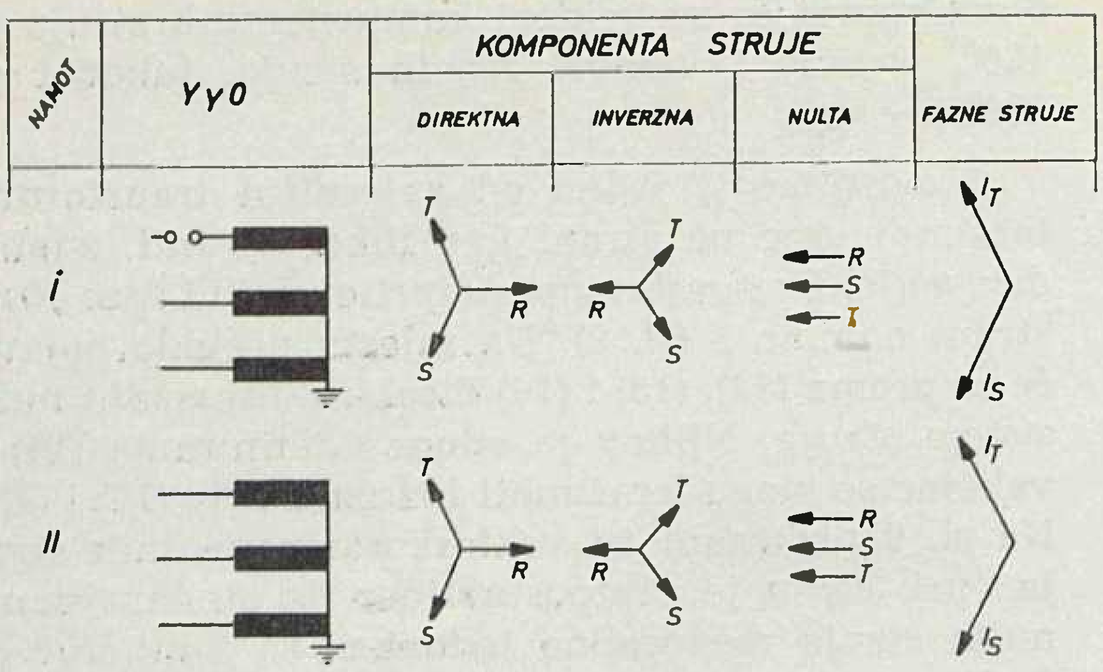
$$I_d = \frac{11}{21}, \quad I_i = -\frac{10}{21}, \quad I_o, = -\frac{1}{21}$$

što daje $I_R = 0$, dok je struja u fazi R na zdravoj strani:

$$I_R = I_d + I_i = \frac{11}{21} - \frac{10}{21} = \frac{1}{21}$$

Za isti slučaj, ali uz drugačiji odnos impedancija; $Z_d = 1\,\Omega$, $Z_i = Z_o = 0{,}5\,\Omega$, dobijemo komponentne struje na bolesnoj strani:

$$I_d = \frac{1}{1{,}25}, \quad I_i = -\frac{0{,}5}{1{,}25}, \quad I_o = -\frac{0{,}5}{1{,}21}$$



Slika 9a

odakle izlazi struja u fazi R na zdravoj strani transformatora:

$$I_R = \frac{1}{1{,}25} - \frac{0{,}5}{1{,}25} - \frac{0{,}5}{1{,}25} = \frac{1}{2{,}5} > \frac{1}{21}$$

U posljednjem slučaju je, dakle, struja skoro deset puta veća. U slučaju grupe spoja 6 prilike bi ostale iste, jedino bi svi vektori u sl. 9 bili zakrenuti za 180⁰.

Ako se prekid faze desi na neuzemljenoj strani, (namot II), pojavit će se struje direktnog i inverznog sistema, pa će strujne prilike biti iste kao na sl. 8.

Konačno, ako imamo transformator u spoju Yy kojemu su uzemljene obje strane, prilike na zdravoj strani transformatora bit će — uz pretpostavku grupe spoja 0 i prijenosnog omjera 1 : 1, iste kao na bolesnoj strani transformatora, bilo da se radi o prekidu jedne ili dviju faza (sl. 9a i sl. 10). Na sličan način mogu se dobiti strujne prilike za slučaj prekida jedne(dvije) faze za sve moguće slučajeve spoja transformatora zvijezda-zvijezda.

4.2 Transformator zvijezda - trokut

Karakteristično je za ovaj spoj transformatora da se nulta komponenta struje ne može pojaviti na strani transformatora spojenoj u trokut. Osim toga, vektore simetričnih sistema nećemo, kao u slučaju grupe spoja 0 — jednostavno prenijeti na drugu stranu transformatora, već moramo zbog odgovarajuće grupe spoja izvršiti zakret vektora. Pri tom ćemo se držati konvencije po kojoj vektor niže naponske strane kasni za vektorom više naponske strane. No, kako smo pretpostavili omjer transformacije 1 : 1 »više« odnosno »niženaponsku« stranu raspoznat ćemo po slovnim oznakama.

Za ilustraciju pogledajmo na koji način su dobivene strujne prilike na transformatoru $Yd5$ kojemu je zvjezdište uzemljeno, za slučaj prekida faze R na strani zvijezde (sl. 12).

Na mjestu kvara pojavit će se direktni inverzni i nulti sistem struja. Na drugu (zdravu) stranu transformatora prenijet će se samo direktni i inverzni sistem struja, jer se nulti sistem zatvara u trokutu. Međutim, zbog grupe spoja 5 zakrenut će se vektori direktnog sistema za 150⁰ u smjeru kazaljke na satu, a vektori inverznog sistema za 150⁰ u smjeru protivnom od smjera kazaljke na satu. Smjer zakretanja direktnog sistema uzeli smo dakle, suprotno od smjera okretanja tog sistema, jer se radi o prijelazu na »niskonaponsku« stranu transformatora, čiji vektori struje po dogovoru kasne za vektorima »visokonaponske« strane. To vrijedi i za inverzni sistem, a kako je smjer okretanja tog sistema suprotan smjeru okretanja direktnog sistema, moramo ga zakrenuti u smjeru protivnom od smjera kazaljke na satu. Nakon zakretanja možemo zbrojiti struje direktnog i inverznog sistema, pa dobijemo struje u fazama, čime smo odredili strujne prilike na zdravoj strani transformatora (sl. 12).

Spomenimo da bi dobili sasvim pogrešne rezultate, ako bi fazne struje (nesimetrične) zakrenuli za kut određen grupom spoja transformatora, jer zakretanje vektora struja koje vrši transformator, vrijedi samo za simetrične sisteme.

U slučaju neuzemljene zvijezde transformatora *Yd5*, pojavit će se na strani zvijezde zbog prekida faze R samo direktni i inverzni sistem struja (sl. 11), koje će u fazi R biti jednake po apsolutnoj vrijednosti i suprotnog predznaka. Prebacimo li te struje na zdravu stranu transformatora dobit ćemo nešto različite strujne prilike nego u slučaju uzemljenog zvjezdišta.

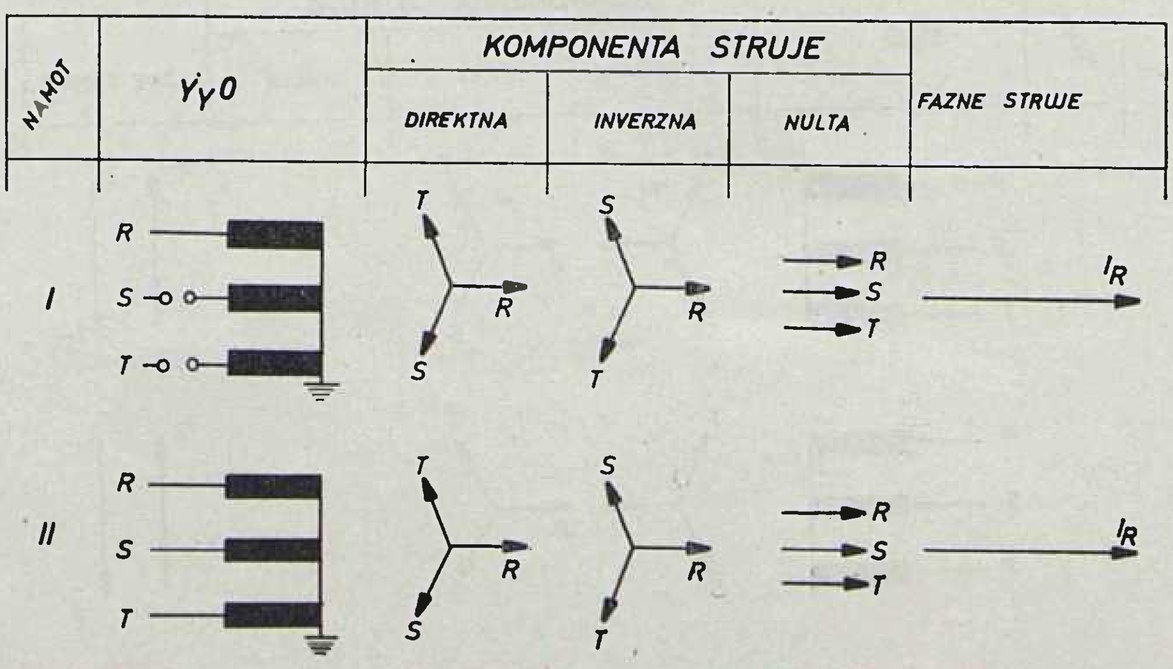
5. Zaključak

Analizirajući na prikazani način prekid jedne ili dviju faza na dvonamotnim transformatorima za različite grupe spoja i uzemljenja zvjezdišta, može se vidjeti da će time uzrokovane strujne nesimetrije na *zdravoj strani transformatora* izgledati kao one u slikama 8 do 12.

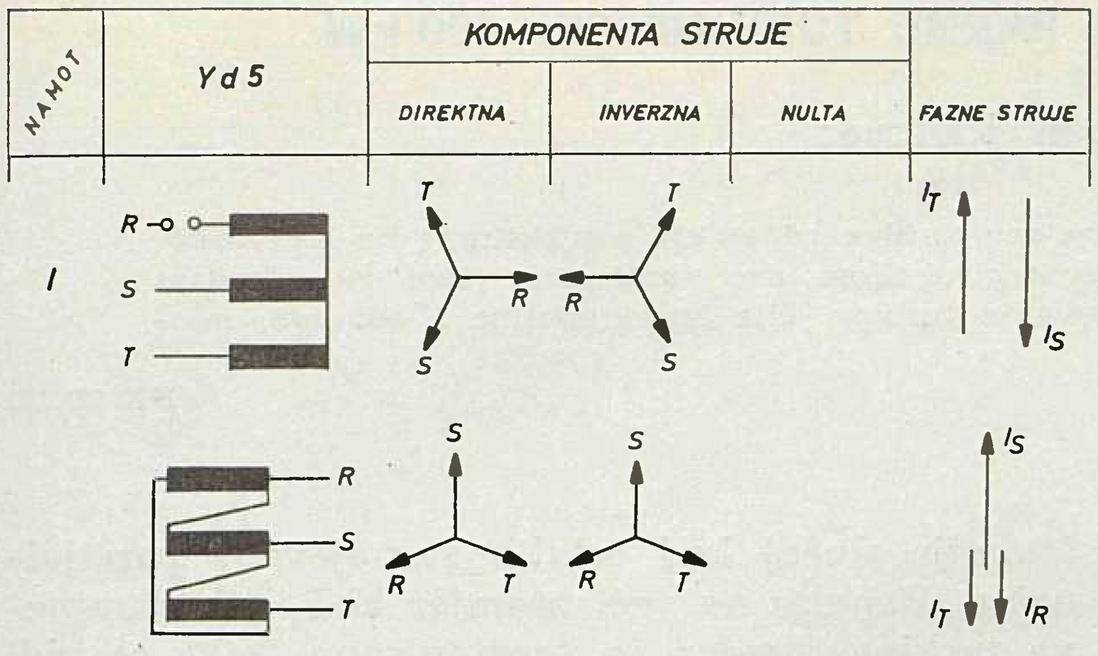
Spomenute slike možemo prema tome smatrati karakterističnima, jer obuhvaćaju sve moguće slučajeve strujnih nesimetrija.

Tako će se strujne nesimetrije kao na sl. 8 pojaviti u slučaju:

— prekida jedne faze na strani neuzemljene zvijezde transformatora u spoju Y_d ili D_d, i



Slika 10



Slika 11

— prekida dviju faza na strani uzemljene zvijezde transformatora u spoju $Y_{(d}$.

U tim slučajevima na zdravoj strani će se pojaviti struje u dvije faze, jednake po vrijednosti i suprotne po predznaku. Koje će to dvije faze biti ovisi o tome u kojoj će fazi (fazama) nastati prekid, i koja je grupa spoja transformatora u pitanju.

Strujne prilike koje prikazuje sl. 9 karakteristične su za prekid jedne faze na strani uzemljene zvijezde transformatora u spoju Yy uz napomenu da će te prilike u praksi biti približno jednake onima u slici 8, što ovisi, kako je spomenuto, o međusobnom odnosu impedancija direktnog i inverznog sistema.

Sl. 9a i 10 prikazuju prekid jedne, odnosno dviju faza za slučaj spoja Yy, kojemu su obje strane uzemljene.

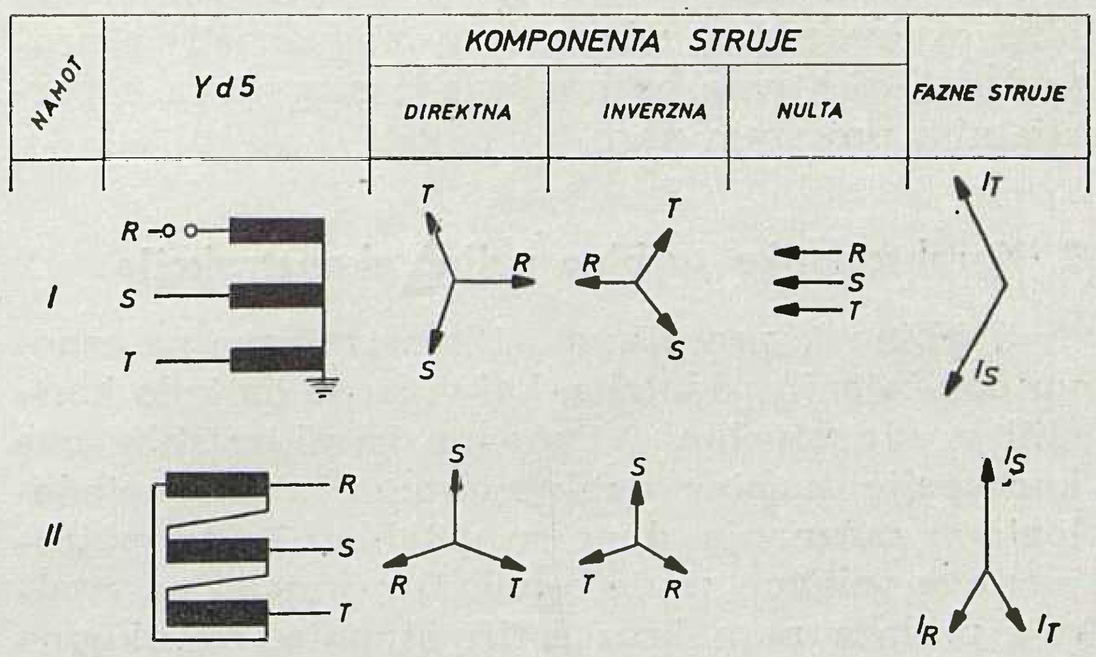
Isto tako sl. 12 je karakteristična za prekid jedne faze na strani uzemljene zvijezde transformatora u spoju Yd. Struje na zdravoj strani su u tom slučaju najsimetričnije, i bit će to više simetrične, što je nulta struja u odnosu na inverznu veća.

Konačno, strujne nesimetrije kao u sl. 11 su karakteristične za:

— prekid dviju faza na strani uzemljene zvijezde transformatora u spoju Yy,
— prekid jedne faze na strani zvijezde, ili trokuta transformatora u spoju Yd, za slučaj neuzemljenog zvjezdišta,
— prekid jedne faze na strani namota spojenog u trokut transformatora u spoju Yd, za slučaj uzemljenog zvjezdišta.

Analogno se mogu odrediti strujne prilike i na tronamotnim transformatorima, odnosno na dvonamotnim transformatorima sa zatvorenim tercijarnim namotom, pri čemu se kvalitativna slika može dobiti pomoću ovog prikaza, jer tronamotni transformator nije ništa drugo, nego kombinacija dvonamotnih transformatora.

Ovdje smo strujne prilike prikazali kvalitativno i grafički, međutim može se za svaki određeni slučaj uz poznate impedancije simetričnih sistema dobiti kvantitativna slika, i analitičkim putem, upotrebljavajući izraze kojima su određene veličine komponentnih struja, i relacije za prijelaz iz komponentnih veličina u fazne, i obrnuto.



Slika 12

Međutim, za razliku od računanja struja kratkog spoja, kada se ne uzimaju u obzir impedancije potrošača, u ovom se slučaju (uzdužni kvar!) te impedancije moraju uzeti u račun, jer bi u protivnom impedancije simetričnih sistema bile neizmjerne, i ne bi bio zatvoren strujni krug.

Literatura

H. Požar: »*Visokonaponska rasklopna postrojenja*«, Tehnička knjiga, Zagreb 1967.

Naslov pisca: Nikola Čupin, dipl. ing. asistent
Elektrotehnički fakultet, Zagreb

REKONSTRUKCIJA PROTOTIPNE PARNE TURBINE OD 400 kW

Stjepan Šaban, Karlovac

Izneseni su neki podaci mjerenja protopitne kondenzacione turbine od 400 kW projektirane na bazi općih podataka, kao i njene najznačajnije karakteristike. Rekonstrukcijom ove turbine izvršeni su određeni konstruktivni zahvati u smislu povećanja stupnja djelovanja turbine, čije karakteristike i rezultate mjerenja ovdje nalazimo.

DK 621.165

1. Uvod

Primjena parcijalnog prolaza pare kroz više stupnjeva prototipne kondenzacione turbine od 400 kW, i sasvim uopćeni podaci za proračun i konstrukciju, implicirali su detaljnija ispitivanja i analizu pojedinih gubitaka energije, kao i analizu određenih konstruktivnih zahvata i rasporeda toplinskih padova u turbini. Na taj način se moglo doći do pouzdanijih kriterija za projektiranje turbina ovakvog tipa, odnosno do mogućnosti za provođenje efektivne optimalizacije stupnjeva s parcijalnim prolazom pare.

2. Karakteristike turbine prije rekonstrukcije

Turbina je proračunata i konstruirana na osnovu uobičajenih podataka, kakvi su se do tada koristili u »Jugoturbini«. Osnovne karakteristike ove koncepcije turbine dobivene postojećom metodologijom računanja, dane su u tablici 1. Razmatrajući ove veličine, može se uočiti primjena parcijalnog prolaza pare kroz četiri stupnja, od ukupno šest, zatim relativno nizak odnos brzina u/c_0, i relativno mali iznosi reakcija kod prvih stupnjeva.

Od ostlih značajnijih podataka treba napomenuti, da je kod prva tri stupnja primijenjen zaštitni plašt oko rotorskih lopatica na dijelovima gdje nema prolaza pare, zbog smanjenja gubitaka ventilacije. Kod svih stupnjeva, osim posljednjeg, rotorske lopatice imaju bandažu, a iznad nje se nalaze brtve s dvije oštrice. Prijelaz stupnja parcijalnosti od $e_1 = 0{,}4525$ kod četvrtog stupnja, na $e_1 = 1{,}0$ kod petog stupnja turbine, izveden je tako, da je povećan razmak između ova dva stupnja, što nije slučaj kod ostalih stupnjeva s parcijalnošću. Prijelaz na veći promjer kod istih stupnjeva turbine izveden je kontinuirano, kako se vidi na slici 1.

U pogledu promjene parcijalnosti od stupnja do stupnja, potrebno je naglasiti, da je parcijalni prolaz pare aksijalno simetričan s obzirom na os turbine, čime nije izveden odgovarajući zakret struje s obzirom na vektore brzina strujanja. Ovaj zakret struje kroz turbinu u ovom je slučaju prilično značajan, jer i računski režim rada turbine ima relativno niske odnose brzina, u/c_0 kod stupnjeva s parcijalnim prolazom pare.

Upotrebljeni profili, kako za statorske, tako i za rotorske lopatice, imaju povoljne aerodinamičke karakteristike.

Međustepne brtve izvedene su s oštricama na istom promjeru, kako je prikazano na slici 2, dok su prednja i stražnja brtva drugačijeg tipa (sl. 3).

3. Rezultati mjerenja prije rekonstrukcije

Kod režima rada turbine s protokom pare, za koji je turbina i projektirana, dobiveni su rezultati mjerenja specifičnog potroška pare, odnosno unutrašnjeg stupnja djelovanja koji se znatno razlikuju od onih dobivenih osnovnim proračunom, tj. unutrašnji stupanj djelovanja bio je manji za oko 16% od računskog i iznosio je $\eta_i = 0{,}615$ za čitavu turbinu.

Osim navedenog mjerenja potroška pare u ovom režimu rada turbine, obavljena su još i mjerenja nekoliko drugih — karakterističnih režima rada, od praznog hoda do maksimalne snage. Kod toga je uočen veliki potrošak pare u praznom hodu, od

Tablica 1

Broj	Veličina	Oznaka	Stupanj / Dimenz.	1	2	3	4	5	6
1	Unutrašnji promjer statorske rešetke	d_k	mm	370	370	370	370	460	450
2	Dužina statorske lopatice	l_1	mm	8,0	13,0	23,0	32,0	25,5	56,5
3	Stupanj parcijalnosti statorske rešetke	e_1	—	0,340	0,363	0,381	0,453	1,000	1,000
4	Odnos površina izlaznih presjeka rotorske i statorske rešetke	$\frac{F_2}{F_1}$	—	2,200	1,922	1,852	1,593	1,613	1,547
5	Karakteristični odnos brzina na srednjem promjeru	$\frac{u}{c_0}$	—	0,388	0,393	0,406	0,413	0,496	0,512
6	Reakcija na srednjem promjeru	ρ_s	—	—0,085	—0,025	0,025	0,168	0,228	0,330

Tablica 2

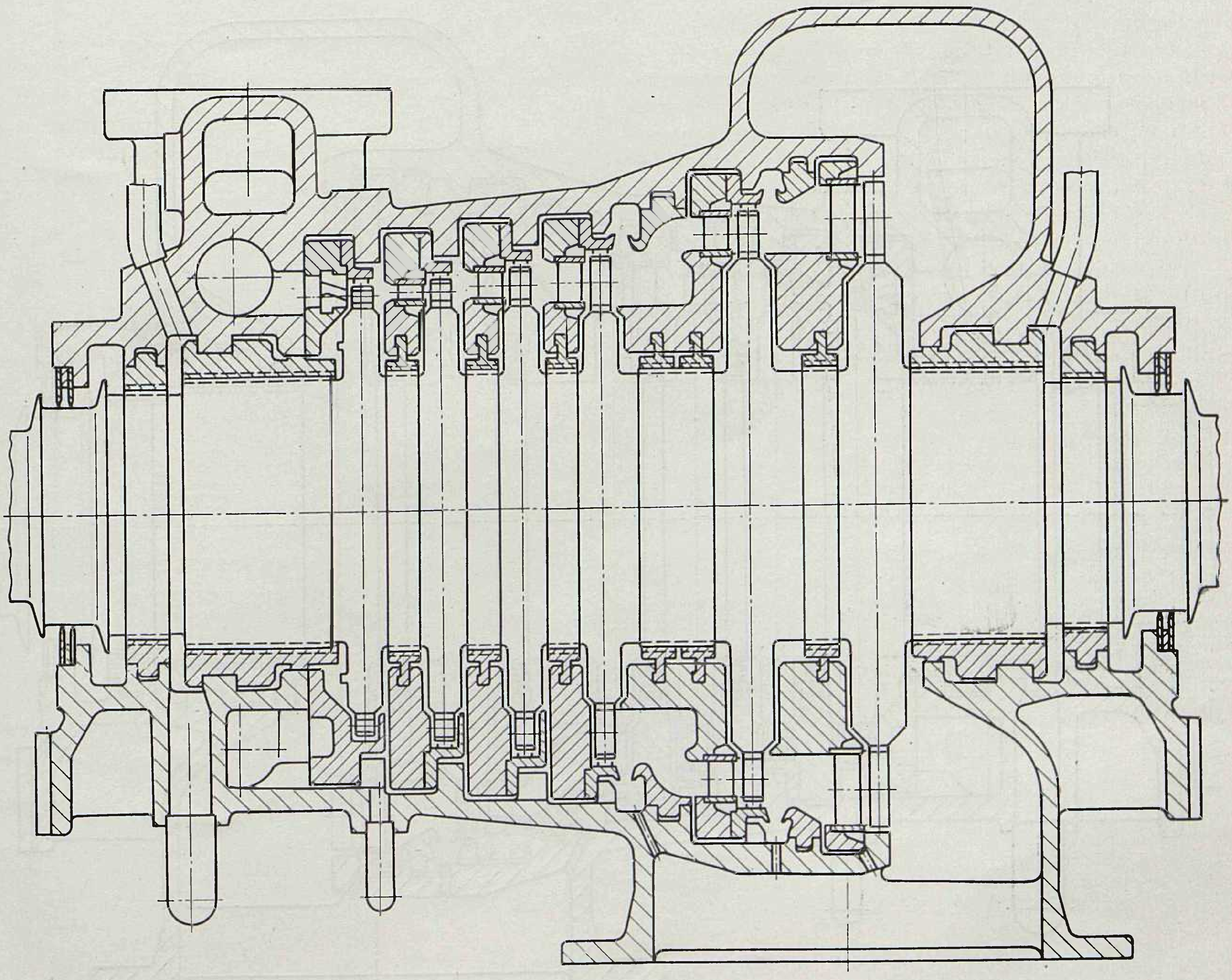
Broj	Veličina	Oznaka	Stupanj / Dimenz.	1	2	3	4	5	6
1	Odnos površine izlaznih presjeka rotorske i statorske rešetke	$\frac{F_2}{F_1}$	—	2,260	2,047	1,903	1,630	1,613	1,547
2	Karakteristični odnos brzina na srednjem promjeru	$\frac{u}{c_0}$	—	0,375	0,401	0,426	0,419	0,496	0,504
3	Reakcija na srednjem promjeru	ρ_s	—	—0,372	—0,213	—0,088	0,156	0,305	0,454

oko 30%, uzrokovan primjenom parcijalnosti u većem dijelu turbine, tj. zbog velikih ventilacionih gubitaka energije u tom režimu.

Kao kontrola rasporeda toplinskih padova i karakteristika kondenzatora mjereni su tlakovi i temperatura ispred, odnosno iza stupnjeva turbine, i tlakovi na različitim mjestima u kondenzatoru, temperature kondenzata i rashladne vode, kao i ostale interesantne veličine za pogon agregata.

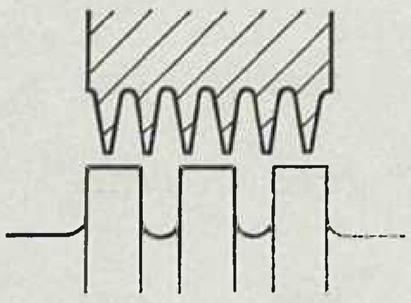
4. Detaljna analiza gubitaka energije i nova metodologija računanja stupnjeva

Mjerenja su pokazala velika odstupanja potroška pare od računskih veličina, što je dokazalo da se za ovako koncipirane turbine ne može koristiti postojeća metoda proračuna. Zbog toga se prišlo detaljnijoj računskoj analizi gubitaka energije u turbini na temelju eksperimentalnih podataka za profile lopatica ispitanih u statičkim uvjetima, i



Sl. 1 - Uzdužni presjek kroz turbinu prije rekonstrukcije

na osnovu podataka modelnih ispitivanja ostalih utjecaja. Ova analiza je potvrdila u potpunosti rezultate ispitivanja prototipne turbine, i ukazala



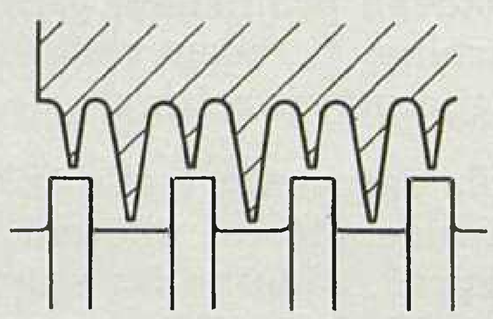
Sl. 2 - Međustepene brtve prije rekonstrukcije

na način provedbe rekonstrukcije turbine radi poboljšanja potroška pare. Neki rezultati ove analize nalaze se u tablici 2. Uspoređujući tablicu 1 i tablicu 2 uočavamo velike razlike u iznosima reakcija na srednjem promjeru.

5. Karakteristike turbine nakon rekonstrukcije

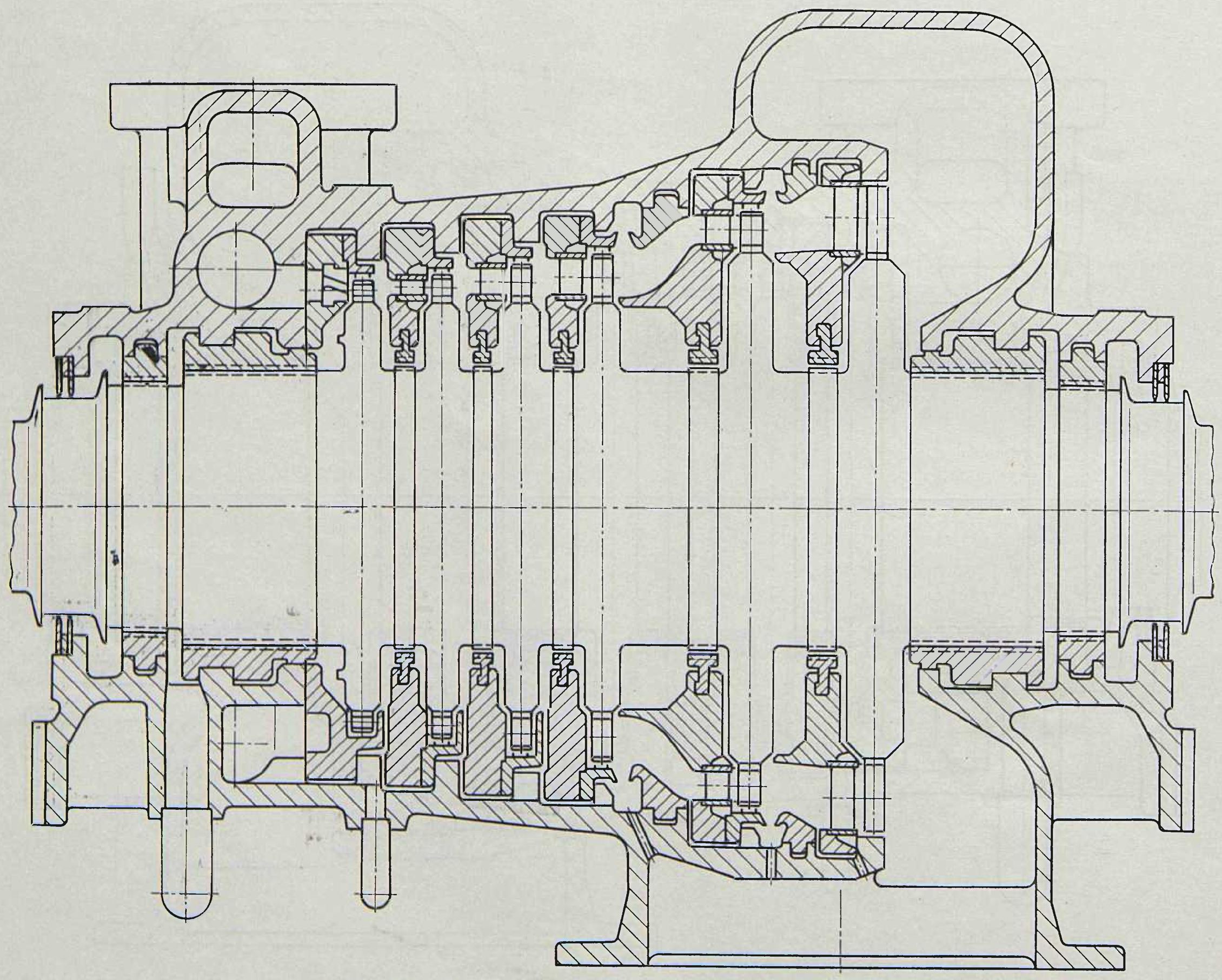
Uočeni nedostaci (kao npr. negativna reakcija i dr.) ispravljeni su na prototipu rekonstrukcijom, čije se karakteristike nalaze u tablici 3.

Osim toga, porast stupnja parcijalnosti, od stupnja do stupnja turbine, napravljen je tako, da raste za 1% od vijenca do vijenca lopatica, s time da struja kroz turbinu ima takav zakret kakav diktiraju vektori brzina strujanja u optimalnom režimu rada turbine. Nešto je izmijenjen i raspored toplinskih padova. Prijelaz s manjeg promjera na veći, od četvrtog na peti stupanj, uz promjenu stupnja parcijalnosti od $e_1 = 0{,}41$ na $e_1 = 1{,}0$ učinjen je tako, da se ostvari homogena struja u rešetkama petog stupnja na cijelom opsegu, naravno uz gubitak izlazne energije četvrtog stupnja (slika 4).



Sl. 3 - Vanjske brtve

Kod zadnjeg stupnja, zbog odsustva brtvenja iznad rotorskih lopatica, jer nema bandaže (zbog

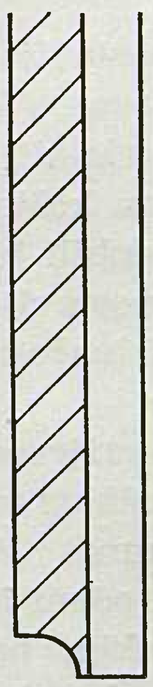


Sl. 4 - Uzdužni presjek kroz turbinu nakon rekonstrukcije

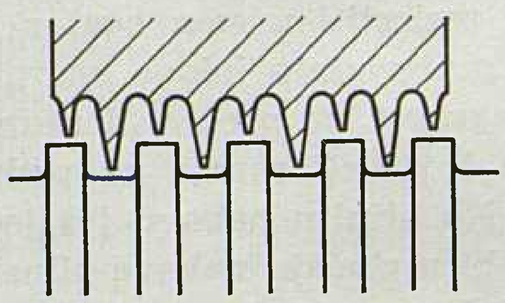
Tablica 3

Broj	Veličina	Oznaka	Stupanj / Dimenz.	1	2	3	4	5	6
1	Unutrašnji promjer statorske rešetke	d_{1k}	mm	370	370	370	360	450	440
2	Dužina statorske lopatice	l_1	mm	8,0	14,0	23,5	36,5	30,8	62,0
3	Stupanj parcijalnosti statorske rešetke	e_1	—	0,350	0,370	0,390	0,410	1,000	1,000
4	Odnos površina izlaznih presjeka rotorske i statorske rešetke	$\frac{F_2}{F_1}$	—	1,70	1,70	1,70	1,75	1,80	1,90
5	Karakteristični odnos brzina na srednjem promjeru	$\frac{u}{c_0}$	—	0,342	0,402	0,412	0,415	0,485	0,523
6	Reakcija uz promjer lopatica	ρ_k	—	—0,020	0,005	0,000	0,000	0,037	0,035

relativno velike vlažnosti pare), lopatice su na vrhovima zašiljene (slika 5), kako bi se mogao smanjiti radijalni zazor (koji je i znatno smanjen).



Sl. 5 - Zašiljeni vrh lopatice šestog stupnja



Sl. 6 - Međustepene brtve nakon rekonstrukcije

U izvjesnoj mjeri su poboljšane i međustepene brtve (slika 6), dok su vanjske brtve predviđene s većim brojem oštrica. Osim toga, zbog raspoloživog prostora između četvrtog i petog stupnja ugrađena su u razdjelnu stijenu dva brtvena prstena (slika 4). Zračnosti oko diskova rotora su smanjene, da bi bio manji gubitak energije uslijed trenja diskova.

6. Rezultati rekonstrukcije

Nakon rekonstrukcije ponovo se mjerio potrošak pare radi provjeravanja izvršenih zahvata. Računski se dobilo, da bi se nakon rekonstrukcije stupanj djelovanja turbine poboljšao za oko 8%, dok su stvarna poboljšanja nakon izvršenih mjerenja iznosila i nešto više, tj. oko 8,5%. Time je u potpunosti potvrđena, kako detaljna analiza i proračun svih utjecaja na gubitke energije, tako i opravdanost rekonstrukcije.

7. Zaključak

Analize i mjerenja na prototipu turbine od 400 kW prije i poslije rekonstrukcije, i poklapanja rezultata mjerenja s računskim podacima izvedene analize, ukazuju na ispravnost prilaza problemima strujanja u turbini i mogućnostima efektivne optimalizacije turbine, koja bazira na ovakvim analizama. Ovi rezultati, postignuti upravo na turbini s parcijalnim prolazom pare kroz više stupnjeva, dakle s problemom za koji u svijetu postoje kontradiktorni podaci shvaćanja o utjecaju parcijalnosti, to više potvrđuju svoju korisnost.

Naslov pisca: Stjepan Šaban, dipl. ing., Jugoturbina« Karlovac

PODMIRENJE VRŠNE SNAGE PLINSKIM ELEKTRANAMA

Tomislav Pavlović, Zagreb

1. Energetska situacija na području sjeverozapada SRH

1.1. Mogućnost podmirenja vršne energije

Područje sjeverozapada SRH koje danas opskrbljuje ELEKTROPRIVREDA, Zagreb, deficitarno je električnom energijom, pa je, da bi podmirila vlastite potrebe, mora dopremati iz udaljenijih izvora u centralnom dijelu zemlje i obalnom području. Ni u skoroj budućnosti nema velikih izgleda da bi se ovo područje u potpunosti moglo napajati iz vlastitih izvora, jer je njegova energetska baza (ugljen i voda) vrlo skromna, a nema velikih mogućnosti ni za daljnju gradnju elektrana na mazut. Tek izgradnjom nuklearnih elektrana ovo bi područje moglo zadovoljiti vlastite potrebe. Međutim nema izgleda da bi uskoro moglo doći do izgradnje nuklearnih elektrana, barem ne tako dugo dok postoje mogućnosti izgradnje rentabilnih hidro i termo izvora u drugim područjima. No, bez obzira na mogućnost da podmiri vlastite potrebe, područje je izrazito siromašno na vršnim izvorima energije, pa se pored prijenosa temeljne energije za podmirenje osnovice dijagrama opterećenja mora prenositi i energija za vrhove (sl. 1). To dovodi do toga da su prijenosni vodovi 220 kV slabije iskorišteni, zbog čega rastu specifični troškovi prijenosa energije (dinara/kWh). S druge pak strane, ako želimo veću sigurnost napajanja određenog područja, moramo imati i rezervne vodove što opet izaziva povećane troškove po prenesenom kWh.

U situaciji kad se vršna energija mora negdje drugdje nabaviti, i kad za njezin prijenos treba imati na raspolaganju vod, potpuno je opravdano pitanje nije li možda ekonomičnije na ovom području izgraditi vršnu elektranu, koja bi isključivo služila zato da podmiri vršno opterećenje, a mogla bi poslužiti i kao rezervna elektrana u slučaju kvara na nekom vodu ili nekoj elektrani. U vrijeme kad ne bi radila kao izvor radne energije, mogla bi dobro poslužiti mreži kao jeftin izvor jalove energije, radeći u čisto kompenzatorskom pogonu (generator bi se odvajao od turbine).

1.2. Troškovi za vršnu energiju kupljenu kod drugih dobavljača

Iz godišnje krivulje trajanja (sl. 2) vidimo da bi vršna elektrana snage 70—80 MW za današnje potrebe područja Zagreba radila oko 1.000 sati godišnje. Na temelju stvarnih potreba za vršnom snagom izračunat ćemo stvarnu cijenu te energije. Kod toga ćemo kao osnovu uzeti cijenu snage i energije iz kupoprodajnog ugovora za 1970, što je zaključen između Elektroprenosa, Sarajevo i Elektroprivrede, Zagreb.

Cijena snage iznosi d. 25,00/kW i mjesec, a cijena energije d. 0,05/kWh. Prema tome bi troškovi energije i snage iznosili:

1. Za upotrebu 2.000 sati na godinu

a) cijena snage	$70.12.25.10^3$	$= 21.10^6$ d.
b cijena energije	$140.0,05.10^6$	$= 7.10^6$ d.
	Ukupno	28.10^6 d.

odnosno cijena kWh kod upotrebnog vremena od 2000 sati:

$$\frac{28 \cdot 10^6}{14 \cdot 10^6} = 0{,}20 \text{ d/kWh}$$

Ponovimo li gornji račun za upotrebna vremena 1500, 1000 i 500 sati dobivamo:

2. za 1.500 sati 0,25 d/dWh
3. za 1.000 sati 0,35 d/kWh
4. za 500 sati 0,65 d/kWh

U analizi se pretpostavlja nabava energije kod Elektroprenosa, Sarajevo. Ako bi u analizi pretpostavljali novoizgrađen vlastiti termo-izvor, tj. ako bi analizu pravili za cijenu koštanja takve energije proizvedene u TE Sisak, dobili bi još veće rezultate.

Mi ćemo radi pojednostavljenja u ovom slučaju zanemariti elemente koji inače nisu bez značaja. To su:

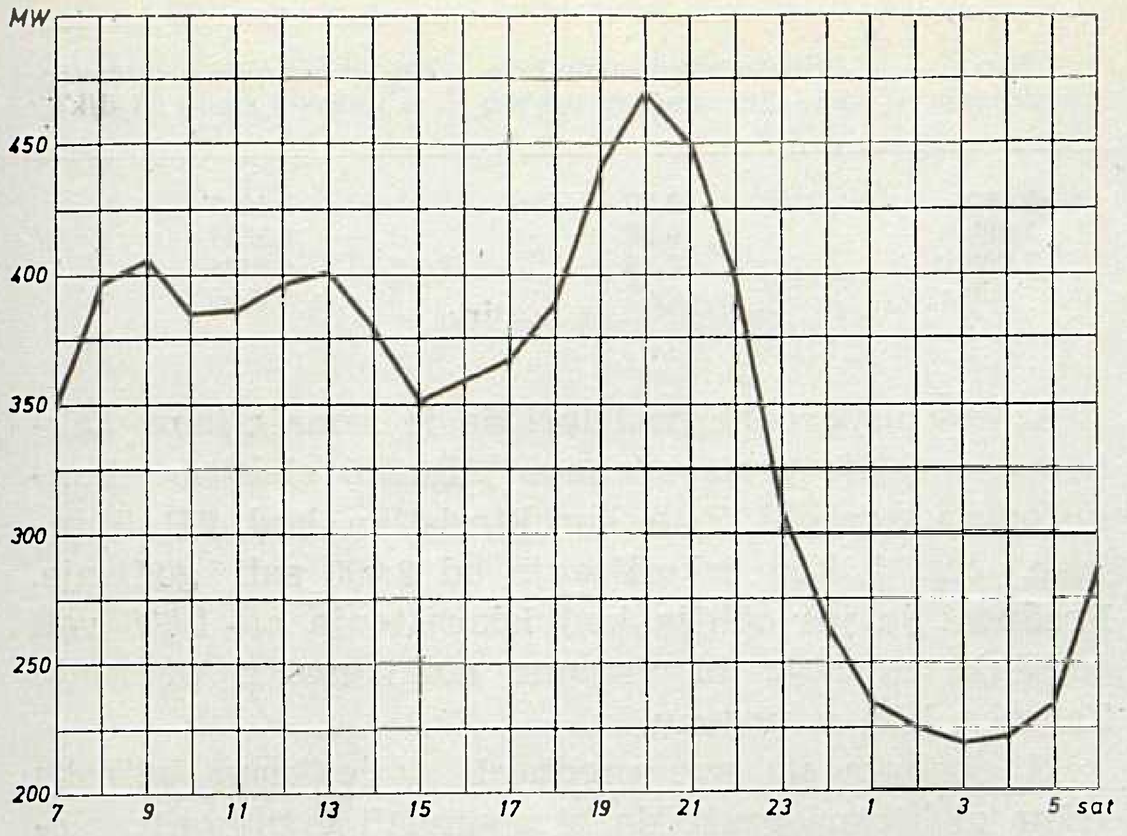
1. potreba za jačom prijenosnom mrežom, odnosno veći investicioni troškovi za prijenos vršne energije do centra konzuma,
2. potreba da se za određeni iznos MWh na licu mjesta (u kondenzatorskim baterijama ili sinhronim kompenzatorima) proizvede i određeni iznos MVArh,
3. manji gubici u prijenosu energije, jer se vršna elektrana može smjestiti u sam centar konzuma,
4. mogućnost proizvodnje jalove energije u vrijeme kada ovaj agregat ne proizvodi radnu energiju,
5. potrebe 220 i 110 kV mreže na području Zagreba zahtijevaju što hitniju nabavu još jednog kompenzatora, koji bi u slučaju nabave plinske vršne elektrane otpao, što u stvari smanjuje investicije, koje bi teretile samu vršnu elektranu za oko 15%.

2. Usporedba klasične termoelektrane s vršnom plinskom elektranom

Uspoređujemo li klasičnu termoelektranu s parnim turbinama s vršnom plinskom elektranom, doći ćemo do slijedećeg zaključka: klasična termoelektrana ima prednost pred vršnom plinskom elektranom, ako je vrijeme upotrebe iznad 3.000 sati godišnje. Međutim, ako je 2.000 sati ili manje, onda je izrazita prednost vršne elektrane s plinskim turbinama. Njene su specifične investicije po kW samo oko 50% potrebnih za klasičnu termoelektranu.

U slučaju vršne elektrane koju ovdje promatramo, situacija je još povoljnija, jer je ona u stvari kombinacija vršne elektrane i sinhronog kompenzatora, a

* II savjetovanje o reaktivnim snagama i naponima u elektroenergetskim sistemima 1970.



Sl. 1 Dnevni dijagram opterećenja, srijeda 19. 3. 1969.

ujedno i neka vrsta rezervne elektrane za ovo područje. Budući da nam generator predstavlja znatan dio ukupne vrijednosti plinske elektrane, a poslužio bi i za proizvodnju jalove energije, to bi se pri temeljitijem razmatranju ova činjenica svakako trebala uzeti u obzir.

3. Plinska vršna elektrana

3.1. Tehničke karakteristike

Razmatrao se agregat snage 70 MW koji bi za potrebe sjeverozapada SRH (šire područje Zagreba) prema procjeni najbolje odgovarao, jer bi bio u pogonu u vršnom opterećenju oko 1.000 sati godišnje.

3.2. Lokacija agregata i povezanost s energetskim sistemom

Ovaj bi agregat mogao biti postavljen u krugu sadašnje TE TO Zagreb, koji predstavlja prilično jaku čvornu točku mreže 110 kV. Budući TE TO ima dva dalekovoda 110 kV, to znatnije proširenje mreže 110 kV ne bi bilo potrebno.

3.3. Gorivo za agregat

Kao gorivo se predviđa zemni plin i nisko-oktanski benzini, koji ionako drugdje vrlo teško nalaze svoj plasman, a mogu se upotrijebiti i ostali naftini derivati. TE TO Zagreb, ima priključak na plinovodnu mrežu koja je direktno spojena sa plinovodnim poljima u okolici Zagreba, pa transport plina ne bi predstavljao poseban problem. Derivati nafte dovozili bi se iz neke rafinerije istim cisternama, kojima se i sada snabdijeva TE TO. Budući da se radi o relativno maloj proizvodnji električne energije, u slučaju primjene tekućih goriva transport od oko 25.000 tona derivata ne bi iziskivao posebne probleme. Za prihvat takvih derivata također ne bi bilo posebnih problema, jer TE TO Zagreb posjeduje sve potrebne instalacije. Opskrba vodom također ne bi predstavljala poseban problem, jer postrojenje treba minimalne količine vode.

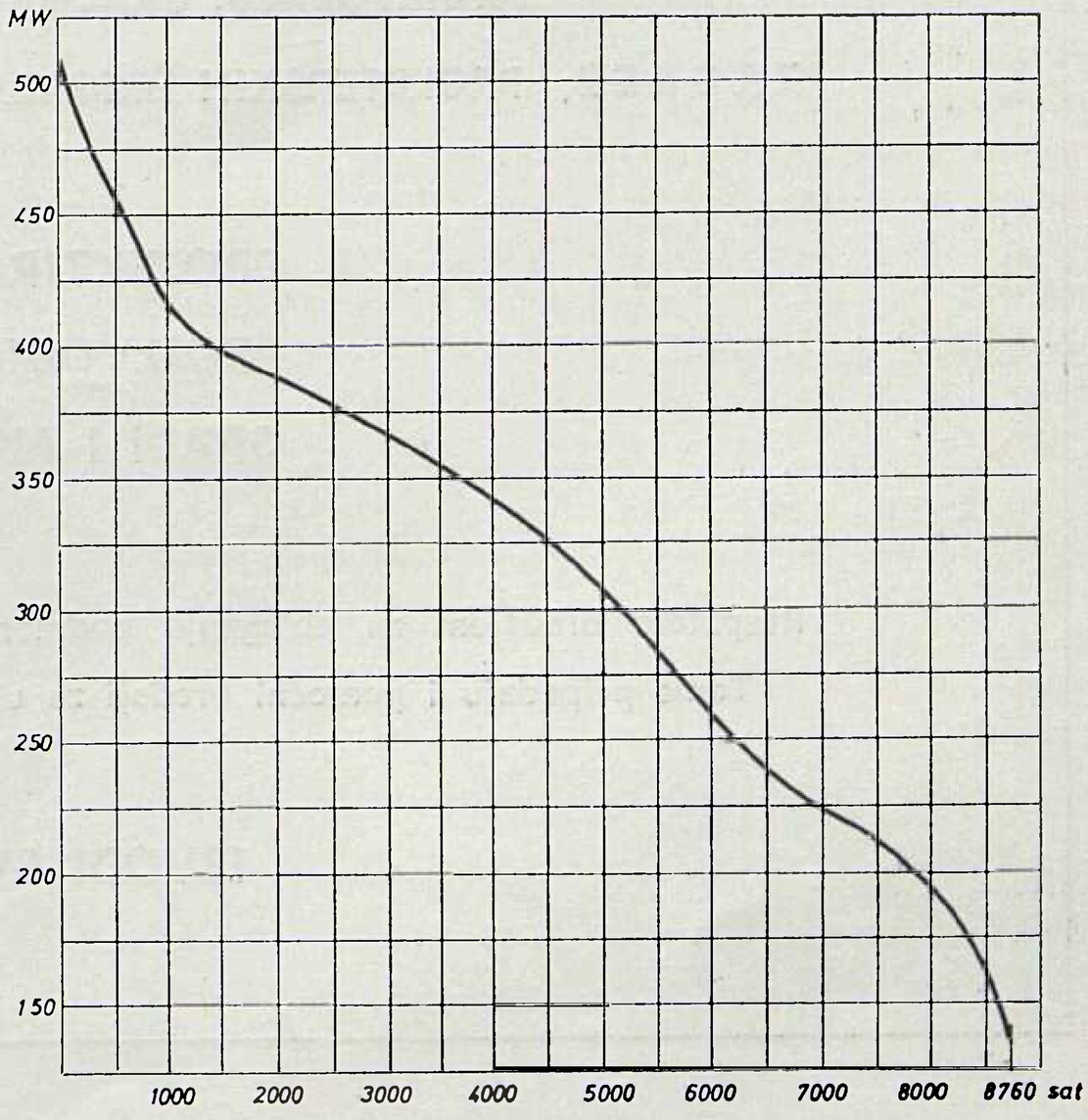
3.4. Pogonska sposobnost vršne elektrane

Kako je već navedeno, godišnja proizvodnja na generatoru bi iznosila oko 70 GWh. Budući da vlastita potrošnja iznosi samo 0,5% ukupne snage, može se i zanemariti. Potrebno vrijeme za ulazak u pogon iz mirnog stanja do punog opterećenja iznosi oko 3—5 minuta. Ako bi generator ostao da radi na mreži kao kompenzator odvojen od turbine, vrijeme ulaska u pogon bilo bi još kraće. S obzirom na ovako povoljne karakteristike može se smatrati da takav agregat predstavlja toplu rezervu u mreži, jer kod klasičnih termoelektrana za samu promjenu opterećenja treba duže vrijeme nego što iznosi vrijeme od početka stavljanja u pogon do potpunog opterećenja ovakve elektrane.

Izlazna snaga plinske turbine ovisi o ambijentu (nadmorskoj visini i temperaturi okoline) u kojem radi. Deklarirana snaga odnosi se na nadmorsku visinu 0 metara i temperaturu okoline +5°C. Za 1.000 metara nadmorske visine snaga opada za oko 11%. Promjena izlazne snage je linearna za područje od 0°C pa na više. Kod 0°C izlazna snaga je čak za 5% veća, ali je kod +30°C za 5% manja od deklarirane. U našem slučaju termički stupanj djelovanja s prosječnim godišnjim temperaturama iznosio bi 20%, odnosno specifični potrošak topline 3.300 kCal/kWh.

3.5. Opis postrojenja

Generator se pokreće s dvije turbine simetrično postavljene na obje strane osovine. Spoj generatora i turbina izveden je pomoću elastičnih spojki koje omogućavaju odvajanje turbina od generatora u pogonu, tako da ovaj ostaje raditi na mreži kao sinhroni kompenzator. Upuštanje agregata u pogon i sin-



Sl. 2 Godišnja krivulja opterećenja za 1969.

hronizacija na mrežu predviđa se potpuno automatski. Čitavo bi postrojenje bilo u najvećem stupnju automatizirano pa bi broj pogonskog osoblja iznosio 3—5.

4. Troškovi vršne energije proizvedene u plinskoj elektrani

Uz pretpostavku da je rok otplate zajma za ovo postrojenje 15 godina, a kamatna stopa 6,5%, cijena proizvedene energije bi iznosila:

1. Iskorištenje 2.000 h/godinu — 0,1752 d/kWh
2. Iskorištenje 1.500 h/godinu — 0,2034 d/kWh
3. Iskorištenje 1.000 h/godinu — 0,2484 d/kWh
4. Iskorištenje 500 h/godinu — 0,3950 d/kWh

Ovi podaci uzeti su iz kalkulacije koju je Elektroprivreda, Zagreb, u V mjesecu 1969. godine izradila za prijavu objekata JUGEL-u.

Zaključak

Iz analize troškova vršne energije proizvedene u plinskoj elektrani i kupljene energije istih pogonskih karakteristika dobivamo slijedeće:

Sati korištenja	Cijena energije kupljene kod EP Sarajevo d/kWh	Cijena energije proizvedene u plinskoj elektr. d/kWh
2.000	0,20	0,1752
1.500	0,25	0,2034
1.000	0,35	0,2484
500	0,65	0,3950

Iz ove usporedbe proizlazi da je sama cijena električne energije proizvedene u plinskoj elektrani konkurentna energiji istih karakteristika kod EP Sarajevo, čak i kod iskorištenja od 2.000 sati godišnje. Prednost je još očitija kod iskorištenja od 1.000 sati godišnje za koje bi vrijeme elektrana u području Zagreba bila u pogonu.

S obzirom na sve prednosti koje nam plinska vršna elektrana pruža da bi podmirili vršna opterećenja čak i uz sve pretpostavke koje su naprijed navedene, vjerujemo da će se uskoro u našem sistemu pojaviti takva elektrana, to više što najnovija istraživanja u okolici Zagreba upućuju na to da zemnog plina ima u dovoljnim količinama, čak i za potrošnju veću od potreba jedne ili dvije vršne elektrane.

Naslov pisca: Tomislav Pavlović, dipl. ing.
»Elektroprivreda«, Zagreb

»DALEKOVOD«

ELEKTROPRIVREDNO PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE,
PROIZVODNJU, GRADNJU I MONTAŽU

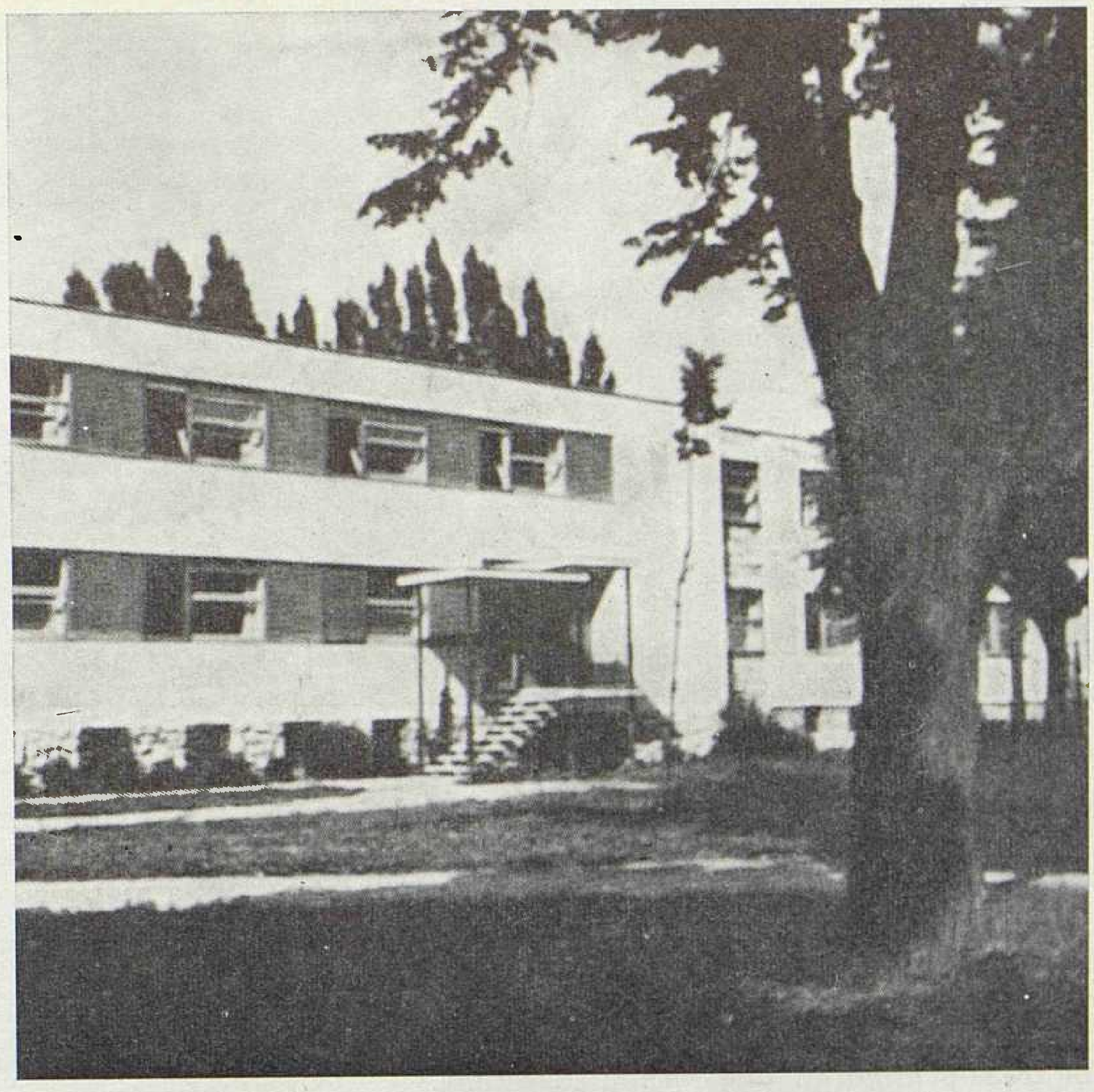
ZAGREB, PROLETERSKIH BRIGADA 37

PROJEKTIRA
PROIZVODI
GRADI I MONTIRA

Raspolaže uređajem za polaganje podmorskog kabela smještenog na peniši (brod).
Tome pripadaju i pomoćni uređaji za utovar kabela u vagon i pretovar na brod.

IZVODI SVE RADOVE U ZEMLJI I INOZEMSTVU

POGON
»ELEKTRA« — BJELOVAR



Upravna zgrada pogona
u Bjelovaru

Prvi počeci elektrifikacije Bjelovara javljaju se poslije prvog svjetskog rata, a opskrba električnom energijom se temeljila na manjim lokalnim elektranama. U tom razdoblju željeznička stanica raspolagala je s agregatom najjače snage čija se proizvodnja prvenstveno koristila za potrebe željeznice, javne rasvjete i nekih industrijskih pogona. Ali planski razvoj elektrifikacije bjelovarskog područja počinje 1937. izgradnjom dalekovoda 30 kV Zagreb — Božjakovina — Križevci — Bjelovar.

Sve do drugog svjetskog rata elektrifikacijom je obuhvaćen manji dio područja bivšeg križevačkog i bjelovarskog kotara, a do intenzivnije elektrifikacije dolazi tek nakon oslobođenja.

Osnivanjem pogona »Elektre« u Bjelovaru koji djeluje u sastavu poduzeća »Elektra« — Zagreb stvorena je solidna baza planske elektrifikacije toga područja.

Pogon »Elektre« Bjelovar prošao je od 1945. do danas nekoliko faza razvoja i organizacionih promjena. On se 1. srpnja 1957. izdvaja iz sastava matičnog poduzeća »Elektra« iz Zagreba i postaje samostalno poduzeće. Sve do 11. srpnja 1963. poduzeće djeluje kao samostalna organizacija, ali rješenjem Izvršnog vijeća Sabora SR Hrvatske u zajednici s poduzećima »Elektra« iz Zaboka, Varaždina, Čakovca, Koprivnice i Križa ponovo se ujedinjuje u jedinstveno poduzeće »Elektra« sa sjedištem u Zagrebu. U novoj organizaciji bivša poduzeća dobivaju status Pogona sa samostalnim obračunom.

Djelatnost samostalnog pogona je: nabava, prijenos i prodaja električne energije, rasvjeta javnih površina, elektroinstalaterski i elektromehanički radovi, zatim izgradnja i održavanje električnih postrojenja, projektiranje za vlastite potrebe i sporedna djelatnost potrebna za uspješno izvršenje glavnih zadataka.

Područje pogona

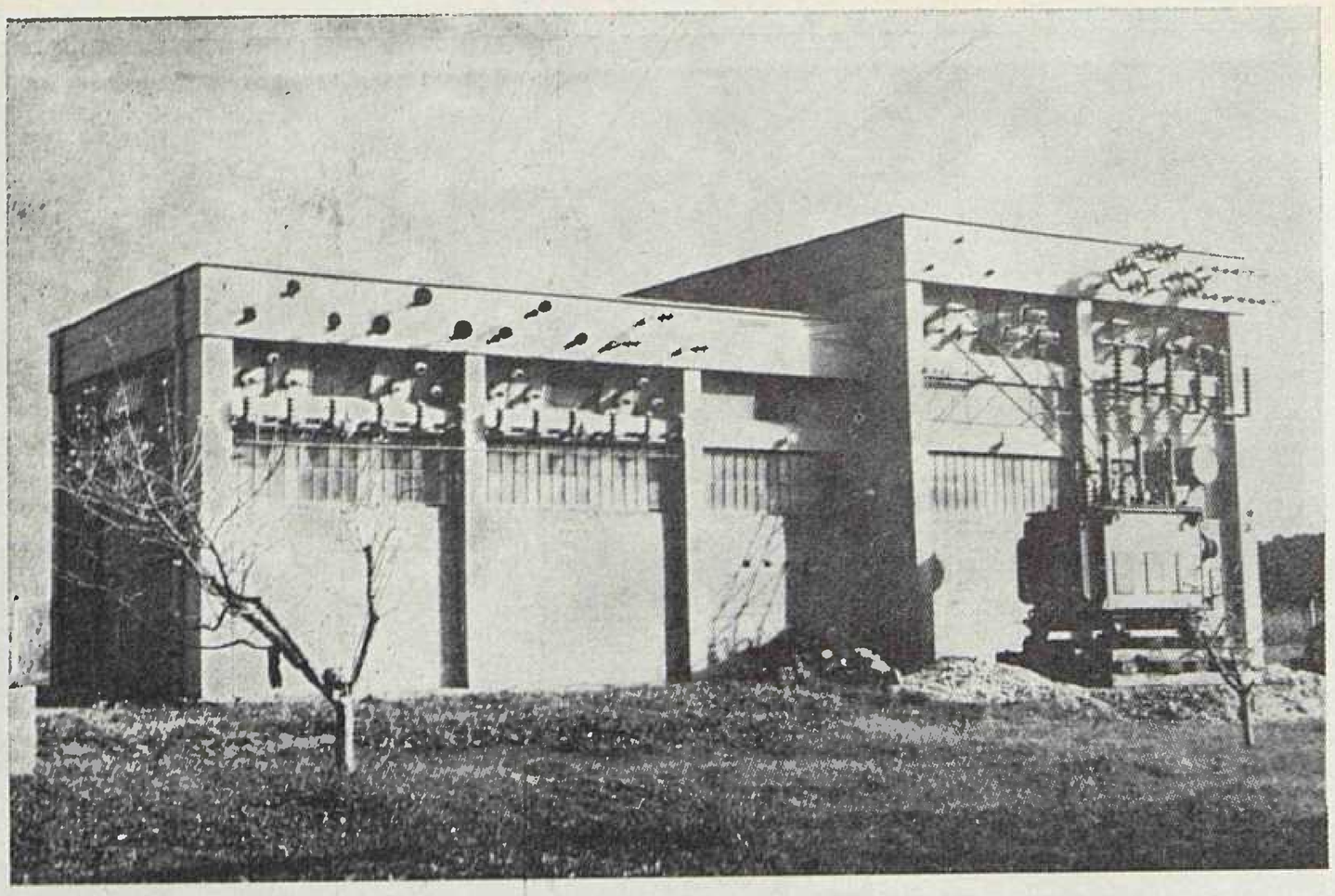
Područje pogona »Elektre« — Bjelovar prostire se na 1752 km², a obuhvaća općine Bjelovar, Križevci, a djelomično Grubišno Polje, Garešnicu, Čazmu i Vrbovec. Područje je podijeljeno na šest rajonskih okruga. Postrojenja visokog i niskog napona koncentrirana su na jača potrošačka sjedišta u općinama Bjelovar i Križevci.

Opskrba distribucije uglavnom se obavlja preko pet transformatorskih stanica 35/10 kV s direktnim napajanjem iz TS 110/35 kV Bjelovar i to preko: dvije TS 35/10 kV u Bjelovaru i po jedna TS 35 kV u Križevcima, Šandrovcu (naftonosno polje) i Veliki Grđevci.

Za napajanje navedenih stanica na raspolaganju je dalekovodna mreža dužine 83,484 km napona 35 kV. Prije su na ovom području prijenosna postrojenja radila pod naponom 30 kV, no posljednjih godina izvršen je potpun prijelaz na napon 35 kV.

U sastavu pogona je mreža 10 kV koja ima 341 transformatorsku stanicu, od čega 58 otpada na gradsku mrežu. Za napajanje ovih stanica izgrađeno je 657,2 km dalekovodne zračne mreže i kabela 16,9 km. Do sada je izgrađeno oko 1299,5 km mreže niskog napona i 7,58 km kabela.

Stanje elektroenergetskih postrojenja promatrano sa stanovišta njihove tehničke ispravnosti, pogonske sigurnosti, kao i suvremenih uvjeta koji se pred njih



Sl. 1 Transformatorska stanica 35/10 kV, Križevci

postavljaju ne zadovoljava u potpunosti. Postrojenja su prilično dotrajala, tako da otpis iznosi oko 40,7 %. Propusna moć dobrog dijela ranije izgrađenih postrojenja ne zadovoljava potrebe konzuma, koji je u stalnom porastu. Za održavanje zračne i kabelske mreže ulažu se velika materijalna sredstva, ali da bi postigli još bolje rezultate potrebna su trajnija ulaganja koja bi trebalo osigurati dugoročnim kreditima.

Konzumno područje Bjelovar — Križevci ranijih se godina napajalo iz TS 110/30 kV Resnik preko dalekovoda 30 kV Resnik — Božjakovina — Križevci — Bjelovar i vodom 30 kV Bjelovar — Veliki Grđevci. Zbog velikih prijenosnih udaljenosti varijacije napona su velike i osjetljive, jer se opterećenje u Bjelovaru kreće oko 12 do 14 MVA. Tako velike snage nisu se mogle uspješno prenositi postojećim vodovima 30 kV, pa je usvojeno najbolje rješenje, da se izgradi dalekovod 110 kV Mraclin — Bjelovar i TS 110/35 kV u Bjelovaru.

Dalekovod 110 kV Mraclin — Bjelovar u pogonu je od 1967, a TS 110/35 kV Bjelovar nešto ranije, potkraj 1966.

Za još bolju opskrbu konzuma bjelovarskog područja mnogo će pridonijeti novoizgrađeni dalekovod 110 kV Bjelovar — Koprivnica, kao i vod 110 kV Koprivnica — Čakovec koji je u gradnji.

Puštanjem u pogon ovih vodova stvorena je sigurnost napona i kvalitetnija opskrba električnom energijom potrošača, jer će se napajanje vršiti iz dvije čvrste točke iz TS Mraclin i TS Nedeljanec.

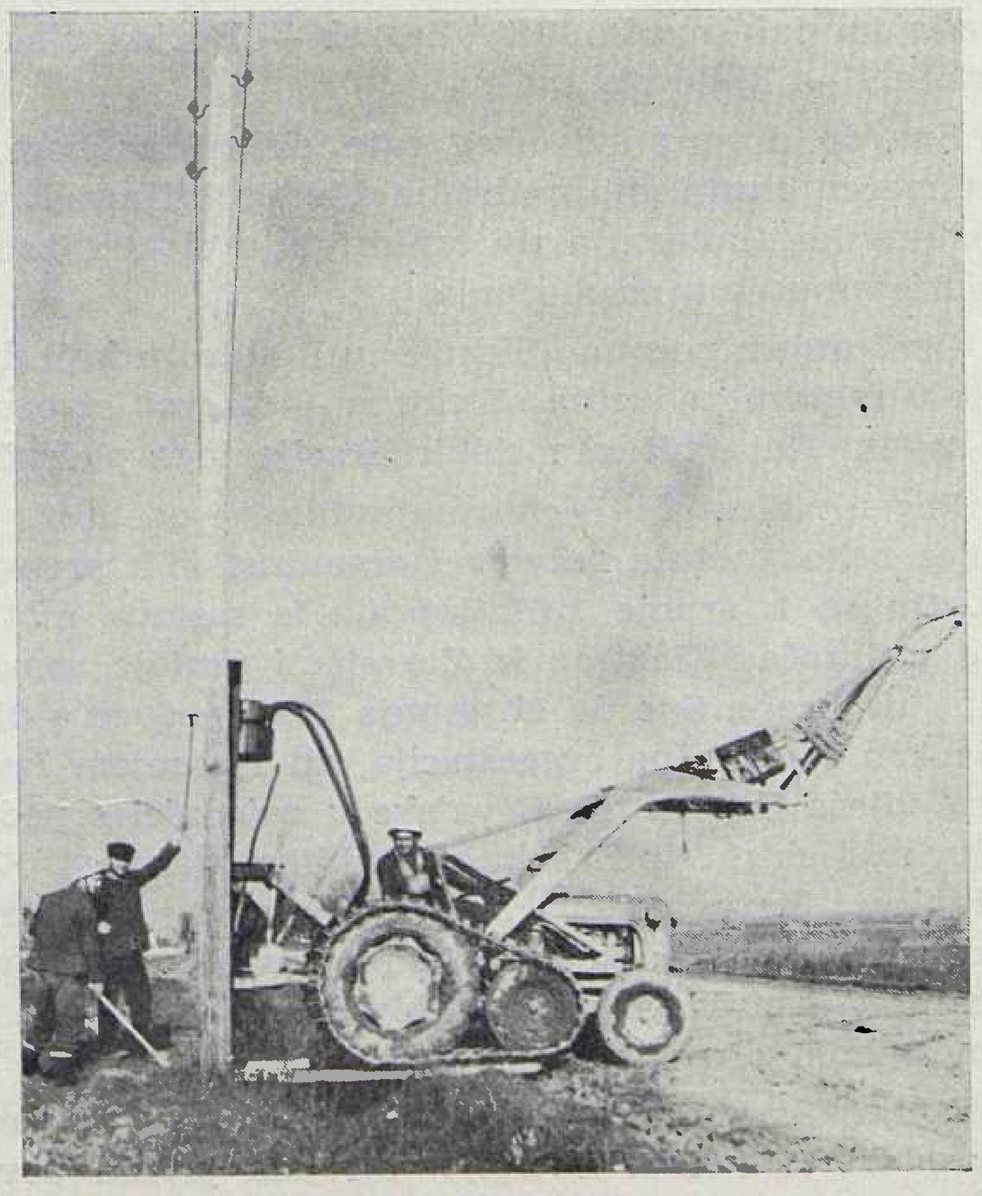
Investiciona ulaganja

U 1969. investiciona ulaganja kretala su se u ovim granicama:

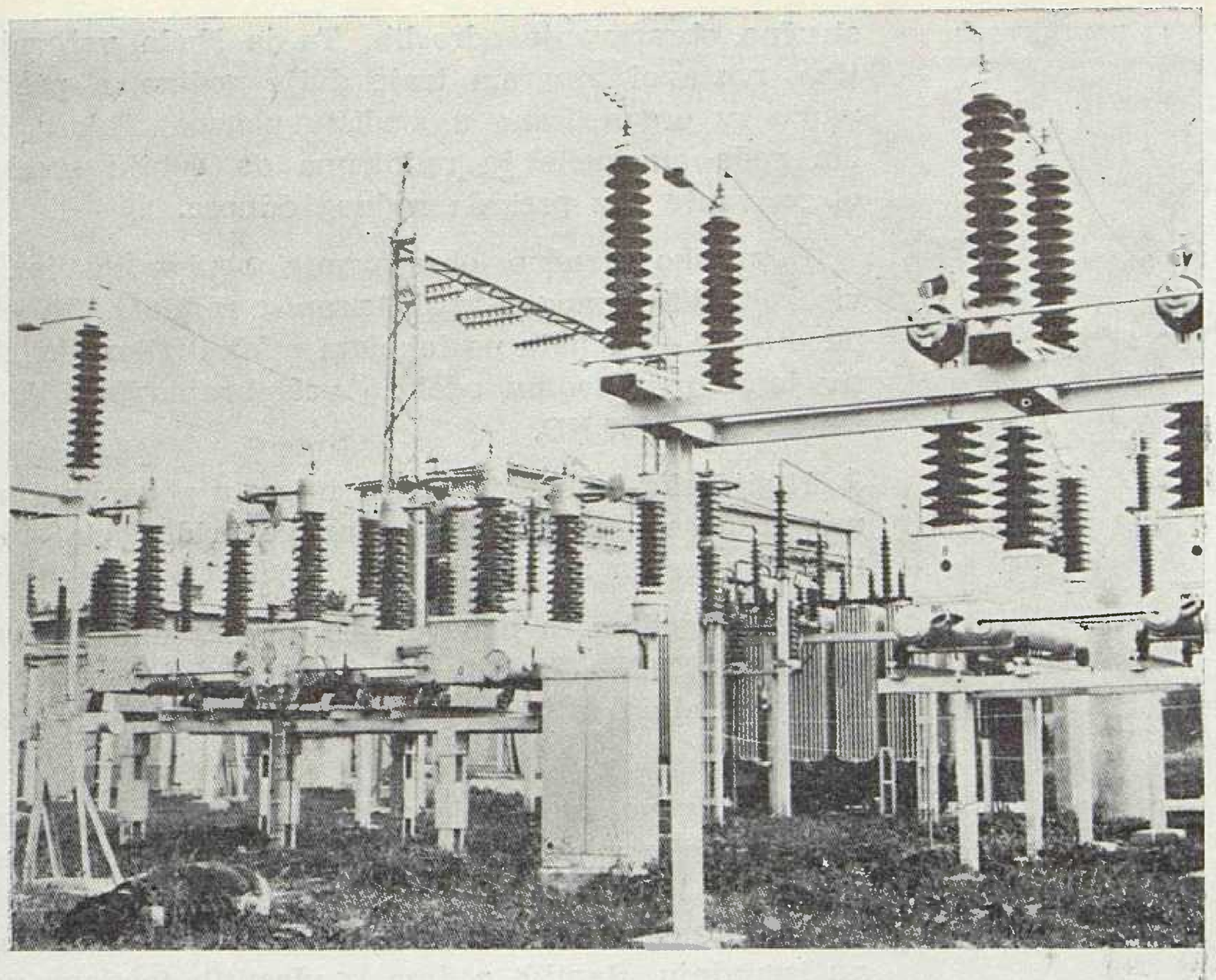
a) Prema programu investicija za 1969. predviđena investiciona ulaganja iznosila su	ND 4,726.000
b) U toku godine je utrošeno	ND 3,637.000
Manje utrošeno	ND 1,061.000

Program investicija za prošlu godinu izvršen je sa 77 %. Neutrošena sredstva bit će angažirana u objekte čija se izgradnja nastavlja u ovoj godini. Ukupna investiciona sredstva osigurana su iz vlastitih izvora i to najvećim dijelom iz amortizacije, kamata na poslovni fond i dijela poslovnog fonda iz dohotka.

Investicije su uglavnom utrošene na interpolaciju transformatorskih stanica, rekonstrukciju mreže visokog napona, zamjenu stupova, proširenje i modernizaciju gradske mreže. Nadalje je pogon »Elektre« učestvovao jednim dijelom ulaganja sredstava za izgradnju i dovršenje radova na dalekovodima 100 kV, te proširenju TS 110/35 kV Bjelovar, za koju je predviđeno postavljanje i drugog transformatora snage 20 MVA, koji će se montirati u toku ove godine.



Sl. 2 Suvremena mehanizacija za postavljanje stupova



Sl. 3 Transformatorska stanica 110/35 kV Bjelovar

Plan investicija u 1970. određen je u iznosu od 4,800.000 ND, dakle nešto većem u odnosu na prošla investiciona ulaganja.

Struktura potrošnje

Kretanje broja potrošača po strukturi potrošnje u 1969. izgledalo je ovako:

Grupa potrošača	broj potrošača
Potrošači na 10 kV	14
Potrošači kućanstva	33.494
(Od toga dvotarifnih brojila 312)	
Potrošači javne rasvjete	225
Ostali potrošači na 0,4 kV	4.515
(Od toga dvotarifnih brojila 46)	
U k u p n o	38.248

U odnosu na ranije godine broj potrošača je u stalnom porastu, što se vidi iz nekoliko iznešenih primjera:

Godina	Broj potrošača
1947.	2844
1959.	19.854
1969.	38.248

Porast broja potrošača najveći je bio u grupi kućanstva. Na području pogona »Elektra« Bjelovar sva naselja su 100 % elektrificirana.

O kretanju nabave električne energije iznijet ćemo nekoliko primjera iz ranijih godina:

Godina	Nabava u MWh
1946.	487
1957.	17.761
1964.	32.725
1969.	48.682

U 1969. od nabavljene količine predano je potrošačima 41.177 MWh, dok su gubici iznosili 7.505 MWh, tj. 15,4 %. Prema ranijim podacima može se utvrditi da su se godišnji gubici kretali u granici od 15 do 20 %, a prosječni porast prodaje bio je oko 12 do 15 %.

U grupi većih potrošača treba istaknuti: Mlin »5. maj«, Tvornicu šper-ploča »Česma«, Mlin u Križevcima, Agrokombinat-farma pilića kod Bjelovara, ljevaonicu strojeva »Tomo Vinković« i naftonosno polje Šandrovac.

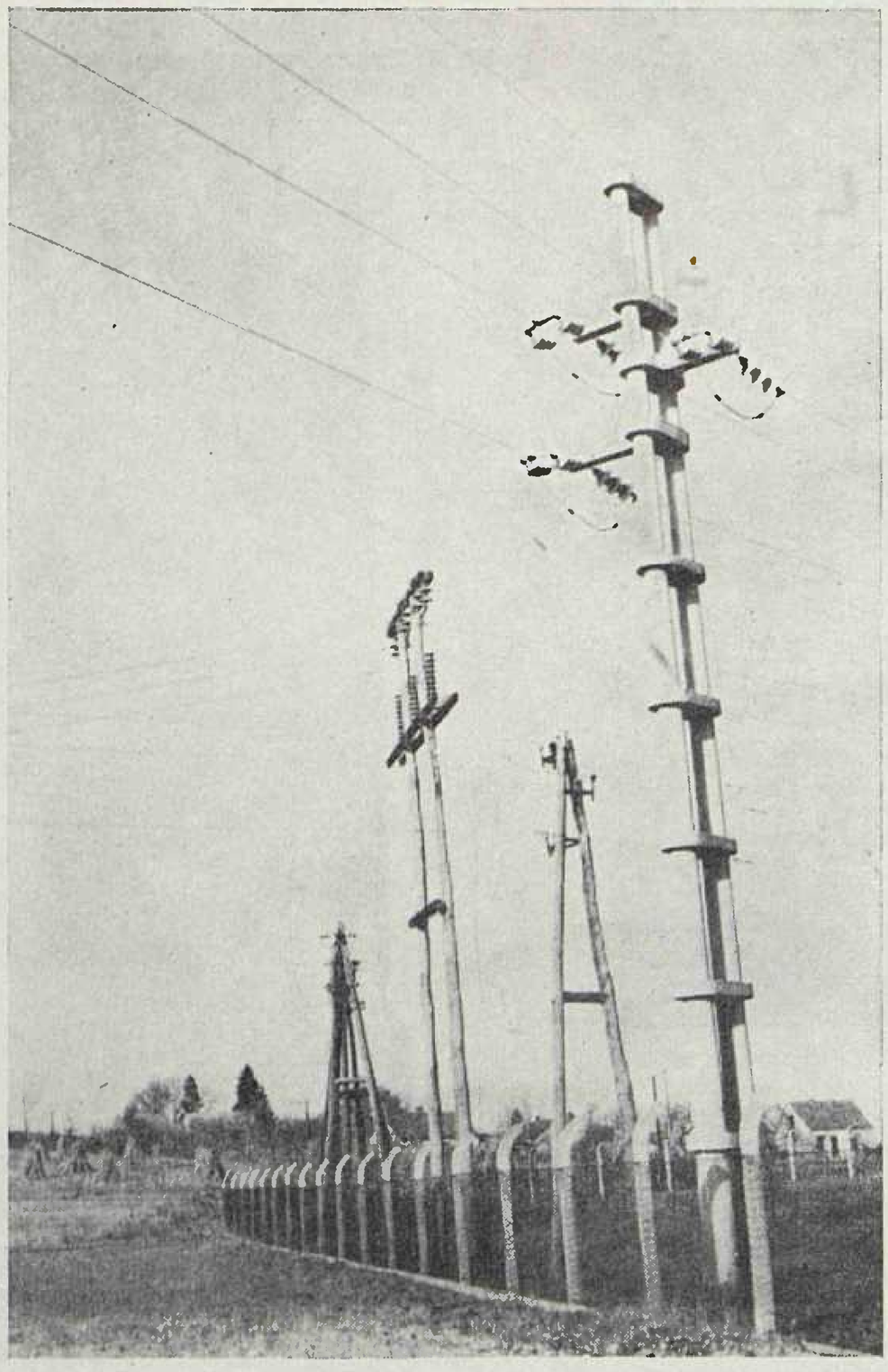
Radna snaga, HTZ i društveni standard

U pogonima bjelovarske »Elektre« zaposleno je 170 radnika, a stanje zaposlenih po kvalifikacionoj strukturi izgleda ovako:

Kvalifikacija	Prema pravilniku	Prema stvarnoj spremi
Visoka stručna sprema	10	3
Srednja stručna sprema	23	19
Niža stručna sprema	31	42
Visoka kvalifikacija	19	11
Kvalificirani radnici	54	57
Polukvalificirani radnici	32	37
Niža kvalifikacija	1	1
U k u p n o	170	170

Iako je upadljiv manjak kadra s visokom stručnom spremom, struktura zaposlenih u drugim kategorijama u odnosu na prijašnje godine znatno je bolja. Dopunskim školovanjem određeni broj zaposlenih je već stekao potrebnu stručnu spremu.

Kolektiv planski djeluje na unapređenju stručnog znanja svojih zaposlenih članova, pa u tu svrhu odvaja znatna materijalna sredstva, a pruža i drugu pomoć u raznim oblicima.



Sl. 4 Detalj dalekovoda 35 kV Križevci — Bjelovar

U Školskom centru elektroprivrede SRH u Zagrebu stipendiraju se dva redovna polaznika. U sastavu Školskog centra za elektroprivredu radi Škola za stručno obrazovanje odraslih. To je škola večernjeg tipa, nastavni program traje dvije godine, a predavanja su organizirana u sjedištu pogona. Takav način rada omogućio je radnicima da dobiju stručno obrazovanje bez prekida radnog odnosa.

Dopunsko stručno obrazovanje obuhvatilo je 21 visokokvalificiranog i kvalificiranog radnika. Za stipendiranje studenata na tehnički mfakultetima kolektiv je za ovu godinu odobrio veći broj stipendija u iznosu od 70.000 ND.

Higijensko-tehničke zaštitne mjere u pogonima primjenjuju se pravilno, što je mnogo pridonijelo smanjenju povreda na radu.

Prošle godine za nabavu zaštitne opreme utrošeno je oko 47.000 ND. U 1969. bio je 21 slučaj povreda, a gubitak radnih sati je 2730, po povredi oko 130 radnih sati.

Kolektiv veliku pažnju poklanja rješavanju stambenih problema svojih članova. Iako u pogledu stanova nije kritična situacija u prošloj godini je odobreno zajmova u iznosu od 276.000 ND za individualnu izgradnju. Ranijih godina iz vlastitih fondova pogon »Elektre« je otkupio 14 komfornih stanova. Za ovu godinu ugovorena je kupnja daljnja četiri nova komforna stana u vrijednosti od 320.000 ND.

Za odmor i rekreaciju članova utrošeno je 110.000 ND. Društveni život odvija se u okvirima djelatnosti sindikalne podružnice. U prošloj godini organizirano je više političkih i stručnih predavanja, a razvijena je i sportska djelatnost. Od fiskulturnih sekcija najaktivniji su kuglaši i nogometaši koji se natječu u okviru sportskih radničkih igara. Sindikat je organizirao nekoliko izleta, i dvije stručne ekskurzije u Italiju i Čehoslovačku.

Ivan Radman

Elektronička računala u Evropi i svijetu

Uvod

Elektronička računala su računska pomagala koja su ušla u upotrebu u posljednjih deset godina. Ta upotreba je tako velika i raznovrsna, da je elektronska industrija dobila neobično veliki zamah. Pojavile su se mnogobrojne firme koje proizvode elektronička računala, a mnoge zemlje mjere nivo svog ekonomskog razvoja i standarda brojem instaliranih računala. Posebno značajna su digitalna elektronička računala, koja su našla primjenu, takoreći, u svim ljudskim aktivnostima.

Ovim pregledom se želi pokazati stanje proizvodnje elektroničkih računala u svijetu i stanje prodanih i instaliranih računala u nekim evropskim državama, s ciljem da se ukaže na značaj proizvodnje računala, i još više, na značaj upotrebe elektroničkih računala.

Prema podacima koji su manjkavi, utoliko što nedostaju podaci iz SSS-a i NR Kine, moći će se vidjeti odnos američke proizvodnje elektroničkih računala prema evropskoj proizvodnji. Naime, evropska proizvodnja je dosta rascjepkana po pojedinim državama, ali i pored toga, i u okviru EEZ, još uvijek jako zaostaje za američkom proizvodnjom, barem brojčano. Treba međutim znati, da je i veliki dio evropske proizvodnje u rukama američkog kapitala.

Proizvodnja elektroničkih računala

Prema podacima u kolovozu 1969. godine je bilo instalirano ukupno 76550 elektroničkih digitalnih računala različitih tipova i proizvođača. Tablica 1 daje popis proizvođača, zemlju u kojoj je računalo proizvedeno i količinu proizvedenih računala. Pri tom su sve

Proizvodnja elektroničkih računala u svijetu (stanje u kolovozu 1969) Tablica 1

Tip računala	Proizvođač	Država	Komada
AEI	AEI Elliott Process Aut	V. Britanija	11
ASI	Advenced Scientific Ins.	USA	53
BBC ZUSE	Brown Boveri Zuse	Švicarska	163
BULL GAMMA	Bull General Electric	Francuska	1318
BUNKER RAMO	Bunker Ramo	USA	62
BURROUGHS	Burrough Corp.	USA — V. Britanija	1725
COLLINS	Collins Radio Company	USA	52
CE	Computer Engineering	V. Britanija	3
CTI/MODULAR	Computer Tehnology Ltd.	V. Britanija	10
CDC	Control Data Corporation	USA	1345
DSI	Digico Limited	V. Britanija	1
DEC/PDP	Digital Equipment Corp.	USA	2560
EAI	Electronic Associates I.	USA	73
FERRANTI	Ferranti Argus	V. Britanija	227
FRIDEN	Friden Incorporated	V. Britanija	320
GEC/AEI	AEI Elliott Process	V. Britanija	405
GE	General Electric Corp.	USA	1815
GP4			1
HITAC			8
HONEYWELL	Honeywell Inc.	V. Britanija	3258
HW 208	International Business		1
IBM		USA	48306
ICL	Internat. Computers Ltd.	V. Britanija	1827
ITT			20
M 180			1
LC			10
LN	Leeds and Northrup Co.	V. Britanija	1
Marconi	The Marconi Co.	V. Britanija	40
MADIC			2
Melcom			1
NCR	National Cash Register	USA	4970
NEAC			11
OKI			2
OLIVETTI ELEA	Olivetti General Elect.	Italija	120
PDS	Pacific Data Systems	USA	170
PHILCO	Ford	USA	29
EL/Philips	N. V. Philips Elektrological	Nizozemska	206
RCA	Radio Corporation of Am.	USA	1110
Raytheon	Raytheon Computer	USA	135
REGNECENTRALEN A/S	Regnecentralen	Danska	1
SCC			103
SDS	Scientific Data System	USA	804
SIEMENS	Siemens	SR Njemačka	499
SEMA			1
SEREL			2
SETI PALLAS	Societe Europienne	Francuska	28
SEA/CAB	Comp. Intern. de Inform.	Francuska	40
SAAB	Saab Aktienbolag	Švedska	55
SEL		SR Njemačka	46
TR	Telefunken		205
TOSBAC			11
UNIVAC	Sperry Rand Corp.	USA	4384

vrste istog proizvođača pod istim nazivom firme. Naprimjer, proizvođač IBM ima na tržištu 20 tipova strojeva koji su u ovom prikazu pod zajedničkim imenom IBM.

Iz tablice 1 mogu se vidjeti dvije činjenice: proizvodnja firme IBM čini danas 63 % svjetske proizvodnje elektroničkih računala i najznačajnija je, drugo, proizvodnja elektroničkih računala u zemljama zapadne Evrope je svega 11 % svjetske proizvodnje. Dakle, na tržištu elektroničkih računala dominiraju Amerikanci, a među njima IBM. U Evropi je osam zemalja proizvođača elektroničkih računala i to:

Velika Britanija	6177 komada
Francuska	1386 ,,
SR Njemačka	704 ,,
Nizozemska	206 ,,
Švicarska	163 ,,
Italija	120 ,,
Švedska	55 ,,
Danska	1 ,,
U k u p n o	8812 komada

Iz ovog pregleda se vidi koliko zemlje evropskog zajedničkog tržišta zaostaju za Velikom Britanijom. Proizvodnja kompjutera se smatra vrhuncem uspjeha elektronske industrije i industriske moći neke zemlje, uopće. Zato nije čudo da visokoindustrijalizirane zemlje Zapadne Evrope pridaju proizvodnji elektroničkih računala veliku pažnju.

Od značaja je i broj instaliranih računala u nekoj zemlji. Danas taj broj pokazuje kako je organizirana privreda neke zemlje.

Instalirana elektronička računala u evropskim državama

Pregled instaliranih elektroničkih računala koja su u pogonu i broja naručenih računala za 16 zemalja, sa podacima o njihovoj novčanoj vrijednosti (u tisućama funti) prikazan je na tablici 2. U ovom pregledu nema Jugoslavije i istočno-evropskih zemalja, jer ne postoje precizne statistike. Procjenjuje se da u nas ima oko 100 elektroničkih računala.

Prema broju instaliranih kompjutera prednjače slijedeće zemlje:

1.	Velika Britanija	4947 (5703)
2.	SR Njemačka	4142 (5162)
3.	Francuska	3656 (4218)
4.	Italija	1461 (1656)
5.	Švicarska	1257 (1369)
6.	Belgija	1115 (1394)
7.	Nizozemska	940 (1224)
8.	Švedska	821 (954)
9.	Austrija	479 (553)
10.	Danska	475 (563)

U zagradama su brojevi instaliranih računala i naručenih računala zajedno. Vidi se da je redoslijed skoro isti, osim što izmjenjuju mjesta Švicarska i Belgija i Austrija i Danska.

U tablici 2 je i pregled investicija za instalirana i naručena računala s time da su posebno pokazane vrijednosti vlastite proizvodnje, tamo gdje ona postoji, a odvojeno investicije za uvoz kompjutera.

To su velika sredstva. Često prelaze iznose od sto milijuna funti, to jest tristotine milijardi starih dinara. Nije ni čudo, jer je poznato da su cijene elektroničkim računalima vrlo visoke. U ovisnosti o veličini kompjutera cijene se kreću od 10 tisuća do milijun funti, dok se velikoj većini cijena kreće između 50 i 300 tisuća funti, tj. 300 i 30 milijuna novih dinara.

Pregled nekih najznačajnijih tipova elektroničkih računala

Zbog opsežnosti, je nemoguće nabrojiti sve tipove elektroničkih računala koja se nalaze na tržištu. Poznato je da svi veći proizvođači izrađuju veliki broj različitih računala, od vrlo malih do onih sa vrlo velikom memorijom i brzinom rada. Najznačajniji proizvođači imaju u svom proizvodnom programu različite tipove računala:

ASI	5
BULL GAMMA	4
BURROUGHS	8
CDC	17
DEC/PDP	7
FERRANTI	6
GEC/AEI	10
GE	15
HONEYWELL	25
IBM	20
ICL	37
NCR	6
RCA SPECTRA	6
SDS	9
SIEMENS	3
TOSBAC	6
UNIVAC	10

Pregled instaliranih elektroničkih računala u zemljama Evrope Tablica 2

Država	Ukupno instalirano		Ukupno naručeno		Domaća proizvodnja	
	Količina	Vrijednost 10000 L	Količina	Vrijednost 1000 L	Instalirano u 1000 funti	Naručeno funti
Austrija	479	45769	74	6733	—	—
Belgija	1115	89920	279	24771	—	—
Danska	475	53678	88	9524	869	—
Francuska	3656	267490	562	45144	117384	12545
SR Njemačka	4142	230417	1020	45451	233667	43070
V. Britanska	4947	300485	756	44979	358124	58550
Grčka	127	10688	23	1244	—	—
Holandija	940	70412	284	21379	12132	3909
Irska	105	9018	35	2936	—	—
Italija	1461	144951	195	19730	39785	2184
Norveška	351	34866	70	5296	—	—
Portugal	136	11153	29	1612	—	—
Španjolska	307	32108	48	4440	—	—
Švedska	821	86338	133	15693	5995	600
Švicarska	1257	124542	112	12358	150	910

Pregled najuspješnijih tipova kompjutera (serije veće od 200 komada)

Tablica 3

BULL GAMMA 10	1220
BURROUGHS B 200 Series	880
BURROUGHS B 300 Series	450
CDC 160 Series	600
DEC/PDP 8 Series	2050
DEC/PDP 9	250
FRIDEN 6010	300
GEC/AEI ELLIOTT MCS 920 Series	200
GE 115	1000
GE 415	400
HONEYWELL 120	1000
HONEYWELL 130	200
HONEYWELL 200	1000
HONEYWELL 1200	300
IBM 360/20	10000
IBM 360/30	10000
IBM 360/40	50000
IBM 360/44	200
IBM 360/50	250
IBM 360/65	200
IBM 360/67	400
IBM 360/75	250
IBM 1130	8000
IBM 1401	6400
IBM 1401 G	1500
IBM 1440	3500
IBM 1620 Series	1500
IBM 1710	500
IBM 7010	400
IBM 1800	200
ICL 1901	500
ICL 1902	300
NCR 315	900
NCR 390	1300
NCR 500	2500
RCA SPECTRA 70/15	300
RCA SPECTRA 70/25	200
RCA SPECTRA 70/35	300
RCA SPECTRA 70/45	200
SDS 920	220
SDS 930	260
SIEMENS 400	325
UNIVAC 418 Series	200
UNIVAC 490 Series	300
UNIVAC 1005	1200
UNIVAC 1050	290
UNIVAC 9200	1000
UNIVAC 9300	1000

Zato dajemo pregled onih tipova elektroničkih računala kojih ima na tržištu najmanje 1000 komada. Kod proizvodnje kompjutera i manji broj komada instaliranih strojeva je znak da je neki tip uspio. Pregled tipova računala kojih je instalirano više od 200 komada imamo na tablici 3. Tih tipova ima ukupno 49. Ovdje ćemo opisati najuspješnije tipove kompjutera:

BULL GAMMA 10 je računalo francuske proizvodnje sa feritnom memorijom i magnetskim diskovima. Može imati memoriju 1 do 4 K (1024 do 4096 riječi). Cijena mu je oko 30 tisuća funti (900 tisuća N. din). To je kompjuter koji radi pomoću bušenih kartica. Vrlo je pogodan za obuku, instaliranje i korištenje u poduzećima koja prvi puta uvode elektroničko računalo. Pojavio se na tržištu 1963. godine, a dosad je instalirano 1220 komada.

DEC/PDP 8 je serija malih elektroničkih računala rađenih pomoću integriranih krugova. Stroj je rađen specijalno za naučna i tehnička proračunavanja i istraživanja, i radi na principu real-time. Cijena ovog kompjutera je 6500 funti (195000 N. din), a prvi put se pojavio na tržištu u travnju 1965. Manje verzije ove serije su DEC/PDP 8/s i 8/L, koji su prvi puta instalirani u studenom 1966, odnosno 1968. Dosad je ukupno instalirano 2050 strojeva.

GE 115 je najuspješniji član serije GE 100. To je računalo s magnetskim diskom i magnetskim trakama, radi pomoću bušenih kartica. Prvi puta je instaliran 1965. godine. Cijena mu se kreće od 26—90 tisuća funti (780 do 2700 tisuća N. din). Dosad je instalirano 1000 komada. U Evropi ga proizvodi firma Olivetti G. E. u Italiji.

HONEYWELL 200 Series-110 je najmanji kompjuter iz serije 200. Predviđen je za upotrebu u malim poduzećima koja po prvi put upotrebljavaju elektroničko računalo. Vrlo je pogodan za obuku. Može raditi s magnetskim diskom ili magnetskom trakom. Cijena mu je 46 tisuća funti (1380 tisuća N. din) sa diskom, i 64 tisuća funti (1920 tisuća N. din) s magnetskom trakom. U pogonu je od kolovoza 1968, a dosad je instalirano 1000 računala.

HONEYWELL 200 Series-200 je kompjuter većeg opsega nego prethodni. Oba se proizvode u Škotskoj. Cijena ovom tipu stroja je 60 do 120 tisuća funti (1,8 do 3,6 milijuna N. din). Prvi puta je instaliran u 1964, a dosad je prodano 1000 komada.

IMB 360/20 se radi u pet modela ovisno o konfiguraciji elemenata koji čine sistem. To je mali kompjuter namijenjen onima koji po prvi puta uvode elektroničko računalo. U pogonu je od 1965. godine, a dosad je proizvedeno 10000 komada. Cijena mu se kreće između 50 i 150 tisuća funti (1,5 i 4,5 milijuna N. din).

IBM 360/30 je veći tip stroja iz sistema 360. To je stroj sa mogućim izborom konfiguracije, magnetskim diskovima i trakama. Cijena mu je 100 tisuća funti (3 milijuna N. din), prvi put u pogonu u travnju 1965, a dosad je instalirano 10000 komada.

IBM 360/40 je veći tip računala istih karakteristika kao i prethodni. Cijena mu je 160 tisuća funti (4,8 milijuna N. din), prvo instaliranje bilo je listopada 1966, do danas je prodano 5000 računala ovoga tipa.

IBM 1130 je mali kompjuter rađen za naučna i tehnička istraživanja. Posebno je pogodan za obuku. Cijena mu se kreće od 12,5 do 28 tisuća funti (375 do 840 tisuće N. din). Ima posebni sistem spremanja programa. Prvi put je instaliran u rujnu 1965, dosad instalirano 8000 komada ovih kompjutera.

Literatura

(1) *The European Computer Users Handbook* 1969/1970 London, 1970.

(2) *Eine neutrale Übersicht technischer und komerzieller Kenndaten von Elektronischen Datenverarbeitungssystemen Berlin,* 1967.

Josip M o s e r, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

Nuklearne elektrane u Francuskoj

Prirodni uran sadrži samo 0,72 % urana 235 sposobnog za fisiju, ostatak je uran 238 koji se radi djelovanja sporih neutrona može u tu svrhu upotrijebiti. Šipke s obogaćenim uranom su efikasnije, ekonomičnije i manjeg opsega. Cijena urana, svedena na tonu ekvivalentnog ugljena, je između četiri i deset francuskih franaka za prirodni uran, i oko 25 za obogaćeni uran. Kod prvobitnih rješenja atomskih elektrana imala se u vidu prvenstveno proizvodnja plutonija za atomske bombe. Ovakva rješenja za elektrane imala su mnogo nedostataka ali se ni do danas nije uspjelo pronaći idealno rješenje. Postoje ništa manje nego 54 varijante za tehnička rješenja atomskih elektrana, odnosno samo 36, ako se ide na obogaćeni uran. Od tih su samo petnaestak upotrebivih i predstavljaju sadržaj mnogih eksperimentalnih rješenja u raznim zemljama.

U Kanadi su se npr. odlučili za tešku vodu i stekli na tom području velika iskustva. I ovdje su radili s dvije varijante tj. teškom vodom kao moderatorom i rashladnim sredstvom i u drugoj varijanti s običnom vodom kao rashladnim sredstvom. Sve to za rješenja s prirodnim i obogaćenim uranom. Englezi su kao i Francuzi radili s grafitom kao moderatorom i plinom kao rashladnim sredstvom i zamijenili prirodni uran obogaćenim.

U Americi su dvije velike firme koje se bore za svjetsko tržište, General Electric i Westinghouse, razvile dva različita tipa tzv. BWR i PWR. Kod BWR šipke obogaćenog urana su uronjene u vodu koja dolazi do ključanja u direktnom kontaktu s reaktorskim šipkama i kao para odlazi u turbine. Jednostavnost u konstrukciji ovih postrojenja ima svoju manjkavost a to je, da nema sekundarnog toka. Naime na prvi pogled jeftino rješenje poskupljeno je time što se turbina mora graditi sa specijalnim zaštitnim stjenama i apsolutno zaptiveno. Također i kondenzatori moraju biti veliki i specijalno konstruirani radi opasnosti od radioaktivnosti. Zato ovakva centrala nije jeftinija od tipa PWR, gdje postoji sekundarna cirkulacija vode koja predaje toplinu u izmjenjivačima. Voda u primarnom toku nije isparena jer je komprimirana na više od 100 at, što je drži u tekućem stanju unatoč 300 i više stupnjeva. Time se mnogo dobiva na sigurnosti, jer se svaki kvar, bilo na nuklearnom postrojenju bilo mehanički, ne prenosi na sekundarni dio tj. na uređaje za proizvodnju električne energije. Konstrukcija reaktora je teška radi visokog tlaka u unutrašnjosti posude. Ova tehnika je primijenjena kod 42 reaktora koji su ili u pogonu ili u narudžbi, od toga 9 za inozemstvo (Italija, Španjolska, Švicarska, Japan, Švedska, Koreja i Belgija).

Na istom principu izgrađeno je postrojenje u Belgiji snage 250 MW u kooperaciji belgijskih i francuskih tvornica. Ono je u kvaru već dvije godine, uglavnom iz konstruktivnih razloga, radi nesavladavanja problema visokog tlaka u posudi i propusnosti cjevovoda. Ipak sagrađeno je još jedno postrojenje istog tipa u Belgiji od 820 MW, opet u istoj kooperaciji, ali s novim rješenjima i više ekonomičnosti. Reaktori PWR iako postavljeni u nešto manjem broju, ipak će postići do 1975. ukupnu snagu od 30.000 MW jednako kao i oni tipa BWR. Cijene po instaliranom kilovatu za oba rješenja stalno padaju, a isto tako i cijene proizvedene električne energije. Međutim kompetitivnost za klasičnim elektranama nije postignuta jer i cijene tekućem gorivu stalno padaju, kao i cijene po instaliranom kW. Tako je npr. posljednjih 10 godina cijena tekućeg goriva pala na jednu trećinu a npr. samo u nekoliko posljednjih godina, na polovinu.

Za Francusku se postavlja pitanje snabdjevanja obogaćenim uranom, i s tim u vezi pitanje da li bi se postrojenje za obogaćivanje urana Pierrelatte koje radi za vojne svrhe moglo preorijentirati na proizvodnju za elektrane. Za idućih 5 — 6 godina izgleda to nemoguće jer je čitava proizvodnja rezervirana za punjenje raketa ili za stvaranje vojnih zaliha.

U Sovjetskom Savezu nakon mnogo eksperimentiranja odlučili su se na PWR. U izvođenju je veći program izgradnje reaktora u 7 godina i to 3 reaktora godišnje svaki snage 440 MW, po 2 za svaku elektranu.

Kod određivanja politike daljnje izgradnje nuklearnih elektrana Francuzi postavljaju i pitanje daljnjeg tehničkog napretka reaktora. Oni smatraju da ima mnogo izgleda da do 1980. usavrše tip reaktora s brzim neutronima, kod kojih su šipke izgrađene s jezgrom od plutonija i omotač od urana u kojem se sintetizira plutonij sa stepenom djelovanja 120—130 %. Zalihe jeftinog urana prilično su ograničene a isto tako i godišnja proizvodnja obogaćenog urana. Separacija izotopa, tehnički vrlo teška, povećat će cijenu goriva, bez obzira na političke i nacionalne probleme koji se postavljaju, ako se ne pronađe jeftiniji način separacije.

Prema sadašnjem stanju tehnike još ne postoje uvjeti za postizavanje kompetitivnosti proizvodnje električne energije nuklearnim putem prema proizvodnji klasičnim gorivima. Prema tome ostaje za idućih deset godina da se intenzivno provode istraživački radovi koji će omogućiti poboljšanje u tom pogledu.

(Science et vie 628/1970.)

B. B.

Nagli porast istraživanja u Japanu

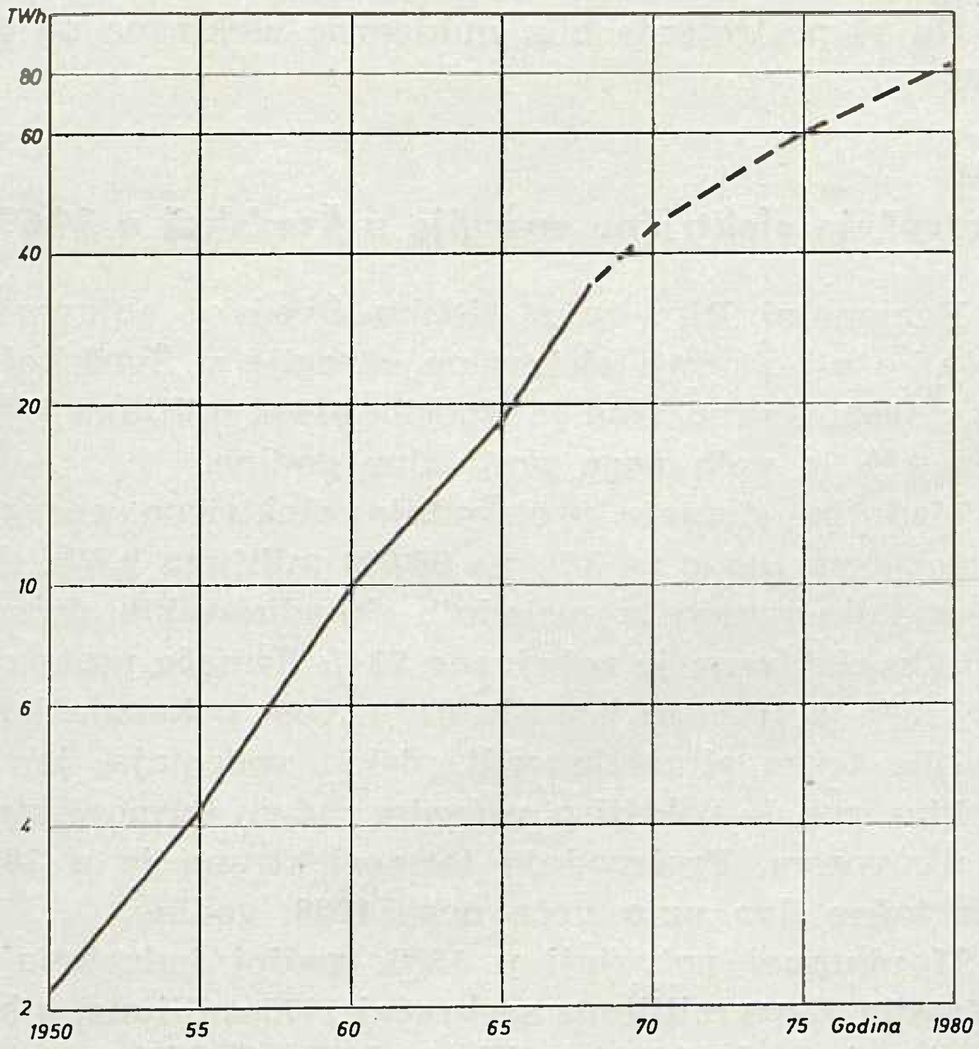
U Japanu rastu ulaganja u istraživanja, za 30 % godišnje i postigla su samo u industriji 120 milijardi novih dinara. To je odraz volje za oslobođenjem od uvoza i prodorom u svijet. Struktura investicija u industriji se kreće prema sve većem udjelu za istraživanja, prema onima za nabavku terena, zgrada i strojeva.

Za istraživanja se u Japanu ukupno troši godišnje oko 230 milijardi novih dinara, što čini 1,8 % nacionalnog dohotka, ali je još daleko iza USA (3,6 %), Zap. Njemačke (3,1 %), Vel. Britanije (2,7 %) i Francuske (2,6 %).

(Science et vie, br. 617)

B. B.

Razvoj elektroprivrede Rumunjske do 1980.



Razvoj proizvodnje električne energije u Rumunjskoj

U Rumunjskoj je godine 1968. instalirana snaga u svim elektranama bila 11,3 puta veća nego 1938, a potrošnja električne energije povećala se 24,5 puta. To znači da prosječni porast snage iznosi 8,4%, a prosječni porast potrošnje električne energije 11,2%. Kako pokazuje slika 1. predviđa se da će 1975. godine instalirana snaga biti 11,5 GW, a godišnja proizvodnja oko 55—57 TWh, od čega iz hidroelektrana 10 TWh.

Trenutno su najveće termoelektrane Luduš od 800 MW, sa zemnim plinom kao gorivom i parna termoelektrana Craiova 1000 MW s mrkim ugljenom kao gorivom. U gradnji je termoelektrana Dera-Mintia od 800 MW i u istom području rudnika mrkog ugljena Rovinari planira se izgradnja termoelektrane Rogojel sa 1600 MW. Predviđa se da će do godine 1980. 50% energije dobivene u termoelektranama biti dobiveno sagorijevanjem ugljena.

Za gradnju hidroelektrane Đerdap (u Rumunjskoj tu elektranu zovu Željezna vrata), bio je važan mjesec kolovor 1969. Trećeg kolovoza je kroz još uvijek provizornu brodsku prevodnicu na rumunjskoj strani prošao prvi brod »Dacia«. Nešto kasnije, trinaestog, pregrađen je Dunav i spojeno jugoslavensko i rumunjsko gradilište, tako da su u rijeku duboku 30 metara bacani betonski blokovi teški 20 i 30 tona. Time je izgradnja ove elektrane ušla u završnu fazu. Ona bi trebala imati snagu 2×1050 MW i godišnju proizvodnju od 10 TWh. Tu proizvodnju će ravnopravno dijeliti Rumunjska i SFRJ. Očekuje se da će ova elektrana proraditi godine 1971.

Do 1975. bi trebala biti gotova hidroelektrana Lotru, koja ima pad 800 metara, a sa instaliranom snagom 500 MW proizvodit će godišnje 900 GWh. Danas su najveće hidroelektrane Argeš sa 220 MW i godišnjom proizvodnjom od 400 GWh, i sistem 12 kaskadnih hidroelektrana Bicaz sa 450 MW i 1,5 TWh godišnje.

Predviđa se da će instalirana snaga u nuklearnim elektranama za 10 godina biti između 1800 i 2400 MW.

Danas mreža visokog napona ima preko 2100 km vodova 220 i 400 kV i oko 6700 km 110 kV vodova. Predviđa se da će njen rast pratiti razvoj proizvodnje i potrošnje električne energije u Rumunjskoj. Taj razvoj od 19938. do 1968, uz procjenu za 1975. i 1980. (koje su uzete u plan) pokazuje ova tabela:

	1938.	1950.	1960.	1968.	1975.	1980.
Instalirana snaga GW	0.501	0,74	1.779	4.78	11.5	21,0
Proizvodnja TWh	1,13	2,11	7,65	27,83	55—57	80—85
W/stanovniku	32,1	45.4	96,7	284,5	500	750
kWh/stanovniku	72,4	129,5	415,7	1411,1	2500	3000

(Prema: ETZ-B, Bd. 22, H. 5, St. 101

J. Moser

Svjetska industrija nafte — veliki i mali ratovi

Sedam međunarodnih, pretežno anglosaksonskih, kompanija bori se na više frontova. Zemlje — proizvođači osnovale su 1960. organizaciju OPEC, sa sjedištem u Beču. Njih 10 raspolaže s oko 72% svjetskih rezervi nafte, 45% proizvodnje i 80% izvoza. Ova organizacija je protiv svojih partnera — kompanija koncesionara postigla prvi uspjeh u pogledu cijena. Druga bitka se vodi u Iranu. Ova zemlja uspjeva izboriti sve veće svote za koncesije i sve veće kvote ekstrakcije. Nadalje, u ugovoru s konzorcijem ARFPI, u kome je francuski, talijanski i drugi evropski kapital, ide se na sasvim novi tip koncesija za istraživanja. Koncesionar preuzima na sebe cijeli rizik istraživanja, a ako pronađe naftu, njemu se nadoknađuju troškovi a eksploataciju preuzima nacionalna kompanija, s time da bivši koncesionar samo kupuje naftu u izvjesnim količinama i specijalnoj cijeni. I Sovjetski Savez se pojavljuje na terenu, kako kupnjom iranske, iračke i sirijske nafte, tako i prodajom svoje nafte u Britaniji (150 servisnih stanica), Italiji, SR Njemačkoj i Japanu. Nadalje se pojavljuju manje, nove kompanije koje uspjevaju dobiti koncesije na raznim stranama, kao npr. u Libiji. Konačno i pojedine vlade (Francuska, Italija, SR Njemačka i Japan) osiguravaju posebnim akcijama svoje nacionalne interese, bilo finansirajući bušenje, bilo putem zakupa polja, ili stvaranjem rezervi.

(Ekonomska politaka — International Management)

B. B.

Američka politika s naftom

Zakonom je određeno da sve domaće sirovine obavezno moraju biti raspoložive u količinama za eksploataciju za najmanje dvanaest godina, ali uvoz mora biti ograničen na mjeru koja osigurava nacionalnu nezavisnost. Uvoz nafte je kontingentiran i ne smije preći četvrtinu nacionalnog tržišta. Zato se eksploatiraju i slabi domaći izvori (2 — 3 t na dan prema 800 — 1000 t/dan na Bliskom Istoku). Cijena sirove nafte je u USA 3—3,5 dolara po bačvi, dok je uvozna franko USA 1,75 dolara. Nadalje postoje velike fiskalne olakšice za izdatke na istraživanju novih izvora.

Ima izgleda da će otkrića nafte na Aljasci, sva svojih 1,5 milijardi tona nešto popraviti situaciju. Produktivnost se cijeni na 200 — 300 t/dan ali postoje i poteškoće koje poskupljuju: smrznuti tereni, teške trase za naftovode i prijevoz tankerima ledolomcima. Ipak i te su količine oko 9 puta premale prema onima koje bi trebalo pronaći do 1980, da se zadovolji porast potrošnje, uz navedene principe politike.

(Science et vie br. 628/1970)

B. B.

Istraživanje i primjena u SSSR

Centralni komitet partije i ministarski savjet bavili su se ove godine s problemom intenziviranja naučnog rada i njegove primjene. Ustanovljeno je da industrijsko istraživanje praktički ne postoji, jer je sve koncentrirano u velikmi naučnim zavodima.

Proces uvođenja inovacija u industriju je 3—4 puta duži nego u USA. S druge strane postignuti su značajni uspjesi. Filijala Akademije nauka u Novosibirsku je imala ogroman udio u korištenju bogatstva Sibira. Sa svoja 22 instituta, s 15000 ljudi, na sibirskom području su se proučavali specifični problemi poljoprivrede i industrije Sibira. Ne samo u Sibiru, stvoreni su čitavi gradovi znanstvenih i obrazovnih institucija, kao npr. Puškinovo kod Moskve, s mnogo laboratorija i fakulteta. Organizacije NTO i VOIR, koje imaju nekoliko milijuna članova, zadužene su da unapređuju uvođenje naučnih dostignuća u industriju.

Međutim, s gotovo istim brojem istraživača kao u USA, rezultati su skoro dva puta manji.

(Science et vie, br. 617)

B. B.

Grčka planira izgradnju velikog broja elektrana

U 1980. godini ukupno instalirana snaga svih generatora grčke elektroprivrede iznosit će 7000 MW, a godišnja proizvodnja će dostići 30 000 GWh. Ovo su glavni rezultati planova grčke vlade o razvoju elektroprivrede u slijedećih deset godina.

Do 1974. godine trebala bi se instalirana snaga povećati sa 2740 MW na 4400 MW. Do tada bi se u elektroenergetski sistem Grčke trebale uključiti jedna nuklearna elektrana (450 MW), devet termo i sedam hidroelektrana.

Između 1975. i 1980. bit će izgrađeno 14 novih postrojenja sa ukupno instaliranom snagom 2600 MW, tako da će se dostići 7000 MW. Planira se da bi jedno od tih 14 postrojenja bila nuklearna elektrana od 650 MW.

Potrošnja električne energije u Švedskoj u 1969.

Nacionalni Biro za statistiku Švedske objavio je podatke o potrošnji električne energije u Švedskoj u toku 1969. godine. Ona je iznosila 61542 milijuna kWh, i za 9 % je veća nego prethodne godine.

Međutim, domaća proizvodnja električne energije je povećana samo za 3 % na 58 005 milijuna kWh, dok je ostatak uvezen iz susjednih skandinavskih država. Iz hidroelektrana je pokriveno 72 % domaće proizvodnje. dok je 1968. to iznosilo 87 %. Ovo pokazuje kako je bila teška situacija radi niskih vodostaja, jer je razliku trebalo pokriti povećanim radom termoelektrana i uvozom. Proizvodnja termoelektrana je u 1969. bila tačno dva puta veća nego 1968. godine.

U ukupnoj potrošnji u 1969. godini industrija je potrošila 32160 milijuna, saobraćaj 1970 milijuna, a kućanstva i ostalo 19012 milijuna kWh. Gubici u prijenosu iznosili su 7560 milijuna kWh.

Prema: Energy International, april 70

J. Moser

Desetogodišnji plan razvoja energetike u SSSR-u

U SSSR-u je državna planska komisija objavila planove proizvodnje energije za 1970. godinu, kao i za razdoblje od 1970. do 1980. U 1970. trebalo bi proizvesti 740 000 GWh električne energije, 350 milijuna tona nafte, 196000 milijuna kubičnih metara plina i 618 milijuna tona ugljena. Ove vrijednosti su ujedno i polazni iznosi za prvi petogodišnji plan u razdoblju od 1970/75. Predviđene stope porasta iznose za to razdoblje 11 do 14 % za električnu energiju, 13 do 18 % za zemni plin, i 7 do 8,5 % za ugljen.

U okviru ovog plana posebno su razrađeni planovi eksploatacije velikih nalazišta nafte i zemnog plina u sjevernom Sibiru.

Najveća hidroelektrana na svijetu

Puštanjem u pogon hidroelektrane Krasnojarsk na rijeci Jenisej, postala je ova elektrana najveća elektrana instalirane snage na svijetu. Naime, nedavno je u ovoj elektrani pušten u rad i deveti agregat snage 500 MW pa je ukupna snaga ove elektrane dosegla iznos 4500 MW. Očekuje se da će uskoro biti pušten u pogon i deseti agregat od 500 MW.

Izgradnja elektrane Krasnojarsk počela je 1956. godine a prvi agregat je počeo proizvoditi električnu energiju 11 godina kasnije.

Izgradnjom ove elektrane, elektrana Bratsk na rijeci Angari je postala druga na svijetu sa instaliranom snagom od 4100 MW.

Prema: Energy International, april 70

J. Moser

Rezerve plina u SSSR-u

Rezerve zemnog plina procjenjuju se na 12 milijuna kubičnih metara na cijelom području SSSR-a. Najveće nalazište je u Sibiru, Jubilejnij, gdje se nalaze rezerve od 2 milijuna kubnih metara plina. Predviđa se, da će se proizvodnja plina u 1970. godini povećati za 15.000 milijuna kubičnih metara, i da će biti izgrađeno 5000 km novih plinovoda. U ovoj godini je predviđeno spajanje druge dionice plinovoda iz Centralne Azije do Urala i Moskve a koncem godine bi njen kapacitet trebao iznositi 20 000 kubičnih metara.

Drugi plinovod koji se dovršava ove godine je plinovod profila 1420 mm od Tijmena do Ukte, koji će povezivati istočnu i zapadnu Ukrajinu.

Kada bude završena izgradnja plinovoda Jakutsk—Habarovsk SSSR će isporučivati Japanu preko 10 000 kubičnih metara plina godišnje.

Krajem ove godine zemni plin će činiti 20 % cjelokupne energetike Sovjetskog Saveza.

Prema: Energy International, april 70

J. Moser

Evropska poduzeća i elektrifikacija željeznica u Koreji

Poznati evropski konzorcij pet nacija, 50-Cycle Group dobio je dozvolu vlade Južne Koreje da elektrificira njezine željeznice. Ugovor predviđa elektrifikaciju triju pruga dužine 348,6 km i nabavu 66 električnih lokomotiva. Ova izgradnja će biti završena za dvije godine a stajat će 57,1 milijun dolara.

Konzorcij 50-Cycle Group čine poduzeća BICC iz Velike Britanije, AEG i Siemens iz Zapadne Njemačke, Alsthom i MTE iz Francuske Brown Bovery iz Švicarske i ACEC iz Belgije, koji je u ovom slučaju nosilac poslova.

Prema: Energy International, April 1970

J. Moser

Svjetska banka financira razvoj energetike Cejlona

Cejlonska vlada objavila je nedavno desetogodišnji plan razvoja poljoprivrede i električne energije zemlje. Ovaj plan nazvan je Mahaweli Ganga plan. Za njegovu realizaciju je Svjetska Banka odobrila kredit od 29 milijuna dolara.

Prema ovom planu predviđa se izgradnja sistema za navodnjavanje 900 000 akri zemljišta i proizvodnja oko 900 MW snage u hidroelektranama. Ovo je najveći projekt izgradnje što ga planira Cejlon.

Prva etapa ovog plana predviđa izgradnju sistema navodnjavanja 127 000 akri, i izgradnju hidroelektrane od 40 MW, koja će biti izgrađena u Polgolli. Po završetku izgradnje ovog objekta on će biti predan poduzeću Ceylon Electricity Board, koji se bavi proizvodnjom, prijenosom i distribucijom električne energije na Cejlonu.

Predviđa se da će cijena izgradnje te prve etape u slijedećih pet godina biti oko 50 milijuna dolara. U financiranju prve etape učestvovat će Svjetska Banka sa 29 milijuna dolara. Velika većina radova i cjelokupna oprema bit će povjerena najpovoljnijem izvođaču koji se prijavi na internacionalni natječaj.

Prema: Energy International, April 1970

J. Moser

Ulaganja u razvoj nuklearne energetike u Australiji

Paralelno s izgradnjom prve nuklearne elektrane u Jarvis Bayu, Australija nastoji otkriti i eksploatirati vlastite izvore nuklearnog goriva. Provedena su vrlo složena geološka istraživanja i otkrivena značajna nalazišta u Zapadnoj Australiji (Western Australia, Južnom Novom Velsu (New South Wales) i Kvinslandu (Queensland). Trenutne rezerve koje se mogu ekonomično eksploatirati procjenjuju se na 10 000 tona uranovog oksida.

Kod najvećeg uranskog nalazišta u Australiji u Westmorelandu gradi se postrojenje za preradu urana. Izgradnju financira država, a troškovi izgradnje se kreću između 20 i 30 milijuna australskih dolara.

Australska komisija za atomsku energiju gradi jedno probno postrojenje za ispitivanje korištenja uranoksida u australskim reaktorima. Cijena tog postrojenja je 278 000 australskih dolara.

Troškovi istraživanja uranove rudače nisu poznati ali su sigurno vrlo veliki jer je poznato da za precizno određivanje kvalitete i količine uranovog oksida treba izvršiti po jedno bušenje na svaki kvadratni metar, a probna područja znaju biti duga i po nekoliko kilometara.

Prema: Energy International, April 1970

J. Moser

Broj nesreća od visokog napona u Engleskoj u porastu

Broj nesreća od visokog napona u Engleskoj pokazuje stalni porast u posljednjih deset godina. Godine 1958, bilo je registrino 18 nezgoda, od kojih je 9 bilo smrtnih, a 1968. godine zabilježene su 34 nesreće i 10 smrtnih slučajeva. Najveći broj nesreća izazvan je nepažnjom, najčešće je dolazilo do prekida užeta visokonaponskog voda uslijed nepažljivog rukovanja dizalicom.

J. M.

Oprema iz SSSR-a za elektranu Asuan u UAR-u

Za branu i elektranu Asuan u Egiptu (UAR) kompletnu opremu je isporučio SSSR. To je elektrana koja sada ima instaliranu snagu 1575 MW, a u konačnoj izgradnji imat će 2050 MW. Proizvedena električna energija prenosit će se preko 500 kV dalekovoda, duljine 1580 km do Kaira i Aleksandrije. Opremu je UAR dobio od SSSR-a na kredit, koji će djelomično biti vraćen isporukama pamuka i južnog voća.

J. M.

Finska gradi nuklearne elektrane

Finska će samostalno graditi nuklearnu elektranu jer se za taj posao specijalizirala firma TVO (Teollisunden Voima Oy). Prvi reaktor snage 700 MW bit će izgrađen na Paejeanne jezeru, 190 km sjeverno od Helsinkija.

J. M.

Elektroprivreda Tajlanda

Od godine 1961. do 1969. potrošnja električne energije u Tajlandu bilježi porast od 27% godišnje. Procjenjuje se da će u slijedećih šest godina taj porast iznositi 16%. Za pokrivanje tih potreba trebalo bi godine 1976. umjesto sadašnjih 1500 MW, ukupno 2400 MW. Zato su razrađeni planovi da se instalira treća jedinica od 310 MW u termoelektranu Bankok Jug, zatim da se izgradi hidroelektrana Sirikit-Damm 250 MW na rijeci Nan, u sjevernom Tajlandu i izgradi 250 kV visokonaponski dalekovod od hidroelektrane Sirikit-Damm do transformatorske stanice Nakom Sawan.

J. M.

Kredit za hidroelektranu Polgalla na Cejlonu

Svjetska banka za obnovu i razvoj odobrila je kredit Cejlonu za gradnju nove hidroelektrane Polgalla od 40 MW, i kompleksa za navodnjavanje.

J. M.

Potrošak aluminija u Japanu

Potrošak aluminija u Japanu raste od 1964. do 1968. za 20%, a u 1969. taj porast je bio 29%, tako da je dostignuta potrošnja od milijun tona godišnje. Domaća proizvodnja je za to vrijeme porasla za 17%, a u 1969. je proizvedeno 560 000 tona prerađenog aluminija.

J. M.

Indija je sve veći izvoznik aluminija

Indija iz godine u godinu postaje sve značajniji izvoznik prerađenog aluminija. Dok je 1960. proizvodnja iznosila 18250 tona, 1969. je dostignuto 140 000 tona. Proizvodnja se godišnje povećava za 12000 tona. Vrlo veliki dio indijske produkcije aluminija namijenjen je izvozu.

J. M.

Kanada među najvećim izvoznicima aluminija

Jedan od najvećih svjetskih izvoznika prerađenog aluminija je Kanada. Godine 1969. je proizvedeno 967 000 tona aluminija, što je za 8,3 % više nego 1968. ali je potrošnja iznosila samo 236 000 tona. To znači da je 75 % proizvodnje namijenjeno izvozu.

J. M.

PODUZEĆE ZA IMPREGNACIJU DRVA
I PROIZVODNJU KOMPRIMIRANIH PLINOVA
KARLOVAC

Na skladištu raspolaže dovoljnim količinama impregniranih stupova-četinjara (jela-smreka) u svim dužinama.

Zahvaljujući izvršenoj rekonstrukciji pogona, impregniranje (kemijska zaštita) vrši se po najsuvremenijim metodama na način kotlovske impregnacije solima. Upotrebom najnovijih tipova soli omogućuje se najkvalitetnija zaštita u vijeku trajanja i protiv požara.

Za sve isporuke kupcima se dostavlja atest kvalitete.

IZ POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA PROIZVODNJU I PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

XXX sjednica Upravnog odbora održana 17. II 1970. u Zagrebu

Upravni odbor je najprije saslušao izvještaj o izvršenju zaključaka sa XXVIII i XXIX sjednice, pa su se prisutni posebno osvrnuli na zaključak pod točkom 2. XXVIII sjednice, gdje je bilo govora o izradi materijala o ekonomskom položaju udruženih elektroprivrednih poduzeća u razdoblju 1970—1975. i o problematici cijena električne energije. Budući da se ovaj zadatak uklapa u opći zadatak izrade srednjoročnog plana razvoja u razdoblju od 1971—1975, to je nakon opširne diskusije u obliku posebnog zaključka, radi ubrzanja radova na izradi plana razvoja za to razdoblje i usaglašavanje podataka ovih planova, formirana radna grupa stručnih ljudi iz poduzeća i Biroa poslovnog udruženja, koja treba započeti radom 23. II 1970. Ujedno su dane direktive na kojim poslovima ova grupa treba raditi. Izvještaji o izvršenju ostalih zaključaka sa XXVIII i XXIX sjednice primljeni su na znanje.

Rasprava o

INFORMACIJI O AKTUELNIM PROBLEMIMA U ELEKTROPRIVREDNIM ORGANIZACIJAMA

je s obzirom na obimnost dnevnog reda odgođena, pa će se o njoj raspravljati na kraju sjednice, ili na slijedećoj sjednici Upravnog odbora.

ELEKTROENERGETSKA BILANCA ZA 1970.

U materijalu uz ovu točku dnevnog reda sadržani su osnovni kriteriji za donošenje elektroenergetske bilance za 1970. godinu, kako su usvojeni na sastanku direktora svih poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, 10. XII 1969. u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede.

Na osnovu tih kriterija izrađene su bilance udruženih poduzeća u Hrvatskoj, iz kojih proizlaze potrebe električne energije u 1970. godini (GWh):

	Rijeka	Split	Zagreb	SRH
Distribucija	777	845	2.622	4.244
Direktni potrošači	46	713	394	1.153
Konzum	823	1.558	3.167	5.397
Gubici prijenosa	48	95	151	294
Ukupne potrebe	871	1.653	3.167	5.691

Proizvodnja električne energije u 1970. (GWh)

	Rijeka	Split	Zagreb	SRH
Proizvodnja HE	1.337	1.749	617	3.703
Proizvodnja TE	398	—	713	1.111
Ukupno HE + TE	1.735	1.749	1.330	4.814

Za potrebe je prikazana i mjesečna dinamika za udruženu elektroprivredu i po poduzećima, a za proizvodnju po poduzećima i objektima.

Na osnovu utvrđenih potreba i proizvodnje napravljena je bilanca kako slijedi:

Bilance električne energije u 1970. (GWh)

	Rijeka	Split	Zagreb	SRH
Ukupne potrebe	871	1.653	3.167	5.691
Ukupna proizvodnja	1.735	1.749	1.330	4.814
Višak	864	159	—	—
Manjak	—	63	1.837	877

Iz toga se vidi da »Elektroprivreda« Rijeke ima viška električne energije od 864 GWh, a prema bilanci taj višak ugovara, s »Elektroprivredom«, Zagreb 829 GWh, a preostalih 35 GWh ugovara sa Soškim elektranama - Nova Gorica. »Elektroprivreda Dalmacije« - Split višak od 159 GWh prema bilanci ugovara sa »Elektroprivredom« - Zagreb, dok manjak od 63 GWh također ugovara s »Elektroprivredom« - Zagreb.

Manjak koji se pojavljuje u SR Hrvatskoj od 877 GWh, odnosno kod »Elektroprivrede« Zagreb 814 GWh i »Elektroprivrede Dalmacije« - Split 60 GWh, »Elektroprivreda« - Zagreb po bilanci ugovara s »Elektroprenosom« - Sarajevo 849 GWh i elektroprivrednim organizacijama Slovenije 28 GWh.

Međutim već je prethodno dogovoreno, a tako je i elektroenergetska bilanca napravljena, da »Elektroprivreda« - Zagreb ugovori s »Elektroprivredom« - Sarajevo i količine od 339 GWh koje su potrebne elektroprivrednim organizacijama SR Slovenije.

U materijalu su i brojne tablice koje služe za obrasloženje bilance, a izrađene su, dobrim dijelom, prema podacima dobivenim obradom na računalu.

Nakon opširne diskusije o ovoj točci dnevnog reda donesen je zaključak:

1. Usvaja se elektroenergetska bilanca za 1970. s predloženim veličinama kako stoji u samoj bilanci, s tim, da se odmah organizira sastanak energetičara udruženih poduzeća na kojem će se riješiti pitanja detaljiziranja energetskih veličina.
2. U vezi s potpisivanjem ugovora o isporuci električne energije u 1970. godini, jer je nastao spor između »Elektroprivrede« - Zagreb i »Elektroprivrede« - Rijeka u vezi cijene električne energije, Upravni odbor zaključuje da su predstavnici poduzeća dužni u roku od 8 dana održati zajednički sastanak o tome, kao i o eventualnim spornim pitanjima, i da pokušaju naći rješenje. Ukoliko se ne nađu rješenja, potrebno je da se ovi problemi iznesu Izvršnom vijeću Sabora SRH.

Program rada poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije za 1970.

Na temelju svojedobno zauzetih stavova na Upravnom odboru Poslovnog udruženja, predlaže se plan rada Poslovnog udruženja. Definirani su samo najvažniji zadaci koji će biti aktuelni za udružene članove u toku 1970, a na kojima će raditi i Poslovno udruženje. Detaljan plan rada Biroa poslovnog udruženja u kome bi trebali biti definirani poslovi pojedinih radnih mjesta, treba izraditi Biro i prihvatiti Savjet, uvažavajući plan rada Poslovnog udruženja kao i ostale zadatke definirane ugovorom o udruživanju, ili dobivene od udruženih poduzeća.

Osnovni zadaci bili bi ovi:

I Izrada srednjoročnog plana razvoja elektroprivrede SR Hrvatske za razdoblje od 1970—1975, i izrada projekcije razvoja elektroprivrede do 1985.

II Ekonomski položaj elektroprivrede SR Hrvatske do 1975. s prijedlozima potrebnih mjera.

III Dorada elaborata: »Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njenog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«, i izrada novih materijala za provođenje koncepcije ovog elaborata.

IV Ostali važniji tehnički i ekonomski poslovi.

V Program studijskih radova Poslovnog udruženja za 1970.

Nakon rasprave Upravni odbor je donio zaključak:

1. Zadužuju se poduzeća da do 1. III 1970. dostave Birou Poslovnog udruženja pismene primjedbe na program rada, kako bi se definitivan program rada Poslovnog udruženja i financijski plan za 1970. mogao pripremiti i podnijeti na idućoj sjednici Upravnog odbora.

2. Zadužuje se Biro poslovnog udruženja da u kontaktu s potencijalnim obrađivačima studijskih tema koje je usvojila Komisija za studije UO-a, utvrdi približna sredstva i rokove izrade za svaku temu, što će poslužiti kao podloga definitivnom usvajanju programa studija i osiguranju financijskih sredstava za tu namjenu.

Završni račun Biroa poslovnog udruženja za 1969.

Podnesen je izvještaj o radu i poslovanju i završni račun Biroa poslovnog udruženja za 1969, pa je nakon saslušanja potrebnih dopunskih objašnjenja i obrazloženja Upravni odbor prihvatio izvještaj i završni račun Biroa i Uprave poslovne zgrade.

Imenovanje člana natječajne komisije za imenovanje direktora Školskog centra elektroprivrede

Za člana natječajne komisije imenuje se drug Dinko GUDEK, šef kadrovskog odjela pogona zajedničkih službi »Elektroprivrede«, Zagreb.

Prigovor na rješenje o priznavanju radnog staža u struci Bubnjević Jovanu, dipl. inž.

Žalba Jovana Bubnjevića, dipl. inž. odbija se uz obrazloženje što ga je dao Savjet radne zajednice Biroa, a drug Bubnjević se upućuje da putem redovnog suda ostvari svoje pravo, ukoliko smatra da mu je ono osporeno.

Preporuka udruženim poduzećima

Usvaja se prijedlog Poslovnog udruženja distributivnih poduzeća SR Hrvatske, da se preporuči svim elektroprivrednim organizacijama proizvodnje i prijenosa u SR Hrvatskoj, da kod utvrđivanja najviših prodajnih tarifnih stavova na pragu prenosne mreže, na osnovu odluke SIV-a o njihovom povećanju od 1. IV 1970. za prodaju distributivnim poduzećima, cijenu električnoj energiji za 1970. godinu utvrde zajedno sa distributivnim poduzećima i da pri tom uzmu u obzir ekonomski položaj distributivnih poduzeća.

Pod točkom

Razno

odobrava se potreban iznos za kupnju stana drugu Ivici Paveliću, direktoru Biroa poslovnog udruženja.

RAD UPRAVNOG ODBORA POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

XXXI redovita sjednica

XXXI redovita sjednica Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, održana je u Zagrebu, 9. travnja 1970. s prihvaćenim

dnevnim redom:

1 — Izvršenje zaključaka sa ranijih sjednica;
2 — Rasprava i zaključci:
   a — Elaborata »Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njenog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«;
   b — »Izvještaja o aktuelnim probelmima elektroprivrede SR Hrvatske«.
3 — Financijski plan Biroa udruženja

4 — Prijedlog za nabavu potrebnih osnovnih sredstava (oruđa za rad) iz raspoloživih novčanih sredstava amortizacije

5 — Sporazumni prekid radnog odnosa sa VLADIMIROM ŠTENGLOM, dipl. ing., na radnom mjestu tehničkog savjetnika

6 — Izvještaj o sastanku grupe Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije o izradi prijedloga Uredbe o tarifnom sistemu

7 — Razno:

a — Informacije o osnivanju Nacionalnog komiteta »UNIPEDE« u Jugoslaviji

b — Učestvovanje u grupi eksperata za elektrifikaciju sela i distribuciju električne energije, Komiteta za električnu energiju Ekonomske komisije za Evropu u OUN

c — Informacija o održavanju X Savjetovanja energetičara u Dubrovniku

d — Traženje podataka od Republičkog sekretarijata za rad u vezi s raspodjelom dohotka, osobnih dohodaka i Fonda zajedničke potrošnje.

Na ovoj sjednici Upravni odbor je donio slijedeće *zaključke:*

1 — Prihvaćen je izvještaj o izvršenju zaključaka sa ranijih sjednica.

2 — a — U vezi s elaboratom »Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njenog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu« zaključeno je, da se drugo dopunjeno izdanje elaborata dostavi udruženim članovima na razmatranje, koji će eventualne primjedbe dostaviti Birou Poslovnog udruženja — »Eldih« najkasnije do 10. svibnja 1970.

b — Prihvaćen je Izvještaj o aktuelnim problemima elektroprivrede SR Hrvatske, što ga je Biro udruženja dostavio Saboru SR Hrvatske i udruženim članovima.

3 — Prihvaćen je financijski plan Biroa poslovnog udruženja od 1.356.100 d. Din 20.000.— predviđeno je za rješenje stambenog pitanja radnika radne zajednice Biroa, a 73.360.— za popunjavanje radnih mjesta inženjera za izgradnju i elektrifikaciju, i ekonomiste-planera.

Ujedno je prihvaćen proračun doprinosa za pokriće troškova Biroa Poslovnog udruženja »Eldih«, s tim da:

— stalni doprinos iznosi za sve udružene članove 25.000 d,

— promjenljivi dio doprinosa ovisan o planiranim količinama predaje električne energije za 1970. elektrodistributivnim poduzećima SR Hrvatske Din/kWh 0,002964236.

4 — Odobrena je nabava osnovnih sredstava iz raspoloživih novčanih sredstava amortizacije od 38.250 d. prema prijedlogu Zbora radnih ljudi s tim da se ovlašćuje:

— direktor Biroa da prema prijedlogu Zbora radnih ljudi može namjenski raspolagati s ostatkom novčanih sredstava amortizacije, koja preostanu nakon nabave osnovnih sredstava,

— Zbor radnih ljudi u 1970. po potrebi, može donositi odluke o rashodovanju i prodaji dotrajalih i tehnički zastarjelih oruđa za rad, prema zakonskim propisima o rashodovanju i prodaji osnovnih sredstava.

5 — Prihvaćen je zaključak Zbora radnih ljudi o sporazumnom prekidu radnog odnosa savjetnika za tehničke poslove u Birou udruženja, s 31. V 1970. godine radi prelaska u poduzeće »Elektra«, Zagreb.

Zaključuje se:

a — da se Uredba o tarifnom sistemu ne može donositi prije rješenja ekonomskog položaja elektroprivrede, nivoa cijene električne energije i ekonomskih odnosa elektroprivrede.

b — Prijedlog Uredbe o tarifnom sistemu može sadržati samo opće principe tarifiranja električne energije, kako je to usvojio i Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije.

Sve ostale kategorije tarifiranja sastavni su dio tafira isporučioca električne energije.

c — Zaključci pod a) i b) su programski zadatak grupe tarifera »Eldih-a« u radu na prijedlogu uredbe o tarifnom sistemu.

7 — a — U vezi s informacijom o osnivanju Nacionalnog komiteta »UNIPEDE« u Jugoslaviji zaključeno je, da Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede razmotri formiranje Nacionalnog komiteta »UNIPEDE« u Jugoslaviji.

b — Učestvovanje u grupi eksperta za elektrifikaciju sela i distribuciju električne energije, komiteta za električnu energiju Ekonomske komisije za Evropu u OUN treba se riješiti putem Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije. Ujedno treba vidjeti mogućnosti učestvovanja u radu Komiteta.

c — Primljena je na znanje informacija o održavanju X Savjetovanja energetičara, što će se održati ove godine u Dubrovniku.

d — U vezi s traženjem podataka o kretanju osobne potrošnje (osobnih dohodaka i fonda zajedničke potrošnje), kao i kretanja u raspodjeli dohotka Republičkog sekretarijata za rad, zaključeno je da elektrodistributivna poduzeća popunjene obrasce odmah dostave Birou poslovnog udruženja, koje će ih sa udruženim članovima razmotriti i zatim odlučiti koje će od tih podataka dostaviti Republičkom sekretarijatu za rad.

XXXII redovita sjednica

XXXII redovita sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, održana je 17. lipnja 1970. godine na Plitvičkim jezerima.

Domaćin ove sjednice bila je »ELEKTRA« — KARLOVAC.

Dnevni red:

1 — Izvršenje zaključaka sa ranijih sjednica Upravnog odbora;

2 — Izvještaj o održanoj sjednici Republičkog vijeća Sabora SRH;

3 — Izvještaj o radu u organima Savezne uprave na analizi cijena evropskog energetskog tržišta;

4 — Naučni i istraživački rad u elektroprivredi — Instituta za elektroprivredu, Zagreb — Prijedlog za financiranje;

5 — Izvještaj o putu u SR Njemačku;

6 — Osnivanje Gradske sjednice za financiranje obrazovanja stručnih kadrova u elektroprivredi;

7 — Odobrenje službenog puta u Italiju — drugu Milanu Mikuličiću.

8 — Financiranje projekcije dugoročnog plana razvoja energetike SR Hrvatske za razdoblje do 1985. godine;

9 — Zajednička izrada općeg dijela Pravilnika o higijensko-tehničkoj zaštiti pri radu;

10 — Financiranje časopisa »Energija«.

1 — Prihvaćeni su zaključci sa ranijih sjednica Upravnog odbora sa slijedećim nadopunama:

a — U vezi pomoći Banjoj Luci i Bosanskoj Krajini zaključeno je, da elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske još jednom razmotre mogućnost pružanja pomoći i to isključivo u formi kredita u dvije tranše na 10 godina s 1% kamata. Odluke o tome treba dostaviti Birou Poslovnog udruženja do 20. srpnja.
Direktor Biroa treba pravovremeno prikupiti podatke o obliku i veličini pomoći koju su sva elektrodistributivna poduzeća Jugoslavije i poduzeća proizvodnje i prijenosa već dala.
Direktor će također zatražiti od poduzeća »Elektro Banja Luka« podatke o utrošenim sredstvima primljenim s naslova pomoći.

b — U vezi s izmjenama i dopunama Sporazuma o raspodjeli dohotka i osobnih dohodaka zaključeno je, da se na sastanak Ekonomske komisije Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije, koji je predviđne za 30. VI i 1. i 2. VII o. g. pozove drug Baketić iz Republičkog sekretarijata za rad.
Sve dorade Sporazuma koje se mogu riješiti proširivanjem uputstva o primjeni Sporazuma treba unijeti u uputstvo, a samo onaj dio dorade Sporazuma koji predstavlja sastavni dio Sporazuma treba unijeti u novi Sporazum.
S obzirom na hitnost ovog pitanja novo uputstvo i novi Sporazum treba najhitnije dostaviti poduzećima da ga prihvate s tim, da poduzeća dadu svojem predstavniku ovlaštenje za potpis, kako bi se što prije stavio u tečaj novi Sporazum i novo uputstvo.

c — Distributivna poduzeća, koja još nisu dostavila Birou Poslovnog udruženja »Eldih« svoje pri mjedbe i prijedloge na Statut i Ugovor o osnivanju Poslovnog udruženja, treba da to učine što prije.

d — U vezi s pitanjem daljnje suradnje s Industrijom kablova »Moše Pijade« iz Svetozareva zaduženi su Ante Pojatina, dipl. ing., direktor Elektroopskrbe Zagreb i drug Milan Mikuličić. Oni trebaju s Tvornicom kablova pripremiti materijal za ugovor o dvogodišnjoj isporuci čvrsto planiranih količina i cijena predmetnih kabela s tim, da se tvornica kabela iz Svetozareva obaveže da manjak količine uveze iz inozemstva po ugovorenim cijenama, ako kapacitete svoje proizvodnje angažira za izvoz.

2 — Prihvaća se izvještaj sa sjednice Republičkog vijeća Sabora SRH i zadužuje se Biro Poslovnog udruženja da zatraži od Udružene elektroprivrede naslovni spisak objekata sa izvršenjem, financijski i naturalno, kako bi se utvrdilo na što se odnosi podatak prikazan u izvještaju Saboru sa 90% izgradnje prijenosne mreže. Ako ovaj podatak kolidira, potrebno je da ga elektrodistribucija SRH dade pismeno Saboru SRH.

3 — Primljena je informacija o radu u organima Savezne uprave na analizi cijena evropskog energetskog tržišta, s time da direktor Biroa drug Anđelko Marušić zakaže sastanak s organima Republičke uprave, kako bi se riješilo pitanje cijena električne energije kao i kompleksan problem proširene reprodukcije elektroprivrede.
Zato je potrebno izraditi kratku informaciju koja bi organe Republičke uprave upoznala sa najnovijim podacima o cijeni električne energije na evropskom-energetskom tržištu.

4 — Prihvaćen je prijedlog o osnivanju Mješovite stručne komisije sastavljene od predstavnika elektroprivrednih poduzeća i Instituta, koja bi razradila buduće odnose i položaj Instituta u elektroprivredi i obradila problem osnivanja fondova za naučin rad kod poslovnih udruženja i poduzeća u smislu nacrta Zakona o naučnom radu SRH.

U sastav komisije ulaze:

Daniel Feöcze, dipl. ec. iz Biroa Poslovnog udruženja; Vladimir Štengl, dipl. ing. iz Elektre Zagreb; Žarko Mrvoš, dipl. ec. iz Elektroistre Pula; Branko Mrakovčić, dipl. ing. iz Elektroprimorja, Rijeka.

5 — Prihvaćen je izvještaj o putu u SR Njemačku (posjet Gradskim poduzećima Mainza). U jednom od idućih brojeva »Energije« bit će opširno prikazano ovo putovanje.

6 — Da bi Upravni odbor mogao donijeti preporuku o prihvaćanju prijedloga za osnutak Granske zajednice za financiranje usmjerenog obrazovanja zaključeno je, da Školski centar elektroprivrede Hrvatske:

a — dopuni svoj prijedlog elaboratom koji bi u smislu člana 34. Zakona o financiranju odgoja i obrazovanja u SRH prvenstveno trebao ukazati na potrebu sagledavanja i usklađivanja zajedničkih interesa i uspješnijeg i racionalnijeg provođenja usmjerenog obrazovanja u Grani 111 SRH, zatim zadatke i dugoročni program Granske zajednice, sastav organa upravljanja i njihove međusobne odnose (dužnosti i prava) kao i ostala pitanja značajna za rad Zajednice usmjerenog obrazovanja Grane 111, i

b — da izradi i predloži akt o osnivanju Granske zajednice.

2 — Nakon što Školski centar elektroprivrede, u smislu ovog zaključka, dopuni prijedlog, potrebno je da Koordinacioni odbor Poslovnog udruženja udružene elektroprivrede SRH i Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske razmotri cjelokupni materijal i da ga podnese Upravnom odboru radi donošenja preporuke o osnivanju Granske zajednice obrazovanja i odgoja.
Osim toga potrebno je prije donošenja odluke podnijeti plan potreba kadrova, i to perspektivno za oko 5 godina, odnosno za razdoblje za koje se sklapa ugovor, kao i riješiti pita-nje u Republici, da li su potrebni tečajevi koji traju od 3—5 mjeseci i daju VKV kvalifikaciju.

7 — Odobreno je službeno putovanje drugu Milanu Mikuličiću u Italiju, u tvornicu Carlo Pechi, u trajanju od 7 dana, radi mehanizacije za distributivna poduzeća u priobalnom području.

8 — U vezi s financiranjem izrade projekcije dugoročnog plana razvoja energetike SR Hrvatske do 1985. godine zaključeno je, da elektrodistributivna poduzeća SRH učestvuju u financiranju izrade projekcije dugoročnog plana razvoja energetike SRH do 1985. godine, s time da se ovlasti Biro Poslovnog udruženja, da uputi Zavodu za planiranje SRH dopis u kojem treba istaknuti da elektrodistributivna poduzeća u buduće neće izvršavati zaključke donijete na sastancima na kojima nije prisutan njihov predstavnik. Elektrodistributivna poduzeća će ovoga puta iznimno prema izvršenoj raspodjeli financirati predmetnu akciju u predviđenim iznosima, iako su uvjereni da se time ne rješavaju problemi te djelatnosti.

9 — Zaključeno je da Pravna komisija Upravnog odbora zajedno sa stručnim ljudima koji u elektrodistributivnim poduzećima rade na zaštiti radnika pri radu, izradi prijedlog općeg dijela Pravilnika o higijensko-tehničkoj zaštiti pri radu i da ga dostave elektrodistributivnim poduzećima na razmatranje i usvajanje.
Kao osnova poslužit će Komisiji opći dio Pravilnika poduzeća, koji su već izradila poduzeća Elektra iz Zagreba i Elektrodalmacija iz Splita.

10 — Preporučeno je elektrodistributivnim poduzećima SRH, kao i Poslovnom udruženju, koji to još nisu učinili, da izvrše uplatu za povećanje troškova časopisa »Energija«. Biro Udruženja obavještavat će udružene članove o tome kako pojedini članovi izvršavaju zaključke Upravnog odbora »Eldih-a«.

Nikola Stipančić

POLAGANJE PODMORSKIH KABELA I ELEKTRIFIKACIJA JADRANSKIH OTOKA

Od polaganja prvog podmorskog kabela napona 30 kV na potezu kopno—Brač prošlo je punih 15 godina. Od tada do danas položeno je 110 kV kabela 11.730 m, 30 kV kabela 44.560 m, 10 kV kabela 69.918 m, a u toku je daljnje polaganje. Ove godine položit će se daljnjih 33.200 m podmorskih kabela.

Poslije odluke o polaganju prvog 110 kV podmorskog kabela kopno—Brač prošle su dvije godine. Nastavak elektrifikacije srednjodalmatinskih otoka možemo podijeliti u nekoliko etapa.

Prvu etapu predstavlja početak elektrifikacije dalmatinskih otoka puštanjem u pogon manjih elektrana povezanih dalekovodima na području samih otoka.

Drugu etapu karakterizira povezivanje električne mreže na samim otocima s postojećim elektranama na kopnu, odnosno povezivanje otoka s energetskim sistemom. U razdoblju prve i druge etape položeno je ukupno 169.978 m podmorskih kabela. Polaganje podmorskih kabela obavilo se manjim dijelom uz pomoć strane mehanizacije i stručnih ekipa, a veći dio obavili su stručnjaci Jugoslavenske ratne mornarice i poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba.

Nakon položenog prvog podmorskog kabela u Jugoslaviji na potezu Dugi Rat — Brač, koji je polagala i proizvela firma SIEMENS iz Berlina, podmorski kabel polažu stručne ekipe ratne mornarice i »Dalekovod« vlastitom mehanizacijom. Da smo mogli izvršiti masovnu elektrikaciju jadranskih otoka, trebalo je prijeći i na domaću proizvodnju podmorskih kabela 10 i 30 kV, koje do tada nismo proizvodili. Uporedo s time trebalo je osigurati odgovarajuću mehanizaciju i stručni kadar za polaganje podmorskih kabela između kopna i otoka, izvršiti projektiranje i izbor podmorskih trasa, gdje će se polagati budući kabeli.

Posebno se studirao način polaganja podmorskih kabela, jer se taj rad izvodi na moru. Trebalo je naročito voditi računa, o strujama, dubinama, vjetrovima, o brodu, o faktorima koji utječu na polaganje.

Trebalo je također uskladiti koordinaciju između stručnjaka za pomorske operacije, stručnjaka za kabele, kao i stručnjaka za marinskogeološka istraživanja. Tvornica »Moša Pijade« u Svetozarevu izradila je prvi 10 kV podmorski kabel 1957. godine, koji je položen na potezu Šolta-Brač u dužini od 4 km. Taj kabel je položilo poduzeće »Dalekovod« sa stručnom ekipom Jugoslavenske ratne mornarice. Prvo polaganje s našim stručnjacima izvedeno je na vrlo primitivan način, s vrlo skromnim sredstvima i bojazni da se kabel ne ošteti. Ovakva tehnika polaganja podmorskog kabela manjeg presjeka, na manjim dubinama i na kratkim odstojanjima otoka i kopna mogla je u prvi čas zadovoljiti. Upravo zato je sugerirano poduzeću »Dalekovod« da samo konstruira specijalnu mehanizaciju, po uzoru na vanjske polagače podmorskih kabela, koja će zadovoljiti zahtjevima polaganja kabela kod većih struja u neograničenim presjecima, udaljenostima i težinama podmorskih kabela.

S ovako konstruiranim novim uređajem »Dalekovod« iz Zagreba je položio podmorski kabel Hvar — Vis u dužini od 6.800 m, kao i mnoge druge kabele napona 10 i 30 kV.

Ove godine tvornica kabela u Svetozarevu, nije mogla preuzeti novu narudžbu podmorskih kabela ni izvršiti bilo kakvu isporuku zbog proizvodnje namijenjene izvozu, pa smo bili prisiljeni da podmorske kabele uvezemo i utrošimo znatna devizna sredstva. Iako je uvoz podmorskih kabela zaključen uz vrlo povoljne komercijalne i tehničke uvjete, a posebno uz kratki rok isporuke, što je bilo odlučujuće za uvoz, nije se smjelo dozvoliti, da domaće tržište ostane nepodmireno i zapostavljeno.

U ovoj godini predviđeno je daljnje polaganje podmorskih kabela, koji su već naručeni, u dužini od 35 km i to od otoka Silbe-Oliba i Premude, kao posljednje faze neelektrificiranih zadarskih otoka.

Prikaz važnijih datuma položenih podmorskih kabela na srednjodalmatinskim, zadarskim i kvarnerskim otocima:

1955. položen je 30 kV podmorski kabel kopno—Brač, proizvođač SIEMENS Schukert — Berlin polaganje podmorskog kabela izvršio je sam proizvođač.

1958. položen je 10 kV podmorski kabel proizveden u Svetozarevu, polaganje je izvršio »Dalekovod« — Zagreb, na potezu Brač — Šolta.

1959. položen je 30 kV podmorski kabel Brač — Hvar, proizvođač Svetozarevo, polaganje je izveo »Dalekovod« — Zagreb

1960. položen je 30 kV podmorski kabel Pelješac — Korčula, proizvođač »Moša Pijade« — Svetozarevo, polaganje je izveo »Dalekovod« Zagreb .

1960/61. položeni su 10 kV podmorski kabeli kopno — Zadar, Ugljan — Pašman — Dugi Otok — Veliki i Mali Iž, Sestrunj — Molat — otok Žviri-nac i drugi, proizvedeni u Svetozarevu. Polaganje je izveo »Dalekovod« — Zagreb.

1962. položen je podmorski kabel 30 kV kopno — Goli — Krk — Cres — Rab, proizveden u Svetozarevu, polaganje je izveo »Dalekovod« — Zagreb.

1964. položen je podmorski kabel 30 kV Hvar — Vis, 10 kV Korčula — Lastovo, Ston — Mljet i kopno — Drvenik, proizveden u Svetozarevu, a polaganje je izveo »Dalekovod« — Zagreb.

1968. položen je podmorski kabel 110 kV na potezu Dugi Rat — Postire, proizveden u Švedskoj, proizvođač »Liljeholmens«, polaganje je izvršila ista firma u suradnji sa stručnjacima poduzeća »Dalekovod«.

1970. položen je podmorski kabel 110 kV Brač — Hvar u dužini od 4.290 m, a u toku godine bit će položen takav isti kabel na potezu Hvar — Korčula, kao i 10 kV Silba — Olib — Premuda, te Biograd — Katarina — Tkon, Žverinac — Dugi Otok, kopno — Pag i Vis — Biševo, proizvođač ovih kabela je firma »Standard Telefon O. G. Kabelfabrik A/S«, Oslo — Norveška. Polaganje ovih kabela izvršit će također ova firma u suradnji sa stručnim osobljem poduzeća »Dalekovod«. Sve nabrojene podmorske kabele položene poslije II svjetskog rata nabavila je i uvezla »Elektroopskrba« iz Zagreba.

Milan Mikuličić

PROŠIRENJE 35 kV MREŽE U ISTRI

Ubrzani razvoj turizma, kao i drugih privrednih grana na području Istre, zahtijeva sve veće količine električne energije. Postojeći vodovi mreže 35 kV već danas su preopterećeni, pa treba pristupiti izgradnji novih kapaciteta. Radi osiguranja kvalitetne električne energije usvojen je plan izgradnje novih vodova 35 kV na području Istre. Program je obuhvatio izgradnju novih objekata na području općine Pula, Poreč, Rovinj, Buje i Umag. Radovi na izgradnji počeli su u 1969. a nastavljaju se i ove godine na slijedećim vodovima:

Dalekovod 35 kV Pula-Banjole-Premantura, u dužini od oko 8,5 km, koji će biti izveden na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima tipa »jednostruka jela«. Ovaj vod služit će kao glavni pojni vod za opskrbu električnom energijom buduće TS 35/10 kV Banjole i TS 35/10 kV Premanture, preko koje će se opskrbljivati distributivna 10 kV mreža za napajanje turističkih i ostalih objekata Banjola i Premanture.

Dalekovod 35 kV Rovinj-Rovinj II (Kuvi), oko 2,6 km, služit će kao glavni pojni vod buduće TS 35/10 kV Rovinj II, za potrebe novog turističkog naselja tzv. Kuvi, u jugoistočnom dijelu Rovinja.

Dalekovod 35 kV Rovinj-Poreč, dužine 15,8 km, ima zadatak da poboljša elektro-energetsku situaciju na području rovinjske i porečke općine. Osim toga vod će se koristiti kao prijenosni iz buduće TS 110/35 kV Rovinj u postojeću TS 35/10 kV Poreč, koja se sada napaja iz TS 110/35 kV Buje.

Dalekovod 35 kV Buje-Katoro-Umag, u dužini od oko 16,9 km, služit će kao pojna točka za opskrbu električnom energijom buduće TS 35/10 kV Katoro, preko koje će se snabdijevati distributivna mreža 10 kV za napajanje novih turističkih i drugih objekata u okolini turističkih naselja Katoro, Umaga i Savudrije.

Postojeći kapaciteti distribucije elektroenergije ovog dijela Istre više ni približno ne mogu zadovoljiti sve veće potrebe za energijom, jer se ona danas vrši pretežno sa naponom 10 kV a samo jednim vodom 35 kV iz TS 35/10 kV Buje do TS 35/10 kV Umag. Gradnju i montažu, kao i kompletnu isporuku opreme preuzelo je poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba, a investitor je poduzeće »Elektroistra« iz Pule. *I. R.*

DALEKOVOD 110 kV ĐAKOVO—SLAVONSKI BROD

Plan izgradnje elektroenergetskih prijenosnih postrojenja u Slavoniji za 1970. obuhvaća izgradnju dalekovoda 110 kV Đakovo — Slavonski Brod. To je drugi vod na toj trasi kojim će se pojačati mreža što veže Sl. Brod sa čvornom točkom 220 kV Đakovo. Predviđa se da će u toku 1970. biti elektrificirana cijela pruga do Tovarnika, pa će u pogon ući elektrovučne podstanice Kapela i Andrijevci koje će biti priključene na sabirnice 110 kV transformatorske stanice 110/35 kV Sl. Brod. Time će ova čvorna točka primiti monofazno opterećenje u udarcima.

Računa se da bi maksimalni kratkotrajni udarci mogli iznositi od dvije EVP na sabirnicama u Sl. Brodu i do 44 MW, što bi izazvalo takve naponske prilike u mreži, kao da je u ovoj točki priključeno udarno trofazno opterećenje od oko 70 MVA. Ovo predstavlja preveliku snagu da bi je konfiguracija mreže u sadašnjem stanju mogla zadovoljiti, računajući još i s trofaznim opterećenjem transformacije 110/35 kV.

Ovi razlozi traže ubrzanu izgradnju voda, premda zbog zakašnjenja elektrifikacije željeznica, velike udarce treba očekivati tek za koju godinu.

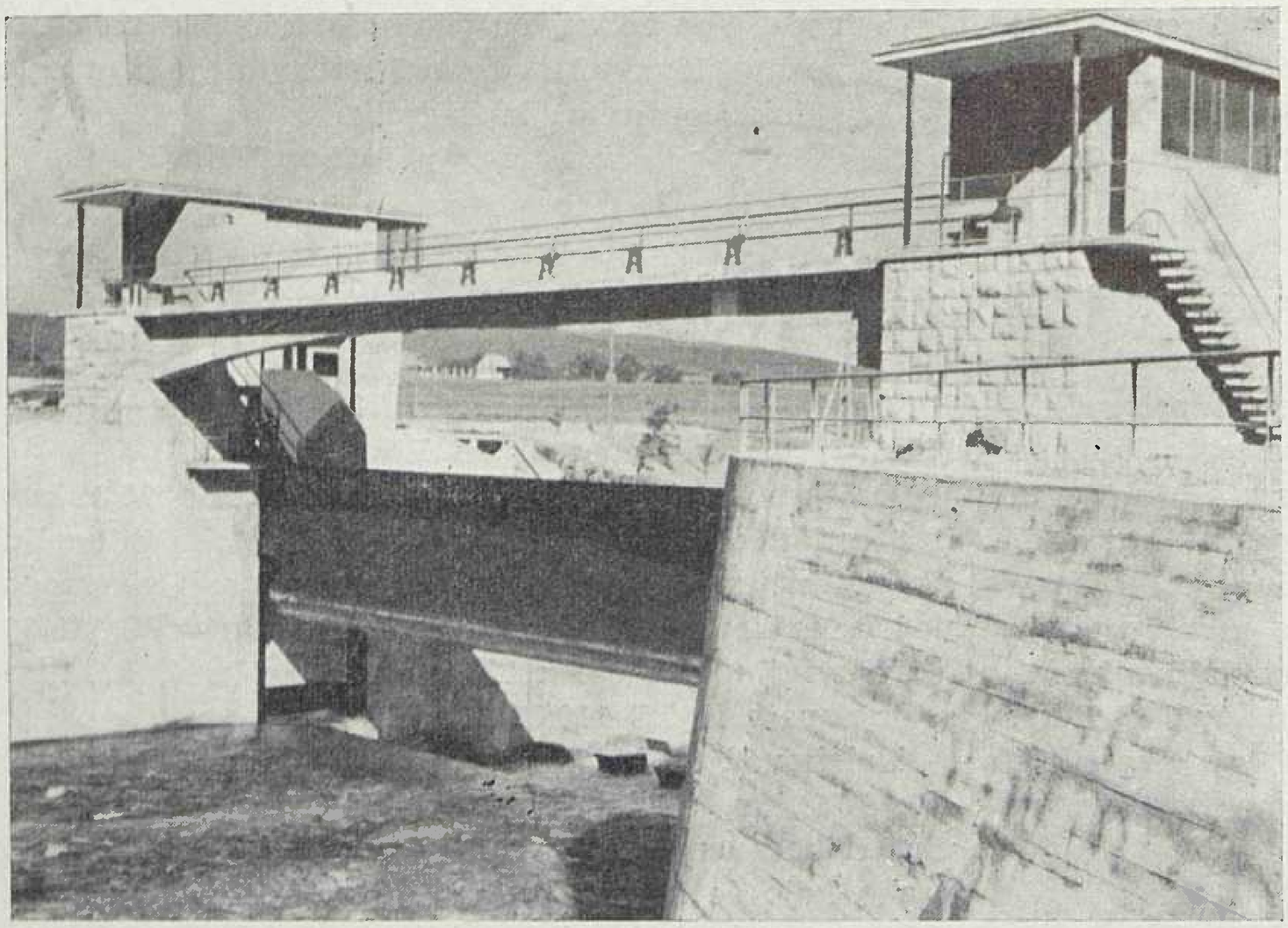
Izgradnjom dalekovoda 110 kV Đakovo — Sl. Brod II stvorit će se sigurnost pogona, naročito važna za pogon željeznica. Poboljšat će se i kvaliteta električne energije i zadovoljiti potrebe povećanog konzuma na tom području.

Investitor »Elektroprenos« iz Zagreba ugovorio je s poduzećem »Dalekovod« kompletnu izgradnju ovog dalekovoda.

Na trasi dalekovoda 110 kV Đakovo — Sl. Brod, u dužini od 34,53 km, otpočeli su građevni radovi, a završen je i konstruktivni dio stupova. Vod će se izgraditi na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima, tipa »jednostruka jela«, vodiči su $3 \times 240/40$ mm² Ač, zaštitno uže od pocinčanog čelika presjeka 50 mm², a izolatori su stakleni, tipa F-8 proizvod »Sediver« uvoz iz Francuske.

Investitor je s izvođačem ugovorio da svi radovi budu završeni do kraja listopada ove godine. *I. R.*

GENERALNI REMONT HIDROELEKTRANE GOJAK



Sl. 1 Brana Bukovik

Organi radničkog samoupravljanja združenog poduzeća »Elektroprivreda« iz Zagreba, odobrili su plan generalnog remonta HE Gojak. Ovo je drugi remont otkako je 1959. HE Gojak puštena u pogon. Radovi na generalnom remontu otpočeli su 15. lipnja i trajat će do 15. listopada. Rad je obustavljen u razdoblju najmanje proizvodnje u hidroelektrani. Obustava pogona trajat će četiri mjeseca, ali se može i produžiti, što će ovisiti o veličini oštećenja i uvjetima rada.

Kod eksplozije zračnog jastuka u dovodnom tunelu HE Gojak u prosincu 1962, došlo je na mnogim mjestima do oštećenja betonske obloge tunela. To je omogućilo i posješilo tzv. podlokavanje betona podzemnom vodom, degradaciju betonske obloge i smanjivanje njezine nosivosti. Na nekim je mjestima nosivost tako malena da može doći do urušenja u tunelu. Po procjeni stručnjaka oblogu tunela treba renovirati. Svako odgađanje povećava broj slabih mjesta.

Izgrađen je i odobren glavni projekt, pa će se radovi na tim zahvatima izvoditi sredinom ove godine.

Program remonta HE Gojak obuhvaća pored sanacije dovodnog tunela Sabljaci-Gojak, temeljiti popravak i drugih objekata: djelomičnu sanaciju jezera Sabljaci i Bukovik, popravke u vodostanu, tlačnom cjevovodu i turbinama, generatorima i transformatorima.

U kratkim crtama osvrnut ćemo se na glavne radove na pojedinim objektima.

Sanacija dovodnog tunela Sabljaci-Gojak, dužine 9386 m, obuhvatit će betoniranja, zatim radove na saniranju tunela tlačnog cjevovoda na mjestu odrona i izmjenu zaštitne nadstrešnice tlačnog cjevovoda. Radit će se i na sanaciji obala i zemljanog dijela brane jezera Sabljaci.

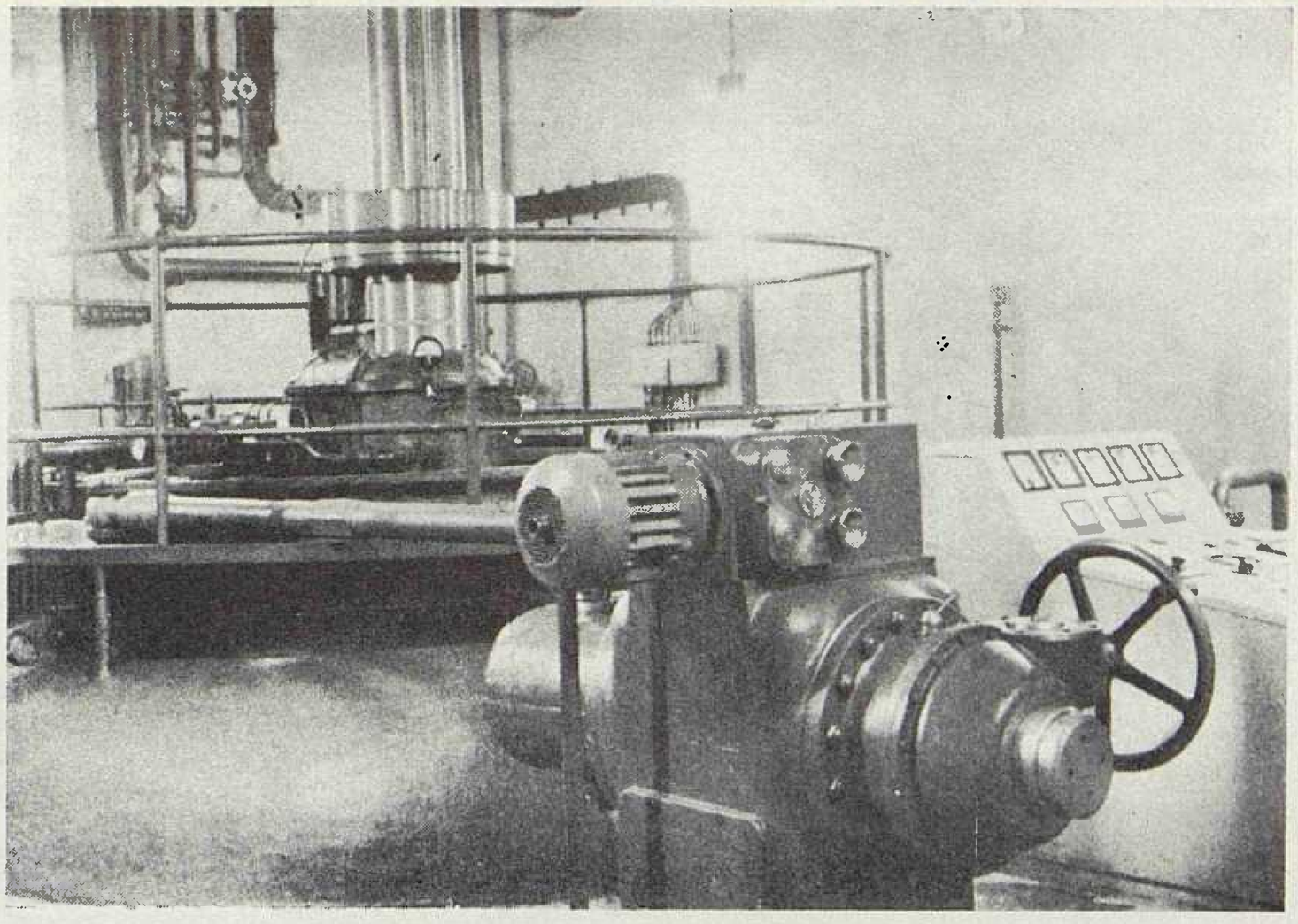
Na brani Sabljaci i Bukovik izvršit će se pregled, revizija i popravak antikorozivne zaštite hidromehaničke opreme. Uredit će se pomoćni zatvarač, temeljni ispust i preljevna zaklopka, grube i fine rešetke, ulazni uređaji, i izmijeniti brtve. Izvršit će se također i revizija elektrostrojarskog dijela opreme.

U tlačnom cjevovodu izvršit će se popravak antikorozivne zaštite unutarnje i vanjske strane cjevovoda, račvi predturbinskih zatvarača i turbinskih spirala, izmjena brtvenih pletenica na diletacijama, i ugradnja uređaja za zaštitu cjevovoda.

Prilikom revizije turbina predviđena je izmjena ugljenih brtvi, štitnih tuljaka, zaptivnog prstena, ležišta vodećih lopatica, ljevanje ležajne zdjelice vodećeg turbinskog ležja, ugradnja uređaja za centralno podmazivanje i dr.

Predviđena je nadalje potpuna revizija generatora G-1, G-2 i G-3. Provest će se preizoliranje rotorskog namotaja, rekonstrukcija uljnih brtvi, rekonstrukcija poklopca vodećeg ležaja, popravak osovine, čišćenje, lakiranje i zaklinjavanje statorskog namota kao i revizija uzbudnog sklopa. Remont generatora izvršit će se u tvornici »Rade Končar«.

Generatorski transformatori će se pregledati, a posebno će se izvršiti pregled i revizija automatike za daljinsku regulaciju napona regulacijskih transformatora, izmjena kabela signalnih i komandnih veza, komandni pult 110 kV rasklopnog postrojenja (generatorskog polja).



Sl. 2 Detalj strojarnice HE Gojak

Da bi se svi predviđeni radovi generalnog remonta HE Gojak završili u planiranim rokovima, izvršene su sve pripreme na pomoćnim objektima. Temeljito su popravljeni prilazi brani Bukovnik, Sabljaci, vodostanu i gradilištu Gavani, prije početka radova na sanaciji tunela i remonta postrojenja u dužini od 3 km.

Izrađene su i montirane željezne skele za podgradivanje i osiguranje generatorskog prostora radi vađenja i transporta rotora.

Za sve radove na sanaciji HE Gojak ukupno će se utrošiti iznos od oko 21 milijuna i 277 tisuća novih dinara.

I. R.

ATM

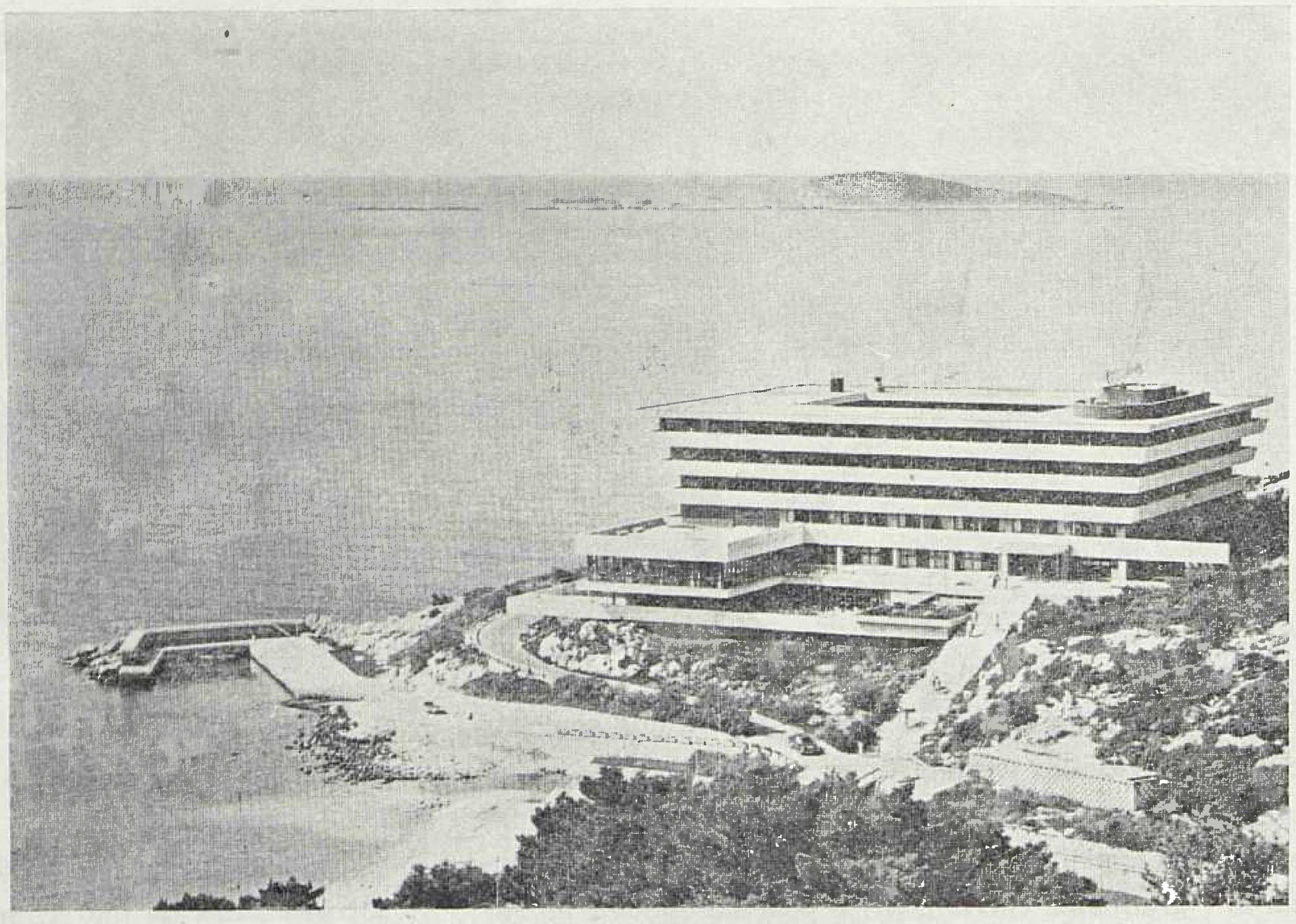
PODUZEĆE ZA AUTOMATIZACIJU I TEHNIKU MJERENJA U INDUSTRIJI

ZAGREB, HEINZELOVA 70 A

KONZULTACIJE, PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJA, MONTAŽA, SERVIS I ODRŽAVANJE MJERNO REGULACIONIH UREĐAJA ZA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA I RAZVOD ENERGETSKIH FLUIDA

— TERMOELEMENTI
— OTPORNI TERMOMETRI
— POKAZIVAČI TEMPERATURE
— MJERAČI PROTOKA
— MJERAČI UTROŠKA TOPLINE (KALORIMETRI)
— MJERENJE PRITISKA
— ANALIZA DIMNIH PLINOVA
— AUTOMATSKE STANICE ZA REDUKCIJU PRITISKA I TEMPERATURE PARE
— AUTOMATSKA REGULACIJA NIVOA, TEMPERATURE, PRITISKA, PODTLAKA, PROTOKA
— DALJINSKA KOMANDA (SERVOMOTORI I REGULACIONI VENTILI)
— SIGNALIZACIJA

TELEFONI: 514-122, 515-713, 515-050
TELEX: 21364, PP 466



II SAVJETOVANJE O REAKTIVNIM SNAGAMA I NAPONIMA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA

Ovo je savjetovanje organizirala Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, uz suradnju poduzeća »ELEKTROSRBIJA«, sada »MINEL« iz Beograda.

Savjetovanje je održano u Kuparima kraj Dubrovnika od 26. do 29. svibnja 1970. Ukupno je prisustvovalo oko 200 učesnika iz različitih poduzeća udružene elektroprivrede, elektrodistribucije, potrošača, instituta, fakulteta i projektantskih organizacija iz cijele Jugoslavije.

Prije savjetovanja je izdana knjiga sa 29 referata i dostavljena prijavljenim učesnicima. Referati su prema sadržaju bili razvrstani u 8 grupa o kojima se diskutiralo na savjetovanju:

Grupa I: Optimalizacija elektroenergetskih sistema u odnosu na reaktivne snage i napone — 3 referata.
Grupa II: Analize stanja u mreži Jugoslavije s aspekta reaktivnih snaga i napona i prijedlozi tehničko-ekonomskih rješenja za poboljšanje uvjeta rada dijelova mreže, odnosno cijelog sistema — 5 referata.
Grupa III: Kvalitetna regulacija napona u prijenosnim distributivnim mrežama — 3 referata.
Grupa IV: Reaktivna snaga u prijenosnoj i distributivnoj mreži kao i kod potrošača i njihova kompenzacija — 6 referata.
Grupa V: Ekonomski problemi vezani za financiranje izgradnje kompenzacionih uređaja i za naplatu reaktivne energije — 1 referat.
Grupa VI: Iskustva u eksploataciji kondenzatora, sinhronih kompenzatora i generatora u radu kao kompenzatora — 4 referata.
Grupa VII: Proizvodnja kondenzatora i sinhronih kompenzatora — 1 referat.
Grupa VIII: Postrojenja kondenzatora i sinhronih kompenzatora (automatska regulacija kondenzatora, zaštitni uređaji, izbor prekidača i sl.) — 6 referata.

Na kraju savjetovanja doneseni su slijedeći zaključci:

1. Rad na problemima optimizacije elektroenergetskog sistema u pogledu reaktivnih snaga i napona pomoću računskih strojeva smatra se korisnim i potrebnim, pa ga treba što više stimulirati u narednom periodu. Kod toga treba utvrditi kriterije optimizacije u suradnji s elektroprivrednom operativom.

2. U narednom razdoblju težiti da se istraživački rad na polju optimizacije elektroenergetskih sistema u oblasti naponsko-reaktivnih prilika usmjeri prema kompleksnijem rješavanju problema, obuhvaćajući što veći broj utjecajnih faktora.

3. Iz podnesenih referata proizlazi da su u područjima Jugoslavije, koja preuzimaju veće snage iz susjednih područja, velike poteškoće uslijed pomanjkanja reaktivne snage. Ova poteškoća, unatoč tome što je na nju često ukazivano, još do danas nije niti djelomično uklonjena, pa se postavlja kao neodložan zadatak da se određenim mjerama kompenzacije te prilike saniraju.

4. Kod utvrđivanja potrebne reaktivne snage u sistemu treba uzimati u obzir i stanje kvarova i osigurati odgovarajuću rezervu za proizvodnju reaktivne snage.

5. Kod odabiranja nazivnog faktora snage novih generatora treba, na temelju analiza položaja i uloge buduće elektrane u sistemu, odabrati najpovoljniju veličinu nazivnog faktora snage. Kod toga treba voditi računa o utrošku reaktivne snage pripadnog blok-transformatora.

6. Važnost ulaznih statističkih podataka za vršenje analiza iz područja naponsko-reaktivnih problema, kao i kvalitete električne energije uopće, istaknuta je kako u referatima tako i u diskusiji. Inače uloženi trud i novac mogu biti bez vrijednosti, pa se stoga preporučuje:

a. Razvijanje novih statističkih metoda koje će se općenito moći primjenjivati u raznim područjima u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije, a koje će pored ostalog, obuhvaćati i trajanje pojedinih statističkih veličina. Pri tome treba voditi računa o realnosti ovih novih mjera, opravdanosti njihove primjene i njihovom sistematskom pristupu u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije;
b. Što prije razraditi studiju o tome koje statističke veličine treba evidentirati, ovisno o naponskom nivou i mjestu u elektroenergetskom sistemu, kao i o načinu vođenja evidencije statističkih podataka. Pri tome bi trebalo izbjeći utjecaj čovjeka koji unosi nesigurnost u ocjenu vjerodostojnosti evidentiranih veličina, te koristiti automatsko mjerenje, i evidentiranje podataka, putem perforiranih ili magnetnih traka, kao i prijenos u centre radi neposredne obrade na računskim strojevima. Treba voditi računa i o postojećim mjernim uređajima (maksigrafi, itd).
c. S obzirom na težnju da se za dobivanje pouzdanih i dovoljnih podataka za potrebe analize utroše što manja sredstva, trebalo bi razraditi kriterije za izbor manjeg broja mjernih mjesta, imajući u vidu da se radi o srazmjerno skupim uređajima, na osnovu izbora karakterističnih točaka koje će moći dovoljno i pouzdano poslužiti kao reprezenattivne i za ostale točke.
d. Odgovarajuće tolerancije statističkih veličina usvajati na osnovu tehničko-ekonomske analize s obzirom na prilike u našem elektroenergetskom sistemu.

7. Preporuča se proizvođačima opreme, distributivnim poduzećima, većim potrošačima električne energije i Zajednici jugoslovenske elektroprivrede da se na pogodnim mjestima u mrežama srednjeg napona instaliraju serijske kondenzatorske baterije radi stjecanja pogonskih iskustava.

8. Preporuča se da proizvodno-prijenosna poduzeća izvrše analizu potreba reaktivne energije bar jednom godišnje na svom području i u dogovoru s direktnim potrošačima, distributivnim poduzećima, kao i kupcima energije, dadu smjernice za kompenzaciju reaktivne energije na tom području za naredno razdoblje.

9. Pri izdavanju elektroenergetske suglasnosti isporučilac će za svoje područje zahtijevati cos phi kojem taj novi potrošač treba zadovoljiti u svojoj instalaciji.

10. Konstatira se da su neki potrošači koji posjeduju vlastite elektrane (TE ili HE) racionalnim korištenjem tih izvora uspjeli postići vrlo povoljno preuzimanje radne energije iz sistema, a također i maksimalnim korištenjem tih izvora za proizvodnju reaktivne energije u znatnoj mjeri poboljšati naponske prilike na svom području, pa se preporuča svim onim potrošačima koji posjeduju takve izvore da postupe na isti način.

11. Konstatira se da je u mreži Jugoslavije za saniranje naponskih prilika potrebno osigurati znatan iznos financijskih sredstava koje treba namaknuti valoriziranjem postojeće cijene električne energije, tako da u optimalnoj kompenzaciji na svim naponskim nivoima i isporučioci i potrošači nađu zajednički ekonomski interes.

12. Kod ugradnje novih kondenzatorskih baterija treba zahtijevati ugradnju odgovarajućih sklopki koje će biti u stanju da bez loših posljedica isključuju takve baterije. Osim toga bi u postojećim postrojenjima neodgovarajuće sklopke trebalo zamijeniti onima koje će biti u stanju da takve baterije isključuju.

13. Budući da visokonaponska mreža doživljava promjene u pogledu potrošnje, odnosno izvora reaktivne energije, potrebno je permanentno dograđivati mrežu, kako baterijama za proizvodnju reaktivne energije, tako isto i prigušnicama reaktivne energije, da bi mogla zadovoljiti sva ona pogonska stanja koja se u bilo kojem slučaju mogu pojaviti u pogonu.

14. Ptorebno je da se detaljno upozna mogućnost preuzimanja reaktivne energije od generatora koji mogu raditi u potkompenziranom području prema pogonskoj karti isporučioca generatora. S time je potrebno detaljno upoznati osoblje elektrana koje vrši eksploataciju, jer će se potreba za takvim radom i u buduće sve više pojavljivati. Zato ne treba zaboraviti ni na eventualne adaptacije automatskog regulatora napona.

15. Prilikom projektiranja i izbora paralelnih kondenzatora za popravak faktora snage treba voditi računa o mogućnostima postojanja viših harmonika i prema tome predvidjeti odgovarajuću opremu. Prilikom puštanja u rad postrojenja s paralelnim kondenzatorima treba provjeriti veličine viših harmoničnih članova.

16. Da bi se ostvarila uspješna eksploatacija postrojenja s paralelnim kondenzatorima treba osim pravilnog izbora snage izabrati adekvatnu opremu, a u prvom redu prekidač kao najvažniji element.

17. Bez obzira na to što je u dosadašnjoj eksploataciji sa sinhronim kompenzatorima bilo mnogo poteškoća, ne treba a priori odbaciti u budućnosti dalju ugradnju sinhronih kompenzatora, ako je ekonomsko-energetski opravdana. Kod toga, pored tehničkih performanci, gubitaka i cijena koje su do sada bili glavno mjerilo, treba posvetiti naročitu pažnju referencama i iskustvu proizvođača, kompenzatora, i konstruktivnim rješenjima i upotrebljenom materijalu.

18. Pregradnji turbogeneratora srednjih veličina na kompenzatore treba prilaziti oprezno zbog relativno velikih gubitaka kod ovakvih strojeva u odnosu na sinhrone kompenzatore i kondenzatore.

19. Pozdravljaju se nastojanja domaće industrije u pogledu uvođenja nove tehnologije i materijala u proizvodnji kondenzatora čime se domaća industrija uklapa u stremljenja ostalih svjetskih proizvođača.

20. Pri ugradnji kondenzatorskih baterija većih snaga u postrojenjima elektroenergetskog sistema tj. kada snaga kondenzatora prelazi iznos 1/3 snage učinskog transformatora, preporučuje se upotreba suvremenih automatskih uređaja koji će uspješno izvršiti funkciju održavanja kvalitetnog napona µ elektroenergetskom sistemu i sprečavanja prekompenzacije u doba nižih opterećenja.

21. Kompenzacija reaktivne snage i energije u mrežama elektroenergetskog sistema ubrzano se razvija i proširuje. Da bi se taj razvoj unaprijedio, i da bi se mogla sprovesti ugradnja odgovarajuće opreme za kompenzaciju u postojećim elektroenergetskim postrojenjima, preporuča se domaćim proizvođačima učinskih visokonaponskih prekidača da sprovedu ispitivanja svojih prekidača na mogućnost primjene za kondenzatorske baterije i pribave odgovarajuće ateste.

22. Predlaže se ugradnja efikasnih sredstava za pražnjenje kondenzatorskih baterija, nakon njihovog isključenja iz pogona.

23. Radi što boljeg upoznavanja šireg kruga stručnjaka (studijskih, projektantskih organizacija, udružene elektroprivrede, distribucije i velikih potrošača) koji se bave planiranjem, projektiranjem i eksploatacijom elektroenergetskih postrojenja u pogledu reaktivnih snaga (kompenzacija, tokovi, gubici) i napona (kvalitet) predlaže se da JUGEL organizira seminar s programiranim temama.

24. Predlaže se organiziranje »Simpozija za kompenzaciju reaktivnih snaga i održavanja kvalitetnog napona u elektroenergetskim sistemima«, za uži krug stručnjaka koji se bave ovom materijom u studijskim, projektantskim organizacijama, udruženoj elektroprivredi, distribuciji i kod velikih potrošača električne energije. Na ovaj Simpozij bi kao predavači bili pozvani i stručnjaci iz nekih stranih elektroprivrednih organizacija.

25. Preporuča se stvaranje radnih tijela po republikama u koja bi ušli stručnjaci iz studijskih i projektantskih organizacija, udružene elektroprivrede, distribucije i iz poduzeća velikih potrošača električne energije koji se bave problemima kompenzacije reaktivne snage kao i kvalitetom električne energije. Zadatak bi im bio da prate problematiku iz ovog područja i predlažu odgovarajuća rješenja. Pored naprijed istaknutog predlaže se stvaranje odgovarajuće komisije pri JUGEL-u u čiji sastav bi ušli predstavnici iz radnih tijela republika.

26. Formira se »Koordinacioni odbor za kompenzaciju reaktivne snage i kvalitetu električne energije«, II-og Savjetovanja o reaktivnim snagama i naponima, pri Zajednici jugoslovenske elektroprivrede — Beograd.

U odbor se imenuju:

SR HRVATSKA

— Distribucija: Dragan Borojević, dipl. ing. — »Elektra«, Zagreb
— Udružena elektroprivreda: Tomislav Pavlović, dipl. ing. »Elektroprivreda« — Zagreb
— Veliki potrošači: Zvonimir Močković, dipl. ing. — Željezara, Sisak

SR MAKEDONIJA

— Distribucija: Lazar Nastev, dipl. ing. — »Elektromakedonija«, Skopje
— Udružena elektroprivreda: Mirko Trajkovski, dipl. ing. »Elektrostopanstvo« — Skopje
— Veliki potrošači: Andrija Organdžijev, dipl. ing. — Železara, Skopje

SR SLOVENIJA

— Distribucija: Filip Sedmak, dipl. ing. — »Elektrodistribucija«, N. Gorica
— Udružena elektroprivreda: Ivan Mihelčić, dipl. ing. — PZE, Ljubljana
— Veliki potrošači: Stojan Kerbler, dipl. ing. — Tvornica aluminija, Kidričevo

SR CRNA GORA

— Distribucija: Ranko Šćepanović, dipl. ing. — »Elektrodistribucija« SR Crne Gore, Titograd
— Udružena elektroprivreda: Nikola Mihaljević, dipl. ing. »Elektrocrnagora«, Titograd
— Veliki potrošači: Jozo Pralas, dipl. ing. — Željezara Nikšić

SR BiH

— Distribucija: Pavle Robović, dipl. ing. »Elektrodistribucija«, B. Luka
— Udružena elektroprivreda: Stanko Tomanović, dipl. ing. »Elektroprenos« Sarajevo
— Veliki potrošači: Jaroslav Kaminski, dipl. ing. »Elektrobosna«, Jajce

SR SRBIJA

— Distribucija: Tomislav Bojković, dipl. ing. — Udruženje distribucije Srbije, Beograd
— Udružena elektroprivreda: Kiril Tropin, dipl. ing. ZEPS, Beograd
— Veliki potrošači: Tomislav Ćosić, dipl. ing. — HIP Pančevo

»Rade Končar« — Zagreb
Predoje Zubović, dipl. ing.
»Elektrosrbija« (MINEL), Beograd
Milan Šušnjar, dipl. ing.
»Iskra« — Kranj
Vladimir Zorc, dipl. ing.
ZJŽ — Beograd
(naknadno će biti određen)
»Energoinvest« Sarajevo
(naknadno će biti određen)
Elektrotehnički fakultet
prof. Božidar Stefanini, dipl. ing.
»Energoprojekt« — Beograd
Nebojša Ivošević, dipl. ing.
Instituti
Boris Markovčić, dipl. ing.
»JUGEL« — Beograd
Đorđe Dikić, dipl. ing.

Izmjene u sastavu članova Koordinacionog odbora su moguće nakon eventualnih primjedbi i prijedloga za izmjenu odgovarajućih poduzeća. Rad odbora (sazivanje sastanaka i dr.) koordinirat će se preko »JUGEL-a«, a na I. sastanku odredit će se program i plan djelovanja odbora po regijama i poduzećima, kao i za cijeli elektroenergetski sistem Jugoslavije.

B. Markovčić

STRUKTURA I PROGRAMI RADOVA ENERGETSKIH KOMITETA EKONOMSKE KOMISIJE ZA EVROPU — O. U. N.

Ekonomska komisija za Evropu, Organizacije Ujedinjenih Nacija, sa sjedištem u Ženevi, ima svoje glavne pomoćne organe, tj. komitete. U energetskoj grupaciji danas postoje tri komiteta:

0 4. — *Komitet za ugljen*
0 5. — *Komitet za električnu energiju*
0 6. — *Komitet za plin*

Rezolucijom 5, s dvadesetčetvrtog zasjedanja Komisije 1969, pozvani su neki pomoćni organi komisije, da revidiraju svoje programe radi prioritetnih ciljeva rada Komisije. Usvojene su i sugestije Izvršnog sekretara u pogledu promjene strukture i načina rada pomoćnih organa, komiteta. Naime, i komiteti su imali svoje pomoćne organe, potkomitete, radne grupe i grupe eksperata, što su se formirali u vezi s konkretnim poslovima unutar pojedinih komiteta. Međutim, (s izuzetkom grupe eksperata ad hoc), rijetko bi se neki pomoćni organ komiteta i gasio završivši svoj zadatak. Tako je broj pomoćnih organa nekih komiteta stalno rastao, pa je bilo teško naći termin njihovih sastanaka i samog mjesta sastajanja. Pored toga, s praksom jednogodišnjih sastanaka, neki su se predmeti godinama provlačili kroz dnevne redove pomoćnih organa komiteta, iako su po svome sadržaju zahtijevali relativno brzo rješenje. Neki su opet izazivali razmatranje i studij novih srodnih predmeta, pa se tako program stalno širio, i predmet predmetu postao zapreka.

Tangirani komiteti su slijedom spomenute rezolucije Komisije, na svojim sjednicama tokom 1969, razmatrali sugestije Izvršnog sekretara, uglavnom ih usvojili i utvrdili novu strukturu svojih pomoćnih organa i donijeli svoje kratkoročne (1970/1971) i dugoročne (1971/1975) programe rada.

04. Komitet za ugljen

a) Komitet je do sada imao tri potkomiteta, sedam grupa eksperata i još jedan pomoćni organ tj. »Sastanak direktora nacionalnih naučnih institucija za rudarstvo«. Novom organizacijom Komitet ima slijedeće pomoćne organe:

— Radnu grupu za tržište ugljena,
— Grupu eksperata za probleme produktivnosti i upravljanja u industriji ugljena,
— Grupu eksperata za statistiku,
— Grupu eksperata za upotrebu i pripremu čvrstih goriva.

Radna grupa sastajala bi se dvaput godišnje, a grupa eksperata jedamput godišnje, osim Grupe eksperata za statistiku, koja bi se sastajala kada se za to ukaže potreba. Sam Komitet, sastajao bi se jedamput godišnje a bavio bi se problematikom rovskih i površinskih kopova i problematikom upotrebe pepela, za što je predviđeno da se godišnje održe i tri specijalna sastanka (kolokvija). Pored toga, predviđeno je da se svake druge ili treće godine održavaju sastanci direktora naučnih, nacionalnih institucija za rudarstvo.

b) Program rada Komiteta za 1970/1971. dijeli se na projekte i aktivnosti permanentnog karaktera (04. 1) i na projekte i aktivnosti specijalnog karaktera (04. 2).

U dijelu programa permanentnog karaktera predviđa se izrada godišnje analize o studiji u industriji ugljena u Evropi za proteklu godinu, i izrada trogodišnje analize za proteklo razdoblje, te ispitivanje buduće uloge ugljena u energetskim nacionalnim ekonomijama i u svjetskoj ekonomici (04. 1.1). Zatim, iz područja tržišta ugljena (04. 1.2) ispitivanje tržišta, snabdijevanje i potreba čvrstih goriva za proteklo i buduće razdoblje, ispitivanje tendencija tržišta po sektorima potrošnje; ispitivanje problema raspodjele koji bi mogli biti predmet direktne preporuke vladama. Iz područja upravljanja u industriji ugljena (0.4 1.3) program rada bit će utvrđen na prvom sastanku grupe eksperata. Iz područja statistike (0.4. 1.4) predviđa se rad na daljnjem razvoju statistike i ispitivanju sadržaja periodičnog biltena, kao i upotrebljenih definicija. Iz problematike ugljenokopa (0.4 1.5) studirat će se kratkoročni i dugoročni problemi proizvodnje ugljena iz naučnih, tehničkih i ekonomskih aspekata. Ispitivat će se povremeno dokumenat koji izrađuje sekretarijat o indeksima koncentracije u evropskoj industriji ugljena i o radovima iz raznih područja, kao što su produktivnost, rovska i površinska eksploatacija, kao i onih koji proizlaze iz sastanaka direktora nacionalnih institucija za rudarstvo. Iz područja korištenja i pripreme čvrstih goriva (04. 1.6) studirat će se problemi u vezi s racionalnim korištenjem čvrstih goriva u razne namjene (u industriji za koksiranje, kao primarna materija u kemijskoj industriji, za sagorijevanje itd.), te racionalno korištenje otpadaka koji proizlaze iz ekstrakcije i korištenja ugljena, a zatim i studija problema vezanih za pripremu ugljena.

U dijelu programa specijalnog karaktera, iz područja problema tržišta (04. 2.1) studirat će se potrošnja čvrstih goriva u termoelektranama, i kratkoročno i dugoročno tržište ugljena za koksiranje i koksa. Iz područja statistike (04. 2.2) razmatrat će se ovi problemi: formiranje kapitala i troškovi proizvodnje u industriji ugljena, statističke metode koje se upotrebljavaju radi kontrole pripreme ugljena i smjesa određenih za trgovinu, potrošnja materijala i energije i preispitivanje definicija za proizvodnju i produktivnost, posebno s osvrtom na integraciju statističkih podataka za ugljen, za generalnu statistiku energije i za energetske bilance. O problemu upravljanja u industriji ugljena (04. 2.3) i o korištenju elektronskog računala u industriji ugljena održat će se kolokvij u Čehoslovačkoj (5. — 7. X 1970.) Za ostale rudarske probleme (04. 2.4), jedan kolokvij održat će se u Francuskoj (21. — 23. IV 1970) o pitanjima automatizacije rudničkih operacija. Grupa eksperata za probleme

produktivnosti i upravljanja u industriji ugljena, u suradnji s grupom eksperata za elektrane (Komiteta za električnu energiju) studirat će optimalizaciju cjeline sastavljene iz termoelektrane, rudnika koji će je snabdijevati ugljenom, kao i sredstava za transport ugljena i električne energije. Za probleme iz područja produktivnosti (04. 2.4/a), već spomenuta grupa studirat će: podzemnu montažu, demontažu i transport opreme s obzirom na njenu efikasnost i ekonomičnost korištenja, korištenje uklinjavanja za potpore, bušenje galerija (horizontalnih ili malo nagnutih) i aktuelnu situaciju u vezi s mehaniziranom potporom. Za probleme iz područja eksploatacije dnevnih kopova (04. 2.4/b), održat će se kolokvij u SSSR-u (24. — 27. VI 1970.) o sistemima eksploatacije i upravljanja velikih eksploatacionih jedinica na dnevnim ugljenim kopovima. O pitanju korištenja i pripreme čvrstih goriva (04. 2.5) studirat će se: tehnološko poboljšavanje u korištenju čvrstih goriva za stambeno grijanje, korištenje lignita i pokrovnih materijala oslobođenih njegovim iskopom, sagorijevanje ugljena u sprašenom stanju (fluidizacija), perspektive korištenja čvrstih goriva u poljoprivrednim poduzećima i stanovima, tehnološki progres u korištenju ugljena (kameni i lignit) kao primarne materije u kemijskoj industriji i sagorijevanje ugljena u suspenziji vode. O problemima industrije koksa (04. 2.5/a) studirat će se sredstva za povećanje produktivnosti peći na koks (o ovom pitanju trebao bi se ustvari održati jedan kolokvij). O problemima pripreme ugljena (04.2.5/b) studirat će se: metode reduciranja sadržine sumpora čvrstih goriva i dostignuti progres u tehnici pripreme ugljena na koks, a o problemima korištenja pepela (04. 2.5/c) studirat će se: evolucija proizvodnje pepela, korištenje pepela u betonu i korištenje pepela u prerađenim građevinskim elementima.

c) Program rada Komiteta za 1971/1975. dijeli se također na projekte i aktivnosti permanentnog karaktera (04. 1), a identični su s prikazanim u programu rada za 1970/1971, i na projekte i aktivnosti specijalnog karaktera (04. 2) o kojima će biti riječi u nastavku.

Među problemima tržišta (04. 2.1) studirat će se kratkoročno i dugoročno tržište ugljena za koksiranje i koksa. O problemima iz područja statistike (04. 2.2) studirat će se: usporedba statističkih operacija u raznim industrijama ugljena, osobito što se tiče korištenja ekonomske obrade informacija (04. 2.2/a), statističke metode izbora eksploatacione tehnike, kao i naslaga za eksploataciju za optimaliziranje rentabiliteta eksploatacije (04. 2.2/b), statističke metode registriranja i analize radnog vremena na mehaniziranoj opremi kako bi se mrtvo vrijeme smanjilo na minimum (04.2.2/c), statističke metode mjerenja utjecaja temperature na potrošnju ugljena (04.2.2/d), utvrđivanje statističke potrošnje po sektorima, uključujući i transformaciju ugljena u sekundarne oblike energije (04. 2.2/e). O problemima iz područja upravljanja u industriji ugljena (04. 2.3) radni program će naknadno precizirati Grupa eksperata za probleme o produktivnosti i upravljanju u industriji ugljena, na prvom sastanku u 1970. O rudničkim problemima (04. 2.4) studirat će se tehnološki i ekonomski problemi modernizacije nalazišta i evolucija transporta pod zemljom. O problemima iz područja produktivnosti (04. 2.4/a) metode analiza produktivnosti i mehanizirano pokretno podupiranje. U eksploataciji dnevnih kopova studirat će se načini za restauraciju otkopanih terena (04. 2.4/b), Naučno-istraživački radovi bit će promatrani na sastanku što će održati u Rumunjskoj direktori nacionalnih naučnih institucija za rudarstvo. Tu će se razmatrati (04. 2.4/c) aktivnosti nacionalnih naučnih institucija za rudarstvo, principi upravljanja s tim institucijama, mehanika tla u eksploataciji dnevnih kopova i razmjena podataka o naučnim, tehničkim i ekonomskim aktivnostima.

Iz područja korištenja i pripreme čvrstih goriva (04. 2.5), studirat će se problemi industrije koksiranja (04. 2.5/a) i sredstva za povećanje produktivnosti peći za koks, primjena mehanizacije, telekomandi i automatizacije u koksarama, tehnički i ekonomski aspekti novih metoda proizvodnje metalurškog koksa. Iz područja pripreme ugljena (04. 2.5/b): priprema ugljena određenih za koksiranje, priprema ugljena za kućnu upotrebu, priprema lignita prema namjenama korištenja, problemi mehanizacije i automatizacije tvornica za prepariranje. Iz područja korištenja otpadaka proizašlih iz proizvodnje i korištenja ugljena (04. 2.5/c) studirat će se: korištenje pepela u izgradnji cesta i za stabilizaciju tla, korištenje materijala nastalih eksploatacijom lignita. Iz područja eksploatacije ugljenih naslaga pod zemljom (04. 2.5/d) studirat će se mehanizacija i automatizacija čeonih otkopa.

05. Komitet za električnu energiju

a) Komitet je do sada imao tri radne grupe i tri grupe eksperata. Prema novoj organizaciji Komitet ima ove pomoćne organe:

— Grupu eksperata za probleme u planiranju i eksploataciji velikih električnih mreža,
— Grupu eksperata za elektrane,
— Grupu eksperata za elektrifikaciju sela i distribuciju.

Predmeti ukinute Radne grupe za statistiku i Grupe eksperata za pravna pitanja, ulaze u dnevni red Komiteta koji se sastaje svake godine.

Grupe eksperata za velike mreže i elektrane sastajat će se redovito jedanput godišnje s tim što će Grupa eksperata za elektrane svake godine redovito razmatrati problematiku iz područja termoelektrana, a svake treće godine i problematiku iz područja hidroelektrana. Grupa eksperata za elektrifikaciju sela i distribuciju sastajala bi se svake treće godine.

Pored toga, za razmatranje hitnih pitanja (za koja se do sada uobičavalo formirati odgovarajuće grupe eksperata ad hoc) uvode se redoviti, godišnji i specijalni sastanci (kolokviji). Komitet će na svom godišnjem sastanku utvrđivati predmet za specijalni sastanak.

b) Program rada Komiteta za 1970/1971. dijeli se na projekte i aktivnosti permanentnog karaktera (05. 1) i na projekte i aktivnosti specijalnog karaktera (05. 2).

U dijelu programa permanentnog karaktera predviđa se izrada analize elektroenergetske situacije u Evropi, za tekuću godinu (05. 1.1/a) i za protekle tri

godine, na osnovu studije koju će izraditi Sekretarijat (05. 1.1/b). U ovom dijelu programa su i problemi planiranja i eksploatacije velikih električnih mreža (05. 1.2), elektrana (05.1.3) i problemi elektrifikacije sela i distribucije (05.1.4), gdje će se izrađivati analiza, na osnovu trogodišnje studije, što će je izraditi Sekretarijat, o tendencijama razvoja seoskih mreža, o kvaliteti usluga i sredstava prikladnih za unapređenje ekonomike snabdijevanja električnom energijom na poljima, njenom efikasnom primjenom u poljoprivredi, industriji, zanatstvu i domaćinstvu. Komitet će ispitivati i probleme pravne ili administrativne naravi: o kretanju električne energije preko granica zemalja (05. 1.5/a) i izgradnji hidroelektričnih postrojenja u tokovima graničnih rijeka ili rijeka koje protiću kroz dvije ili više zemalja (05. 1.5/b), pa će po potrebi izraditi i preporuke vladama. U vezi sa statistikom za električnu energiju (05. 1.6), Komitet će ispitivati prikaze periodičnih biltena i upotrebljenih definicija. Godišnje će se redovito publicirati Bilten o stanju hidrauliciteta u Evropi (0.5 1.7), (Komitet za električnu energiju — a isto vrijedi i za Komitet za plin — u ovom dijelu programa rada ne iznosi aktivnosti iz područja statistike, jer je sakupljanje osnovnih podataka, njihova priprema i publiciranje biltena, povjereno Diviziji za statistiku Ekonomske komisije za Evropu).

U dijelu programa specijalnog karaktera, iz područja problematike u vezi s planiranjem i eksploatacijom velikih električnih mreža (05. 2.1) studirat će se: dugoročne perspektive industrije električne energije u Evropi (05. 2.1/a), kretanja električne energije preko granica evropskih zemalja i njihove perspektive (05. 2.1/b), interkonekcija mreža za transport električne energije između zemalja Istoka i Zapada Evrope (05. 2.1/c), ekonomski problemi koji se postavljaju integracijom elektrana i jedinica velikih snaga u elektroenergetskim sistemima (05. 2.1/d), primjena operativnih metoda istraživanja za rješavanje ekonomskih problema u planiranju i eksploataciji velikih elektroenergetskih sistema i upotrebe računala u te svrhe (05. 2.1/e), analiza faktora u vezi sa sredstvima za proizvodnju i transport, koji djeluju na kontinuitete snabdijevanja električnom energijom u velikim interkonektiranim mrežama (05. 2.1/f), stvaranje opterećenja za vrijeme slabe potražnje (05. 2.1/g).

Iz područja problematike elektrana (05. 2.2), izradit će se za:

A — termoelektrane: analiza novih tehničkih rješenja radi potpune automatizacije termoelektrana s blokovima i upotreba računala (05. 2.2/a), tehničke i ekonomske studije kemijskih karakteristika ciklusa voda-para (05. 2.2/b), studija o rashladnim instalacijama (05. 2.2/c), iskustva stečena u eksploataciji termoelektrana s blokovima (kotao-turbina i generator-transformator) nominalne snage više od 100 MW (05. 2.2/d), ekonomska optimalizacija cjeline sastavljena od jedne termoelektrane velike snage, rudnika određenog da je snabdijeva ugljenom i sredstvima za transport ugljena do elektrane i za transport električne energije do centra potrošnje (05. 2.2/e), zatim posebni pogledi korištenja prirodnog plina za proizvodnju električne energije (05. 2.2/f), studija problema zagađivanja zraka i vode, buke itd. koje izazivaju termoelektrane (05. 2.2/g). Problemi koji se postavljaju korištenjem pepela (05. 2.2/h), studija problema vezanih za transport i odlaganje šljake i pepela (05. 2.2/i), kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije za potrebe velikih industrijskih kompleksa i velikih aglomeracija (05. 2.2/j), korištenje otpadaka iz postrojenja za vodno odvajanje ugljena (05. 2.2/k) i tehničke i ekonomske studije stepena djelovanja termoelektrana, koje djeluju prema različitim ciklusima para-plin (05. 2.2/l).

B — hidroelektrane: određivanje principa koje treba primijeniti za utvrđivanje tehničko-ekonomske iskoristivosti hidroelektričnog potencijala (05. 2.2/a), procjena maksimalnog potencijala akumulacije hidroelektričnih postrojenja i mogućnosti instalacije pumpnih akumulacionih elektrana i hidroelektrana sa grupama pumpa-turbina (05. 2.2/b), metode regulacije protoka akumulacionim bazenima hidroelektrana (05. 2.2/c), metode za povećanje efikasnosti i produktivnosti hidroelektričnih postrojenja s višestrukom namjenom (05. 2.2/d), izrada karte Evrope koja pokazuje raspodjelu oznake neredovitosti protoka (05. 2.2/e).

Iz područja problematike elektrifikacije sela i distribucije (05. 2.3) studirat će se i izraditi: tehnička i ekonomska efikasnost korištenja električne energije za proizvodnju i uzgoj stoke na industrijskoj bazi (05. 2.3/a), studija ekonomskog rentabiliteta tehničke primjene električne energije na farmama većim od 200 hektara obradive površine (05. 2.3/b); analiza poduzetih mjera za razvoj i intenzifikaciju elektrifikacije sela u zonama, gdje je ona bila stimulirana pomoći javnog karaktera (05. 2.3/c), sredstva za poboljšanje ekonomskog stepena djelovanja instalirane snage u poljoprivrednoj proizvodnji (05.2.3/d), normiranje elemenata koji ulaze u izgradnju električne mreže za elektrifikaciju sela, kao i sredstva za smanjenje troškova investicija i vremena izgradnje (05. 2.3/e), upotrebljene mjere za pojačanje seoskih mreža (05. 2.3/f), problemi koji se postavljaju razvojem instalacija za irigaciju, raspršivanjem na električni pogon (05. 2.3/g), ispitivanje raznih sigurnosnih propisa za električne instalacije u poljoprivrednoj proizvodnji (05. 2.3/h), tehnička i ekonomska efikasnost korištenja električne energije u biljnoj industrijskoj proizvodnji (05. 2.3/i) i usporedba sigurnosnih propisa za mreže (05. 2.3/j).

C) Program rada Komiteta za 1971/1975. dijeli se i ovdje na projekte i aktivnosti permanentnog karaktera (05. 1), a ovi su identični prikazanim u programu za 1970/1971, i na projekte i aktivnosti specijalnog karaktera (05. 2), o kojima će biti riječi u nastavku.

Među problemima vezanim za planiranje i eksploataciju velikih električnih mreža (05. 2.1) studirat će se: dugoročne perspektive industrije električne energije (05. 2.1/a), interkonekcija mreža za transport električne energije između zemalja Istoka i Zapada Evrope (05. 2.1/b), ekonomski problemi koji se postavljaju integracijom elektrana i jedinica velikih snaga u elektroenergetskim sistemima (05. 2.1/c), razmatranja rješavanja snabdijevanja velikih gradova i velikih indu-

strijskih centara električnom energijom (05. 2.1/d) i korištenje računala u dispečerskim centrima (05. 2.1/e).

Iz problematike elektrana (05. 2.2) studirat će se:

A — za termoelektrane: iskustva stečena u eksploataciji termoelektrana sa odijeljenim dijelovima (kotao-turbina-generator-transformator) normalne snage 200 MW i više (05. 2.2/a), problemi koji se postavljaju korištenjem pepela (05. 2.2/b), korištenje otpadaka u termoelektranama iz postrojenja za vodno odvajanje ugljena (05. 2.2/c), automatizacija eksploatacije termoelektrana (05. 2.2/d) i tehničke i ekonomske studije stepena djelovanja termoelektrana prema različitim ciklusima para-plin (05. 2.2/e).

B — za hidroelektrična postrojenja još nije postavljen program rada za 1971/1975. Komitetu će biti predložen krajem 1970. godine.

Iz područja elektrifikacije sela i distribucije (05. 2.3) predviđeno je: ispitivanje raznih metoda planiranja i odluka o financiranju i izvođenju radova za jačanje seoskih mreža (05. 2.3/a), analiza rentabiliteta korištenja električne energije za povećanje poljoprivredne proizvodnje (05. 2.3/b), ispitivanje najznačajnijih instalacija i uređaja za termičke procese u poljoprivrednoj proizvodnji koji koriste električnu energiju (05. 2.3/c), utjecaj razvoja električnog grijanja u seoskim naseljima, na potrošnju električne energije i opterećenja seoskih mreža (05. 2.3/d), problemi u vezi s korištenjem eksploziva u obnovi i izgradnji vodova za prijenos električne energije (05. 2.3/e), i analiza stečenih iskustava u izgradnji zadružnih instalacija na polju i mjera za poboljšanje stepena djelovanja (05. 2.3/f).

06. Komitet za plin

a) Komitet je do sada imao dvije radne grupe, dvije grupe eksperata i jednu grupu izvjestilaca. Novom organizacijom Komitet će imati istu osnovnu strukturu, s tim da će dosadašnje dvije radne grupe nositi naziv grupe eksperata. Tako Komitet ima sada ove pomoćne organe:

— Grupu eksperata za transport i stokiranje plina,
— Grupu eksperata za korištenje i distribuciju plina,
— Grupu eksperata za statistiku,
— Grupu eksperata za metode predviđanja u potražnji plina.

I u ovom Komitetu, grupe eksperata sastajale bi se jedanput godišnje, a za neke predmete — predviđaju se i specijalni sastanci (kolokviji).

b) Program rada Komiteta za 1970/1971. dijeli se i ovdje na projekte i aktivnost permanentnog karaktera (06. 1) i specijalnog karaktera (06. 2).

U dijelu programa permanentnog karaktera analizirat će se godišnja situacija plina u Evropi (06. 1./a) i situacija kroz protekle tri godine, na osnovu studije koju će izraditi Sekretarijat (06. 1.1/b).

Zatim su studij tržišta prirodnog plina (06. 1.2), studij problema korištenja i distribucije plina (06. 1.3), problemi transporta i stokiranja plina (06. 1.4), i problemi iz područja statistike (06. 1.5).

U dijelu programa specijalnog karaktera, iz područja tržišta prirodnog plina u Evropi (06. 2.1) održat će se kolokvij u Španjolskoj. Iz područja korištenja i distribucije plina, razmatrat će se korištenje plina za grijanje velikih stambenih kompleksa (06. 2.2/a), korištenje plina u kemijskoj industriji za proizvodnju čađe, klornih derivata, etilena, propilena i butadijena (06.. 2.2/b), upotreba plina u termoelektranama (06.-2.2/c), politika korištenja plina kao rezultat upotrebe veoma značajnog nalazišta ili uvođenja u rad jednog plinovoda velikog kapaciteta (06. 2.2/d), sredstva za utvrđivanje efikasnosti korištenja upotrebljenog plina u raznim granama aktivnosti (06. 2.2/e), studij problema koji se postavljaju konverzijom na prirodni plin distributivnih mreža plina, najprije predviđenih za distribuciju plina u gradu (06. 2.2/f), direktna redukcija željezne rudače pomoću prirodnog plina (06. 2.2/g), korištenje prirodnog plina za prženje i peletizaciju željezne rudače (06. 2.2/h), korištenje plina u pećima za pregrijavanje u siderurgiji (06. 2.2/i).

Iz područja transporta i stokiranja plina studirat će se: optimalni stupanj automatizacije i telekomande koji se preporučuje u eksploataciji glavnih plinovoda (06. 2.3/a), ekonomija transporta plina u interkonektiranim sistemima koji su upotrebljeni za distribuciju plina (06. 2.3/b), utvrđivanje ekonomskog pritiska za transport plina na velikim udaljenostima (06. 2.3/c), ekonomski aspekt transporta plina na velikim udaljenostima putem plinovoda (06. 2.3/d), izrada karte mreže za transport plina u Evropi (06. 2.3/e), propisi sigurnosti za stanice za kompresiju i mjerenja (06. 2.3/f), ekonomski aspekt poteka utekućinjenja prirodnog plina i njegovog transporta morem, željeznicom i cestom, i stokiranja u tekućem obliku i transport plinovodom (0.6 2.3/g), ekonomski i tehnološki aspekt podzemnog stokiranja plina u iskorištenim rudnicima (0.6 2.3/h)

U području statistike radit će se na: harmonizaciji statistike plina i opće energetske statistike (06. 2.4/a), uniformizacija upotrebljenih jedinica i statistike što je publicirala Divizija za energiju (06. 2.4/b), sakupljanju podataka o podzemnom stokiranju plina (06. 2.4/c), i sakupljanje i godišnje publiciranje statističkih geoloških podataka o rezervama prirodnog plina (06. 2.4/d).

O problemima procjene i eksploatacije rezerve prirodnog plina izradit će se: međunarodna karta o naslagama prirodnog plina u Evropi (06. 2.5/a), metode za procjenu koeficijenta za rekuperaciju plina (06.-2.5/b), procjena pogrešaka u ocjenjivanju rezerve prirodnog plina putem računa vjerojatnosti (06. 2.5/c), i ekonomski aspekti eksploatacije naslaga plina i kondenzata plina (06 2..5/d).

U vezi s problemima vezanim za predviđanja potražnje plina, razmatrat će se: metodologija za sektor trgovački i zanatski (06. 2.6/a), i pitanje upotrebe računala (06. 2.6/b). O pitanjima produktivnosti u industriji plina (06. 2.7) studirat će se produktivnost radne snage u sektoru transporta i distribucije u industriji plina.

c) Program rada Komiteta za 1971/1975, dijeli se također na dva dijela. Dio permanentnog karaktera (06. 1) je indentičan s programom rada za 1970/1971.

Za projekte i aktivnosti specijalnog karaktera (06. 2) iz područja vezanim za korištenje i distribuciju plina studirat će se: upotreba plina u mehaničkoj industriji (06. 2.2/a), završni procesi u siderurgiji (oksigenski liv, dekarburacija, bezdimno prečišćavanje itd.) (06. 2.2/b), ekonomičnost upotrebe prirodnog plina s velikim protokom azota (06. 2.2/c), upotreba plina u nekim operacijama grijanja opće upotrebe, kao proizvodnja pare s močnim kotlovima i operacije termičke obrade u metalurgiji i mehaničkoj industriji (06. 2.2/d), pribjegavanje plinu za pokrivanje ukupnih potreba za energijom u centrima potrošnje (06. 2.2/e), tehnički i ekonomski problemi nastali primjenom automatizacije i telekomande u sistemima za snabdijevanje gradskih centara plinom (06. 2.2/f), traženje najboljih rješenja, s ekonomskog i tehničkog gledišta, u koncepciji i izradi mreža za distribuciju plina (06. 2.2/g), upotreba plina u poljoprivredi (06. 2.2/h) i razne upotrebe plina utekućinjene nafte (06. 2.2/i).

Iz područja transporta i stokiranja plina razmatrat će se: upotreba nemetalnih cijevi i cijevi iz aluminija za transport i distribuciju plina (ispitivanje stanja svake treće godine) (06. 2.3/a), problemi koje postavlja unutrašnje oblaganje plinovoda i ekonomski utjecaj ove operacije (06. 2.3/b), ekonomski aspekt propisa za materijale koji se upotrebljavaju za izradu plinovoda (06. 2.3/c), tendencije u vezi rekompresije plina (06. 2.3/d), podzemno uskladištenje plina (06. 2.3/e), ekonomski aspekt transporta plinovodima na velike udaljenosti (06. 2.3/f) i ispitivanje ekonomskih aspekata korištenja utekućinjenog prirodnog plina (GNL) (06. 2.3/g).

Iz područja procjene i eksploatacije rezerva prirodnog plina, razmatrat će se: ekonomski i tehnički aspekti rekuperacije plina u naslagama koje se nalaze uz prostranstva obala (06. 2.5/a), odnosi između proizvodnje i koeficijenta rekuperacije u rezervoarima za plin (06. 2.5/b), odnosi između stepena optimalizacije jednog rezervoara za plin (prema tehničkim i ekonomskim kriterijima) i rezerve plina (06. 2.5/c).

Za problematiku iz područja predviđanja potražnje plina (06. 2.6) vrijedi ono što je dano za program rada za 1970/1971. U vezi s produktivnosti (06. 2.7) studirat će se produktivnost rada na nekim područjima koja su usporediva s onima u industriji plina. Studirat će se i pravni aspekt međunarodnog transporta plina (06. 2.8) kao i još neki projekti (06. 2.9) kao što su: utjecaj klimatskih uvjeta na potražnju plina, osobito što se tiče grijanja stanova, dispozitivi daljinskog očitavanja brojila, razvoj normiranja u industriji plina i upotreba tehnike za obradu informacija u području plina i funkcioniranja industrije plina.

Pripremio: Drago Mijić, dipl. ing.

SEMINAR JUREME

Jubilarni XV Jugoslavenski seminar i izložba za regulaciju, mjerenje i automatizaciju »Jurema 70« održan je za vrijeme proljetnog Zagrebačkog velesajma.

Priredba je održana pod pokroviteljstvom Saveznog savjeta za koordinaciju naučnih djelatnosti, Sveučilišta Zagreb, Skupštine grada Zagreba i Savjeta za naučni rad SR Hrvatske.

Trodnevnom seminaru »Jurema 70« prisustvovalo je oko 500 uzvanika iz 11 evropskih zemalja. U ciklusu od 120 predavanja što su ih održali naši i inozemni stručnjaci obrađena je problematika iz područja mjerenja i regulacije, primjena elektroničkih računala, i teleinformatika i automatizacija u proizvodnji alata.

Prvi put je u našoj zemlji organizirano i savjetovanje s temom »Kibernetika u suvremenoj znanosti i društvu«.

U halama Zagrebačkog velesajma priređene su izložbe na kojima su domaći i strani proizvođači izložili bogati asortiman eksponata najsuvremenijih tehničkih dostignuća s područja mjerenja i regulacije.

Među mnogobrojnim izlagačima treba istaknuti: zagrebačku tvornicu »Nikola Tesla« koja je izložila nekoliko tipova automatskih telefonskih i telegrafskih centrala za javni promet. Poduzeće »Energoinvest« je prikazalo univerzalnu signalnu centralu koja kombinacijom raznih elektronskih podražaja upozorava na opasnost od požara, prodora vode i plina, od krađa i drugih vrsta oštećenja. Elektrotehnički institut tvornice »Rade Končar« prikazao je proizvodnju industrijske elektronike i raznu ispitnu opremu. Zapažen je širok asortiman aparata i instrumenata što ih proizvode članovi poslovnog udruženja »Unimatik«.

I. R.

Hans Prinz: **Hochspannungsfelder,** Izdavač R. Oldenbourg Verlag, München — Wien 1969., 456 stranica, 225 slika, 33 tabele, 20 primjera, 20 zadataka s rješenjima. Format 16,5 × 24 cm, tvrdi uvez, cijena DM 82.

Veliki smisao za sistematičnost, široko i duboko poznavanje materije, te privrženost struci, to su izraziti dojmovi o autoru već kod prvog pregleda ove potrebne, korisne, i veoma interesantne knjige o visokonaponskim poljima. Tko pozna autora dr ing. Hansa Prinza redovnog profesora »Visokonaponske tehnike« i direktora Instituta za električna postrojenja i visokonaponsku tehniku, i tko zna s kolikom je ljubavlju izgradio visokonaponske laboratorije na Visokoj tehničkoj školi u Münchenu, taj može shvatiti zašto je napisana ovakva knjiga.

Baveći se problemima visokonaponskih mreža i postrojenja za prijenos električne energije, što u svom razvoju zahtijeva korištenje sve viših napona, baveći se problemima visokonaponske tehnike kao imperativom u razvoju tih postrojenja, autor je očito ne samo uočio nego i duboko doživio potrebu da se osnove te problematike pruže široj stručnoj javnosti na što suvremeniji način.

U svojoj knjizi autor daje potpunu i sistematičnu matematičku podlogu za razumijevanje i proračunavanje visokonaponskih polja, te metode za rješavanje praktičnih tehničkih problema. Draž ove knjige je ne samo u izvanredno logičnoj koncepciji racionalnog prikazivanja gradiva, nego i u emotivnom faktoru unesenom u knjigu, koji je približava čitaocu ne samo kao stručnjaku nego i kao čovjeku.

Polazeći od prvih radova, koji su pridonijeli današnjim saznanjima iz ovog područja (prvo djelo citirano u literaturi potječe iz 1600. godine), autor ne samo da iznosi dostignuća za to zaslužnih fizičara, matematičara i elektrotehničara, nego upoznaje čitaoca i s njihovim ličnostima. Time je čitaoca približio stvarnom životu, dao mu da osjeti sve napore koji su u izgradnji ove discipline bili učinjeni, i potaknuo ga da i sam zavoli struku kojom se bavi. Iskreno poštovanje autora prema svima koji su na tom poslu radili, dolazi potpuno do izražaja u tome što knjigu posvećuje »svom poštovanom učitelju i kolegi Winfriedu Ottu Schumannu za njegov 80. rođendan. «

Knjiga je podijeljena na: uvod — tri poglavlja o konfornom preslikavanju, numeričkom proračunu polja i transformaciji koordinata, jedno poglavlje sa zadacima i rješenjima, i dodatak.

Na početku knjige sistematiski je dan pregled oznaka u formulama, a zatim je citirano 36 najvažnijih matematičkih formula. U »Uvodu« je dan historijski osvrt, prikaz razvoja elektroenergetike s pogledom u budućnost te pristup problematici visokonaponskih polja.

U prvom poglavlju »Konformno preslikavanje« obrađena je ta dugo poznata metoda. Nakon pristupa dana je analiza za veliki broj različitih oblika električnog polja pomoću elementarnih funkcija, viših funkcija i poligonalnog preslikavanja, te na kraju funkcionalna sinteza.

U drugom poglavlju »Numerički proračun polja« obrađuju se numerički postupci koji su danas postali veoma interesantni i mnogo upotrebljavani zbog sve većeg korištenja digitalnih elektroničkih računala. Autor se najviše bavi iterativnim postupcima, a na postupak relaksacije, metodu Monte Carlo i metodu najmanjih kvadrata samo se ukratko osvrće.

Poglavlje završava razmatranjima o trodimenzionalnim poljima.

U trećem poglavlju »Transformacija koordinata« prikazane su metode koje također imaju dugu matematičku tradiciju. Autor posebno obrađuje translacione sisteme odnosno rotacione sisteme i daje računske postupke za različite slučajeve. Poglavlje završava obiljem primjera koji vrlo lijepo ilustriraju izlaganja ovog poglavlja.

U četvrtom poglavlju »Zadaci za vježbanje s rješenjima« obrađeno je 20 zadataka, koji daju presjek kroz čitavu knjigu. Time je autor ispunio prazninu, na koju inače često nailazimo, tako da ovaj put čitalac ne osjeća nedorečenost, kako se to u stvari radi.

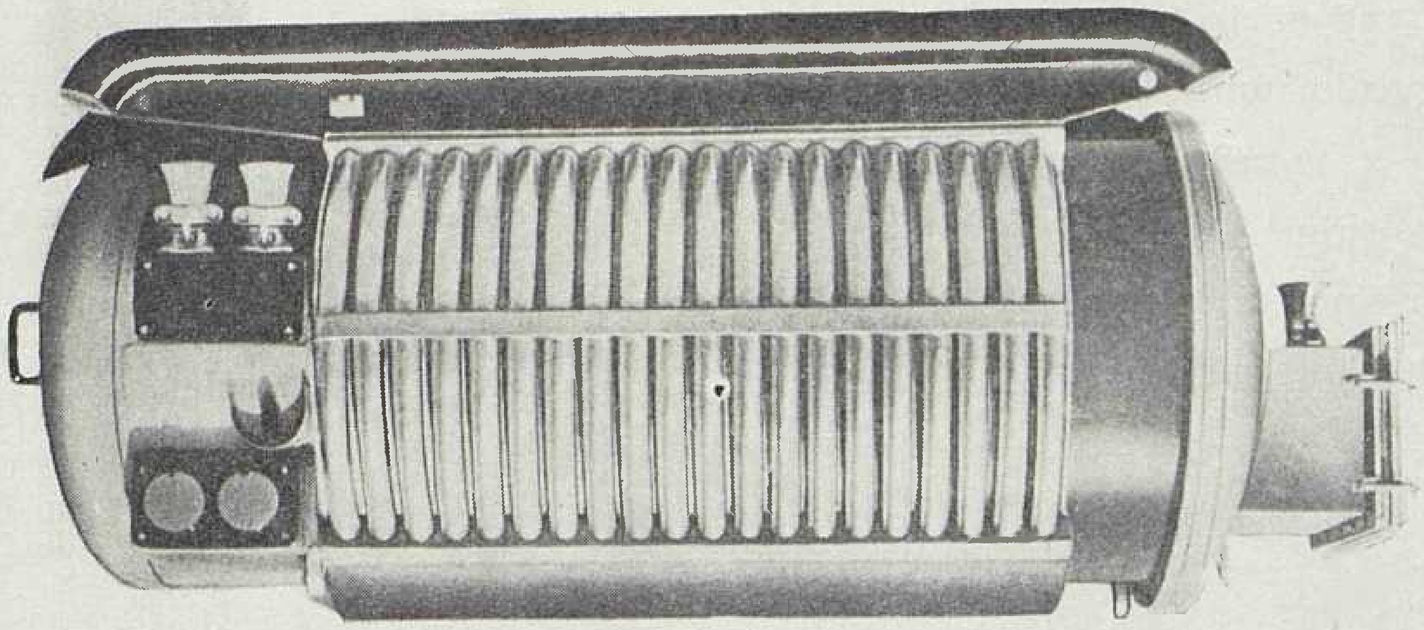
U »Dodatku« su u 17 tablica (i mnogo podtablica) dani brojčani podaci, grafički prikazi i matematičke formule za razne funkcije, translacione odnosno rotacione sisteme i slično.

Knjiga završava popisom literature (259 radova i 9 zbirki matematičkih tablica), indeksom pojmova i abecednim popisom citiranih autora. Prof. *B. Stefanini*

H. J. Hildebrand: **Wirtschaftliche Energieversorgung, Band III.** Izdavač VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1969. 481 strana, 109 slika, 20 tabela. Format 16-7×24 cm, tvrdi uvez, cijena 45 DM.

Treći tom energetske enciklopedije poznatog dresdenskog profesora izašao je iz štampe i dopunjuje program tog značajnog djela. Energetika je u ovoj enciklopediji promatrana i tretirana sa stajališta socijalističke privrede, što se posebno izražava u glavama o investicijama, fondovima i cijenama. Baš ta je problematika tretirana u trećem tomu. Nakon poglavlja o povezanom pogonu elektroenergetskih sistema i poglavlja o prostoj reprodukciji i o održavanju energetskih agregata slijedi poglavlje o proširenoj reprodukciji i o fondovima. Nakon toga Hildebrand tretira probleme materijalnog gospodarstva, formiranja ekonomskih cijena i organizacije prodaje energetskih dobara. Autor u svim oblastima primjenjuje moderne metode programiranja i optimiranja, što je naročito interesantno kod planiranja i optimiranja investicija u kompleksnim elektroenergetskim sistemima, kod planiranja optimalnih ciklusa održavanja i remonta i kod planiranja optimalnog gospodarenja sa materijalom. Ova knjiga je bez sumnje veoma koristan priručnik za sve praktičare u energetskim granama naše zemlje, pa im može pomoći u rješavanju akutnih problema. S druge strane i teoretičari mogu izvući dosta koristi iz ove knjige. *S. Gehrecke*

TRANSFORMATORSKE STANICE KTst 200-7,2 i KTst 315-7,2 U EKSPLOZIONO ZAŠTIĆENOJ IZVEDBI



Transformatorske stanice u eksploziono zaštićenoj izvedbi postavljaju se u rudnicima i jamama kao i na ostalim mjestima gdje postoji stalna ili povremena prisutnost eksplozivnih plinova i smjesa ili zapaljive prašine. Prednost ovih kompletnih transformatorskih stanica je brza i jeftina montaža, lagano premještanje te mali investicioni troškovi.

Vrsta eksplozione zaštite je neprodorni oklop prema JUS N.S8.101, oznaka (St) I, odnosno IEC publikacija 79-1.

Ova vrsta zaštite osigurava da evenualnu eksploziju u unutrašnjosti kućišta, stanica izdrži bez oštećenja, da se eksplozija ne prenese kroz raspore u kućištu na eksplozivnu smjesu izvan stanice.

Stanice su čelične zavarene konstrukcije. U kućište stanice uvarene cijevi za hlađenje osiguravaju rad transformatora i čitave stanice bez prevelikog zagrijavanja. Na kućište su privarene: priključna kutija niskog napona, priključna kutija za daljinsko upravljanje te dvije, sa svake strane kućišta po jedna, kutije za mjerne instrumente.

Stanica je zatvorena sa dva poklopca. Jedan je stegnut vijcima i na njemu se nalazi priključna kutija za visoki napon. Drugi poklopac je smješten na suprotnoj strani stanice i otvara se zakretanjem. Time je omogućen brzi pristup k niskonaponskim aparatima. Ovaj poklopac se može otvoriti samo kad je isključena rastavna sklopka visokog napona.

Transformatorske stanice se izrađuju sa saonicama ili s kotačima za razmak tračnica 600 ili 630 mm.

U stanice su ugrađeni trofazni suhi transformatori sa izolacijom od staklenih prediva i tkanja, impregnirani silikonskim lakom ili elastomerom. Izolacija je toplinske klase »H«.

Transformatori odgovaraju JUS N. G. 1.010/020, VDE 532/VIII 64 odnosno IEC publikaciji 76 drugo izdanje od 1967. godine.

Stanica	KT st 200-7,2	NT st 315-7,2
Visoki napon	6 kV ± 4 %	6 kV ± 4 %
Niski napon u praznom hodu	400 ili 525 V	400 ili 525 V
Frekvencija	50 Hz	50 Hz
Sprega	Yy0	Yy0
Snaga	200 kVA	315 kVA
Gubici praznog hoda	900 W	1400 W
Gubici zbog tereta kod 115° C	1820 W	2680 W
kod 75° C	1700 W	2440 W
Napon kratkog spoja kod 115° C	3,4 %	3,9 %

— Podešavanje napona se vrši u beznaponskom stanju premještanjem zvjezdišta pomoću stezaljki u kućištu.
— Niski napon je po želji kupca 400 ili 525 V
— Neltočka niskog napona u normalnoj izvedbi nije izvedena, već se izvodi na poseban zahtjev
— Osim ove normalne izvedbe izrađujemo transformatore za visoki napon od 3 kV i 5 kV kao i ostale napone na poseban zahtjev.

U transformatorske stanice su ugrađeni trofazni prekidači sa daljinskim motornim i ručnim upravljanjem, koji imaju nadstrujnu zaštitu s vremenskim zatezanjem, podesivi momentani nadstrujni elektromagnetski okidač, zatim okidač na radnu struju za daljinsko iskapčanje prekidača i uređaj koji sprečava ukapčanje kod kratkog spoja. Ostale karakteristike prekidača su:

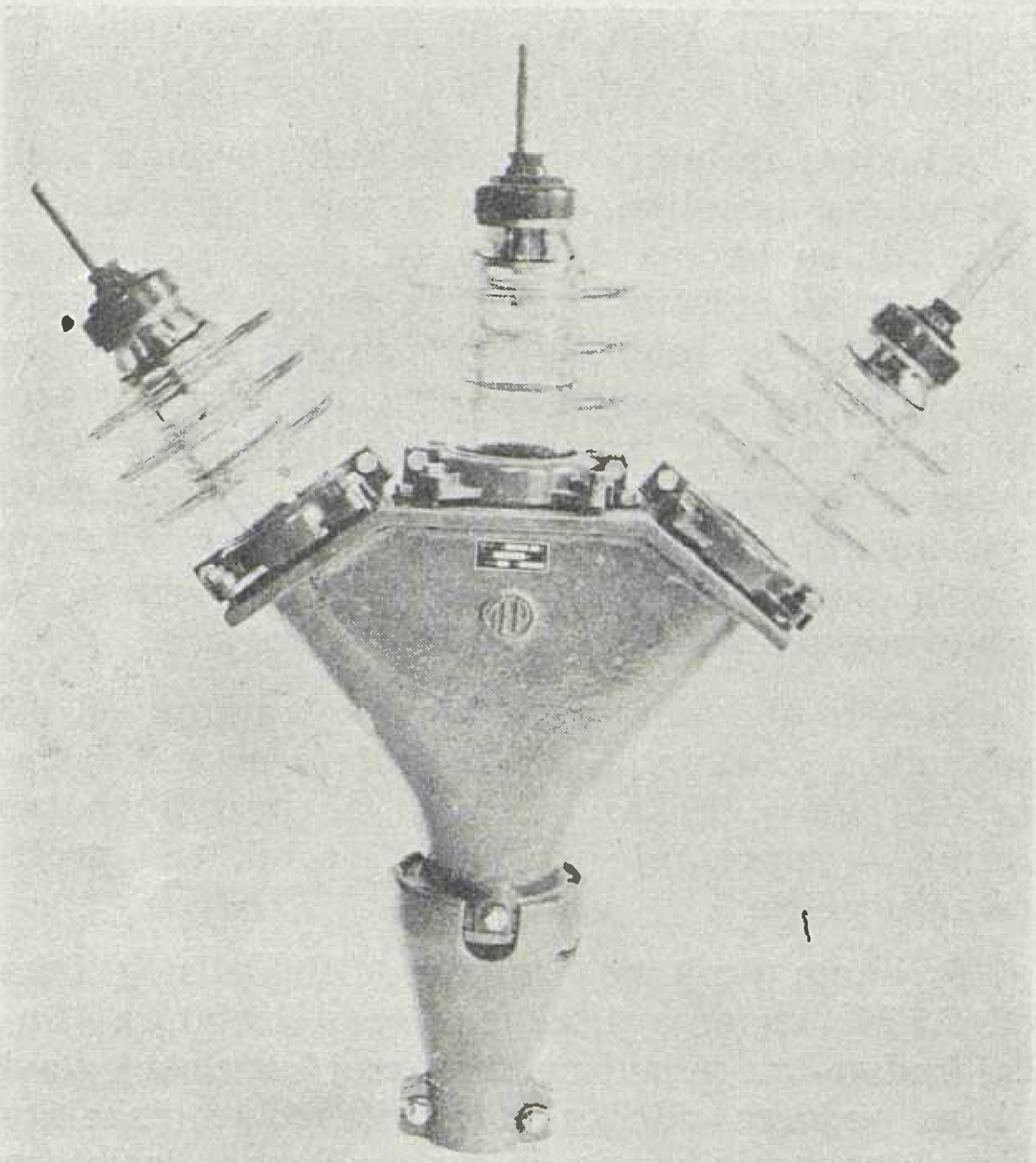
Stanica	KT st 200-7,2	KT st 315-7,2
Nazivni napon prekidača	500 V	500 V
Nazivna struja	400 A	E30 A
Napon pogonskog motora	220 V 50 Hz	220 V 50 Hz
Napon daljinskog upravljanja	24 V 50 Hz	24 V 50 Hz
Bimetalni okretač podesiv		
kod 400 V	280—350 A	350—630 A
kod 525 V	200—280 A	240—420 A
Nadstrujni okidač podesiv		
kod 400 V	1000—1200 A	1800—3600 A
kod 525 V	700—1400 A	1200—2500 A
isklopna struja kratkog spoja	15 kA	20 kA

Proizvođač:

»RADE KONČAR« — Poduzeće za proizvodnju električne opreme, projektiranje i montažu postrojenja — Zagreb

TEP
TVORNICA ELEKTROTEHNIČKIH PROIZVODA, ZAGREB - VRAPČE

KABELSKE GLAVE SA STAKLENIM IZOLATORIMA



TROPOLNA KABELSKA GLAVA SA STAKLENIM IZOLATORIMA TIP TPK-10-1

Na području kabelskih glava za kabele izolirane impregniranim papirom nisu se, u posljednjih dvadesetak godina pojavile nikakve osnovne izmjene u konstrukciji. Upotrebljavaju se porculanski izolatori koji obuhvaćaju krajeve kabela, a opremljeni su odgovarajućim armaturama i punjeni izolacionom masom. Ove garniture na zadovoljavajući način ispunjavaju zadatak kabelskih glava da se vodič kabela spoji na određeni priključak, bez skokovite promjene električnog polja i mogućnosti sušenja, odnosno ovlaživanja kraja kabela.

Kod konstrukcije kabelskih glava i izrade samog završetka, treba voditi računa da se ne prekorači dozvoljena jakost električnog polja na kraju kabelskog plašta što se postiže na taj način da se koristi lijevak za oblikovanje polja ili namatanjem konusa od impregniranog papira.

Svi ovi elementi su tako oblikovani da daju kabelskoj glavi dobru unutarnju električnu čvrstoću u trajnom pogonu, i da djeluju na raspodjelu polja u povoljnom smislu za vrijeme preskoka.

Osim pravilnog oblikovanja električnog polja kabelska glava za kabele izolirane impregniranim papirom ima još zadatak da kod promjene temperature, npr. uslijed promjene opterećenja i sl., dopunski napaja kabel izolacionim uljem, odnosno da primi u sebe masu koju kabel istiskuje natrag u glavu. To zahtijeva održavanje i kontrolu nivoa zaljevne mase u glavi, što iziskuje kod kabelskih glava s porculanskim izolatorima velike troškove i prekid u snabdijevanju energijom, jer je kontrola nivoa moguća samo u beznaponskom stanju.

U posljednje vrijeme, kad se sve više nameće potreba za jednostavnijim održavanjem elektroenergetskih postrojenja i lakšom i češćom kontrolom, neki su proizvođači prihvatili rješenje da na porculanskom izolatoru ugrade pokaznu posudicu, tzv. uljokaz, koja je izrađena iz prozirnog materijala, i koja se redovito postavlja na vrhu izolatora. Ova kontrolna mjera omogućuje doduše opažanje razine ulja dok je kabelska glava pod naponom, međutim zahtijeva nadopunjavanje izolacionim uljem odmah čim se isprazni kontrolna posudica. Međutim, stvarno nadopunjavanje potrebno je tek nakon što se masa spustila na znatno niži nivo.

Osim toga umetanjem kontrolne posudice povećavaju se dimenzije kabelskih glava, povećava se broj brtvljenih mjesta, a može se lako desiti da upravo nastupi propuštanje ulja oko kontrolne posudice na kabelskoj glavi.

Bilo je zato logično tragati za novim materijalima i rješenjima za izolatore koja bi svojom

prozirnošću omogućila kontrolu stanja izolacione mase. Prikladnost stakla kao materijala za izradu izolatora poznata je već odavna. Tako npr. staklo se već godinama uspješno upotrebljava u izvedbi izolatora za nadzemne vodove.

Ipak su proizvođači stakla tek u posljednje vrijeme u stanju da ekonomski rentabilno proizvode šuplje izolatore od prešanja stakla i to za napon oko 35 kV i u relativno malim količinama. To je bitno naglasiti jer je potražnja za ovim izolatorima relativno mala u odnosu na broj staklenih izolatora koji se koriste kod nadzemnih vodova.

Stakleni izolatori na kabelskim glavama koriste se već nekoliko godina u zapadnoj Evropi i pokazali su veoma dobre rezultate u pogonu. U literaturi su opisana ponašanja staklenih izolatora, a naročito je interesantno ponašanje staklenog izolatora pod utjecajem električnog luka. Poznato je da porculanski izolatori uslijed djelovanja luka pucaju, odnosno da ih električni luk razara. Radi objašnjenja ponašanja izolatora od borosilikatnog stakla pod takvim naprezanjima provedeni su odgovarajući pokusi na kabelskim glavama.

Električni lukovi od 7,5 kA u trajanju od 0,3 sekunde i 1 sekunde bili su paljeni na samoj kabelskoj glavi. Pokazalo se da ne postoji znatno termičko naprezanje izolatora, jer luk teži proširivanju petlje.

Prilikom umjetno izazvanog električnog luka od 7,5 kA trajanja 1 sek. u blizini izolatora (slučaj kad se luk pojavi na susjednoj kabelskoj glavi ili na jednom od izolatora višespolne kabelske glave) pokazalo se da je na staklenom izolatoru bio odbacivan vanjski sloj stakla i to u obliku sitnih komadića debljine od 1 do maksimalno 1,5 mm. Time praktično nije bila ništa umanjena ni sigurnost kabelske glave ni njena funkcionalnost.

Porculanski izolator istog naponskog reda, koji je radi usporedbe bio izložen jednakom naprezanju, razletio se u mnogo pojedinačnih komadića.

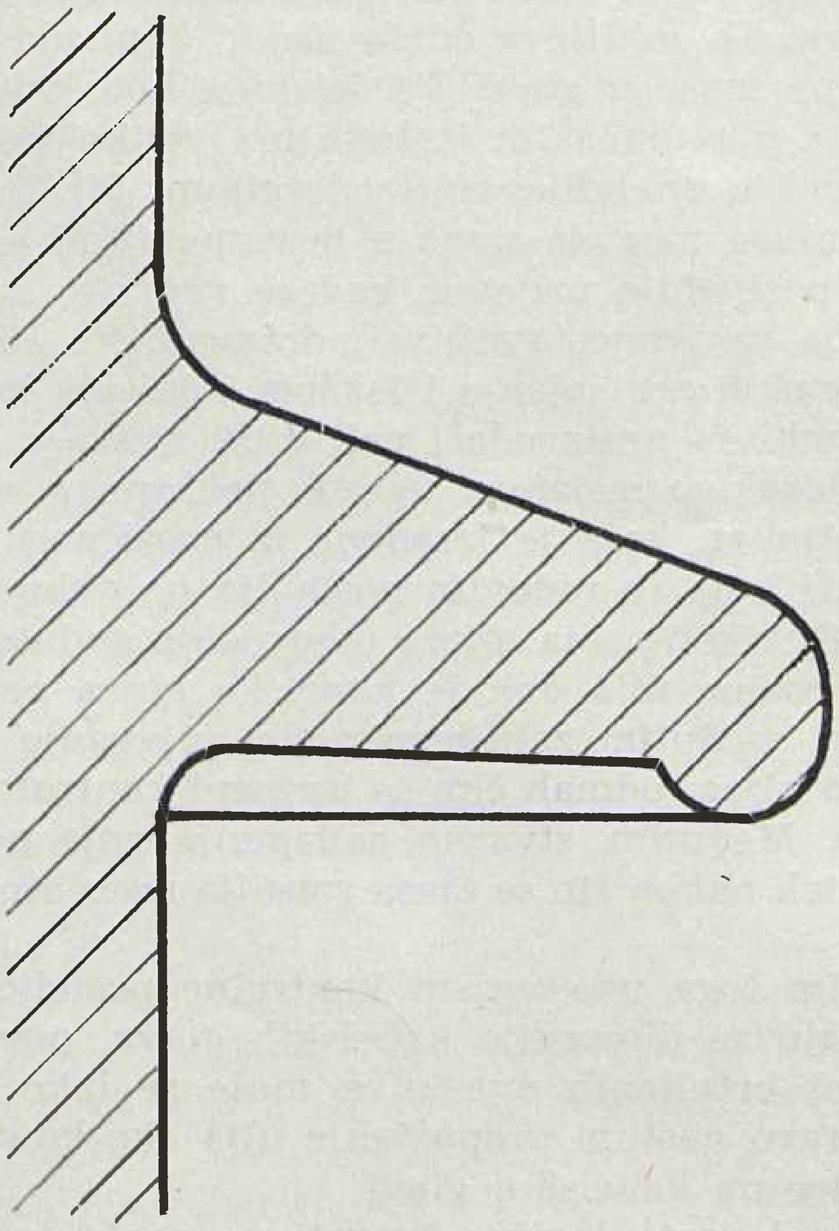
Razmatrajući sve prednosti i mane pojedinih rješenja, naša tvornica se odlučila za rješenje kabelskih glava sa staklenim izolatorima, da se korisnicima omogući laka i jednostavna kontrola nivoa izolacione mase u kabelskoj glavi.

Kvalitetno staklo koje dolazi u obzir za izradu izolatora za kabelske glave je borosilikatno koje ima visoku termičku i kemijsku otpornost.

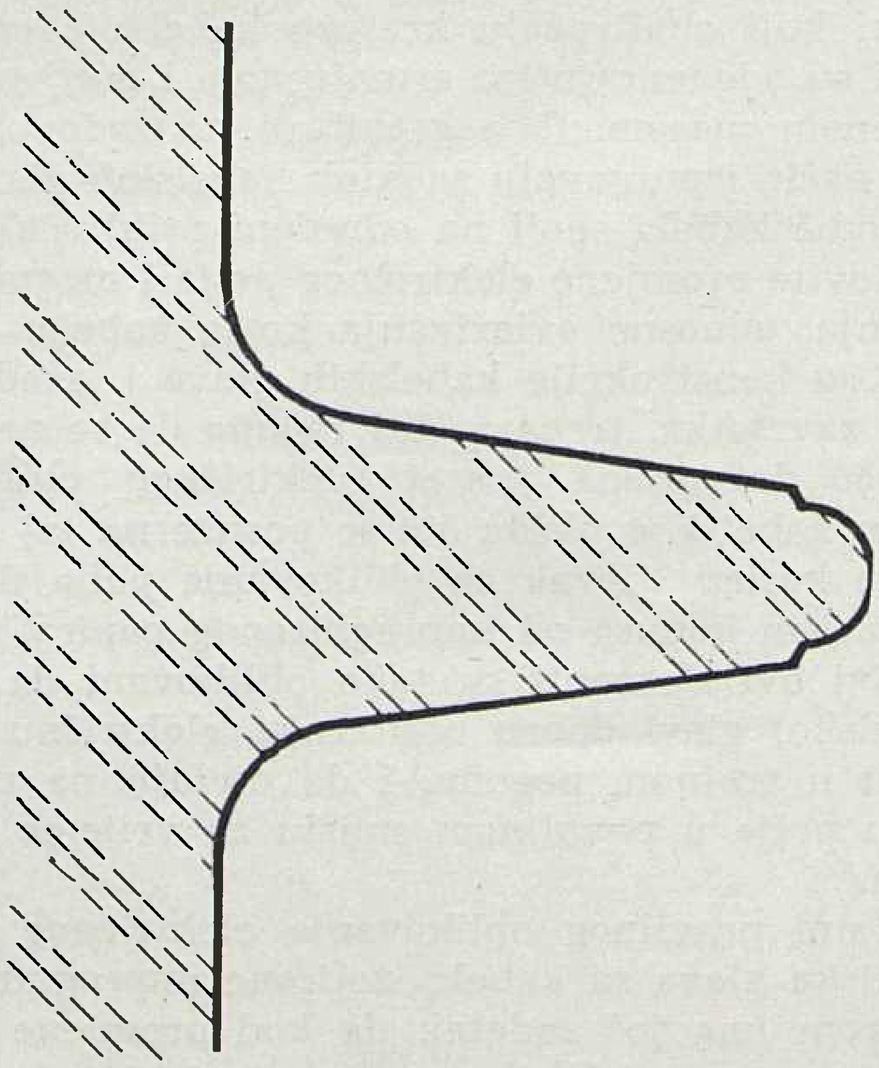
Usporedbe radi dane su osobine porculana i borosilikatnog stakla iz kojih se izrađuju izolatori za kabelske glave.

Osobine	Porculan	Borosilikatno staklo
Čvrstoća na pritisak	glaziran 4500—5500 kp/cm² neglaziran 4000—4500 kp/cm²	8600 kp/cm²
Čvrstoća na savijanje	glaziran 600—1000 kp/cm² neglaziran 400—700 kp/cm²	370 kp/cm²
Specifična težina	2,2—2,5 kq/dm³	2,35 kq/dm³
Dielektrična konstanta	6	5,1
Faktor dielektričnih gubitaka	$170—250\times10^{-4}$	40×10^{-4}
Specifični unutrašnji otpor	10^{14} cm	10^{16} cm

Tehnologija izrade staklenih izolatora prilično je složena i zahtijevala je drugačije oblikovanje



Crtež 1



Crtež 2

samog izolatora. Alat za prešanje izolatora može se samo uzdužno otvarati, pa se ne mogu izrađivati rebra koja su savinuta prema dolje i imaju podrezane suhe zone, kako se to izrađuje kod porculanskih izolatora. Za poboljšanje električnih karakteristika staklenog izolatora za vanjsku montažu za slučaj utjecaja dodatnih stranih slojeva, trebalo je poduzeti posebne konstruktivne mjere. Da bi se kod staklenih izolatora postiglo mnogostruko prekidanje slično kao kod porculanskih izolatora koji imaju podrezana rebra, može se poboljšati otkapavanje prikladnim oblikovanjem rubova rebara.

Na crtežima 1 i 2 prikazani su profili rebara porculanskog i staklenog izolatora.

Nakon rješenja svih tehničkih problema oko konstrukcije i izrade alata načinjeni su uzorci koji su podvrgnuti ispitivanjima prema preporukama IEC publikacija 87/1957. Prva ispitivanja već su pokazala da je izolator konstruktivno potpuno u redu, no još je trebalo tehnološki dotjerati kvalitetu izolatora tj. otkloniti neke unutarnje prenapone u materijalu. Na osnovu ovih iskustava prišlo se izradi definitivnog alata na kojem je izrađena prva serija izolatora, koji su kod ispitivanja pokazali veoma dobre rezultate. Tek sada, nakon svestrano izvršenih ispitivanja može se prići normalnoj proizvodnji kabelskih glava sa staklenim izolatorima.

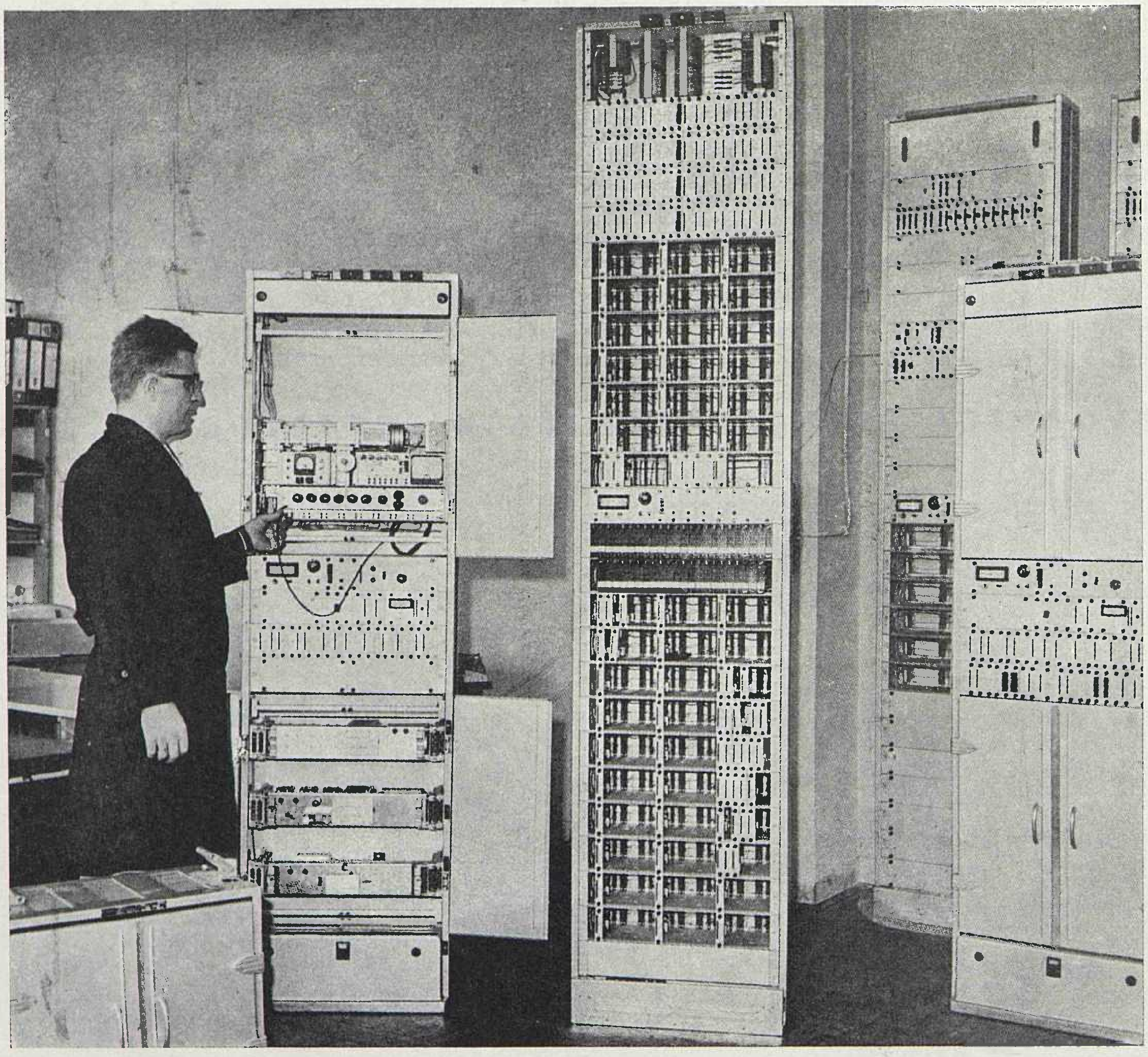
Tvornica TEP proizvodit će za sada kabelske glave TPK-10 i KGV 35 sa staklenim izolatorima. Izolatori su tako konstruirani da se može vršiti zamjena porculanskih izolatora sa staklenim i obrnuto, da bi se izmjene po želji potrošača mogle izvršiti i na već ugrađenim glavama s porculanskim izolatorima. Kod kabelskih glava TPK-10, koje su predviđene za pojasne papirne kabele, postoje dvije izvedbe:

TPK 10-1: sva tri izolatora su staklena i
TPK 10-2: kod koje je srednji izolator staklen, a ostala dva ostaju porculanska.

Uvođenjem staklenih izolatora omogućuje se znatno jednostavnije održavanje kabelskih glava, naročito nivoa kompaunda u njima, a time i sigurniji pogon što je u interesu svih potrošača električne energije.

TVORNICA ELEKTROTEHNIČKIH PROIZVODA — ZAGREB

Za ispravno funkcioniranje naših proizvoda, od proizvoda namijenjenih širokoj potrošnji do najsuvremenijih sredstava za vezu, svi dijelovi, elementi i uređaji prolaze faze rigoroznih ispitivanja i podešavanja. Stalna briga tvornice za poboljšanje kvaliteta garancija je za naše potrošače da će i u budućnosti biti zadovoljni našim proizvodima.



Detalj ispitivanja sklopova višekanalnih VF telefonskih uređaja

KVALITETA TO JE I NAŠA OBAVEZA PREMA NAŠIM KUPCIMA

elektrotehnika • telekomunikacije • automacija

U SASTAVU Z. P. ISKRA-KRANJ

ZAGREB, Božidarevićeva 13

GOD. 1970. (19) energija BROJ 9—10

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

ELEKTROENERGETSKO RJEŠENJE I PERSPEKTIVNA ELEKTRIČNA MREŽA 110 i 35 kV OTOKA SREDNJEG I JUŽNOG JADRANA

Božidar Budanko, Split

Električno opterećenje na otocima srednjeg i južnog Jadrana neobično brzo raste zbog naglog razvoja turizma, pa je trebalo razraditi i radikalno riješiti pitanje napajanja tog područja, što je izneseno u članku. Osim obrazloženog rješenja prikazane su i metode planiranja konzuma s posebnim osvrtom na turizam.

DK 621.31 : 621.316.1

1. Uvod

Opskrba električnom energijom otoka Brača, Šolte, Drvenika, Hvara, Visa, Korčule, Lastova, Mljeta, Šipana, Lopuda, Koločepa i p. o. Pelješca, vrši se putem distributivne mreže, tj. podmorskim kabelima 30—35 i 10 kV s kopnenog elektroenergetskog sistema. Međutim, netom je dovršena elektrifikacija (1956—1957) i nadoknađen konzum iz deficitarnog doba lokalnih centrala (1924—1956), pa se postojeća električna mreža pokazala tehnički nedovoljnom i pogonski nesigurnom. Stoga se radi prihvaćanja daljnjeg porasta konzuma i podizanja kvalitete opskrbe električnom energijom, pristupilo rješavanju osnovnih problema elektroenergetskog napajanja ovog otočnog arhipelaga.

Na temelju prirodnih i geografskih uvjeta, osnovnih koncepcijskih smjernica gospodarskog razvoja i urbanističkih planova, energetsko pogonskih pokazatelja i tehničko-ekonomskih proračuna, prikazano je elektroenergetsko rješenje i perspektivna električna mreža promatranog otočnog područja u obliku bitnih postavki, zaključaka i rezultata, proizišlih iz više vrlo opsežnih studijskih radova na ovoj složenoj problematici (1966—1969).

Kako se istovremeno u tom karakterističnom razdoblju javlja više urbanističkih planova, kao plod privredne reforme i općih nastojanja dugoročnih koncepcijskih planiranja gospodarskog razvoja na jednoj široj i kvalitetnijoj osnovi, svi ti planovi su imali utjecaja na studije, pa čak i djelomičnu realizaciju perspektivne otočne električne mreže. Zato su svi urbanistički planovi za internu upotrebu kritički razmotreni i ravnopravno uvršteni, kao najvjerodostojnija podloga za elektroenergetske razrade, pogotovo zato jer su zasnovani na istoj koncepciji, a razlikuju se samo kvantitativni podaci, čije ostvarenje je sada teško sagledati. Elektroenergetski normativi temelje se na mjerenju , anketama i dugogodišnjim praktičnim iskustvima i teoretskim interpretacijama. Detaljnije su razrađeni elektroenergetski normativi u turizmu, koji su po svom iznosu nešto skromniji, jer su bazirani na pretpostavci korištenja ostalih oblika energije, a vrijede za naponske nivoe 35 i 110 kV. Ovdje je primijenjena nova metoda određivanja ukupnog konzuma u turizmu, što počiva na logičnim kvalitativnim postavkama, koje bi međutim trebalo za širu primjenu praktički potvrditi i naučno ozakoniti. Daljnjom primjenom metode strukturne prognoze konzuma, dobivena je dugoročna prognoza u širokim granicama, pri čemu je definirana minimalna, srednja i maksimalna vrijednost. Dugoročna prognoza konzuma u prostoru i vremenu, tj. reljef konzuma daje pravu energetsku podlogu za planiranje perspektive električne mreže, koja je oblikovana u više logičnih varijanti. Primjenom komparativne metode iznalaženja optimalnog rješenja i selekcijom na tehničke, pogonske i ekonomske kriterije, usvojena je perspektivna električna mreža prema varijanti »C—D«.

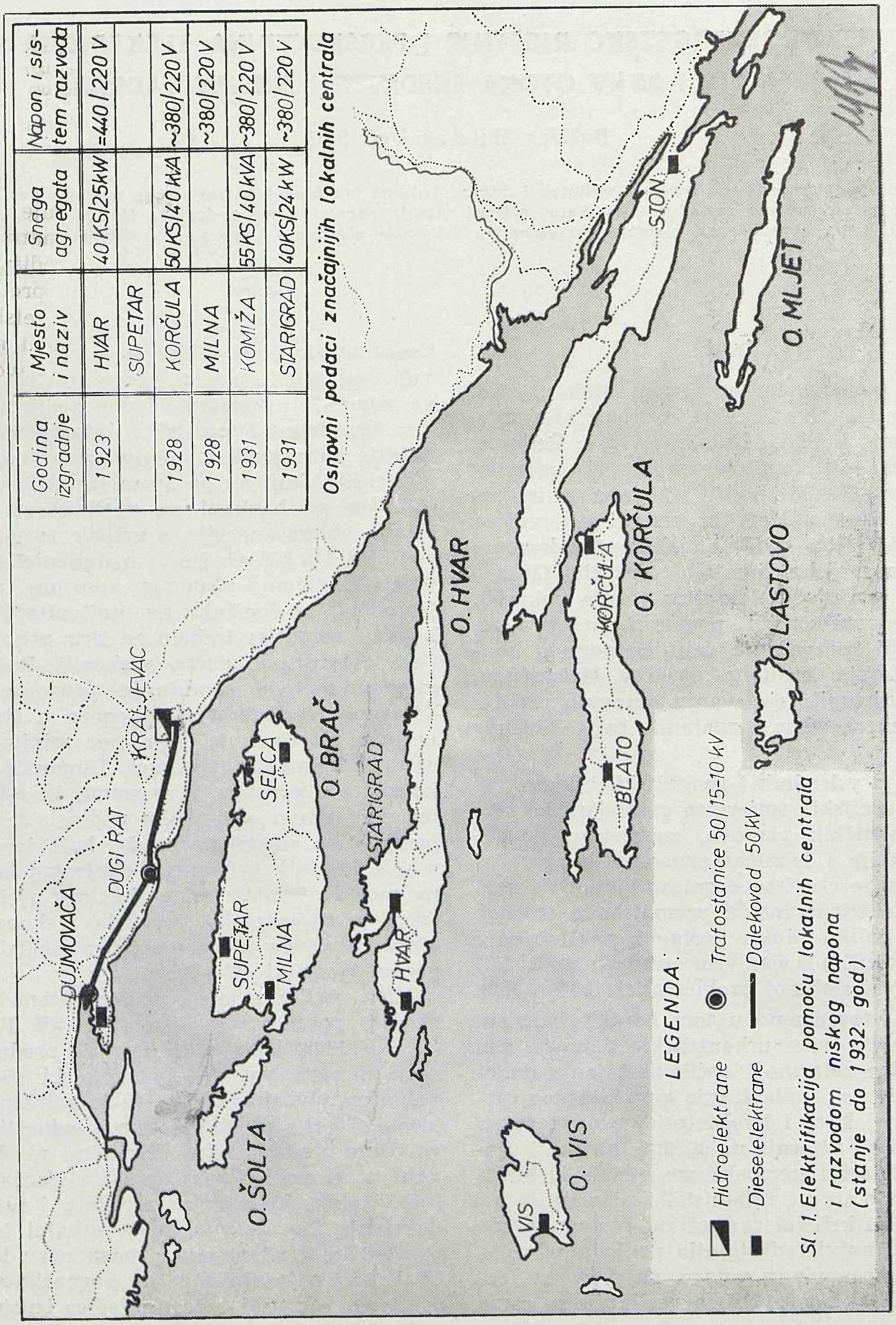
Ova varijanta je na vrijeme utemeljena polaganjem podmorskog kabela 110 kV Kopno-Brač (1. VII 1968) i posjeduje izrazite prednosti u odnosu na varijantu »B—D«, koja bi se u najpovoljnijem slučaju razvila, da je položen tada planirani 35 kV kabel. Glavne prednosti usvojene varijante perspektivne električne mreže ispoljavaju se u velikoj elastičnosti rješenja, dopuštajući sistematsku etapnu izgradnju i funkcionalno dovršenje i proširenje, te eventualni jednostavni preobražaj u suvremenu tronaponsku koncepciju. Svakako, najznačajnija je pogonsko-ekonomska prednost, kao uzajamna posljedica izuzimanja du-

gačkih složenih vodova 35 kV nižeg izolacionog nivoa, tj. izuzimanje skupocjenih podmorskih kabela 35 kV (investiciona ušteda 19,220.000 N. Din) u prilog proširenja pogonski pouzdanije mreže 110 kV.

Ovo rješenje perspektivne električne mreže, predstavlja temeljnu vrijednost za daljnje teoretske razrade (kratki spojevi, razdioba opterećenja, električna zaštita, daljinsko upravljanje itd.) i investiciono projektantske zahvate (programski i projektni zadaci, investicioni programi, idejni i glavni projekti). Zasnovano je na urbanističkoj i elektroenergetskoj viziji razvoja privrede i konzuma, čije razvojne puteve je teško tačno predvidjeti, jer vremenom podliježu raznim društveno-ekonomskim utjecajima. Zato ovu studiju treba svakih pet godina podvrći službenoj korekciji, i prije, ako to traži izuzetna situacija (bitne koncepcijske promjene urbanističkih planova, novo stečena energetska i pogonska iskustva, šira primjena suvremenih uređaja na planu izvedbe električne mreže itd.). Međutim, dok se ne izradi ko-

Osnovni podaci značajnijih lokalnih centrala

Godina izgradnje	Mjesto i naziv	Snaga agregata	Napon i sistem razvoda
1923	HVAR	40 KS/25kW	=440/220 V
	SUPETAR		
1928	KORČULA	50 KS/40 kVA	~380/220 V
1928	MILNA		~380/220 V
1931	KOMIŽA	55 KS/40 kVA	~380/220 V
1931	STARIGRAD	40KS/24 kW	~380/220 V



Sl. 1. Elektrifikacija pomoću lokalnih centrala i razvodom niskog napona (stanje do 1932. god.)

rekcija ili drugo rješenje perspektivne električne mreže, pridržavanje osnovnih načela i koncepcijskih odredbi ove studije, spada u dužnost investitora i stručnog osoblja koji je dalje razrađuje, izuzevši mikro rješenja proizašlih iz situacije na terenu (trase, raspleti i lokacije) i ekonomičnijih projektantskih saznanja, koja se u okviru ove studije ne mogu sagledati.

2. Postojeća električna mreža

2.1. DOSADAŠNJI RAZVOJ ELEKTRIFIKACIJE

Jadranski otoci u doba procvata trgovine između Dubrovnika i Venecije, na putu mnogobrojnim trgovačkim galijama i jedrenjacima, pružajući im u svojim lukama mirno utočište, doživljavaju zamjerni kulturni i ekonomski napredak. Ali razvojem parobrodarstva i otvaranjem sredozemlja, otoci se sve više zaobilaze, a parobrodi unose život u one jadranske luke, koje su povezane željezničkim putovima. Trgovina na otocima naglo opada, od davnine znamenita brodogradilišta za gradnju drvenih brodova gube na značaju, a potkraj XIX stoljeća filoksera pogađa vinovu lozu i odnosi posljednje nade poljoprivrednoj djelatnosti. U tako teškim trenucima tuđinska vlast ne pokazuje pobude za njihovo ekonomsko uzdizanje, pa jadranski otoci, geografski odvojeni od svog kopnenog zaleđa, proživljavaju tešku socijalnu i ekonomsku krizu, što dovodi do masovne emigracije stanovništva u prekomorske zemlje.

U to vrijeme elektrotehnika u svijetu počinje svoj put u širu praktičnu primjenu, i kao odraz tehničkog progresa i ekonomske moći najavljuje revolucionarni preobražaj električne energije u svjetlosnu, mehaničku, toplinsku i druge oblike energije, unoseći ujedno i novo mjerilo životnog standarda i gospodarskog razvoja, uopće.

Već u drugom desetljeću primijenjene elektrotehnike, neki naši razvijeniji jadranski gradovi, gotovo prvi u nas dobijaju električnu struju za javne potrebe (Zadar-1894, Šibenik-1895, i Dubrovnik-1900). Nakon izgradnje više malih hidroelektrana na Krki, puštena je u pogon 1913. godine hidroelektrana Gubavica (Kraljevac) na Cetini kod Zadvarja, tada najveća na Balkanu (32 MVA), koja »Žicovodom od 23 km. dava eneržiju Dugom Ratu«.[1] Dvostrukim vodom napona 50 kV prenosi se 12 MW za potrebe tvornice karbida u Dugom Ratu, gdje se nalazi transformacija 50/15 kV na dohvat Omišu, Splitu i Braču. Uprkos, tome, šire korištenje pičnje tek 1923. godine izgradnjom 15 kV voda Dugi Rat—Omiš, kada se »oko 510 kW dava Omišu i Zadvarju za rasvjetu i motornu snagu, kojom se tjeraju namještaji industrijske zajednice u Omišu i Ravnicama«,[1] dok se 1927. godine izgrađuje 50 kV vod Dugi Rat—Dujmovača, za širu elektrifikaciju Splita i uže okolice.

[1] Ing. A. Celegin: Vodne snage i njihova eksploatacija — »Dalmacija« — spomen knjiga izdana o kongresu udruženja Jugoslavenskih inžinjera — Split, 1923.

Lokalne centrale

Na otocima, međuvremeno dolazi do izgradnje malih Diesel centrala najprije za potrebe industrije, a dosta kasnije za javne potrebe. Najstarijom se smatra ona u Blatu na otoku Korčuli (1908), koja je bila namijenjena nekoj ilegalnoj tvornici alkohola, a zatim Diesel centrala u Selcima na otoku Braču za pogon industrije kamena. Dok je za javne potrebe prva lokalna centrala puštena u pogon uoči Nove 1924. godine, koja je rasvjetlila grad Hvar.[2] Agregat snage 40 KS/25 kW napajao je trovodnim sistemom istosmjerne struje (2×220 V) vanjsku rasvjetu, mjesnu ambulantu (rentgen), ledanu, neke hotelske pumpe, manji broj kućanstava i posebni priključak u hvarskoj luci za punjenje akumulatora za brodove i jahte, što svjedoči o ondašnjem jahting-turizmu. Zatim dolazi do elektrifikacije Supetra (nema točnih podataka), a 1928. godine se puštaju u pogon prve električne centrale za proizvodnju trofazne izmjenične struje (380/220 V) u Korčuli i Milni (Brač). Na temelju uzorne projektne dokumentacije (SSW) elektrificira se u toku 1930. godine Komiža na otoku Visu, gdje se kao suinvestitori uz »Općinsko upraviteljstvo« javlja tridesetak kućanstava zajmodavaca, koji će za uzvrat besplatno uživati električnu energiju do 1940. godine. Pored spomenutih kućanstava, električna centrala je napajala javnu rasvjetu (40 žarulja), ledanu i još neke pumpe, radeći od sumraka do 24 sata ljeti, odnosno do 22 sata zimi, kada bi tminu na obali preostali dio noći razbijale četiri žarulje napajane iz specijalnih akumulatorskih baterija od 24 V.

Navedene lokalne električne centrale u razdoblju do 1932. godine (Sl. 1) predstavljaju prve početke šire elektrifikacije ovih otoka, iako se u to vrijeme u razvijenijim područjima električna energija već poodavno afirmirala. Potrebe su u stalnom porastu, kako radi masovne elektrifikacije, tako i radi proširenja namjene (glačanje, kuhanje i grijanje).

»Daljinovodi«

Na otocima, u nedostatku izgradnje rentabilnijih termo ili hidroenergetskih izvora, elektrifikacija se razvija stihijski, izgradnjom malih lokalnih Diesel centrala neznatnih instaliranih snaga, iz kojih se električna energija razvodi niskonaponskim mrežama na ograničenom području jednog mjesta. Nadalje se ograničava njihov rad, zbog nedovoljnih kapaciteta (samo za rasvjetu), zbog visokih troškova proizvodnje (samo za određene sate) i najzad zbog vrlo čestih kvarova, koji prouzrokuju realne troškove održavanja i obnavljanja, što sve skupa upućuje na opću nerentabilnost.

U ovim prilikama, posebno kada elektrifikacija otoka nije prešla svoj prvi stadij razvitka i

[2] Anketa o razvoju elektrifikacije, sprovedena u 1969. godini na inicijativu autora, u kojoj su učestvovali: Ing. V. Barilar (Pelješac i Mljet), I. Perčić i N. Glavočić (Korčula i Lastovo), N. Novak i N. Marinković (VIS), Ing. J. Ušaj (Hvar), I. Stazić i P. Čerina (Brač i Šolta).

kada se suprotstavljaju nepremostive tehničko-ekonomske prepreke, javljaju se napredna stručna shvaćanja, plasirajući ideje o dugoročnoj planskoj elektrifikaciji, a odnose se na slijedeće koncepcijske prijedloge:[3]

— izgradnju suvremenijih i rentabilnijih lokakalnih centrala proizvodnog kapaciteta za potrebe cijelog otoka;

— povezivanje na kopnenu električnu mrežu, tj. na jeftine hidroelektrane putem podmorskog kabela.

Veliki značaj i dalekovidnost ovog prijedloga je spoznaja, da obje koncepcije posjeduju zajedničke elemente, a to su visokonaponski vodovi, koji omogućavaju izgradnju većih elektrana i spremni su za povezivanje s kopnenom električnom mrežom.

Kao plod takvih shvaćanja, dolazi 1932. do izgradnje prvog otočnog »daljinovoda« napona 3000 V od postojeće Diesel centrale u Milni do Bobovišća i prve otočne trafostanice za povišenje, odnosno sniženje napona (380/3000 V — 22 kVA). Međutim do prvog utemeljenja ove međukoncepcije, dolazi tek nakon višegodišnje javne polemike izgradnjom dalekovoda napona 15 kV (u pogonu s 3 kV) od Bobovišća do Sutivana, koji se sada napajaju iz jedinstvene Diesel centrale u Milni.[4] Ovaj vrijedni pothvat, više moralnog nego tehničkog značaja nosi u sebi pobjedu nad konzervativnim shvaćanjima i kompalizmom investitora u male Diesel centrale, koji su se nadali da će priključcima i nestručnim jeftinim održavanjem izvući profit.

Podmorski kabeli

U to vrijeme nastavljaju se opsežne pripreme za sprovođenje sistematske elektrifikacije i to na planu izgradnje otočne visokonaponske mreže i posebno priključenja na kopno podmorskim kabelom. U pitanju izvedbe električnih mreža i industrijske proizvodne opreme, nema više suštinskih tehničkih problema. Dobra pogonska iskustva o podmorskim kabelima do tada položenim u svijetu (npr. Švedska-Danska, 50 kV, 1924. god.) još više ohrabruju. Tako se još 1933. predlaže podmorski kabel kopno-Brač, napona 15 kV i presjeka 3×50 mm², za prijenos 3000 kVA, što se smatra dovoljnom snagom za otoke Brač i Hvar za dulje vremensko razdoblje.[5] Međutim, na putu k realizaciji ove zamisli, suprotstavljaju se nepremostive prepreke organizaciono-financijske prirode. Zato se 23. III 1938. osniva »Zadruga za elektrifikaciju otoka Brača, Hvara i Šolte« (ZBH), koja dvije godine kasnije jača udruživanjem sa »Banovinskim električnim poduzećem Hrvatske« (BEP). Posebnim ugovorom regulirana su prava i dužnosti, pa sada autonomna jedinica ZBH nastavlja elektrifikaciju otoka, dok se BEP ozbiljno prihvaća priključka na kopno za napajanje električnom energijom po jedinstvenim cijenama.[6] i [7] Udruženim snagama i sredstvima, napreduje izgradnja daljinovoda prema Postirama u susret podmorskom kabelu, koji se trebao polagati u ljetu 1941, do čega, nažalost, nije došlo zbog drugog svjetskog rata.[9] i [10]

U poslijeratnom razdoblju, u eri sveopće obnove, obnavljaju se porušene i izgrađuju nove električne mreže i male lokalne centrale. Elektrifikaciju izvodi ELPOH (Električno poduzeće Hrvatske u Zagrebu, odnosno podružnice u Splitu i Dubrovniku) od kojeg se 1946. godine odvajaju samostalna poduzeća »Elektrodalmacija« i »Elektrojug«, i posebno Kotarsko električno poduzeće »Iskra« na Braču, dok otok Vis elektrificira JNA. Tako ponovo počinje planska elektrifikacija otoka, a predratna ideja o priključenju podmorskim kabelom na kopno još više dolazi do izražaja, pogotovo u prilikama kada se na kopnu počima graditi elektroenergetski sistem srednje Dalmacije, koji će vodovima 110 i 30 kV povezivati sve obnovljene i novoizgrađene elektrane na Cetini i Krki. U međuvremenu na otocima je u porastu neracionalna izgradnja malih lokalnih centrala, ali se isto tako sistematski grade 10 kV vodovi, spremajući se time za priključak na kopneni elektroenergetski sistem u Dugom Ratu (Sl. 2). Za realizaciju ovog pothvata osniva se godine 1952. »Kotarski odbor za elektrifikaciju otoka Brača, koji djeluje uz već postojeće poduzeće »Iskra«. Odabran je podmorski kabel napona 30 kV i presjeka 3×50 mm² (SSW). Uz to su rješeni svi problemi tehničke naravi, dok pitanje investicija i dalje ostaje otvoreno.[8] Prikupljanje novčanih sredstava vrši se na sve strane i načine, pri čemu su vrijednu pomoć, posebno u devizama pružili mnogobrojni iseljenici. Zahvaljujući ovoj uspjeloj akciji, 30. XII 1954. stigao je holandskim brodom EOS dugo očekivani podmorski kabel, koji se radi

---

[3] Ing. Petar Jutronić i Ing. Nebodar Jutronić, još kao studenti elektrotehničkih nauka u Pragu budno prate razvoj elektrifikacije Dalmacije, posebno rodnog Brača. Od 1924. godine zanose se idejom elektrifikacije otoka priključenjem na hidroelektranu Kraljevac tj. podmorskim kabelom preko trafostanice u Dugom Ratu. Kao mladi inženjeri, radeći u Škodinim zavodima u Pragu, u neprekidnom kontaktu sa suvremenim tehničkim dostignućima, rade na postepenom oživotvorenju svojih ideja. Svjesni tehničkih i ekonomskih poteškoća, posebno izraženim u začetku elektrifikacije, kada je električna energija bila još luksuz, podjeljuju međusobno uloge svojeg djelovanja. Ing. Petar Jutronić, vičan pisanju, upušta se sa svojim mnogobrojnim stručno popularnim člancima u javnu polemiku. Iznosi ideju sistematske i planske elektrifikacije, suprostavljajući se oštro neracionalnoj izgradnji mnogobrojnih malih lokalnih centara i propagira na jednostavan način značaj i ulogu električne energije. Ing. Nebodar Jutrenović kao profesor tehničke škole u Splitu, upušta se u praktično rješavanje organizacione, tehničke i ekonomske prirode, a kasnije kao tajnik ZBH direktno rukovodi izgradnjom otočne električne mreže. I najzad, nakon puna tri desetljeća, ispunjena tehničkim podvizima, mnogim poteškoćama objektivnog i subjektivnog karaktera, doživljavaju konačni trijumf, kada je dne 8. IV 1956. godine pušten u pogon podmorski kabel, kada se u trafostanici upalila crvena lampica, što ih je za sva vremena nagradilo za njihov veliki, dugogodišnji i strpljivi rad.

[4] Ing. P. Jutronić — Pitanje elektrifikacije otoka Brača (Prenošenjem energije na daljinu) — pismo iz Praga — »Novo doba« — br. 289 — Split, 1932.

[5] Ing. P. Jutronić — Elektrifikacija otoka Brača i Hvara — Pismo iz Praga — »Novo doba« br. 17 — Split, 1933.

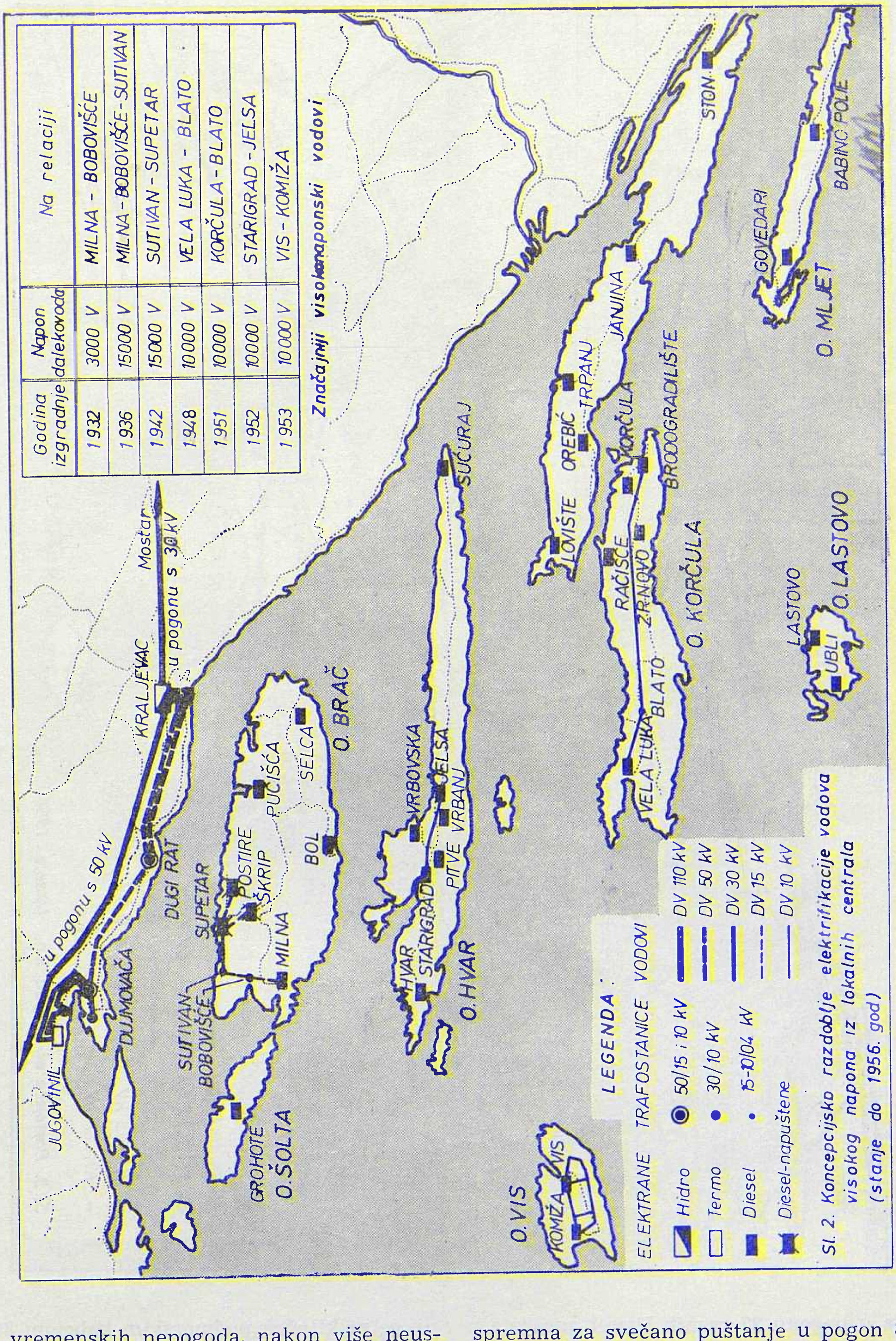
[6] Ing. P. Jutronić — Elektrifikacija središnjih otoka — »Glasnik primorske banovine« br. 12 — Split, 1938.

[7] Ing. P. Jutronić — Elektrifikacija središnjih otoka — Brača, Hvara, Visa i Šolte — »Jadranski LLoyd« br. 1 — Split 1940.

[8] Ing. P. i N. Jutronić — Elektrifikacija srednjodalmatinskih otoka — Tehničko investicioni program, štampana publikacija u svrhu popularizacije za prikupljanje novčanih sredstava — Split, 1952.

[9] Ing. P. Jutronić — Elektrifikacija otoka Brača i srednjodalmatinskih otoka — »Brački zbornik« br. 2 — Split, 1954.

Godina izgradnje	Napon dalekovoda	Na relaciji
1932	3000 V	MILNA - BOBOVIŠĆE
1936	15000 V	MILNA - BOBOVIŠĆE - SUTIVAN
1942	15000 V	SUTIVAN - SUPETAR
1948	10000 V	VELA LUKA - BLATO
1951	10000 V	KORČULA - BLATO
1952	10000 V	STARIGRAD - JELSA
1953	10000 V	VIS - KOMIŽA



Sl. 2. Koncepcijsko razdoblje elektrifikacije vodova visokog napona iz lokalnih centrala (stanje do 1956. god.)

izuzetnih vremenskih nepogoda, nakon više neuspjelih pokušaja položio tek 6. I 1955. godine.[10, 11 i 12] Nakon toga ubrzano se radi na dovršenju prve otočne trafostanice 30/10 kV u Postirama, koja je spremna za svečano puštanje u pogon 8. IV 1956. godine. Tako je pušten u rad naš podmorski kabel 30 kV kojim je protekla mnogo jeftinija električna energija iz jedinstvenog kopnenog elektroenergetskog sistema na putu ka konačnoj elektrifikaciji otoka, nagovještavajući brzi kraj nerentabilnim lokalnim centralama. (Na otoku Braču

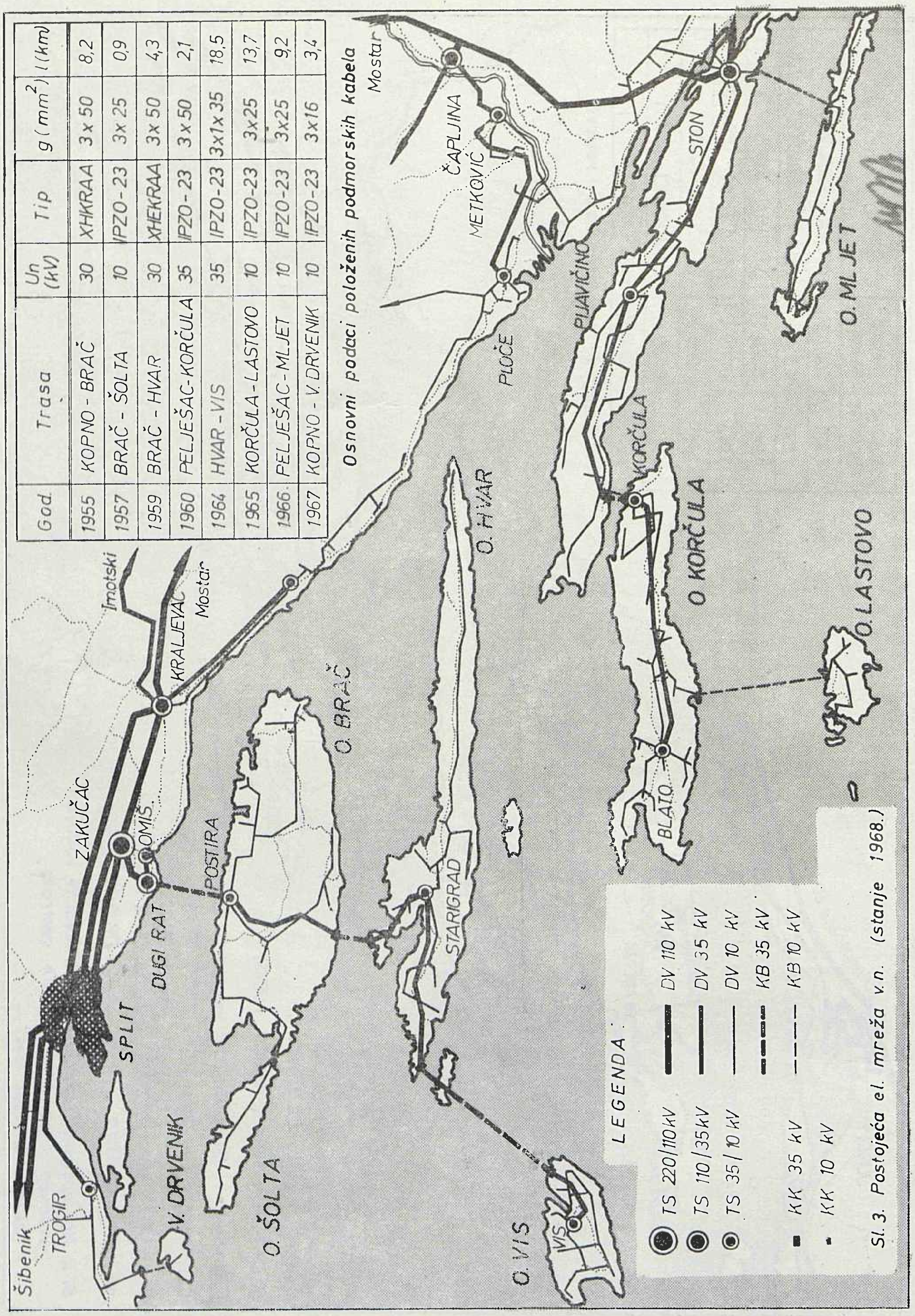
[10] Ponude za podmorski kabel su zatražene od više firmi svjetskog glasa, međutim, zahvaljujući neobičnoj poslovnosti tadašnjeg predstavnika SSW Vladimira Budanka, isposlovana je u veljači 1938. god. ponuda za podmorski kabel 15 kV $3 \times 35\ mm^2$ u jednom komadu, koju je kasnije prihvatio i investitor (BEP).

[11] Ing. N. Jutronić — Zapisnik, prigodom polaganja podmorskog kabela 30 kV na trasi Dugi Rat — Postira — »Bračkizbornik« br. 3 — Split, 1957.

[12] Ing. P. Jutronić — Referat o razvitku elektrifikacije otoka Brača (prigodom svečanog puštanja u pogon podmorskog kabela u Postirama 8. travnja 1956), — »Bračkizbornik« br. 3 — Split, 1957.

God.	Trasa	Un (kV)	Tip	g (mm^2)	l (km)
1955	KOPNO - BRAČ	30	XHKRAA	3 x 50	8,2
1957	BRAČ - ŠOLTA	10	IPZO-23	3x 25	0,9
1959	BRAČ - HVAR	30	XHEKRAA	3x 50	4,3
1960	PELJEŠAC-KORČULA	35	IPZO-23	3 x 50	2,1
1964	HVAR - VIS	35	IPZO-23	3x1x 35	18,5
1965	KORČULA-LASTOVO	10	IPZO-23	3x25	13,7
1966	PELJEŠAC-MLJET	10	IPZO-23	3x25	9,2
1967	KOPNO - V. DRVENIK	10	IPZO-23	3x16	3,4

Osnovni podaci položenih podmorskih kabela



Sl. 3. Postojeća el. mreža v.n. (stanje 1968.)

bilo je tada u pogonu 37 raznih Diesel agregata s ukupno instaliranom snagom od 680 kW.)[8]

Tako je udaren temelj novom koncepcijskom razdoblju priključivanja jadranskih otoka na kopneni elektroenergetski sistem putem podmorskih kabela. Nakon otoka Brača slijedi priključenje otoka Hvara potkraj 1959. godine, također podmorskim kabelom 30 kV. U idućem dvogodišnjem razdoblju, izgradnjom provizorne trafostanice 110/35 kV Ston, elektrificira se Pelješac i Korčula puštanjem u pogon 35 kV voda Ston—Blato. Posljednji je priključen podmorskim kabelom 30 kV otok Vis 19. XI 1964, a postojeća Diesel centrala 3×400 kVA ostaje kao rezerva. Manji gravitirajući otoci se priključuju na susjednu otočnu ili obalnu mrežu podmorskim kabelima 10 kV (Sl. 3).

U ovom razdoblju došlo je u cijelosti do elektrifikacije otoka srednjeg i južnog Jadrana (lit. 2), položeno je preko 60 km podmorskog kabela 35 i 10 kV, izgrađeno je na hiljade km vodova 30 (35), 10 i 0,4 kV, preko 250 trafostanica 10/0,4 kV, od toga osam trafostanica 30 (35)/10 kV, dok su zau-

vijek nestale mnogobrojne lokalne centrale i s njima najraznovrsnije izvedbe Diesel motora (Deutz, Škoda, Benz, Elin, Ganz, Ansaldo itd.), kao i briga o učestalim kvarovima i remontima, nabavi i transportu skupocjenog goriva (nafta, plin, mazut, petrolej i sl.).

2.2. OPIS I ANALIZA POSTOJEĆE VISOKONAPONSKE MREŽE

Otočna distributivna mreža 30—35 kV obuhvaća podzemne kabele, nadzemne vodove, trafostanice 30/10 odnosno 35/10 kV i odgovarajuće kabelske kućice (sl. 3). Podmorski kabeli su uglavnom trožilne izvedbe, s bakrenim vodićima presjeka $3 \times 50\ mm^2$, osim Viškog kabela jednožilne izvedbe $3 \times 1 \times 35\ mm^2$. Nadzemni vodovi su izvedeni na željezno rešetkastim i betonskim stupovima tipa »Jula« s bakrenim i alučeličnim vodičima presjeka 50, 70, 95 i $120\ mm^2$, a opremljeni su zaštitnim užetom Fe $35\ mm^2$. Trafostanice su unutarnje izvedbe za ručnu komandu s transformatorima za vanjsku montažu, od kojih je većina predviđena za dvije jedinice (2×4 MVA), osim trafostanica Vis, Blato i Pijavičino (1×4 MVA). Kabelske kućice su izvedene na mjestu spajanja kabela i nadzemnog voda, a opremljene su katodnim odvodnicima i rastavljačima s noževima za uzemljenje.

Promatrana distributivna mreža je radijalne koncepcije i čini sa stanovišta elektroenergetskog napajanja dvije zasebne galvanske cjeline i to:

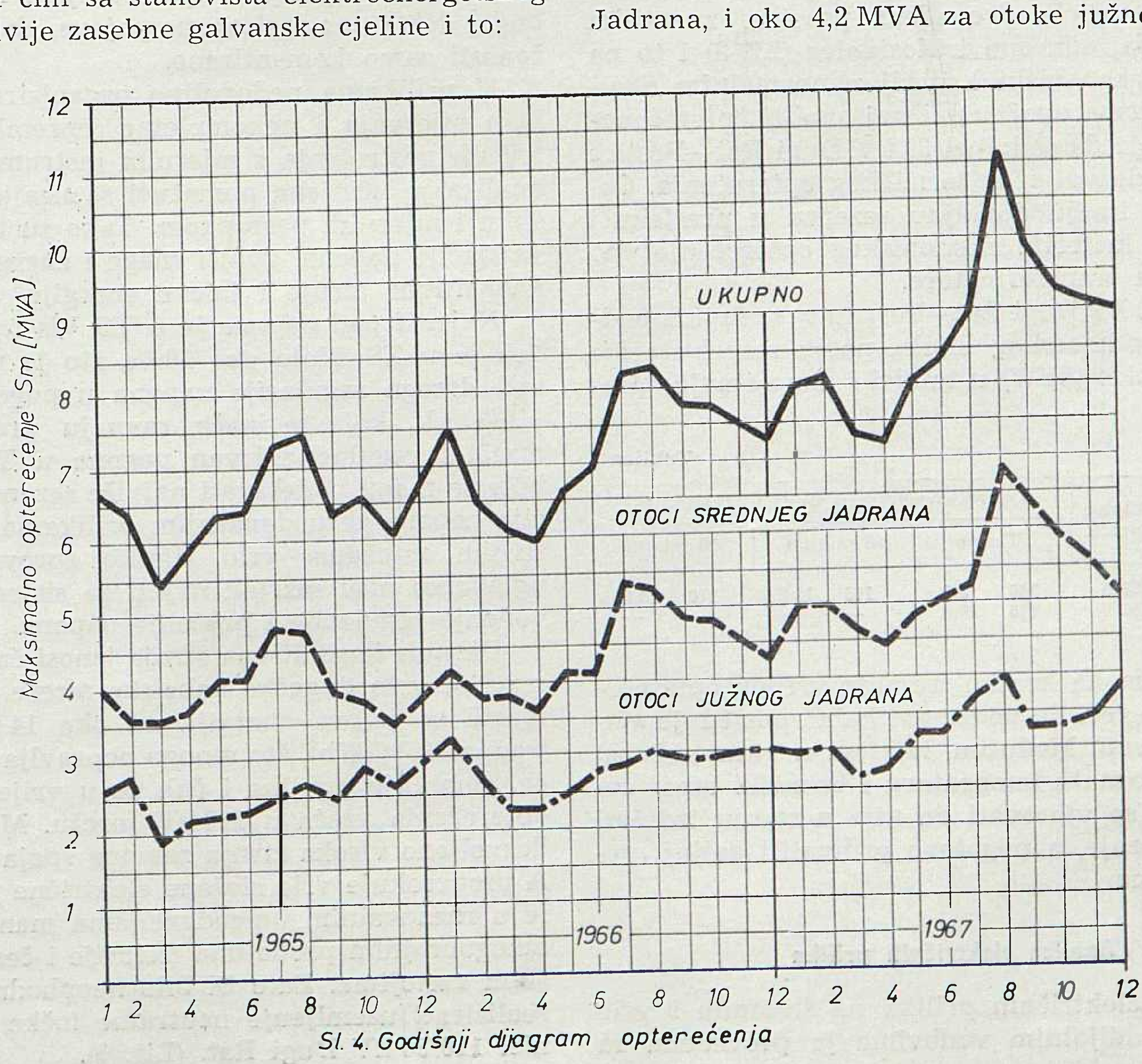
30 kV mreža otoka srednjeg Jadrana, spojena je na kopneni elektroenergetski sistem TS 110/30 kV Dugi Rat, tj. preko DV 110 kV u HE Zakučac. Sastoji se iz složenog radijalnog voda 30 kV, koji povezuje otoke Brač, Hvar i Vis s ukupnom duljinom od 75,1 km;

— 35 kV mreža otoka južnog Jadrana, napaja se iz TS 110/35 kV Ston, koja je priključena na DV 110 kV Mostar—Dubrovnik, tj. u HE Jablanica. Duž Pelješca i Korčule izgrađen je nadzemni vod 35 kV, koji je preko Pelješkog kanala spojen podmorskim kabelom (Ston—Blato: 83,1 km).

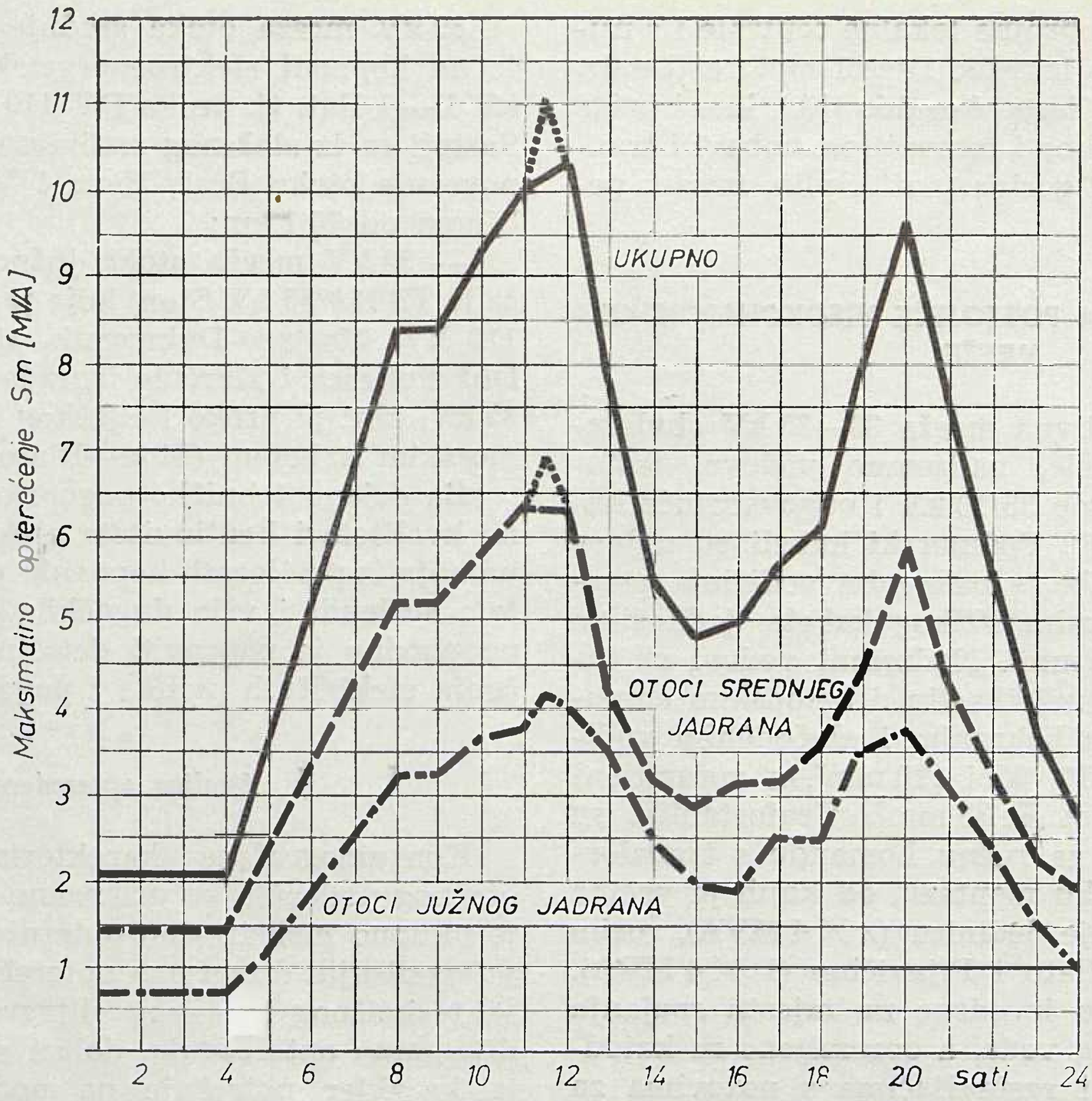
Za ocjenu tehničko-pogonskog stanja, a posebno kvaliteta i kontinuiteta elektroenergetskog napajanja iz perifernih kopnenih pojnih čvorova, putem složenih i vrlo dugačkih 30 i 35 kV vodova, neophodno je napraviti detaljnije analize opterećenja električnih prilika i pogonske sigurnosti.

Analiza opterećenosti

Konzumografske karakteristike promatranog otočnog područja su prikazane na slici 4 i 5, gdje je ukupno maksimalno opterećenje dano u obliku višegodišnjih dijagrama opterećenja, i posebno karakterističnog dnevnog dijagrama. Promatrajući dijagrame opterećenja, dolazi se do zaključka, da je karakter potrošnje na području obih grupa otoka gotovo isti. Godišnje maksimalno opterećenje nastupa ljeti, polovinom kolovoza između 11 i 12 sati, i iznosi oko 7,0 MVA za otoke srednjeg Jadrana, i oko 4,2 MVA za otoke južnog Jadrana.



Sl. 4. Godišnji dijagram opterećenja



Sl. 5. Dnevni dijagram opterećenja (16. VIII 1967)

Kontrola opterećenja je za pojedine elemente promatrane mreže provedena posebno za svaku dionicu voda, odnosno trafostanice (Lit-9) i to na tehnički i ekonomski kriterij u normalnim okolnostima. Prema ovoj približnoj analizi opterećenosti, uočeno je da je kabel 30 kV Dugi Rat—Postire na granici dozvoljenog termičkog opterećenja. Ostali vodovi imaju dovoljnu rezervu u presjeku i rade ispod kriterija ekonomskog opterećenja, što vrijedi i za transformatore.

Kabel 30 kV Dugi Rat—Postira se sastoji iz podzemnog i podmorskog dijela, pa je respektirajući ateste tvornice (SSW) u tablici i dano stanje opterećenosti.

Tablica 1

KB 30 KB 3×50 Cu	Maksim. opterec.	Dozvoljeno opterećenje (A) i rezerva %					
		Trajno		60 minuta		30 minuta	
Podzemni	135 A	140	3,5	155	12,9	170	20,6
Podmorski	135 V	175	29,6	—	—	—	—

S obzirom na kratko trajanje vršnog opterećenja može se reći da podzemni kabel posjeduje stanovitu rezervu. Međutim, imajući u vidu trošnost kabela, nepoznatu tempraturu i termički otpor zemlje, može se vjerovati da nije u stanju izdržati ovo opterećenje, a pogotovo prihvatiti daljnji porast konzuma.

Analiza električnih prilika

Analiza električnih prilika na složenim i vrlo dugačkim radijalnim vodovima je provedena za stacionarni pogon pod opterećenjem i u praznom hodu, dok su nestacionarne pojave, zbog svoje složenosti samo komentirane.

U prilikama nedovoljno organiziranih pogonskih mjerenja i nekompletno opremljenih električnih postrojenja s mjernim instrumentima, ova analiza je učinjena pomažući se uzajamno računskim i mjernim postupkom. Tako su ustanovljene varijacije napona, gubici snage i energije, te iznos kapacitivne struje i jalove energije.

Najveći pad napona je u TS Vis i iznosi 12 %, dok je u TS Blato oko 10 %, što je međutim izvan dosega regulacije napona u pogonu kod TS 110/30 kV, koje se inače ravnaju prema 110 kV mreži i regulacije izvan pogona u TS 30/10 kV, koje se mogu podešavati najviše sezonski. Regulacija napona se u današnjim prilikama u distributivnim mrežama vrlo rijetko sprovodi, jer još uglavnom nisu sazrjeli uvjeti za sistematsko provođenje regulacije i praćenje napona.

Ukupna kapacitivna struja iznosi čak 37 A, kao rezultat vrlo dugačke kabelske mreže. Dakle proizvodi se jalova energija od oko 14 GVAar/god. (radna 39,3 GWh), što mnogo popravlja faktor snage, smanjuje gubitke i čak se u vrijeme manjeg opterećenja vraća u 110 kV mrežu. Međutim, nedozvoljeno visoka struja zemnog spoja od oko 110 A prouzrokuje vrlo složene električne pojave koje se u raznovalnim inpendancijama manifestiraju u mnogobrojnim probojima izolacije i čestim pogonskim zastojima. Zato bi bilo neophodno što prije realizirati uzemljenje neutralne točke u trafostanici 110/30 kV Dugi Rat. (Lit. 6).

Analiza pogonske sigurnosti

Analiza pogonske sigurnosti je promatrana posebno za kvarove i prekide, s obzirom na mogućnosti rezervnog napajanja, i u pitanju pogonskih manipulacija i održavanja.

Kvarovi i prekidi pogona su vrlo česti, kao posljedica kvarova, a manjim dijelom planiranih prekida radi rekonstrukcije i revizije vodova i postrojenja. Iz raspoložive pogonske statistike (Tab. 2), evidentna je česta podložnost kvarovima. Trajni kvarovi su brojčano znatno manji i u odnosu na prolazne stoje u omjeru 1 : 4, ali su zato, posebno na kabelskim postrojenjima, ponekad katastrofalne (Lit. — 15 i 16).

Trajni i prolazni kvarovi

Tablica 2

Eleektrična mreža 30—35 kV ra području otoka	Trajni kvarovi		Tra-janje	Prolazni kvarovi	
	Razdoblje	Broj		Razdoblje	Broj
Srednjeg Jadrana	1965/66/67	41	520,4	1957-1965	124
Južnog Jadrana	1965/66/67	71	484,5	1965-1967	204
Ukupno:	1965/66/67	112	1004,9	—	—

Prolazni kvarovi su s trajanjem do 10 minuta, a to je vrijeme potrebno za uspostavljanje telekomunikacionih veza i ponovne ručne manipulacije, a u tablici je iznesen samo manji dio prolaznih kvarova tj. samo registriranih u TS Dugi Rat i Ston.

Analizirajući detaljnije pogonsku statistiku (lit 9, 10, 11, 16), uzroke kvarova uglavnom se može svrstati u:

— klimatsko geografske uvjete, kao što su atmosfera pražnjenja, posolica, vjetar, temperatura i sl.;

— tehničke uzroke, kao što su potdimenzioniranost, nedovoljna koordinacija izolacije, nepropisna uzemljenja, neefikasna zaštita itd.

Električne pojave se u nestacionarnom pogonu obično uzajamno manifestiraju kao uzrok i posljenica nastanka kvara, npr.

— vanjski prenaponi, uslijed direktnih udara groma ili povratnih preskoka, prouzrokuju najčešće proboj izolacije;

— unutarnji prenaponi industrijske frekvencije, kao posljedica kapacitivnih struja velikih iznosa (110 A), obično prouzrokuje znatnija razaranja izolacije i oštećivanje električnih uređaja;

— kratki i zemni spojevi kao posjedice električnih proboja i vanjskih fizičkih utjecaja, termički naprežu vodiče i izolaciju.

Promatrana visokonaponska distributivna mreža je isključivo radijalne izvedbe (30 i 10 kV), bez mogućnosti dvostranog ili dvostrukog napajanja, dok su transformatori u trafostanicama najčešće unikati. Prema uobičajenim uzancama, svaki potrošač preko 2 MVA, bi trebao imati potpunu rezervu, pa s tog stanovišta ova električna mreža ne zadovoljava kriterij pogonske rezerve. Osim toga manipulativnost i elastičnost pogona, kao i tehnička opremljenost električne mreže je na relativno niskoj razini. Slična je također situacija s održavanjem električne mreže, koja je naročito otežana u prilikama loših saobraćajnica i telekomunikacionih veza, kao i donekle nepotpune organizacije i nedovoljne mehanizacije radnih ekipa.

Pogonsko-tehnička ocjena stanja postojeće i smjernice za izgradnju perspektivne električne mreže

Distributivna visokonaponska radijalna mreža otočnog područja je u svakom pogledu specifična i vrlo složena. Neočekivano nagli porast konzuma je prerastao njene tehničke sposobnosti, a radi znatnih atmosferskih utjecaja, kapacitivnih struja velikog iznosa, nedovoljne tehničke opremljenosti, i uopće složenosti električnih pojava, dolazi do čestih pogonskih zastoja i energetskih poteškoća.

Rezimirajući iscrpnu analizu postojeće električne mreže (Lit. 9—16), može se zaključiti da u sadašnjim prilikama ne zadovoljava, jer je:

— podmorski kabel 30 kV kopno—Brač na granici dozvoljenog opterećenja, ako ne i preopterećen s obzirom na njegovu životnu dob i ostale okolnosti;

— distribucija električne energije putem vrlo dugačkih 30—35 kV vodova iz perifernih kopnenih čvorova TS 110/35—30 kV radi velikih gubitaka je na granici rentabilne eksploatacije;

— pogonska sigurnost i tehnička opremljenost inače specifične električne mreže je na vrlo niskoj razini pa su radi toga česti zastoji u opskrbi električnom energijom.

Ako se izuzme pionirski razvoj elektrifikacije u razdoblju do priključenja na kopneni elektroenergetski sistem, ostaje da se najveći dio električne mreže izgradio u posljednjem desetljeću. Dakle, netom je dovršena elektrifikacija srednjeg i južnog Jadrana, a u relativno kratkom vremenu postojeća distributivna mreža se pokazala tehnički nedovoljnom i pogonski nesigurnom jer se projektirala i gradila u uvjetima:

— oskudnih investicionih sredstava na inače vrlo rasprostranjenom i rijetko naseljenom otočnom području;

— malih opterećenja i neizvjesnosti razvoja konzuma kao posljedice nedostatka valjanih elektroenergetskih podloga i urbanističkih planova;

— pomanjkanja studijskih i osnovnih rješenja na planu sistematskog razvoja perspektivnih električnih mreža, kao temelja za projektiranje, izbor opreme i racionalnu, etapnu izgradnju.

Podizanje energetsko tehničke sposobnosti 30—35 kV mreže na srednjodalmatinskim otocima radi prihvaćanja daljnjeg porasta opterećenja i poboljšanja isporuke električne energije, i efikasnog uklapanja postojeće u perspektivnu električnu mrežu, može se postići:

— poboljšanjem koordinacije izolacije, ugradnjom suvremenih zaštitnih uređaja, uspostavljanjem pouzdanih telekomunikacionih veza i dovoljnom mehanizacijom radnih ekipa za održavanje električnih mreža;

— razdvajanjem 30—35 kV mreže na manje galvanske cjeline, izgradnjom dobro lociranih pojnih čvorova TS 110/35 kV i povećanjem pogonske sigurnosti u smislu dvostrukog napajanja, čime bi se svele pogonske smetnje i zastoji na najnižu mjeru.

Radi sanacije elektroenergetskog napajanja srednjodalmatinskih otoka, dana je inicijativa za sistematsko podizanje pogonske sposobnosti postojeće električne mreže i to na planu ugradnje suvremenije električne zaštite i koordinacije izolacije (Lit. 8). Tako se u toku 1966. godine ugradio u TS Postira suvremeni uređaj za automatsko ponovno uklapanje, koji je dao izvanredne rezultate. U jednogodišnjem razdoblju registrirana su 152 djelovanja od kojih je bilo i 130 uspješnih, a ostala 22 su bila, vjerojatno, trajni kvarovi. U pogledu poboljšanja izolacije, podignut je izolacioni nivo (tri članka u lancu izolatora) i montirani su zaštitni rogovi na atmosferski ugroženom nadzemnom vodu 30 kV preko Vidove gore na otoku Braču, našto su se trajni kvarovi smanjili za oko 10 puta. Ovi vrijedni zahvati su dali vrlo dobre rezultate, pa se vrše slične pripreme i na otocima južnog Jadrana.

O pitanju opterećenosti podmorskog kabela kopno—Brač i prihvaćanja daljnjeg porasta konzuma, vršene su pripreme na tehničko investicionoj dokumentaciji za polaganje drugog podmorskog kabela 35 kV. Međutim, nazirući prekretnicu u budućem gospodarsko-energetskom razvoju promatranog otočnog arhipelaga, kao jedinstvene cjeline, nakon dvogodišnje stručne polemike, zahvaljujući naprednim stručnim shvaćanjima, prihvaćena je koncepcija 110 kV napajanja promatranih otoka.[13]

[13] Početkom 1966. god. dobio sam zadatak da izradim tehničko-investicionu dokumentaciju za polaganje drugog podmorskog kabela 35 kV kopno—Brač. Poznavajući tehničko-pogonske probleme napajanja ovih rasprostranjenih otoka nametnula mi se ideja elektroenergetskog rješenja otoka srednjeg i južnog Jadrana pomoću otočne 110 kV-ne mreže, kao jedinog ispravnog tehničko-ekonomskog rješenja. Sve konciziji i opsežniji tehničko-ekonomski proračuni išli su u prilog ovoj 110 kV koncepciji, koja je u početku ocijenjena kao neprihvatljiva. Međutim, detaljno obrazlagana i uvijek računski argumentirana, na mnogobrojnim sastancima naširoko polemizirana, dobija sve više pristaša. Najveći suradnici ove ideje su bili svakako, nove smjernice privredne reforme i tadašnje težnje za dugoročnim i sistematskim planiranjem gospodarskog razvoja, kao i opsežne pripreme za izradu urbanističkih planova kvalitetnijeg i kompleksnijeg sadržaja. U prilog ove ideje, nažalost ide, teška energetska situacija, koja bi se još više potencirala kada bi se prihvatilo dubliranje 30 kV vodova, kao i revolt potrošača, koji su se najvećim dijelom za kuhanje i grijanje orijentirali na druge oblike energije (plin i teška goriva), dok se neki veći potrošači odlučuju na izgradnju vlastitih Diesel centrala (Jugoplastika i hotel Helios u Starigradu, hotelsko poduzeće u Hvaru i brodogradilište u Korčuli). Svakako iznad svega navedenog, stoje napredna stručna shvaćanja, koja su nadjačala konzervativne snage i dala ovoj 110 kV koncepciji pečat radikalnog rješenja (Lit-4). Tako je na osnovu opsežnih studijskih radova i mnogih diskusija konačno prihvaćena ideja elektroenergetskog napajanja otoka srednjeg i južnog Jadrana otočnom mrežom 110 kV. Elektrodalmacija odustaje od narudžbe podmorskog kabela 35 kV, $3 \times 1 \times 70$ mm² (FKS), oročavajući dio sredstava Elektroprenosu, koji dne 1. VIII 1968. god. polaže naš prvi podmorski uljni kabel 110 kV, 3×95 mm² švedske proizvodnje, s puštanjem u 30 kV pogon nešto kasnije.

3. Prirodni uvjeti i gospodarsko-energetske mogućnosti razvoja

3.1. URBANISTIČKE PODLOGE

Naše jadransko područje s veoma razvedenom obalom i arhipelagom od preko tisuću otoka, geografski pogodno smješteno ima neslućene mogućnosti gospodarskog razvoja, i to na planu:

— turističke privrede u svjetskim razmjerima, bazirane na izuzetnim prirodnim ljepotama i ostalim pogodnostima;

— brodogradnje i razvoja trgovačke flote, kao tradicionalne grane;

— poljoprivrede, ribarstva i prehrambeno-prerađivačke industrije, osobito potencirane potrebama turizma;

— iskorištavanja energetskih izvora, tj. hidroenergije bogatog sliva jadranskih rijeka i bogatih nalazišta nafte i plina;

— industrijalizacije obale domaćom i jeftino uvezenom rudom (tvornice cementa i aluminija, i željezare).

Sve navedene privredne grane organski vezane u tzv. »Jadransku koncepciju«, daju poseban pečat ovom maritimnom području, u kojem jadranski otoci dobijaju naročito mnogo na planu općeg razvoja. Čvrsto društveno i ekonomski povezani sa svojim kopnenim zaleđem, izuzetno privlačni za odmor i rekreaciju u eri općeg fenomena kretanja turističkih masa, nalaze se gotovo nakon dva stoljeća ponovo na pragu novog gospodarskog procvata.

U sadašnjoj razvojnoj fazi posebno se ističu otoci srednjeg i južnog Jadrana. Izvanredne prirodne ljepote, mnogobrojne pogodne plaže, blaga mediteranska klima i ostale pogodnosti, predstavljaju izuzetni prirodni sadržaj za razvoj masovnog i kvalitetnog komercijalnog turizma. Privredna nerazvijenost ovog otočnog arhipelaga s jedne, i tako divne komparativne prednosti s druge strane, pokrenule su česte rasprave na lokalnom, republičkom i saveznom nivou. Uslijedili su mnogobrojni ekonomski i urbanistički zahvati ovog prirodnog potencijala, sa zadatkom da se smišljeno i organizirano pristupi optimalnom dugoročnom razvoju turizma i ostalih pratećih djelatnosti. Tako se na području otoka srednjeg i južnog Jadrana u relativno kratkom vremenu (1966—69) javlja više urbanističkih planova, a to su: Lokalni planovi, Odluka koja zamjenjuje regionalni prostorni plan i Regionalni plan južnog Jadrana, i mnogobrojni generalni i detaljni urbanistički planovi.

Svi ovi planovi se odnose na vremensko razdoblje do oko 1990. a temelje se gotovo na istim koncepcijama gospodarskog razvoja, tj. osnovna razvojna grana je turizam, industrija je potisnuta u realne granice, dok se za poljoprivredu i ribarstvo predviđa intenzivniji razvoj. S gledišta urbanističkog rješavanja ove kompleksne problematike, i to posebno studioznog proučavanja migracionih procesa, razvoja tercijarnih djelatnosti i rješavanja infrastrukture, ovi planovi se kvalitativno i kvantitativno razlikuju (tab. 3):

Broj stanovnika i turističkih kapaciteta prema raznim urbanističkim planovima Tablica 3

Naziv plana	Otoci srednjeg Jadrana		Otoci južnog Jadrana		Ukupno	
	Broj stanovnika	Broj turista	Broj stanovnika	Broj turista	Broj stanovnika	Broj turista
Post. stanje*	37135	15500	33115	12000	70250	25500
Lokalni**	37135	72536	33115	60000	70250	132536
Odluka	59810	162430	47535	115687	107345	287117
Regionalni	69200	159100	49000	112917	118200	282017
Generalni	74936	143502	56850	118087	181774	261589
Prosjek	60270	134392	46635	104172	106895	238564

* Broj stanovnika prema popisu 1961., a ukupni smještajni kapaciteti turista su orijentacioni za 1967.
** Turistički kapaciteti su evidentirani samo za otoke srednjeg Jadrana, dok su za otoke južnog Jadrana procijenjeni

Lokalni planovi

Lokalni planovi izrađeni su u toku 1965. na inicijativu lokalnih vlasti u suradnji s urbanističkim institucijama, a temelje se na slijedeećim postavkama:

— stanovništvo u daljnjoj stagnaciji, tj. da se suzbije opadanje stanovništva s tim, da prirodni porast još uvijek emigrira;
— turistička djelatnost preuzima vodeću privrednu ulogu, ali se ne sagledava rješenje potpunog korištenja turističkog potencijala;
— industrija se zapostavlja u odnosu na opću eru industrijalizacije, međutim predviđaju se manja proširenja i rekonstrukcija postojećih pogona na planu intezifikacije proizvodnje;
— infrastruktura se svodi na neka rješavanja lokalnog značaja, međutim definitivno rješenje je zajednički problem cijele regije.

Ovi skromni planovi nastali u lokalnim prilikama, tada ocijenjeni kao presmjeli, predstavljaju izvornu prekretnicu na planu kompleksnog urbanističkog rješavanja. Osim toga su bili od presudnog utjecaja na ispravno elektroenergetsko rješenje otoka srednjeg i južnog Jadrana.

»Odluka« koja zamjenjuje regionalni prostorni plan

»Odluka« je rezultat šireg razmatranja turističke privrede. Zasnovana je na republičkom nivou u toku 1966. u okviru poznate »Akcije Jadrana«, a temelji se na slijedećim postavkama:

— razvoj stanovništva se predviđa matematskom metodom proračuna prirodnog porasta, uz pretpostavku suzbijanja emigracije. Prostorni razmještaj je uzet prema ispoljenim tendencijama naseljavanja obalnih mjesta;
— razvoj turizma je smjelo orijentiran uz pretpostavku potpunog korištenja prirodnih mogućnosti, a turistički kapaciteti i struktura prema svjetskim normama korištenja efektivnih plaža;
— industrija i infrastruktura su samo načelno tretirani, budući da je ta složena problematika vezana za specifične lokalne uvjete, međutim inicirana je potreba studijskih istraživanja postojećih i potencijalnih mogućnosti.

»Odluka« nije ekonomski razrađena, ali predstavlja značajni urbanistički plan, tj. novi podstrek i ujedno temelj dugoročnom planiranju na jednom posve novom kvalitetnom nivou. Zaštićuje potencijalne prostore i utvrđuje orijentacione pokazatelje budućeg razvoja, kao vrijedni osnov daljnjih urbanističkih zahvata.

Regionalni plan Južnog Jadrana

Regionalni plan južnog Jadrana je studiozno produbljenje »Odluke« u smislu regionalnih načela gospodarskog razvoja i detaljnog prostornog planiranja. Rezultat sistematskog dvogodišnjeg rada (1967/68) međunarodne organizacije »Projekt južni Jadran«, a obuhvaća slijedeće osnovne postavke:

a) Stanovništvo se prognozira na osnovu prirodnog i mehaničkog priraštaja, tj. prema potrebi zapošljavanja, pri čemu se predviđaju provjereni normativni odnosi aktivnog i pasivnog stanovništva. Mehanički priraštaj se očekuje iz nerazvijenih gravitirajućih područja kopnenog zaleđa, kao rezultat normalnih demografskih kretanja.

b) Razvoj turizma se planira na osnovu stvarnih mogućnosti efektivnih plaža i prikladnih krajolika za izgradnju turističkih objekata prema orijentacionim arhitektonskim pokazateljima. Turistički kapaciteti i njihova struktura su relativno detaljno definirani i to na planu komercijalnog i zdravstvenog turizma.

c) Industrija na ovom otočnom području je potisnuta i ostaje u postojećim granicama, tj. u okviru lokalnih planova, dok se tradicionalna poljoprivreda uvođenjem lake mehanizacije i modernizacijom ribarstva na velikim morima kani proširiti, i naravno u vezi s tim prehrambena i prerađivačka industrija.

d) Infrastrukturi je posvećena posebna pažnja kao prethodnici realizacije cijelog plana. Razrađena su i djelomično realizirana mnoga studijska rješenja, kao npr. saobraćaja, vodoopskrbe, (elektro) energetike, telekomunikacije, zatim servisnih službi i ostalih objekata javnog interesa.

Regionanli plan južnog Jadrana sadrži kompleksnu i veoma značajnu problematiku, sa svim prirodnim, demografskim, sociološkim, ekonomskim, gospodarskim, kulturnim i urbanističko-arhitektonskim obilježjima, pa su dobiveni rezultati,

kao posljedica gledanja tako velikog područja, to vredniji. On predstavlja glavni temelj budućeg razvoja uopće, i pruža osnovnu okosnicu za izradu generalnih i urbanističkih planova, koji ga dopunjuju i ponešto korigiraju, kao rezultat detaljnijih arhitektonskih i investicionih rješenja proizašlih iz situacije na terenu.

3.2. ELEKTROENERGETSKE PODLOGE

Za prognozu konzuma od posebnog značaja su elektroenergetski normativi, koji isto kao i urbanističke podloge direktno utječu na iznos predviđenog konzuma. Stoga je izbor elektroenergetskih normativa odgovoran, a rezultat je vrlo složenih teoretskih i praktičkih iskustava, prema slijedećim općim energetskim pokazateljima:

a) Stupanj elektrificiranosti u prošlosti i budućnosti, pri čemu se imaju u vidu suvremena dostignuća elektroindustrije na planu usavršavanja mnogovrsnih električnih aparata i njihova primjena, kao odraz životnog standarda, općih životnih obilježja i navika, klimatskih uvjeta i sl.

b) Strukturalnu podjelu električnih trošila prema vrsti i masovnosti, posebno svrstane u potrošačke grupe, da bi se izvorno utvrdili normativi za pojedine naponske nivoe.

c) Komfornost i ekonomičnost električne energije u odnosu na ostale oblike energije, i podjelu normativa prema tarifnim grupama, za iskazivanje rentabiliteta, tj. za investicione programe.

Za otoke srednjeg i južnog Jadrana, elektroenergetski normativi su uzeti na osnovu višegodišnjih stečenih iskustava putem praktičnih mjerenja, anketa, analiza i teoretskih interpretacija.

Domaćinstva i ostala potrošnja

U ovu energetsku grupu spadaju domaćinstva i ostala potrošnja na niskom naponu, tj. trgovine, servisi, javna rasvjeta i razni društveni i kulturni objekti, pri čemu su zbog svoje specifičnosti izuzeti turizam i vodovod.

Radi detaljnijeg diferenciranja elektroenergetskih normativa, odabrane su tri grupe naselja (Sl. 6), koja su s obzirom na akcenat razvoja turizma geografski podijeljena na:

I kategoriju — mjesta sa centralnim funkcijama
II kategoriju — mjesta i naselja na obali
III kategoriju — naselja i sela u unutrašnjosti otoka

Za svaku kategoriju naselja, uzeto je prosječno domaćinstvo (3,5 stanovnika) kao »predstavnik« svoje kategorije, zato i postoje tri kategorije domaćinstva.

Električna energija u domaćinstvu predstavlja zaista najkomforniji oblik energije, pa je stog stanovišta i za perspektivno domaćinstvo zastupljena u svim svojim oblicima korištenja, tj. za rasvjetu, kuhanje, grijanje vode i prostorija, i za mnogovrsne elektromehaničke i elektroakustične aparate (lit. 11).

Konstrukcija elektroenergetskih karakteristika je provedena za prosječno domaćinstvo, posebno za svaku kategoriju (tab. 4), a na osnovu detaljnog diferenciranja strukture i gustoće primjene, instalirane i priključne snage, fatkora potrošnje i upotrebnog vremena, i to na nivou svakog trošila i kućnog priključka (Lit. 1, 2, 5, 7 i 10).

Elektroenergetske karakteristike prosječnog domaćinstva na nivou priključka

Tablica 4

Veličina	I kategorija	II kategorija	III kateg orija
Srednja instalirana snaga *Pi* (W)	13020	9550	5200
Potroš. el. energija *Wd* (Wh/g)	4800	3600	2000
Upotreb. vrijeme sr. inst. snage, *Ti* (h/g)	368	377	385
Faktor potrošnje, *fp*	0,5	0,52	0,58
Vršno opt., *Pdi* (W)	6500	5000	3000
Upotrebno vrijeme vršnog opt., *Td* (h/g)	740	720	666

Maksimalno opterećenje grupe domaćinstava određuje se za naše prilike, potvrđenom metodom (Lit. 5), pomoću formule:

$$f_n = f\infty + \frac{1 - f\infty}{\sqrt{n}} \; ; P_d = nP_d\, fn$$

gdje je:

f_n — faktor istovremeosti ovisan o broju »n« domaćinstava
$f\infty$ — faktor istovremenosti za neizmjeran broj domaćinstava
P_{dl} — maksimalno opterećenje grupe »n« domaćinstava

Elektroenergetske karakteristike ostalih potrošača na niskom naponu (tab. 5) reducirane su na jedno domaćinstvo, tako da vrijede za grupu iznad 500 domaćinstava (Lit. 5 i 10). Konstruirane su na osonvu detaljnih analiza, utvrđivanjem učešća potrošnje električne energije ostalih potrošača u potrošnji domaćinstva.

Maksimalno opterećenje je dobiveno, uz pretpostavku upotrebnog vremena (2000 h/g) i faktora istovremenosti (fi = 0,6 — 0,4).

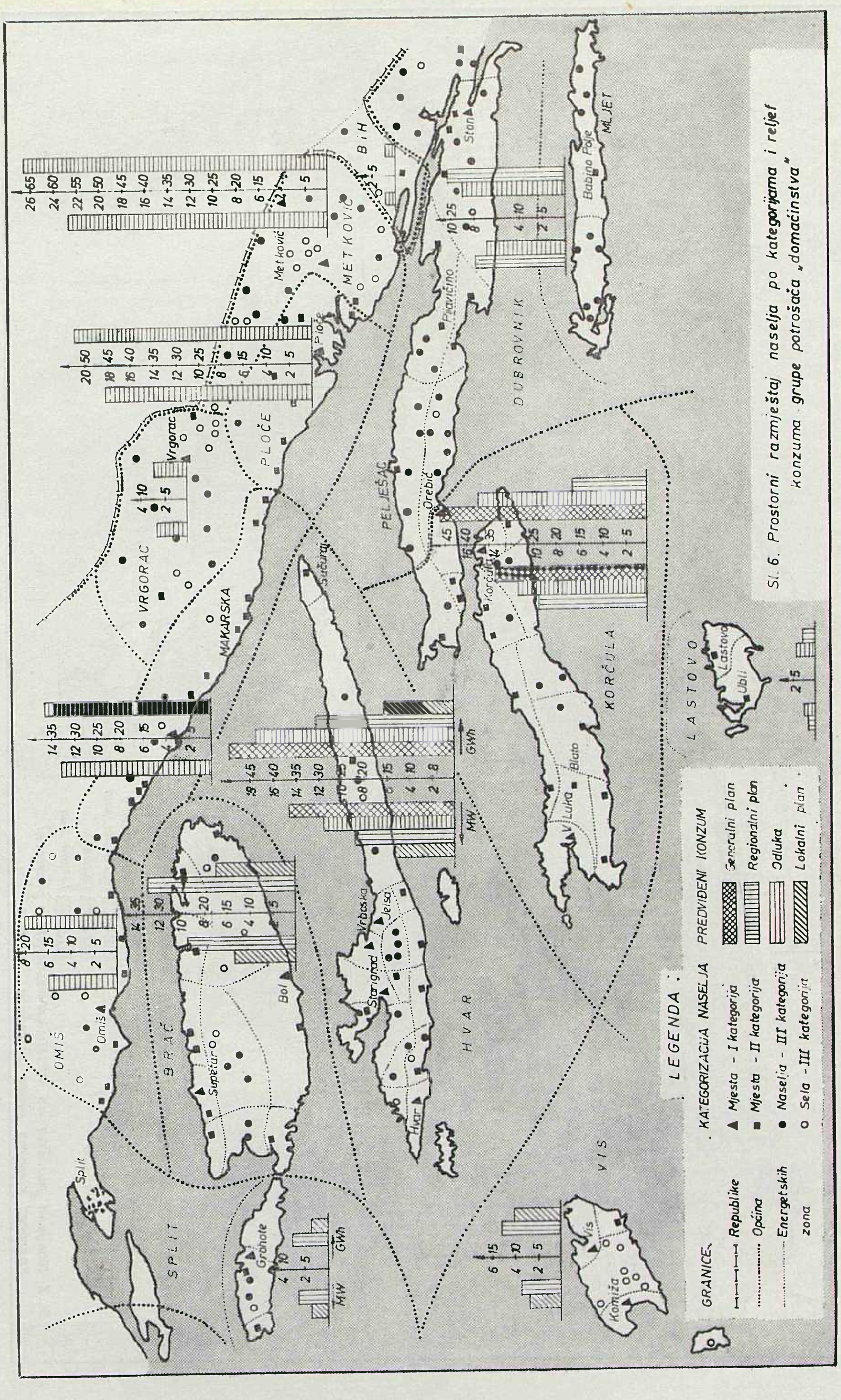
Elektroenergetske karakteristike ostale potrošnje na niskom naponu

Tablica 5

Kategorija	Potrošnja el. energ. kWh/dom.	Reducirano opter. W/dom.		
		0,4 kV	35 kV	110 kV
I	1200	600	360	300
II	900	450	225	200
III	500	250	125	100

Turizam

Dosadašnji razvoj turizma i dinamika izgradnje turističkih objekata, posebno razvoj u budućnosti (sl. 7), nameće novu količinu i kvalitetu

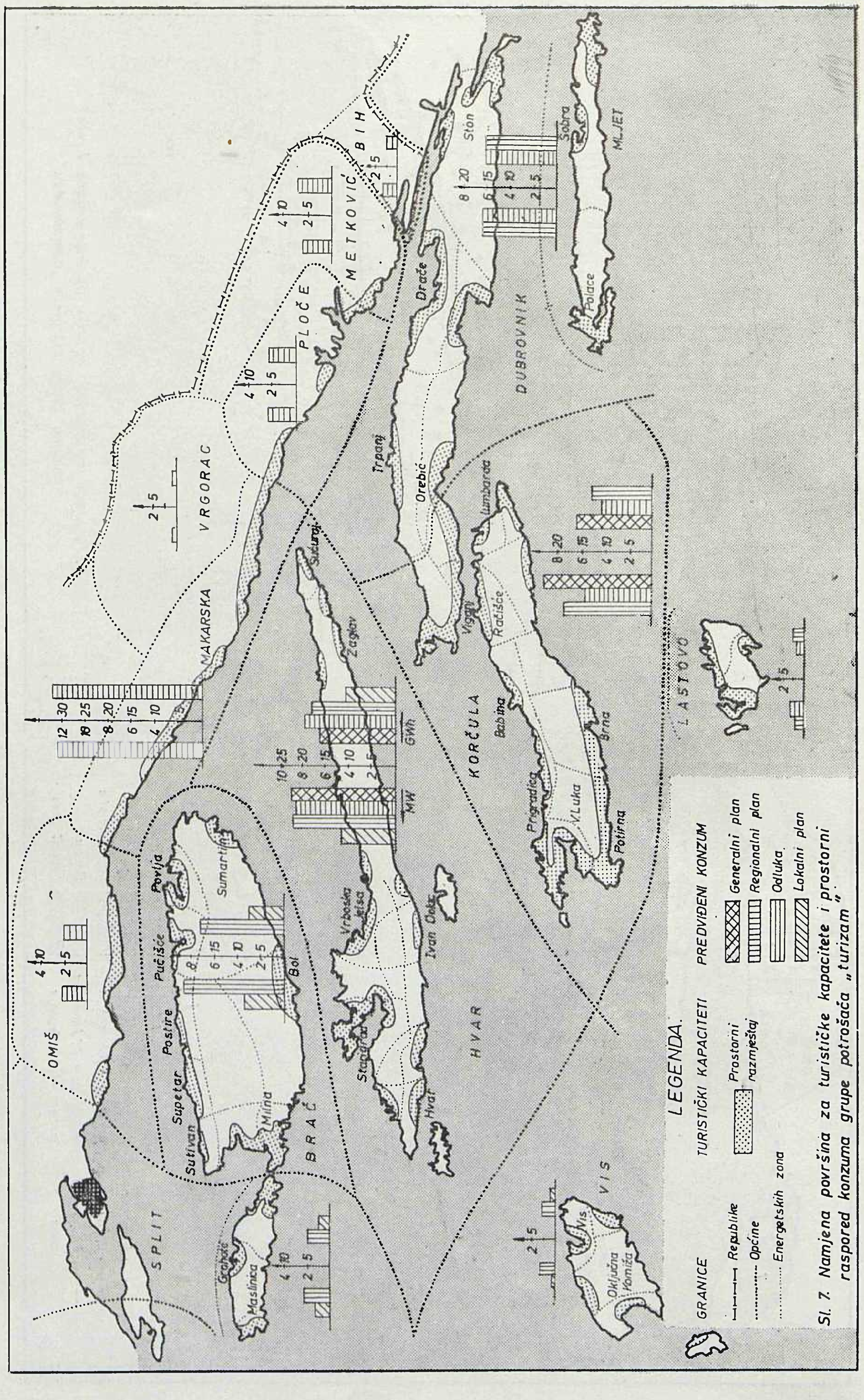


Sl. 6. Prostorni razmještaj naselja po kategorijama i reljef konzuma grupe potrošača „domaćinstva"

Elektroenergetski normativi turističkih objekata na nivou TS 10/0,4 kV, reduciran na jedan ležaj — Tablica 6

Vrste i kategorije turističkih objekata	Kategorija	Vršno opt. PT, W/lež.	Potrošnja el. energije WT (kWh/g)	Upotrebljeno vrijeme T (h/g)
Hoteli »L« (luksuz), »A« i visoke »B« kategorije	Iv	600 (900)	1900	2100
Hoteli »B« kategorije	Is	300	500	1670
Hoteli, dječja odmarališta i hoteli »C« kategorije	In	150	200	1330
Wekend i Bungalov naselja	II	200	200	1000
Kampovi i privatni smještaj	III	100	100	1000

(900) maksimalno zimi.



Sl. 7. Namjena površina za turističke kapacitete i prostorni raspored konzuma grupe potrošača „turizam"

električne energije. Značajan konzum unatoč sezonskom karakteru, te složeni tehnološki, rekreacioni i komercijalni procesi u turizmu s gledišta korištenja energije uopće, iziskuju posebnu prognozu perspektivnih potreba u električnoj energiji grupe potrošača »Turizam«, i to na studijskom planu analize elektroenergetskih normativa i iznalaženja praktične metode određivanja ukupnog konzuma.

Elektroenergetski normativi su dani u tablici 6. prema podjeli koja je uobičajena za objekte namjenjene turističkoj privredi. Predstavljaju prosječni rezultat dobiven mjerenjem na tipičnim hotelima i turističkim naseljima na području srednjeg i južnog Jadrana (Lit. 9 i 11).

Struktura, namjena i ostale energetske i tehnološke karakteristike električnih trošila u turističkim objektima, zatim općenito korištenje energije u cijeloj turističkoj privredi, stvar su posebnih studijskih istraživanja. Međutim, pri uspostavljanju ovih globalnih elektroenergetskih normativa, dobivenih mjerenjem, anketom i analizom dijagra-

ma opterećenja, utvrđeni su samo načelni pokazatelji:

a) Električna energija se najviše koristi u turizmu, međutim neisključuje druge oblike energije (plin, mazut i sl.), koji su veoma ekonomični, npr. u velikim kuhinjskim pogonima (uzet je prosječni udio električne energije — oko 30%). Značajnije opterećenje iziskuju klima uređaji i zimski bazeni, koji se međutim najviše koriste zimi i u doba manje tarife. Može se smatrati, da su današnji suvremeni hoteli kompletno električni opremljeni, kao i oni koji će se u buduće graditi, pa su ovi elektroenergetski normativi također valjani za prognozu konzuma.

b) Ukupno maksimalno opterećenje u turizmu nastaje u ljetnom razdoblju s veoma niskim upotrebnim vremenom korištenja, što prouzrokuje neekonomično dimenzioniranje električne mreže, koja baš ljeti ima najmanju propusnu moć. Radi toga je neophodno odrediti optimalni udio korištenja električne energije u turizmu u odnosu na ostale potrošačke grupe. Kod toga bi se reguliranje potrošnje električne energije postiglo izdvajanjem turizma u posebnu tarifnu grupu. Prema odabranim elektroenergetskim normativima konzum u turizmu gotovo je jednak konzumu u domaćinstvima (orijentacioni pokazatelji).

Ukupno, maksimalno opterećenje grupe turističkih objekata sa »n« ležaja je određeno na sličan način, kao i kod domaćinstva, jer se temelji gotovo na identičnim postavkama, a to su:

— da turisti zadržavaju iste navike u pogledu životnih, dnevnih poslova samo prilagođene rekreacije, za razliku od uobičajenih dnevnih poslova u svom domaćinstvu, funkcionalno vezanim za radno mjesto;

— da su razne kategorije i mnoge specifičnosti turističkih objekata nastale upravo u želji da se turistima pruži udobnost kao kod kuće;

— da se turizam odvija u zajednicama ,tj. formiraju se grupe turista (obitelj, poznanstva . .), koje se karakteriziraju istovremenim obavljanjem svih dnevnih poslova, kao i u domaćinstvu.

Dakle, u pogledu korištenja električne energije u turizmu, vladaju kvalitativno iste životne zakonitosti, kao i kod domaćinstava. Zato nema razloga, da se uz neke dopune primjeni ista matematička metoda određivanja ukupnog maksimalnog opterećenja:

$$P_t = nP_t\left(f\infty + c\frac{1 - f\infty}{\sqrt{n}}\right.$$

gdje je:

$C = \sqrt{g}$ — Novo uvedena konstanta koja kvalitativno preslikava specifičnosti korištenja električne energije u raznim kategorijama turističkih objekata u odnosu na domaćinstva. Broj turista u grupama »g« je obratno proporcionalan potrebama električne energije u odnosu na kategoriju turističkih objekata, kod čega su postavljena dva ekstrema, npr. hotel luksuz-kategorije i dječje odmaralište.

P_{t1} (W/lež.) — Ukupno vršno opterećenje na nivou jednog ležaja, odabiremo primjenom ove metode od reduciranog vršnog opterećivanja na nivou TS 10/0,4 kV.

P_t (W) — Ukupno opterećenje turističkog objekta ili cijele grupe sa »n«ležaja uz $f\infty = 0{,}2$.

Ova metoda nakon izdvajanja turizma radi prognoze (lit. 2), predstavlja daljnji korak. Međutim, za sada se temelji samo na kvalitativnim postavkama, dok kvantitativne rezultate treba dobiti opsežnim mjerenjima i posebnom studijom matematskog ozakonjenja.

Industrija

Razvoj industrije na promatranom otočnom području, prema svim planovima ostaje u postojećim okvirima s tim, da se radi racionalnije proizvodnje izvrše proširenja i rekonstrukcije postojećih pogona, i integracija i kooperacija s većim kopnenim industrijama. Dosadašnje, kao i buduće industrijske djelatnosti se odnose na manje pogone (Sl. 8), kao npr:

— metalna, tekstilna i kemijsko-prerađivačka industrija;
— eksploatacija i obrada visokokvalitetnog kamena, i s tim u vezi proizvodnja vapna;
— brodogradilišta za izgradnju manjih plovnih objekata i kooperacija s većim brodogradilištima;
— prehrambeno prerađivačka industrija (tvornice ribljih konzervi, bombona, aromatskih ulja, vinarije i sl.).

U ovoj potrošačkoj grupi je i vodoopskrba, zbog svog značajnog iznosa i povoljnog utjecaja na konzum, koja se danas definitivno rješava povezivanjem s kopnenim izvorima pomoću armirano polietilenskih fleksibilnih cijevi.

Neki su urbanistički planovi (generalni) ispitivali mogućnost plasiranja neke vrste međusezonske industrije. Međutim, za sada se ostalo na poljoprivrednoj i građevinskoj djelatnosti, kao i razvijanju raznih kućnih radinosti, što je u prognozi konzuma obuhvaćeno stavkom »nedefinirano«. Prognoza maksimalnog opterećenja i potrošnje električne energije je dobivena na osnovu konzumografskih karakteristika i anketa o proširenju za svaki industrijski pogon.

Ukupno, maksimalno opterećenje više industrijskih pogona dobiveno je na osnovu iskustvenog faktora istodobnosti, koji iznosi od 0,7—0,8, što ovisi o karakteru i broju potrošača. (lit. 2).

3.3. DUGOROČNA PROGNOZA MAKSIMALNOG OPTEREĆENJA I POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE DO 1990.

Dugoročna prognoza konzuma je dobivena na temelju općeg gospodarskog razvoja, uvažavajući pri tome podatke svih navedenih urbanističkih planova, koji su, logično, prerađeni primjenom utvrđenih elektroenergetskih norumativa i metode strukturne prognoze konzuma u osnovne ener-

je za definitivni izbor koncepcije perspektivne električne mreže.

Vjerojatni razvoj konzuma unutar promatranog razdoblja od 1968—1990. ima neobičnu važnost za etapnu izgradnju električne mreže. U nedostatku srednjoročnih razvojnih planova, vjerojatni razvoj konzuma je procijenjen na osnovu dosadašnjeg porasta (18,5%), sadašnje dinamike izgradnje turističkih kapaciteta i uobičajenog porasta (7% — udvostručenje u deset godina). Krivulja vjerojatnog razvoja konzuma (Sl. 8) odvija se prirodnim tokom, koji se može, približno, matematski prikazati eksponencijalnim zakonom:

$$P_n = P_0 e^{Pn/100}$$

Gdje je:

P_n — Maksimalno opterećenje u n-toj godini,
P_0 — na početku promatranog perioda,
p — eksponencijalni trend u postocima.

Iznos prognoziranog konzuma je rezultat razmatranja više urbanističkih planova, dobiven u veoma širokom rasponu, a razvojni tokovi čine lepezu. Ova značajna odstupanja prognoziranog rezultata, predstavljaju sa stanovišta realizacije vjerodostojnije rezultate, međutim otežavaju planiranje perspektivne električne mreže.

Realizacija urbanističkih planova i predviđenog konzuma, ovisi o vrlo složenim razvojnim procesima privrednih i društvenih kretanja uopće, od kojih bi se mogli istaknuti ovi ne posve definirani problemi:

a) Investiciona politika podizanja turističke privrede i ostalih pratećih djelatnosti, kod čega će se investiciona sredstva osigurati vlastitim i međunarodnim kreditima.

b) Ostvarivanje planirane gustoće turističkih kapaciteta, koja neposredno ovisi o masovnosti kadra i stimulansu mehaničkog priraštaja stanovništva, a njihova komercijalizacija o vrlo složenom organizacionom aparatu.

c) Odstupanja elektroenergetskih normativa, posebno na planu ekonomičnosti korištenja električne energije, u odnosu na druge oblike energije, npr. jeftina eksploatacija nafte i plina na Jadranu.

One činjenice potvrđuju mogućnost ostvarenja prognoziranog konzuma u zaista širokim granicama, stoga perspektivnu električnu mrežu treba oprezno planirati, što se postiže iznalaženjem **elastične koncepcije i sistematskog etapnog razvoja.**

4. OSNOVNO RJEŠENJE PERSPEKTIVNE ELEKTRIČNE MREŽE

4.1. OSNOVNA KONCEPCIJA

Osnovna koncepcija perspektivne električne mreže za opskrbu električnom energijom otoka srednjeg i južnog Jadrana zauzima svoje mjesto u općoj kostelaciji svih bitnih elemenata dugoročnog privrednog razvoja. Uspostavljena je na temelju logičnih postavki, specijalnih zahtjeva i računskih analiza, tj. prema:

— dugoročnoj prognozi konzuma u duljem vremenskom razdoblju koja u biti predstavlja urbanističke planove preobražene u energetsko-tehničke pokazatelje;

— zahtjevu za kvalitetnu isporuku električne energije, kao osnovnog i najkomfornijeg oblika energije, i novijih tendencija izgradnje električne mreže s povišenom pogonskom sigurnosti;

— najpovoljnijem rješenju perspektivne električne mreže, koja rezultira iz cjelokupne energetsko-pogonske i tehničko-ekonomske problematike.

Osnovna koncepcija sadrži načelne smjernice razvoja perspektivne električne mreže, koja je s obzirom na karakter distributivnog konzuma u vječitoj dinamici izgradnje u prostoru i vremenu. Upravo iz toga proizlazi značaj i uloga osnovne koncepcije, koje se treba strogo pridržavati da ne bi došlo do značajnijih poremećaja tehničke i ekonomske prirode.

Definirana je načelnim koncepcijskim odredbama, što reguliraju način primjene prognoziranog konzuma, broj naponskih nivoa, kvalitet isporuke električne energije i osnovne smjernice izvedbe električne mreže.

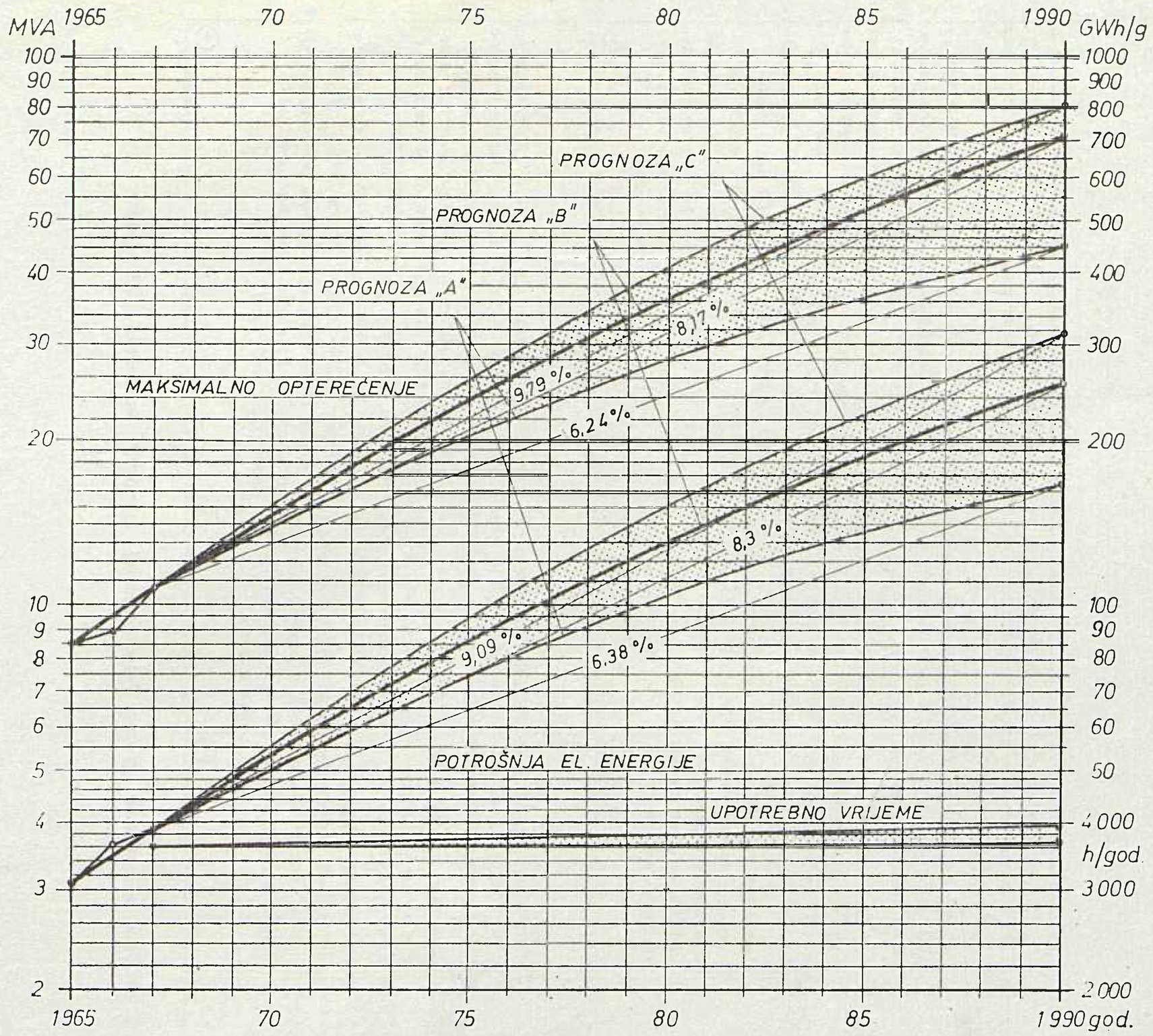
Primjena prognoziranog konzuma

Dugoročna prognoza konzuma i vjerojatni razvoj unutar promatranog razdoblja daje rezultate u širokim granicama, kod čega je dobivena minimalna, maksimalna i prosječna vrijednost konzuma (Sl. 9 i tab. 8), mjerodavne za uspostavljanje osnovne koncepcije i utvrđivanje etapnog razvoja perspektivne električne mreže:

PROGNOZA »A« (46 MVA — Lokalni planovi) zastupa najskromnije urbanističke planove i upravo je zato presudna za izbor radikalne koncepcije, a utječe na formiranje električne mreže prvog etapnog razdoblja.

PROGNOZA »B« (86 MVA — Generalni planovi) predstavlja najambicioznije urbanističke planove koji, ako se ne ostvare do planirane 1990, ostvarit će se nekoliko godina kasnije, pa je zato mjerodavna za definitivno određivanje koncepcije perspektivne električne mreže.

PROGNOZA »C« (73 MVA — srednja vrijednost) smatra se objektivnom korekcijom realizacije urbanističkih planova i zato je mjerodavna za oblikovanje i dimenzioniranje perspektivne električne mreže, kojoj se postavlja zahtjev — da u slučaju neostvarenja konzuma jednostavno poprimi definitivno stanje uz tolerantnije pogonske i ekonomske kriterije, ili — da se u slučaju prekoračenja konzuma može funkcionalno proširiti.



Sl. 9. Vjerojatni razvoj konzuma na području otoka srednjeg i južnog Jadrana

Broj naponskih nivoa

Perspektivna električna mreža je predviđena na klasičnoj četveronaponskoj koncepciji (110-35-10-0,4 kV) i naslijeđena je od postojeće električne mreže (35-10-0,4 kV). Međutim razmatrana je mogućnost primjene suvremene tronaponske koncepcije (110-20-0,4 kV), koja na promatranom otočnom području ima izrazite tehničko-ekonomske prednosti (Lit. 3 i 11). Električna mreža 110 kV je zajednička za obje naponske koncepcije, pa se za sada ostaje na četveronaponskoj klasičnoj koncepciji uz napomenu da se požuri s prihvaćanjem tronaponske koncepcije prije nego dođe do znatnijih ulaganja u 35 i 10 kV mrežu.

Kvaliteta isporuke električne energije

Na perspektivnu električnu mrežu postavlja se maksimalni zahtjev: kvalitetna i kontinuirana isporuka električne energije. Zato mora biti opremljena suvremenim uređajima za regulaciju napona i automatsko ponovno ukopčanje, i svrsishodno održavana s dobro organiziranim pogonskim intervencijama i manipulacijama, i najzad oblikovana i dimenzionirana za veći stupanj pogonske sigurnosti i rezerve, pri čemu je definirano:

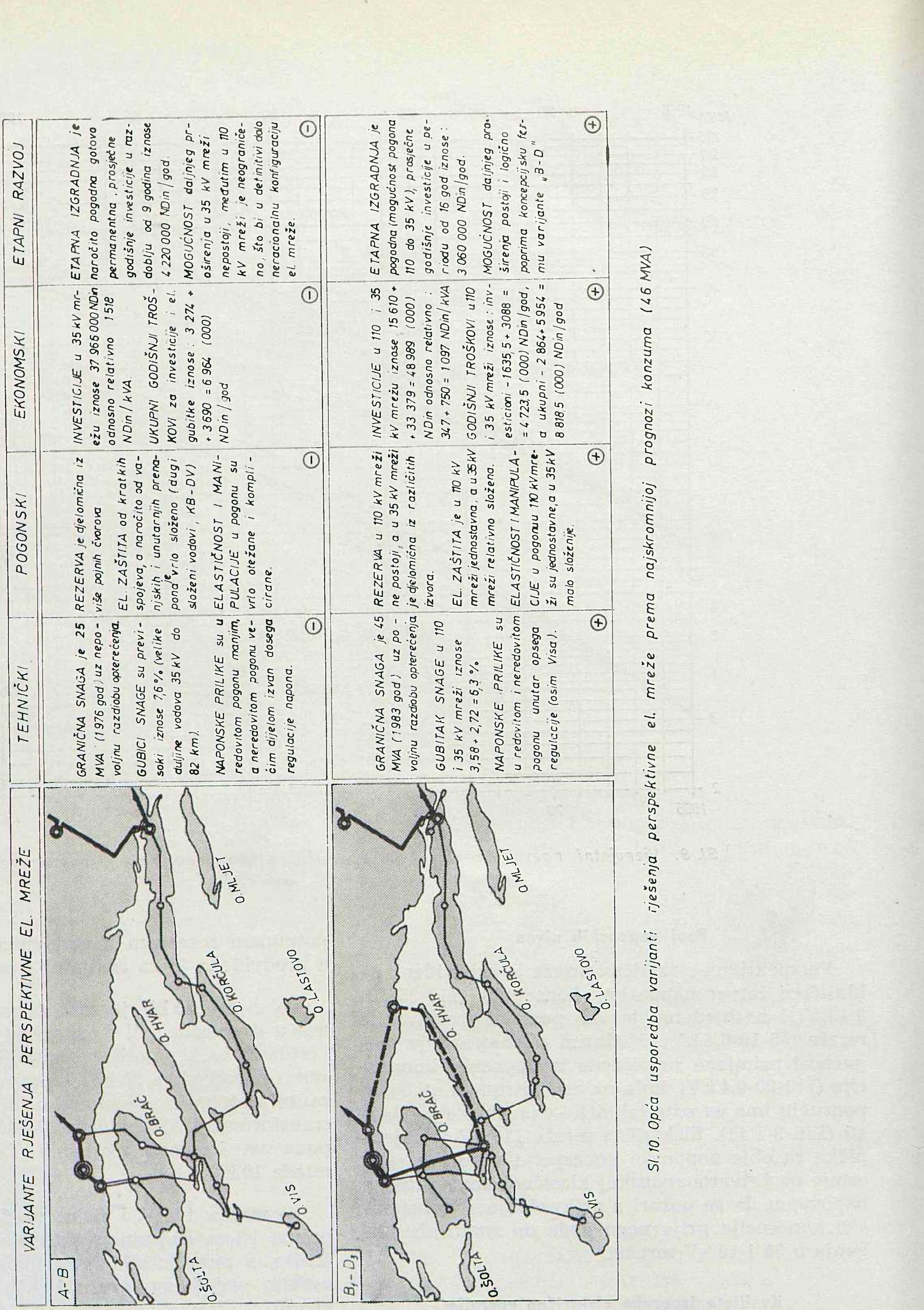
— mreža 110 kV je dvostrano napajana iz različitih stabilnih pojnih čvorova (TS 220/110 kV), s potpunom rezervom u vodovima i transformaciji, a predviđena je za radijalni i paralelni pogon;

— mreža 35 kV je radijalne izvedbe s mogućnošću dvostranog ili dvostrukog napajanja iz različitih ili istih pojnih čvorova (TS 110/35 kV). Rezerva u vodovima 35 kV je potpuna uz nešto tolerantnije tehničko-ekonomske kriterije, dok je u transformaciji djelomična (20—40%), odnosno potpuna uz ispomoć susjednih TS 35/10 kV putem mreže 10 kV;

— mreža 10 kV i n. n. predviđa se uskladiti prema istom stupnju pogonske sigurnosti, tj. općenito, s mogućnosti dvostrukog napajanja, što osobito vrijedi za mrežu 10 kV i n. n. kabelsku mrežu.

Izvedba električne mreže

Perspektivna električna mreža s gledišta njenog postepenog razvoja, projektiranja, izvedbe, održavanja i eksploatacije, mora biti što više unificirana, tj. tipizirane izvedbe postrojenja i vodova uz primjenu jedinstvene standardizirane opreme. Zatim mora biti opremljena suvremenim uređajima za električnu zaštitu, daljinsko upravljanje i mjerenje, telekomunikacije i ostalim pratećim uređajima i sredstvima.



Sl. 10. Opća usporedba varijanti rješenja perspektivne el. mreže prema najskromnijoj prognozi konzuma (46 MVA)

4.2. OBLIKOVANJE I DIMENZIONIRANJE PERSPEKTIVNE ELEKTRIČNE MREŽE

Oblikovanje i dimenzioniranje perspektivne električne mreže je provedeno u skladu s koncepcijskim odredbama, na temelju:

— prostornog rasporeda konzuma i orijentacionih lokacija pojedinih čvorova (TS 110/35 i 35/10 kV, te kopnenih elektroenergetskih uporišta (TS 220/110 kV) i općih pogodnosti trasiranja nadzemnih vodova i podmorskih kabela;

— prikladnog etapnog razvoja uz maksimalno korištenje postojeće i racionalne etapne izgradnje perspektivne električne mreže, koja u svakoj etapi poprima takvo stanje da zadovoljava tehničke, pogonske i ekonomske kriterije.

Oblikovanje

Perspektivna električna mreža na promatranom području je oblikovana u više logičnih varijanti, kreiranih na osnovu globalnih tehničkih, pogon-

skih i ekonomskih pokazatelja. U uži izbor je uzeto više varijanti koje su podvrgnute detaljnim tehničko-ekonomskim analizama. Karakteristične su po svom zadatku i obliku, a svrstane su u dvije skupine.

PRVA SKUPINA VARIJANTI »A—B« i »B_1—D_3«, (Sl. 10) je formirana prema najskromnijoj prognozi »A« (46 MVA) s osnovnim zadatkom da se u prvom etapnom razdoblju dokaže potreba izgradnje otočne mreže 110 kV i ujedno odredi optimalna lokacija prve TS 110/35 kV (Lit. 9).

Varijanta »A—B« predstavlja pokušaj rješenja isključivo putem maksimalno razvedene mreže 35 kV napajane iz perifernih kopnenih pojnih čvorova TS 110/35 kV Dugi Rat, Ston i Kraljevac. Oblikovana je u vidu trokrake zvjezde s glavnim rasklopištem u TS 35/10 kV Starigrad. Vrlo dugački složeni radovi i mala elastičnost pogona unaprijed deplasira ovu varijantu, međutim uspostavljena je da bi se istakla nužna potreba za izgradnjom mreže 110 kV, umjesto tada aktuelnog proširenja 35 kV mreže.

Varijanta »B_1—D_3« predviđa izgradnju TS 110/35 kV u Starigradu, lociranu u centru konzuma s najprikladnijim raspletom, koja se napaja složenim vodom 110 kV relativno visokog izolacionog nivoa iz stabilnog pojnog čvora TS 110/35 kV Dugi Rat. Distributivna mreža 35 kV, raspolovljenih duljina u odnosu na prethodnu varijantu, omogućava dvostrano napajanje većine TS 35/10 kV, kod čega se odriče usluge TS 110/35 kV Kraljevac. Predviđena je za radijalni pogon s djelomičnom mogućnosti paralelnog rada.

Ova varijanta je odabrana između više podvarijanti, koje su predviđale rješenje putem 110 kV mreže, ali u nastojanju da se u to vrijeme što više izbjegnu uvozni podmorski kabeli 110 kV (Lit. 9). Tako je ispitana mogućnost lokacije TS 110/35 kV u Orebiću na Pelješcu (varijanta »A—D_1« i u Blatu na Korčuli (varijanta »A—D_2«, iz čega je proizišlo da je najoptimalnija lokacija u Starigradu na Hvaru. Također se razmotrila mogućnost priključka TS 110/kV Starigrad nadzemnim vodom 110 kV duž otoka Hvara (45 kV) i obali najbližeg mjesta podmorskim kabelom 110 kV (5 km) na predviđenu TS 110/35 kV Drvenik napajanu iz Kraljevca (varijanta »B—D_3«). Ova varijanta unatoč tome što bi predstavljala najekonomičnije zajedničko elektroenergetsko rješenje obalnog i otočnog područja u prvom etapnom razdoblju, unaprijed je deplasirana jer je već tada ušla u realizaciju TS 110/35 kV Opuzen i time odgodila izgradnju TS 110/kV Drvenik.

DRUGA SKUPINA VARIJANTI je uspostavljena za definitivno rješenje perspektivne električne mreže prema prognozi »C« (73 MVA) imajući u vidu proširenje prema maksimalnoj prognozi konzuma (86 MVA). U uži izbor su ušle varijante »B—D« i »C—D« (sl. 11), koje su uspostavljene za približno iste tehničke uvjete, a očekuju se različiti pogonski i ekonomski efekti (Lit. 10 i 11).

Varijanta »B—D« predstavlja daljnje proširenje ranije opisane varijante »B_1—D_3« uz manje izmjene i osjetne dopune. Centralna otočna 110 kV mreža ima u svom sastavu TS 110/35 kV Starigrad i Orebić, koje se dvostrano napajaju složenim vodom 110 kV iz TS 220/110 kV Zakučac i Opuzen. Kopnena periferna mreža 110 kV obuhvaća TS 110/35 kV Dugi Rat, koja je dvostrukim vodom vezana u TS 220/110 kV Zakučac i TS 110/35 kV Ston koja se nalazi na magistralnom vodu 110 kV Opuzen—Mokro Polje.

Električna mreža 35 kV je također oblikovana za dvostrano napajanje i sastavljena je od složenih (KB—DV) vodova, koji su dimenzionirani za dvostruko opterećenje uz nešto tolerantnije tehničke kriterije.

Varijanta »C—D« je kvalitetno posve novo rješenje. Kreirana je s posebnim zadatkom, da se izbjegnu pogonski neugodno složeni vodovi 35 kV, da se može funkcionalno proširiti za maksimalni prognozirani konzum i da se što više prilagodi eventualnoj tronaponskoj koncepciji (poglavlje 4.4).

Dimenzioniranje

Prema odgovarajućem konzumu i obliku perspektivne električne mreže u redovitom i neredovitom pogonu, proistekla je razdioba opterećenja, kao podloga za dimenzioniranje pojedinih elemenata mreže, što je provedeno na slijedeće kriterije:

— dozvoljeno opterećenje u normalnom pogonu i kratkom spoju, s osvrtom na koncepcijsko rješenje električne zaštite;

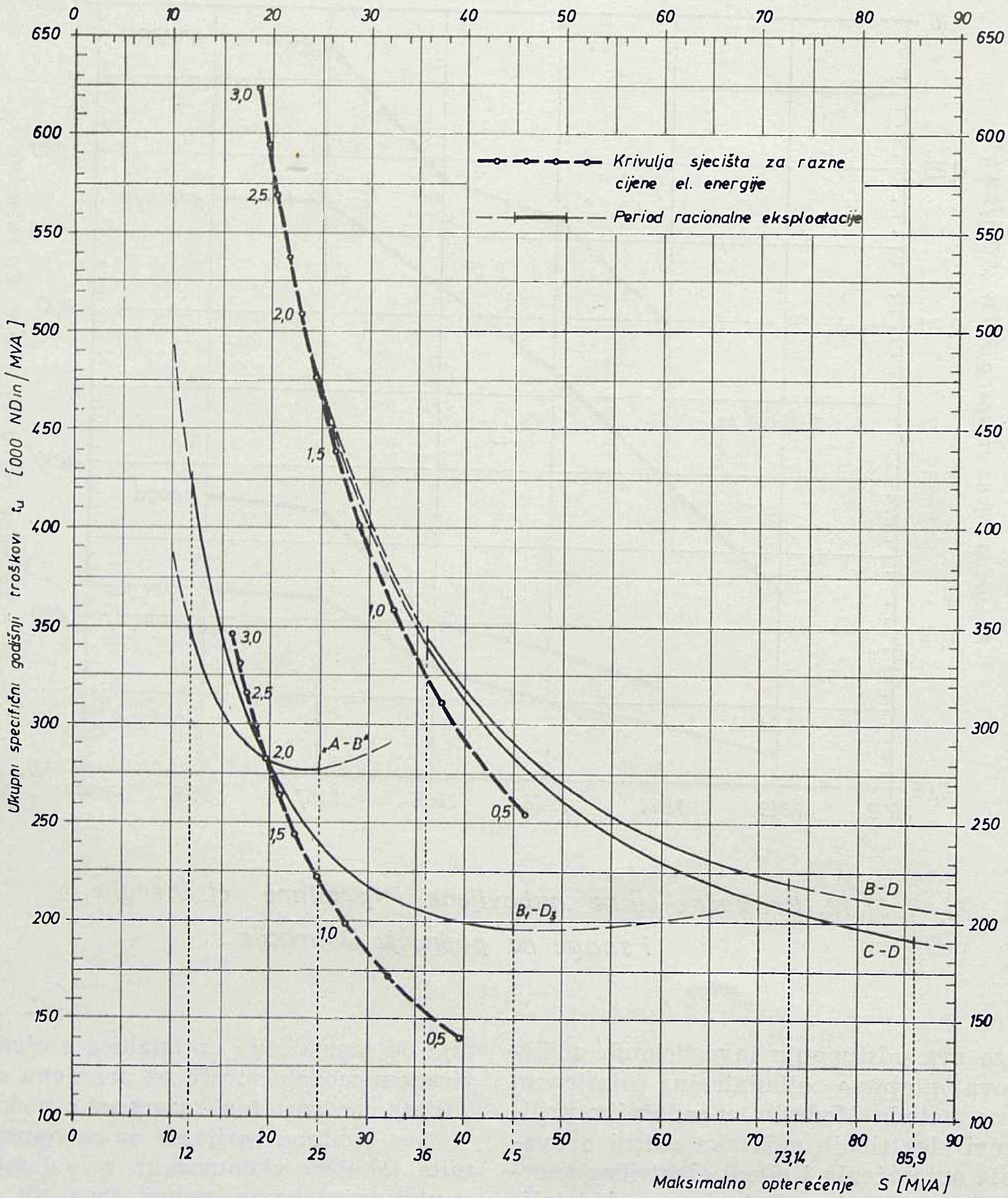
— naponske prilike i mogućnost regulacije napona, i praktična iskustva u pogledu koordinacije izolacije i efikasnosti električne zaštite od prednapona;

— ekonomski kriterij dimenzioniranja s obzirom na investicije i ukupne godišnje troškove.

Sve varijante perspektivne električne mreže su dimenzionirane na navedene kriterije (Lit. 9—11), međutim neupuštajući se ovdje u opsežne i složene računske postupke izloženi su samo bitni rezultati i zaključci (Sl. 10, 11 i 13). Ipak je detaljnije opisan postupak ekonomskog dimenzioniranja električne mreže, koji je u novije vrijeme sve više aktuelan s obzirom na opće težnje stabilizacije tržišta i s tim u vezi isticanja neekonomičnosti cijene električne energije.

S tehničkog stanovišta oblikovanja i dimenzioniranja, od posebnog je interesa izbor optimalne varijante perspektivne električne mreže s obzirom na ukupne godišnje troškove:

$$Tu = (T_1 p_1 + T_2 p_2)\frac{1}{100} + (K_1 C p_1 + K_2 C p_2) S^2 \text{mx} \ldots [\text{N.Din}$$



Sl. 13. Izbor optimalne varijante perspektivne električne mreže

etapa izgradnje sa zadatkom da se pronađe najpovoljnija dinamika izgradnje, ublažujući riziko neostvarenja ili prekoračenja prognoziranog konzuma.

Tehničko-ekonomska opravdanost izgradnje otočne mreže 110 kV

Na sl. 10 su prikazane varijante »A—B« i B_1—D_3« perspektivne električne mreže prvog etapnog razdoblja, na kojoj su prikazani rezultati i ocjene stanja prema ranije utvrđenim selekcionim kriterijima, a na sl. 13 je grafički prikaz ukupnih specifičnih godišnjih troškova.

Razmatrajući sve prednosti i nedostatke (sl. 10), i minimalne godišnje troškove (sl. 13), nedvojbeno proizlazi da je varijanta »B_1—D_3« jedino ispravno rješenje. Pored svih prednosti, potrebno je još napomenuti, da varijanti »B_1—D_3 nastupa racionalno razdoblje eksploatacije između 20 i 26 MVA, koje će se od današnjih 13 MVA gotovo sigurno ostvariti prema najskromnijoj prognozi »A« u vremenskom razdoblju do 1975. odnosno 1979. god (sl. 9).

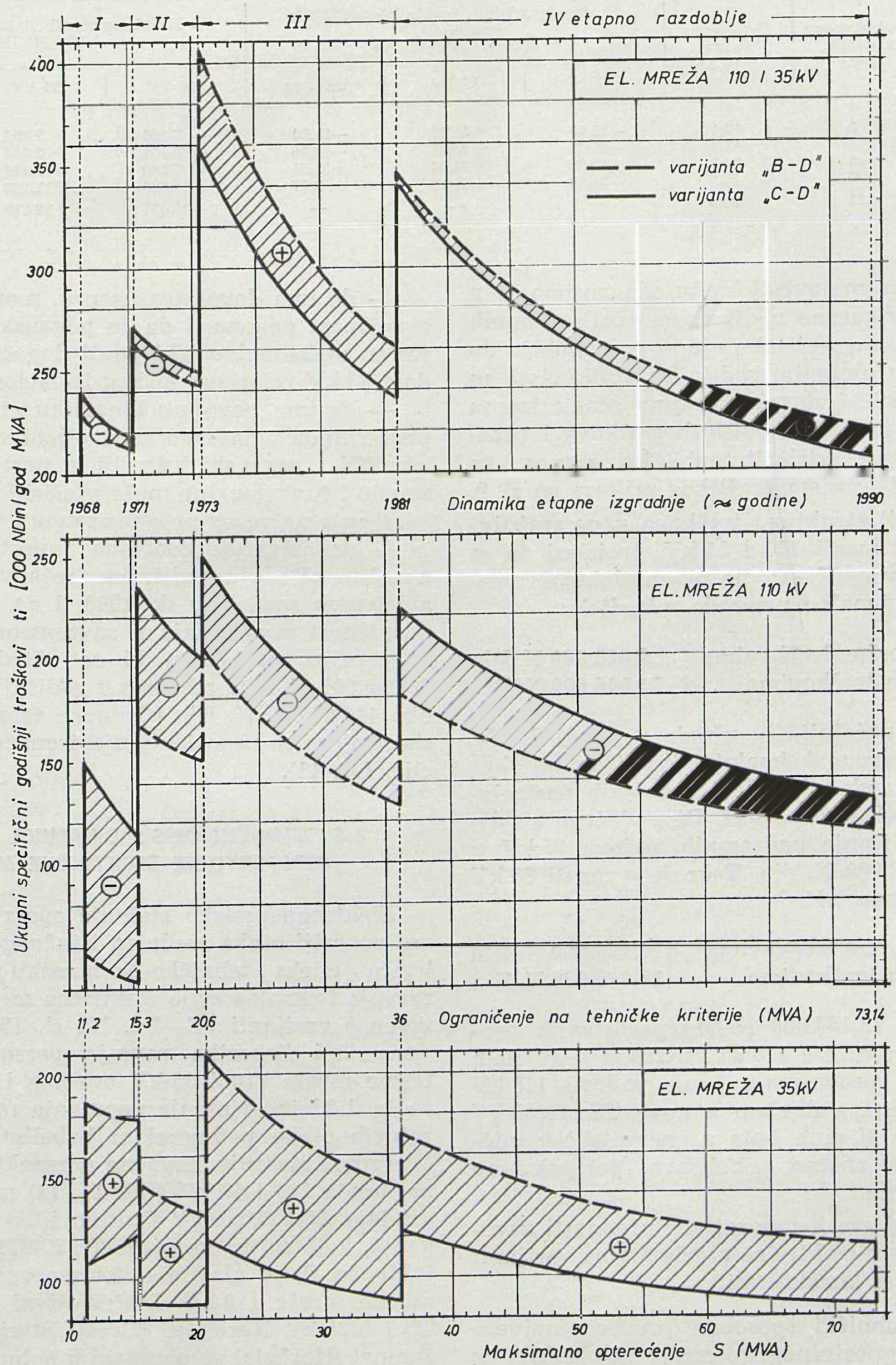
Ovim je dokazana neophodnost elektroenergetskog napajanja otoka srednjeg i južnog Jadrana putem otočne mreže 110 kV (Lit. 5). Rješenje je konačno prihvatila Tehnička komisija Elektrodalmacije početkom 1968. god. pa je 1. VIII 1968. Elektroprenos položio između kopna i otoka Brača naš prvi podmorski kabel 110 kV. Veliki značaj ovog radikalnog rješenja u daljnjem općem razvoju otoka srednjeg i južnog Jadrana je to veći, što su u to vrijeme vredniji urbanistički planovi bili tek u začetku.

Izbor konačne varijante perspektivne električne mreže

Definitivni izbor perspektivne električne mreže za duže vremensko razdoblje pada između varijanti »B—D« i »C—D«.

Usporedbom općih komparativnih prednosti (sl. 11) i na osnovu optimalnog razdoblja eksploatacije (sl. 13), proizlazi da perspektivna električna mreža prema varijanti »C—D« posjeduje sve prednosti u odnosu na varijantu »B—D«, izuzevši činjenice da se TS 35/10 kV napajaju s dva voda iz istog pojnog čvora TS 110/35 kV. Optimalno razdoblje eksploatacije perspektivne električne mreže prema varijanti »C—D« nastupa kod ostvarenja maksimalnog opterećenja ovisno o cijeni električne energije između 21 i 32 MVA tj. u toku treće etape (sl. 13 i 14).

Osim evidentnih, tehničkih i pogonskih prednosti, i prikladnosti etapnog razvoja, treba istaknuti ekonomske uštede varijante »C—D« u odnosu na varijantu »B—D«. U tablici 9. su troškovi izgradnje pojedinih elemenata mreže, odakle proizlaze



Sl. 14. Pregled ukupnih specifičnih godišnjih troškova za varijante „B-D" i „C-D" u ovisnosti o dinamici izgradnje i porastu konzuma

Investicione uštede u perspektivnoj električnoj mreži prema varijanti »C-D« u odnosu na varijantu »B-D« (000 N. Din)

Tablica 9

Element mreže i naponski nivo	Nadzemni vodovi		Podmorski kabeli		Postrojenja		Ukupno		
	110 kV	35 kV	110 kV	35 kV	110 kV	35 kV	110 kV	35 kV	110 + 35 kV
Varijanta »B—D«	16.095	17.390	14.815	16.735	22.820	23.964	53.730	58.089	111.819
Varijanta »C—D«	16.870	21.447	18.675	240	31.340	21.229	66.885	42.916	109.801
	—775	—4.058	—3.860	+16.495	—8.520	+2.735	—13.155	+15.173	+2.018

Uštede u ukupnim godišnjim troškovima u pojedinim eksploatacionim etapnim razdobljima u perspektivnoj mreži prema varijanti »C-D« u odnosu na varijantu »B-D«

Tablica 10

Etapa	Eksploataciono razdoblje (god)	Prosječna snaga (MVA)	Razlika prosječnih godišnjih specifičnih troškova (000 N. Din/MVA)			Razlika ukupnih godišnjih troškova (000 N. Din)		
			110 kV	35 kV	Ukupno	110 kV	35 kV	Ukupno
I	3	13,1	—80,50	+68,60	—11,90	— 3.160	+ 2.693	— 467
II	3	17,5	—59,15	+50,80	— 8,35	— 3.104	+ 2.666	— 438
III	8	29,1	—33,99	+66,30	+32,31	— 7.910	+15.440	+ 7.530
IV	9	56,0	—24,40	+34,17	+ 9,77	—12.300	+17.220	+ 4.920
Ukupno:	23	35,0	—	—	—	—26.474	+38.019	+11.545

uštede u početnim investicionim ulaganjima, a u tablici 10 su prikazane razlike prosječnih ukupnih godišnjih troškova za svaku etapu u razdoblju do 1990. Razlike u ukupnim godišnjim troškovima su dobivene analitički na osnovu prosječnog iznosa konzuma, investicionih godišnjih troškova i prosječnih troškova električnih gubitaka, a mogu se dobiti planimetriranjem grafičkog prikaza na sl. 9.

Analizirajući strukturu troškova u perspektivnoj električnoj mreži 110 i 35 kV, proizlazi da se izborom varijante »C—D« na planu elektroprivrede, ili pak nacionalne privrede, uštedjelo:

U investicionim troškovima 2,018.000 N. Din
U godišnjim troškovima 11,545.000 N. Din

Međutim, značajnija je ušteda u mreži 35 kV, koja je ostvarena maksimalnim izumiranjem skupocjenih podmorskih kabela i kabelskih postrojenja u iznosu od 19,220.000 N. Din od čega se dio prelio u poboljšanje nadzemnih vodova 35 kV u iznosu od 4,057.000 N. din. Tako je u mreži 35 kV ostvarena ukupna ušteda:

U investicionim troškovima 15,173.000 N. Din
U godišnjim troškovima 38,019.000 N. Din

Ostatak od 13,155.000 N. Din predstavlja proširenje vitalnije mreže 110 kV. Utrošen je dijelom kao posljedica produljenja trase vodova 110 kV (4,832.000 N. Din), a dijelom u novu TS 110/35 kV Brač (8,520.000 N. din), koja s energetsko-tehničkog stanovišta znatno poboljšava perspektivnu električnu mrežu.

Rezimirajući sve komparativne prednosti usvojene perspektivne električne mreže prema varijanti »C—D«, može se konstatirati:

— da je tehnički sposobna preuzeti najveće ostvarenje prognoziranog konzuma (86 MVA) uz relativno povoljnu razdiobu opterećenja i ostale tehničke kriterije;

— da ima dovoljnu rezervu, manipulativnost i elastičnost pogona, i da je pogonski jednostavna, jer su maksimalno izbjegnuti dugački, složeni vodovi 35 kV relativno niskog izolacionog nivoa;

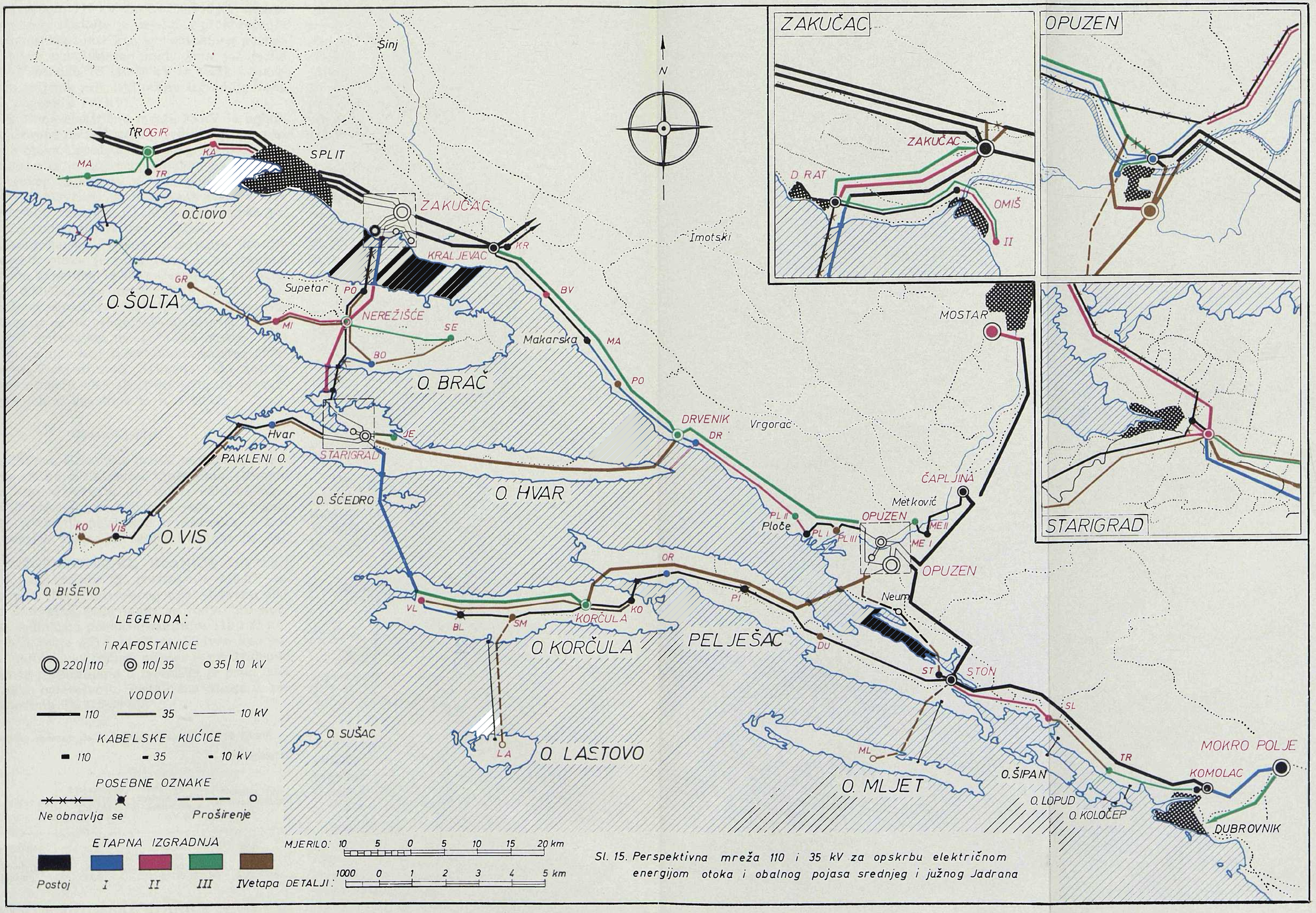
— da ima povoljnu dinamiku etapnog razvoja pri čemu su uglavnom zadovoljeni svi energetsko-tehnički i pogonski kriteriji, a posebno se jednostavno i funkcionalno može proširiti u slučaju pre-koračenja najvećeg prognoziranog konzuma;

— da ostvaruje značajne investicione uštede, naročito uštede u godišnjim troškovima u eksploatacionom razdoblju do 1990, i da pruža idealnu mogućnost preobražaja u suvremenu tronaponsku koncepciju, pri čemu bi se uštedjelo daljnjih 20,000.000 N. Din, odnosno u godišnjim troškovima oko 44,000.000 N. Din (Osnovne tehničko-ekonomske smjernice uspostavljanja tronaponske koncepcije, Lit. 11).

4.4. TEHNIČKI OPIS I DINAMIKA RAZVOJA PERSPEKTIVNE ELEKTRIČNE MREŽE

Elektroenergetsko rješenje opskrbe u elketričnoj energiji otoka srednjeg i južnog Jadrana obuhvaća cijelu tehničko-ekonomsku problematiku razvoja i eksploatacije električne mreže prema usvojenoj varijanti »C—D«. Na sl. 15 je prikazana situacija i dinamika razvoja perspektivne električne mreže 110 i 35 kV otočnog i obalnog područja, i idejno rješenje napajanja manjih gravitirajućih otoka podmorskim kabelima 10 kV.

Prema rješenju kopnene perspektivne električne mreže 110 i 35 kV (Lit. 11, 12) predviđa se izgradnja TS 220/110 kV Opuzen i TS 110/35 kV Drvenik, koje su uz postojeće TS 220/110 kV Zakučac i Mokro Polje glavna elektroenergetska uporišta otočne mreže 110 kV. Distributivni pojni čvorovi TS 110/35 kV Nerežišće (Brač), Starigrad (Hvar) i Pupnat (Korčula) su povezani u poluprstenu sa složenim vodom 110 kV, čime je omogućeno dvostrano napajanje iz TS 220/110 kV Zakučac i Opuzen.



LEGENDA:

TRAFOSTANICE

220/110 · 110/35 · 35/10 kV

VODOVI

110 · 35 · 10 kV

KABELSKE KUĆICE

110 · 35 · 10 kV

POSEBNE OZNAKE

Ne obnavlja se · Proširenje

ETAPNA IZGRADNJA

Postoj · I · II · III · IVetapa

MJERILO: 10 5 0 5 10 15 20 km

DETALJI: 1000 0 1 2 3 4 5 km

Sl. 15. Perspektivna mreža 110 i 35 kV za opskrbu električnom energijom otoka i obalnog pojasa srednjeg i južnog Jadrana

Preostala TS 110/35 kV Ston se također uz TS 110/35 kV Komolac dvostrano napaja nadzeminm magistralnim vodom 110 kV iz TS 220/110 kV Mokro Polje i Opuzen. Nadalje je za slučaj prekoračenja prognoziranog konzuma kao i eventualnog pogonskog zahtjeva poboljšanja, predviđena još jedna veza 110 kV između TS 110/35 kV Drvenik i Starigrad(u to vrijeme nije isključena izgradnja voda 220 kV u pogonu s 110 kV).

Distributivna električna mreža 35 kV je uglavnom lokalizirana na području pojedinih grupa gravitirajućih otoka i predstavlja više galvanskih cjelina. Oblikovana je najvećim dijelom na koncepciji dvostrukog napajanja iz istih pojnih čvorova a sastoji se, uglavnom, iz nadzemnih vodova, dok su podmorskim kabelima 35 kV povezani otoci Vis i Šolta, i, eventualno Lastovo i Mljet.

Elektroenergetsko rješenje napajanja manjih gravitirajućih otoka je predviđeno povezivanjem podmorskim kabelima 10 kV na susjednu kopnenu ili otočnu distributivnu mrežu 10 kV (M. i V. Drvenik, Biševo, Šipan, Lopun i Koločep). Otoci Sušac i Palagruž se ne predviđaju za elektrifikaciju, kao i ostali nenaseljeni mnogobrojni otočići. Neki od njih su namijenjeni atraktivnom turizmu (Jakljan, Ščedro, Pakleni otoci, Arkanđel itd.), koji će se shodno situaciji elektrificirati jeftinim plastičnim podmorskim kabelima n. n. i 10 kV.

Osnovni podaci

Perspektivna električna mreža je dimenzionirana prema ranije definiranim kriterijima. Osnovni podaci se odnose općenito na tip i izvedbu elektroenergetskih objekata, instaliranu snagu, broj transformatora i vodnih polja kod trafostanica, a kod vodova presjek, materijal vodiča i duljina (sl. 16).

TRANSFORMATORSKE STANICE 110/35 kV su uobičajene izvedbe tj. postrojenje 110 kV na otvorenom, a 35 kV zatvorenog tipa. U svrhu elastičnosti i rezerve predviđaju se dvije transformatorske jedinice, i pomoćne sabirnice 110 i 35 kV. Broj vodnih polja 110 i 35 kV je dobiven kao posljedica oblika električne mreže i predviđenog eventualnog proširenja, a u tablici 11 je prikazano maksimalno opterećenje, instalirana snaga i rezerve pojedinih TS 110/35 kV.

Maksimalno opterećenje i instalirana snaga TS 110/35 kV

Tablica 11

Naziv TS 110/35 kV	Maksimalno opterećenje (MVA) (Prognoza C)	Broj transformatora i instalirana snaga (MVA)	Rezerva u redovitom pogonu %
Nerežišće (Brač)	21,2	2×20	47,0
Starigrad (Hvar)	21,9	2×20	45,2
Pupnat (Korčula)	20,7	2×20	48,2
Ston (Pelješac)	13,0	2×20 (2×10)	67,5 (35,0)

TRANSFORMATORSKE STANICE 35/10 kV su zatvorene izvedbe s jednostrukim sabirnicama 35 kV (iznimno u dva dijela i spojnim poljem). Transformatori su tipske snage 4 odnosno 6,3 MVA za vanjsku montažu s regulacijom u pogonu (radi etapne izgradnje). Najvećim dijelom su predviđene dvije transformatorske jedinice. Međutim konačno se predviđa jedan transformator samo u TS 35/10 kV Komiža uz postojeću na Visu, što je posljedica povoljne energetske situacije i već sada dobro razvedene mreže 10 kV. Trafostanice 35/10 kV s tri jedinice nalaze svoje energetsko opravdanje u jakim turističkim centrima, kada ljeti rade sve tri, a zimi samo dvije jedinice (nema opterećenja turizma). Tako se predviđaju izvesti TS 35/10 kV, 3 × 4 MVA Jelsa i pogodnom adaptacijom postojeća Starigrad, i, eventualno, Vela Luka. Ostale trafostanice 35/10 kV, 2 × 4 MVA, moraju imati projektirane temelje za jedinice od 6,3 MVA za eventualno proširenje. Na osnovu maksimalnog opterećenja i odabrane instalirane snage svaka TS 35/10 kV sadrži od 20 do 40% rezerve za pogonsku ispomoć susjednim pojnim čvorovima putem 10 kV mreže.

SLOŽENI VOD 110 kV Zakučac—Brač—Hvar—Korčula—Pelješac—Opuzen je sastavlien od više dionica nadzemnih vodova iedinstvenog presieka 150 Ač, te podmorskih i podzemnih kabela 3 × 95 Cu odnosno 3 × 120 Cu.

Na osnovu prognoziranog maksimalnog opterećenja u redovitom i neredovitom pogonu, i najnižeg dozvoljenog trajnog opterećenia u tablici 10 je prikazana opteretivost pojedinih dionica složenog voda 110 kV, pri čemu se napominie da su svi ostali tehnički kriteriji u granicama dozvoljenog.

NADZEMNI VODOVI 110 kV su standardne jednostruke izvedbe na željezno-rešetkastim stupovima tipa »Jela« presjeka 3 × 150 Ač + 50 Fe, ili bakrenih vodiča odgovarajućeg ekvivalentnog presjeka.

Opteretivost pojedinih dionica složenog voda 110 kV

Tablica 12

Složeni vod 110 kV DV 150, KB 120 Cu i KB 95 Cu	Redoviti pogon		Neredoviti pogon			
	(MVA)	(%)	(MVA)	(MVA)	(MVA)	(%)
Zakučac—Brač	41,5	55,4	58,0	93,5	isključen	
Brač—Hvar	21,5	34,7	39,1	63,0	20,6	33,2
Hvar—Korčula	isključen		20,1	32,5	41,4	66,7
Opuzen—Korčula	20,7	33,4	isključen		58,0	93,5

Pri izboru trase, projektiranju i izvedbi nadzemnih vodova treba voditi računa o teškim pogonskim uvjetima s obzirom na posolicu i intenzivna atmosferska pražnjenja, i o nepovoljnom geološkom sastavu zemljišta za pogonska uzemljenja.

PODMORSKI KABELI 110 kV su uljni, trožilne izvedbe 3 × 95 Cu, s pojačanom armaturom radi mehaničkih naprezanja pri polaganju, eventualnog neravnomjernog naljeganja na morsko dno i vibracija izazvanih pridnenim morskim strujama. Za to je neophodno detaljno ispitati trasu podmorskog kabela i studijski istražiti profil i sastav morskog dna. Podzemni kabeli su slične izvedbe, a polažu se na kratkim duljinama dijelom u moru

TS 220/110 kV ZAKUČAC

TS 220/110 kV OPUZEN

TS 110/35 kV KRALJEVAC

TS 110/35 kV DRVENIK

TS 110/35 kV ŠTON

Cu 95 - 5,5 -

Cu 95 - 14,9 -

Ač 240 - 33,5 -

Ač 240 - 39,5 -

Ač 150 - 20 -

Ač 150 - 9,3 -

Ač 150 - 1,4 -

Cu 95 - 4,8 -

Cu 95 - 5 -

Ač 150 - 32,5 -

Ač 150 - 8 -

Ač 150 - 7 -

Ač 150 - 8 -

Ač 150 - 4,5 -

Cu 95 - 1,6 -

Ač 70 - 5,2 -

Cu 50 - 5,2 -

2x4 MVA POSTIRE

TS 110/35kV NEREZIŠĆE

2x20 MVA

Cu 95 - 6,2 -

Ač 70 - 16,5 -

2x2,5 MVA SELCA

Ač 50

Ač 150 - 48 -

Cu 95 - 16 -

Ač 150 - 6 -

TS 110/35 kV KORČULA

2x20 MVA

Ač 120 - 25,5 -

2x4 MVA VELA LUKA

Ač 120 - 1,8 -

2x4 MVA OREBIĆ

Ač 120 - 31,7 -

2x4 MVA ŠTON

Ač 150 - 16 -

Ač 120 - 22 -

Ač 150 - 43,9 -

Ač 95 - 10,5 -

Cu 50 (Ač 70) - 8,2 -

Ač 150 - 8 -

Ač 95 - 16,5 -

Ač 120 - 12,8 -

Cu 50 (95) - 2,1 -

Ač 70 - 4,6 -

Cu 50 - 0,8 -

Ač 70 - 10 -

2x4 MVA MILNA

2x2,5 MVA ŠOLTA

2x2,5 MVA BOL

TS 110/35 kV STARIGRAD

2x20 MVA

3x4 MVA STARIGRAD

Ač 95 - 9 -

2x4 MVA SMOKVICA

2x4 MVA KORČULA

2x4 MVA DUBRAVA

2x4 MVA MLJET

2x2,5 MVA SLANO

TS 110/35 kV KOMOLAC

Ač 150 - 18 -

2x20 MVA

TS 220/110 kV MOKRO POLJE

Ač 70 - 6,5 -

3x4 MVA JELSA

2,5 MVA LASTOVO

Ač 70 - 6 -

4 MVA KOMIŽA

Ač 70 - 4,45 -

Cu 3x1x35 Cu 3x70-18,5 -

Cu 50 - 6 -

4 MVA VIS

Ač 95 - 14,5 -

2x4 MVA HVAR

LEGENDA:

TRAFOSTANICE

35/10 kV

Postojeće i predviđene

VODOVI

110 kV Nadzemni

110 kV Kabeli

35 kV Nadzemni

35 kV Kabeli

OSTALA POSTROJENJA

110 kV Uljna stanica

35 kV Kabelska kučica

Sl. 16. Osnovna shema perspektivne el. mreže 110 i 35 kV

i dijelom u zemlji, koja ima niži toplinski otpor, pa im je presjek 3 × 120 Cu (3 × 150 Cu Opuzen—Korčula).

NADZEMNI VODOVI 35 kV su standardne izvedbe sa željezno-rešetkastim stupovima tipa »Jednostruka jela« raznih presjeka 3 × 120, 95 i 70 Ač. U pogledu izbora trase i atmosferskih utjecaja s obzirom na relativno niski nivo izolacije treba posvetiti naročitu pažnju, pa dolazi u obzir povećanje izolacionog nivoa izolatora, povećanja efikasnosti zaštitnih užeta, uzemljenja i sl.

PODMORSKI KABELI 35 kV su također trožilne izvedbe 3 × 70 i 3 × 50 Cu pa dolaze u obzir u daljoj budućnosti za povezivanje otoka Šolte, Lastova i Mljeta, i za zamjenu postojećeg kabela Pelješac—Korčula (3 × 95 Cu). Polaganje četvrte žile (1 × 35 Cu) odnosno trožilnog kabela (3 × 50 ili 3 × 70 Cu) za otok Vis treba posebno ekonomski i energetski razmotriti.

Etapni razvoj

Dinamika izgradnje do konačne realizacije planirane perspektivne električne mreže ima neobično važnu ulogu na planu racionalizacije. Stoga je postepena realizacija perspektivne električne mreže predviđena u više etapnih razdoblja. Broj etapa i obujam etapne izgradnje definiran je prema pogonsko-energetskim zahtjevima kao uzrocima i tehničko-investicionim pokazateljima i kao posljedicama, koristeći se s slijedećim smjernicama etapnog razvoja:

a) Sistematsko planiranje u što kraćim vremenskim intervalima već prema energetskim potrebama i investicionim mogućnostima, tj. na osnovu praćenja razvoja i kratkoročnih prognoza konzuma planirati investicije, svodeći ih razumno na najnižu vrijednost. Zatim iznalaženje ekonomičnijih rješenja na organizaciono-izvedbenom planu, npr. istovremena izvedba istovjetnih elektroenergetskih objekata i ako to hitno ne nalaže energetska situacija (polaganje više podmorskih kabela, s obzirom na visoke troškove transporta i polaganja, neovisno o duljini).

b) Plansko oblikovanje perspektivne električne mreže, koja u svakom stanju izgrađenosti može poprimiti jednostavno definitivno stanje uz nešto tolerantnije pogonske kriterije. Pri tom se obilato koristi mogućnost izgradnje vodova i dijelova postrojenja višeg napona u pogonu s nižim naponom, kao i smjelije ustupanje pojedinih elektroenergetskih objekata višeg napona, koji su dotrajali ili nezadovoljavaju osnovnim tehničko-opogonskim kriterijima, u niženaponskoj mreži.

U nedostatku kratkoročnih i srednjoročnih razvojnih planova, a prema dugoročnoj prognozi i vjerojatnom razvoju konzuma utvrđene su četiri etape izgradnje perspektivne električne mreže (sl. 9 i 10 i tab. 13):

I ETAPA. — Realizacija se predviđa prema srednjoj vrijednosti prognoze u razdoblju do 1970, tj. za porast ukupnog maksimalnog opterećenja do granične vrijednosti od 14,5 MVA, a obuhvaća izgradnju složenog voda 110 kV Dugi Rat—Postire i Starigrad—Blato u pogonu s 30 odnosno 35 kV. Prva veza je, polaganjem podmorskog kabela 110 kV Kopno—Brač, već ostvarena i time je utemeljena koncepcija 110 kV, a realizacija druge veze Hvar—Korčula predstoji polovinom ove godine i definitivno potvrđuje varijantu »C—D«. Galvansko povezivanje mreže 35 i 30 kV otoka srednjeg i južnog Jadrana će se ostvariti ugradnjom autotransformatora u TS 35/10 kV Starigrad, s tim da će se na otocima Hvaru i Visu preći na standardizirani napon, dok će otok Brač i dalje ostati s naponom 30 kV, jer su kabeli kopno—Brač—Hvar nazivnog napona 30 kV kao i transformacija TS 110/30 kV Dugi Rat.

II ETAPA — Predstavlja više pogonsko nego energetsko poboljšanje, predviđa se realizacija do 1973, odnosno kada će ukupno maksimalno opterećenje iznositi 20 MVA, tj. kada nastupa optimalno razdoblje otočne mreže 110 kV. Obuhvaća izgradnju voda 110 kV Postire—Starigrad i prvu etapu izgradnje TS 110/35 kV Starigrad s puštanjem u 110 kV pogon, zadržavajući još uvijek vod Starigrad—Blato u 35 kV naponu.

III i IV ETAPA — izgradnje perspektivne električne mreže ima mnogo zajedničkih elemenata. Predstavlja nadogradnju 110 kV mreže i konačno oformljenje planirane distributivne i prijenosne mreže u znaku daljnjeg tada revidiranog porasta konzuma, povišene pogonske sigurnosti isporuke kvalitetne električne energije i racionalne eksploatacije. Obuhvaća zatvaranje 110 kV složenog voda, izgradnju preostalih TS 110/35 i 35/10 kV i sistematskog proširenja transformacije. Prioritet izgradnje pojedinih dionica vodova i trafostanica odvijati će se u skladu s energetskim i pogonskim potrebama, koje je sada teško predvidjeti. Posebno ovu posljednju, koja uslijed većih pogonskih poremećaja može ubrzati izgradnju, kao npr. TS 110/

Aproksimativni troškovi izgradnje perspektivne električne mreže otoka srednjeg i južnog Jadrana Tablica 13

Etapa	Nadzemni vodovi		Postrojenja		Podmorski kabeli		Ukupno		
	110	35	110	35	110	35	110	35	110 + 35
I	3.020	—	12.265	—	2.250	3.645	17.535	3.645	21.180
II	6.650	2.160	15.175	—	7.880	5.525	29.705	7.685	37.390
III	9.170	8.235	15.175	—	19.350	13.183	43.695	21.418	65.113
IV	16.870	21.447	18.675	240	31.340	21.229	66.885	42.916	109.801

35 kV Nerežišće uslijed oštećenja podmorskih kabela 30 kV Kopno—Brač odnosno Brač—Hvar, a nije ekonomično da se obnavlja.

Inače se prema planu razvoja konzuma nalaže izgradnja TS 110/35 kV Nerežišće, tek kada otoci Brač i Šolta prekorače termičku granicu postojećih kabela 30 kV od 8 MVA, odnosno uz tolerantniju pogonsku rezervu od 50 % kod 12 MVA (oko 1971), kada bi ovi kabeli ostali u rezervi sa standardiziranim naponom 35 kV ili pak ustupili mreži 10 kV.

Literatura i dokumentacija:

1. B. Filipović, *Metodologija istraživanja dijagrama opterećenja*, Institut za Elektroprivredu, Zagreb 1968.
2. V. Štengl, *Osnovno rješenje elektrifikacije srednje i južne Dalmacije*, Institut za Elektroprivredu, Zagreb 1962.
3. I. Janić, *Potreba i problematika uvađanja međunapona 20 i 60 kV u ljestvici standardnih napona distributivne mreže*, Institut za Elektroprivredu, Zagreb, 1965.
4. B. Markovčić, *Mreža 110 i 220 kV SRH do 1975*, Institut za Elektroprivredu, Zagreb, 1967.
5. M. Baling, *Energetske podloge za dimenzioniranje distributivnih električnih mreža*, Energija 7—8, Zagreb, 1964.
6. M. Jung, *Rješenje uzemljenja nultačke u TS 110/30 (35) kV (konkretna primjena u TS D. Rat)*, Institut za Elektroprivredu, Zagreb, 1965.
7. V. Štengl i D. Borojević, *Neke mogućnosti za analizu energetskih karakteristika kućanstva*, Energija 7—8, Zagreb, 1965.
8. A. Franušić, *Automatski ponovni uklop na srednjedalmatinskim otocima*, Energija br. 9 i 10, Zagreb 1967.
9. B. Budanko, *Osnovno rješenje perspektivne električne mreže otoka srednjeg i južnog Jadrana (tehnički dio za investicioni program izgradnje KB 35 kV Kopno—Brač)*, Elektrodalmacija, Split, 1967/68.
10. B. Budanko, *Idejno rješenje mreže 110 kV otoka srednjeg i južnog Jadrana, I etapa*, Elektroprenos, Split, svibnja 1968.
11. B. Budanko, *Mreža 110 kV za snabdijevanje srednje i južno dalmatinskih otoka električnom energijom*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1968/69.
12. B. Budanko, *Energetsko rješenje i perspektivna mreža 35 i 110 kV obalnog pojasa Split*, Dubrovnik, Elektrodalmacija, Split, 1969.
13. B. Budanko, *Osnovno energetsko i tehničko idejno rješenje visokonaponske mreže otoka Hvara*, Elektrodalmacija, Split, 1968.
14. B. Budanko, *Eektrifikacija Jadranskih otoka podmorskim kabelima 110 kV — Drugo savjetovanje o energetskim kabelima, CIGRE*, Vrnjačka Banja, 1969, Zbornik, Zagreb.
15. B. Budanko, *Dimenzioniranje podmorskih kabela — CIGRE Zbornik prvo savjetovanje o energetskim kabelima*, Zagreb, 1967.
16. B. Budanko, *Iskustva u eksploataciji i dimenzioniranju podmorskih kabela*, Zbornik drugog savjetovanja o energetskim kabelima, Vrnjačka banja, 1969.
17. Dokumentacija gospodarskog razvoja i urbanističkih planova:
    - *Lokalni razvojni planovi srednjodalmatinskih otoka Općinske skupštine Brača, Hvara i Visa*, Anketa 1966.
    - *Plan dugoročnog razvoja i plan prostornog uređenja jadranskog područja*, Urbanistički institut Hrvatske, Zagreb, 1967.
    - *Odluka koja zamjenjuje regionalni prostorni plan*, Urbanistički zavod Dalmacije, Split, 1967.
    - *Regionalni plan južnog Jadrana*, Projekt južni Jadran, Dubrovnik, 1968.
    - *Generalni plan Hvara*, Projekt južni Jadran, Split, 1968.
    - *Privredni razvoj Dalmacije*, Intervju s Dragutinom Haramijom, predsjednikom Izvršnog Vijeća Hrvatske, Slobodna Dalmacija 1. I 1970.
    - Š. Đodan, *Determinante gospodmarskog razvoja primorske Hrvatske*, Dubrovnik 2/1968. Dubrovnik.
    - *Projekt južni Jadran*, Intervju s autorima projekta, Dubrovnik 4/1968. Dubrovnik.

TEHNIČKO-EKONOMSKI OSVRT NA IZBOR NAŠEG PRVOG PODMORSKOG KABELA

Božidar Budanko, Split

Iznijeti su kriteriji koji su se uzeli u obzir kod odabiranja dobavljača i parametara podmorskog kabela 110 kV za vezu kopno — otok Brač. Prikazan je također tehničko-ekonomski račun na temelju kojega je odabran presjek i materijal vodiča kabela.

DK 621.315.2

Otočna mreža 110 kV obuhvaća složene radove tj. nadzemne vodove i podmorske kabele, i odgovarajuće kabelske instalacije. Konkretno, složeni vod 110 kV kopno — Brač sastoji se iz nadzemnog voda, kabelskih uljnih stanica, podzemnih kabela i priobalne zaštite na obje obale, i podmorskog kabela. U pogonskom pogledu cijela kabelska instalacija, a posebno podmorski kabel, predstavlja najvitalniji dio otočne električne mreže. Također mu se u tehničkom i ekonomskom pogledu pridaje naročita važnost. U pitanju troškova izvedbe ovog složenog voda 110 kV, najveći dio otpada na podmorski kabel, dok su troškovi ostalih elemenata maleni i gotovo neovisni o presjeku. Stoga se za ekonomska razmatranja uzeo u obzir samo podmorski kabel.

Izbor podmorskog kabela 110 kV kopno — Brač je proveden na osnovu ponuda više renomiranih evropskih tvornica kabela, kao npr. Pirelli — Milano, Felten & Guilleaume — Köln, Liljeholmens — Stockholm i Kabelmetal — Hannover i to uglavnom na temelju slijedećih kriterija:

— tehničke i konstruktivne karakteristike
— tvorničke cijene kabela
— troškova transporta i polaganja
— kreditnih uvjeta i
— roka isporuke.

Navedene kriterije najpotpunije je osigurala Liljeholmens — Stockholm, stoga je u ožujku 1968. odlučeno da se kabel nabavi kod ove firme. Odabran je podmorski niskotlačni uljni kabel 110 kV, trožilne izvedbe s bakrenim vodičima presjeka 95 mm².

Presjek ovog podmorskog kabela odabran je uzimajući u obzir:

— investicione godišnje troškove,
— troškove gubitaka električne energije,
— prosječne eksploatacione snage u amortizacionom razdoblju.

Osnovni tehnički podaci potrebni za ovaj proračun prikazani su u tablici 1. Prikazane su jedinične električne konstante i gubici snage, dok je struktura troškova nabave podmorskih kabela s bakrenim i aluminijskim vodičima različitih presjeka prikazana u tablici 2.

Struktura jediničnih troškova je dobivena na osnovu jediničnih cijena i ostvarenih investicionih troškova za odabrani podmorski kabel 110 kV, 3 × 95 Cu, 7,55 km, što je iznosilo:

— Nabava kabela	3,048.916 d.
— Transport i polaganje	1,245.151 d.
— Ostali troškovi (paušal)	150.000 d.
Ukupno:	4,444.067 d.

Osnovni tehnički podaci uljnih kabela 110 kV — Liljenholmens, Švedska

Tablica 1

Električne veličine	Bakar			Aluminij		
	2 × 70 mm²	3 × 95 mm²	3 × 120 mm²	3 × 95 mm²	3 × 120 mm²	3 × 150 mm²
Dozvoljeno opterećenje (A)	260	350	405	206	315	350
Omski otpor kod 20 °C (om/km)	0,25	0,2	0,161	0,29	0,265	0,214
Omski otpor kod 80 °C (om/km)	0,31	0,242	0,182	0,369	0,323	0,234
Dielektrični gubici 3 (kW/km)	3,0	2,5	3,0	3,5	2,7	3,2

Troškovi nabave podmorskih kabela 110 kV — ponuda Liljenholmesa, Švedska

Tablica 2

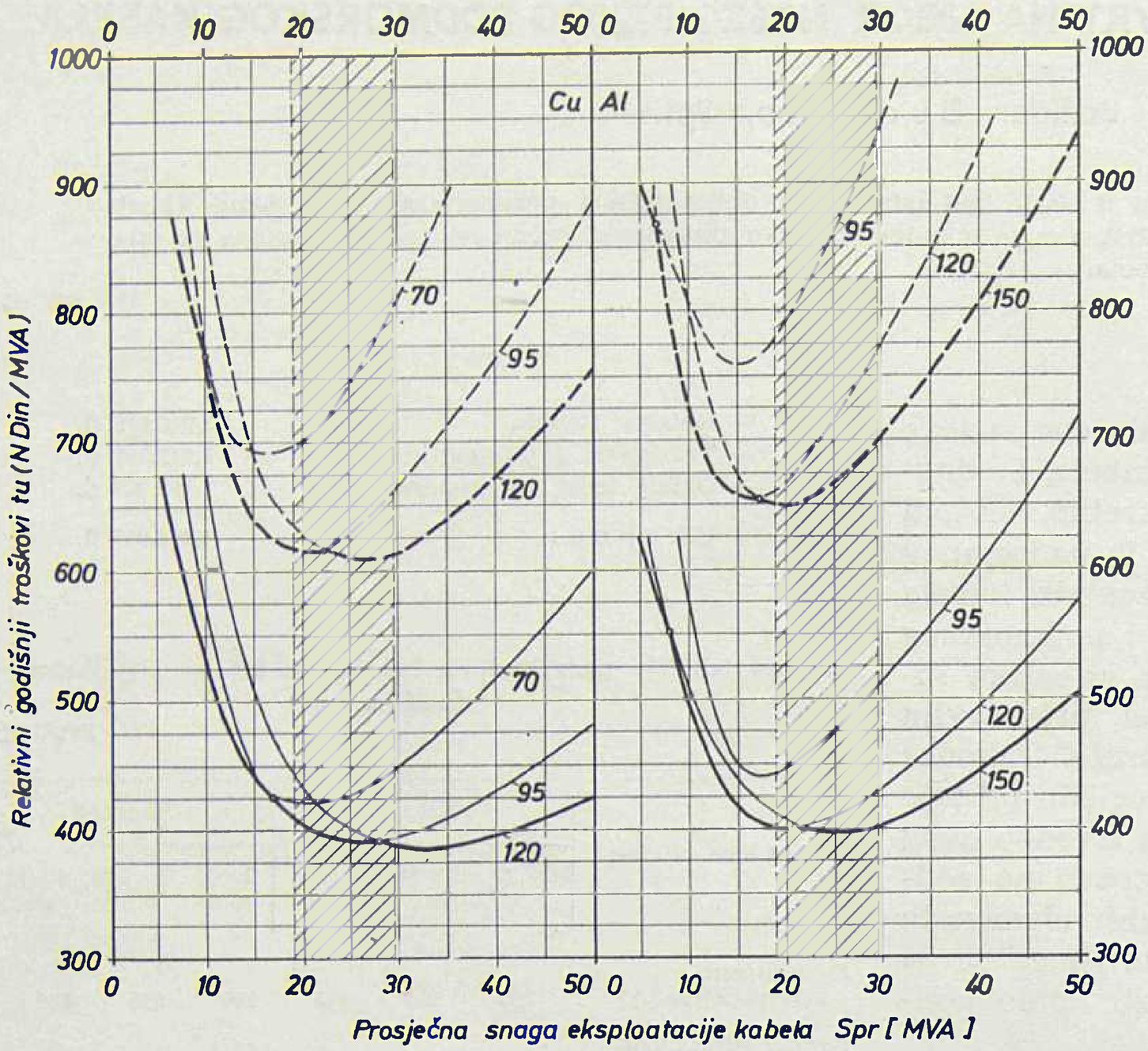
Cijena	Bakar			Aluminij		
	3 × 70	3 × 95	3 × 120	3 × 95	3 × 120	3 × 150
Tvornička:						
(Šv. kruna/km)*	142.500	145.650	150.900	133.350	135.200	137.550
(d/km)**	344.000	351.600	364.200	322.000	326.800	332.000
Nabavna:						
(d/km)	395.250	406.600	417.950	369.885	376.243	383.872
Troškovi ovisni o presjeku						
(d/km)	31.780	43.130	54.480	24.158	30.516	38.145
Konstantni troškovi (d/km)		363.470			345.727	

* proračunato po službenom kursu: 1 Šved. kruna = 2,416 d
** uključeni troškovi uvoza

Budući da neosjetno ovise o presjeku, u konstantne troškove su uzeti još

— troškovi transporta i polaganja: 165.000 d/km
— ostali troškovi (ispitivanje trase, projekti i sl.): 20.000 d/km

Radi bolje ilustracije pojedinih investicionih troškova za odabrani podmorski kabel 110 kV, 3 × 95 Cu, u tablici 3 su izneseni apsolutni i postotni iznosi.



Sl. 1 izbor optimalnog presjeka podmorskog uljnog kabela 110 kV proizvodnje »Liljeholmens« — Švedska

Struktura i iznos investicionih troškova KB 110 kV, 3×95 Cu

Tablica 3

Struktura investicionih troškova	Nabava		Izvedba		Ukupno
	Ovisno o presjeku	Neovisno o presjeku	Transport i polaganje	Ostalo	
d/km	43.130	363.470	165.000	20.000	591.600
%	7,3	61,5	27,9	3,3	100

Ukupni godišnji troškovi su općenito dani izrazom:

$$T_u = T_i \frac{p}{100} + \Delta P_{cp} \quad \text{d/god.}$$

gdje je:

T_i (d/km) — ukupni investicioni troškovi
p (%) — razne stope i kamati
ΔP (kW) — gubici snage
C_p (d/kW) — prosječna cijena snage

Razne stope i kamati uzete su prema zakonskim propisima i pravilniku poduzeća, a iznose:

— amortizaciona stopa za kabele (zakon):	$p_a = 4{,}0$ %
— investiciono i tekuće održavanje (procjena):	$p_i = 1{,}5$ %
— premije osiguranja kabela procjena:	$p_o = 1{,}0$ %
— prosječni kamati na kredit i poslovni fond:	$p_k = 2{,}1$ %
	$p = 8{,}6$ %

Prosječni kamati na kredit i poslovni fond odnose se na godišnje amortizaciono razdoblje, kod čega je dobiven kredit na 5 godina uz 6 % kamata, a kamati na poslovni fond su uzeti u iznosu od 1,7 %.

Prosječna cijena snage je na osnovu dosadašnjeg porasta pretpostavljena u perspektivnom eksploatacionom razdoblju u fiktivnom rasponu (500—1000 d/kW).

Optimalna gustoća struje podmorskih kabela 110 kV je dobivena na osnovu gore definiranih ekonomskih veličina za oba iznosa prosječne cijene električne energije. Osim toga u tablici 4 su prikazani specifični troškovi ovisni o presjeku (a).

Optimalna gustoća struje podmorskih kabela 110 kV

Tablica 4

Podmorski kabeli 110 kV	Cu-vodiči	Al-vodiči
Optimalna gustoća struje, (A/mm²)	1,22—0,864	0,705—0,498
Specifični promjenjivi tvornički troškovi, (d/mm² · km)	454	254,3

Optimalno eksploatacione razdoblje pojedinih kabela je prikazano grafički za razmatrane presjeke na slici, na osnovu ukupnih relativnih godišnjih troškova ovisno o rastućem opterećenju.

Razmatrajući rezultate tehničko-ekonomske analize može se konstatirati:

— da su tvornički troškovi ovisni o presjeku neuobičajeno niski, što prouzrokuje nisku

optimalnu gustoću struje (tab. 4) i gotovo zanemarivu razliku cijena između pojedinih presjeka (tab. 2),

— da su konstantni troškovi općenito visoki, što se posebno odnosi na troškove transporta i polaganja (tab. 3),

— da najdulje optimalno razdoblje eksploatacije u području očekivane prosječne snage posjeduje kabel 3 × 95 Cu i 3 × 150 Al,

— da se radi montažnih razloga izbjegava podmorski kabel s aluminijskim vodičima, pogotovo kad je cijena neznatno manja — (3 × 150 Al je jeftiniji svega 3,8 % od 3 × 95 Cu).

Osnovni podaci opterećenosti složenog voda 110 kV

Tablica 5

Vrsta voda	Podmorski kabel	Podzemni kabel	Nadzemni vod
Materijal i presjek	Cu 3×95	Cu 3×120	Ač 3×150
Temperatura okoline (°C)	15—22	20	40
Nazivna temperatura (°C)	80	85	80
Toplinski otpor (°C/W)	120	100	—
Dozvoljeno trajno (A)	350	325	400
Opterećenje (MVA)	66,7	62,0	76,0
Optimalna gustoća struje (A)	1,22	—	1
Optimalno opterećenje (A) (MVA)	22,1	—	28,6

Podmorski kabel je na termičko opterećenje u trajnom pogonu dimenzioniran u sastavu cijelog složenog voda na predviđeno maksimalno opterećenje u neredovitom pogonu od 58 MVA (isključen vod 110 kV Opuzen — Korčula).

U tablici 5 su dani orijentacioni temperaturni uvjeti , odgovarajuće dozvoljeno opterećenje, kao i približna ekonomska opterećenost, gdje se vidi da termičku granicu uvjetuje podzemni kabel 3 × 120 Cu (325 A, 62 MVA).

Promatrajući u cjelini složeni vod 110 kV (Zakućac — Brač — Hvar — Korčula — Opuzen), može se konstatirati da je čak u neredovitom pogonu strujna opterećenost relativno dobro usklađena, kod čega su varijacije napona unutar opsega regulacije u pogonu. Tehničko-ekonomski izbor ovog kabela je proveden u prilikama bez urbanističkih podataka najkvalitetnijih regionalnih i generalnih planova u okviru Projekta južnog Jadrana, jer su u to vrijeme bili u razradi. Međutim, s današnjeg stajališta, definiranog gospodarskog razvoja i evidentnih troškova nabave i polaganja, može se reći da je s obzirom na očekivani razvoj konzuma presjek prvog našeg podmorskog kabela 110 kV dobro izabran.

Literatura:

1. B u d a n k o B.: *Idejno rješenje mreže 110 kV otoka srednje i južnog Jadrana,* I etapa Elektroprenos, Split 1968.
2. B u d a n k o B.: *Mreža 110 kV za snabdijevanje srednje i južno dalmatinskih otoka električnom energijom,* Institut za elektroprivredu, Zagdreb 1968/69.
3. B u d a n k o B.: *Dimenzioniranje podmorskih kabela* — Zbornik prvog savjetovanja o energetskim kabelima CIGRE, Zagreb 1967.
4. B u d a n k o B.: *Iskustva u eksploataciji i dimenzioniranje podmorskih kabela,* Zbornik drugog savjetovanja o energetskim kabelima, CIGRE, Vrnjačka Banja 1969.

Naslov pisca: Božidar B u d a n k o, dipl. ing. »Elektrodalmacija«, Split.

KABELSKA VEZA 110 kV DUGI RAT — OTOK BRAČ

Petar Čerina, Split

Opisani su istražni radovi provedeni za potrebe projektiranja i narudžbe našeg prvog podmorskog kabela 110 kV, što je položen na trasi Dugi Rat — otok Brač. Opisan je način izbora kabelske trase, određivanje dužine podmorskog i kopnenog dijela kabela 110 kV, te lokacija i izvedba kabelskih postrojenja na kopnu. Posebno su navedeni tehnički podaci za kabel i kabelski pribor, i zaštita dispozicije nadzemni vod — kabel — nadzemni vod.

DK 621.315.2

1. Uvod

Otok Brač je do polaganja podmorskog 110 kV kabela bio spojen podmorskim kabelom 30 kV s kopnenim elektroenergetskim sistemom u TS 110/30 kV Dugi Rat. Iz TS 30/10 kV Postire na otoku Braču kombiniranom zračnom i kabelskom vezom napajani su električnom energijom otoci Hvar, Vis i Šolta.

Nagli uspon turističke privrede na srednjodalmatinskim otocima posljednjih godina popraćen je izgradnjom značajnih hotelskih i ostalih kapaciteta, što je intenzivno povećavalo potrošnju električne energije. Posljedica ovakvog porasta električne energije očitovala se u preopterećenju kabela 30 kV Dugi Rat — otok Brač, pa je ova dionica predstavljala usko grlo prijenosa. Osim toga, nedopustivo je da sigurnost opskrbe ovih otoka ovisi isključivo o jednoj vezi, jer su lokalne diesel elektrane uglavnom demontirane.

Energetska razmatranja su pokazala, da je prijenos električne energije na srednjodalmatinske otoke Brač, Hvar i Korčulu naponom 110 kV sigurniji i ekonomičniji. Zato je predviđena izgradnja prstena 110 kV HE Zakučac — otok Brač — otok Hvar — otok Korčula — Pelješac — Opuzen.

Veza Dugi Rat — otok Brač, čiji se opis daje u ovom članku, reazilirana je 1968. godine. Kabelske veze Brač — Hvar — Korčula predviđene su za realizaciju u toku 1970. godine.

Visina investicionih troškova i važnost ovih kabelskih postrojenja obavezuju da se seriozno i naučno ispita područje na kojem će se izvesti kabelska veza.

Projektant kabelske veze, proizvođač i polagač kabela trebaju poznavati: geološke i morfološke karakteristike morskog dna, udaljenost ishodišnih točaka po predviđenoj kabelskoj trasi, nadmorske visine postrojenja na kopnu, temperaturu mora, morske struje, točne batimetrijske podatke i narav morskog dna.

Prilikom projektiranja i realizacije kabelske veze 110 kV Dugi Rat — Brač dobivena su dragocjena iskustva u pogledu opsega i kvalitete istražnih radova na moru i kopnu.

U daljnjem tekstu navedeni su i opisani stvarno izvedeni istražni radovi za potrebe projektiranja i realizacije kabelske veze 110 kV Dugi Rat — Brač.

Poboljšanja u kvaliteti i obimu istražnih radova došla su do izražaja prilikom projektiranja kabelskih veza 110 kV Brač—Hvar i Hvar—Korčula. Detaljniji osvrt na ove kabelske veze bit će u jednom od narednih brojeva ovog časopisa.

2. Istražni radovi

Prije projektiranja ovih objekata vrše se istražni radovi na kopnu i pod morem. Istraživanja trebaju predočiti opće uvjete morfološko-geološkog karaktera duž kabelske trase i dati odgovarajuće podloge potrebne za projektiranje.

2.1. Istraživanja na moru

Svrha ovih istraživanja bila je da se ustanove opći uvjeti za polaganje podmorskog kabela 110 kV i to u neposrednoj blizini podmorskog kabela 30 kV. Istražen je uski areal morskog dna u Bračkom kanalu do udaljenosti od oko 1000 m istočno od pretpostavljene trase kabela 30 kV.

2.1.1. Echografsko snimanje morskog dna

Morsko dno i njegova konfiguracija snimalo se pomoću ultrazvučnog detektora echosondera, tipa »Simrad« — Simonsen Radio, norveške proizvodnje, koji emitira ultrazvučne valove u obliku stošca u intervalima od 1 sek, iscrtavajući na taj način autentičnu sliku konfiguracije morskog dna na registrirajućoj vrpci elektrokemijskim putem. Napravljeno je niz snimaka morskog dna iz kojih se moglo zaključiti da je konfiguracija morskog dna pravilna.

Pretpostavljena trasa budućeg kabela 110 kV ispitana je i echografskim snimanjem uz upotrebu tzv. »bijele crte« (White line method). Ovim postupkom je omogućeno razlikovanje ribljih jata koncetriranih na samom morskom dnu od umjetnih zadjeva, predmeta ili olupina, tako da se registrirajući znakovi za ovo posljednje evidentiraju ne samo na profilu morskog dna već i na dvostrukoj jeci koja uvjetuje i dvostruko registriranje čitavog profila »duoble echo«. Ovaj snimak nije pokazao znakove koji bi upućivali na eventualno prisustvo umjetnih zadjeva, predmeta ili olupina.

2.1.2. Geološke karakteristike morskog dna

Radi određivanja općih sedimentoloških karakteristika marinskih sedimenata na istraženom području Bračkog kanala, uzimali su se uzorci

morskog dna pomoću Petersenovog grabila. Laboratorijskom analizom su se utvrdila dva faciesa sedimenata: sitnozrni pijesak i glina koji se međusobno isprepliću tvoreći na najvećem dijelu trase mješoviti pješčano-muljeviti sedimentološki pokrov.

Utvrđivanje konzistencije taloga i njihove propusnosti u odnosu na dubinu upadanja 110 kV kabela ispitano je slobodnim utiskivanjem Petersenovog grabila u morski talog na dubini od oko 60 m. Grabilo je u vremenskom intervalu od 2 sata bilo uronjeno oko 30 cm u talog.

2.1.3. Temperatura mora

Termička svojstva Bračkog kanala evidentirana su na osnovu postojećih podataka o mjerenjima raznih temperaturnih nivoa u obližnjim područjima trase 110 kV kabela. Uzeta je u obzir samo ljetna sezona kada su izrađene najviše temperaturne vrijednosti. Srednje veličine su:

Dubine mora (m)	0	10	20	40	50	60
Temperatura (^{0}C)	25	20	17	16	15	15

2.1.4. Ispitivanje priobalnih dijelova

Ova su ispitivanja izvedena da bi se dobile podloge za projektiranje priobalne zaštite. Radi ovih ispitivanja na strani kopna i otoka na mjestima ulaza, odnosno izlaza kabela iz mora, snimani su profili morskog dna u razmacima od 5 m. Srednji rezultati snimanja uneseni su na situacione nacrte u mjerilu 1 : 200.

Na mjestu ulaza kabela u more u Dugom Ratu obala je pješčana. Na ovom području snimljeno je ukupno 12 profila morskog dna u razmacima od 5 m. Dubine su mjerene svakih 2 m horizontalne udaljenosti, a sondirano je kroz pješčani sloj od hridi svakih 6 m, računajući od prvog poprečnog profila. Sondiranjem se došlo do tvrde hridi samo u točkama koje su udaljene od ruba mora najviše 26 m. U daljnim točkama nije se mogla ručnim bušenjem dostići tvrda hrid.

Na izlaznoj strani kabela na otoku Braču u uvali Prvija prilike se znatno razlikuju. Dno je većinom kamenito, tvrda hrid, a velikim dijelom dno je pjeskovito. Tek mjestimično je tvrda hrid prekrivena šljunkom. Dosegnuta je dubina snimanja od oko 8 do 12 m. Morsko dno se spušta gotovo paralelno s rubom obalnog puta.

2.2. Istraživanja na kopnu

Nakon što su određene ishodišne točke kabela 110 kV izvršen je tahimetrijski premjer u mjerilu 1 : 200 u široj lokaciji kabelskih postrojenja i uzduž kopnene trase.

Da bi se lakše odredila dužina podmorskog dijela 110 kV kabela određena je zračna udaljenost između dviju stabiliziranih točaka, jedne na rtu Dugi Rat, u neposrednoj blizini ulaza kabela u more, i druge na otoku Braču u neposrednoj blizini izlaza kabela iz mora.

Koordinate ovih točaka određene su iz postojeće trigonometrijske mreže.

3. Projektiranje

3.1. Izbor kabelske trase

3.1.1. Podmorski dio trase

Zapadni dio područja u Bračkom kanalu između uvale Prvija na otoku Braču i rta Dugi Rat zaposjednut je podmorskim komunikacijama, PTT kabelom i energetskim kabelom 30 kV. Zbog toga su ishodišne točke kabela 110 kV unaprijed diktirane i geografski veoma blizu ishodišnim točkama kabela 30 kV.

Kabel 110 kV na strani Dugog Rata ulazi pod more gotovo po sredini pješčane plaže, i to na udaljenosti od oko 70 m istočno od kabela 30 kV. Na bračkoj strani kabel izlazi iz mora na istočnoj obali uvale Prvije na udaljenosti oko 110 m od izlaza 30 kV kabela.

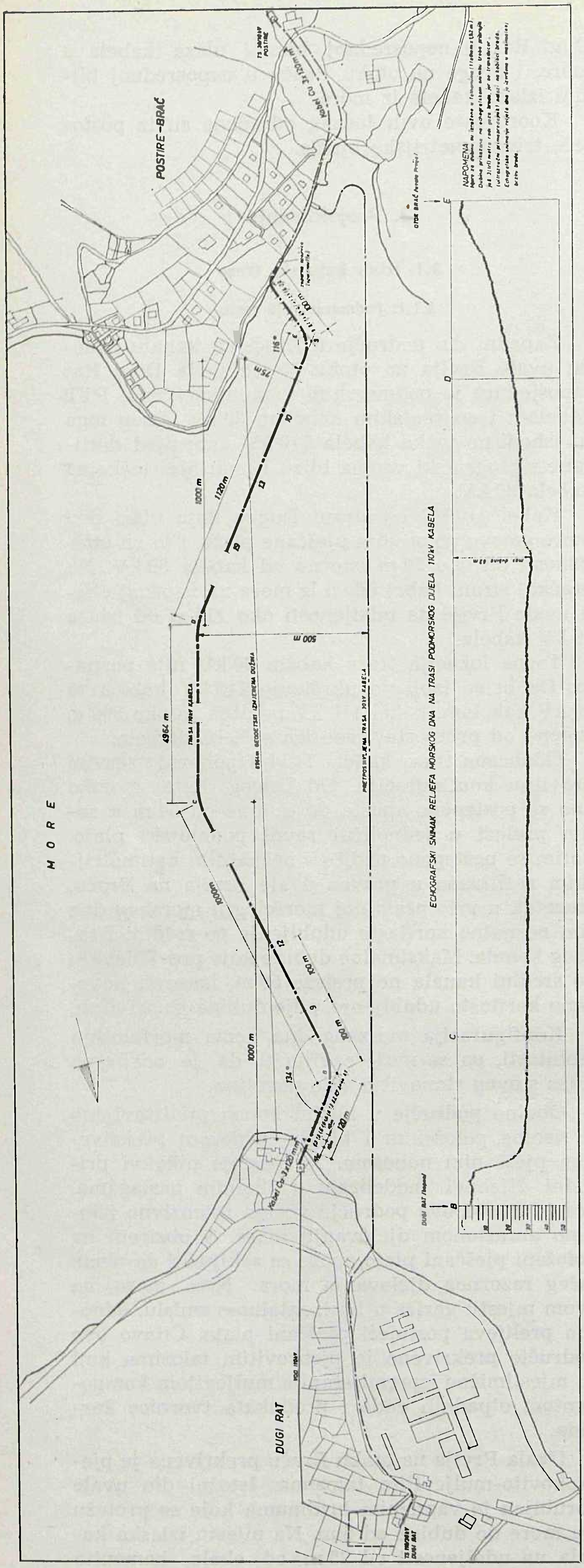
Točna lokacija trase kabela 30 kV nije poznata. Da bi se izbjeglo ukrštenje 110 kV kabela sa 30 kV kabelom, kabel 110 kV položen je oko 500 m istočno od pretpostavljene trase 30 kV kabela.

Odabrana trasa kabela 110 kV pokazuje sasvim pravilnu konfiguraciju. Od Dugog Rata morsko dno se postepeno spušta do dubine od 54 m a zatim prelazi u jednolični ravni podmorski plato. Zatim se postepeno uzdiže s neznatnim batimetrijskim razlikama u pravcu uvale Prvija na Braču. Izuzetak u vrlo pravilnoj morfologiji morskog dna čini neznatno koritasto udubljenje po sredini Bračkog kanala. Maksimalne dubine koje prevladavaju po sredini kanala ne prelaze 59 m, izuzevši navedeno koritasto udubljenje, gdje dubina iznosi 62 m.

Konfiguracija morskog dna nema morfoloških osobitosti, pa se može zaključiti da je odabrana trasa s ovog stanovišta vrlo povoljna.

Obalno područje u blizini kopna predstavljeno je veoma položenim i blagim prilazom prekrivenim pješčanim nanosom. Ne postoje nikakvi prirodni žljebovi modelirani u okolnim naslagama, već je čitavo ovo područje veoma intenzivno izloženo abrazionom djelovanju mora. S obzirom na položeni pješčani plato, može se zaključiti da nema jačeg razornog djelovanja mora. Nivo mora na ovom mjestu varira u horizontalnom smislu, odnosno prelijeva postojeći pješčani plato. Čitavo ovo područje prekriveno je pjeskovitim talozima koji su mjestimično ispremiješani s muljevitom komponentom otpadnih voda i produkata tvornice karbida.

Uvala Prvija na otoku Braču prekrivena je pjeskokovito-muljevitim talozima. Istočni dio uvale obrubljen je vapnenim hridinama koje se protežu i u more do dubine od 5 m. Na mjestu izlaska kabela na udaljenosti od 25 m od obale, kamenito dno prelazi u pješčano.



Sl. 1 Trasa kabela 110 kV — situacija

2.1.2. Kopneni dio trase

Trasa kopnenog dijela kabela u Dugom Ratu proteže se od kabelske glave do mora (kanal priobalne zaštite).

Na Braču se kopneni dio kabela proteže obalom paralelno s postojećim kabelom 30 kV. Kabelske glave se nalaze unutar postrojenja TS 30/10 kV »Postira«.

Podmorski i kopneni kabel 110 kV je punjen uljem pod tlakom. Razlika u nadmorskim visinama kabelskih glava na kopnu i otoku iznosi 36 m. Kako je ova razlika veća od 15 m (podatak dobiven od proizvođača kabela), bilo je potrebno na strani veće nadmorske visine odvojiti uljno napajanje kopnenog od uljnog napajanja podmorskog dijela kabela. Zato je na otoku Braču uz sam rub mora montirana zaporna spojnica (Sperrmuffa). Kabelska linija od kabelske glave na Braču do zaporne spojnice djeluje ko odvojeni sistem uljnog napajanja.

Kabel na kopnu je položen u kabelski kanal dubine 80 cm. Oko njega je nasut termički stabilni materijal, koji se sastoji od 90% pijeska i 10% cementa.

3.3. Izbor kabela

Analizom energetskih potreba promatranog konzumnog područja u sadašnjem i perspektivnom razdoblju dimenzionirani su pojedini elementi buduće petljaste mreže na otocima. Vodeći računa o tehničkim, pogonskim i ekonomskim kriterijima, investitor je odlučio da podmorski dio kabela ima presjek $3 \times 95\ mm^2$, bakar.

U skladu s podmorskim kabelom investitor je također odabrao i podzemni kabel za kopneni dio trase, i to presjeka $3 \times 120\ mm^2$ bakar.

3.4. Dužina kabela

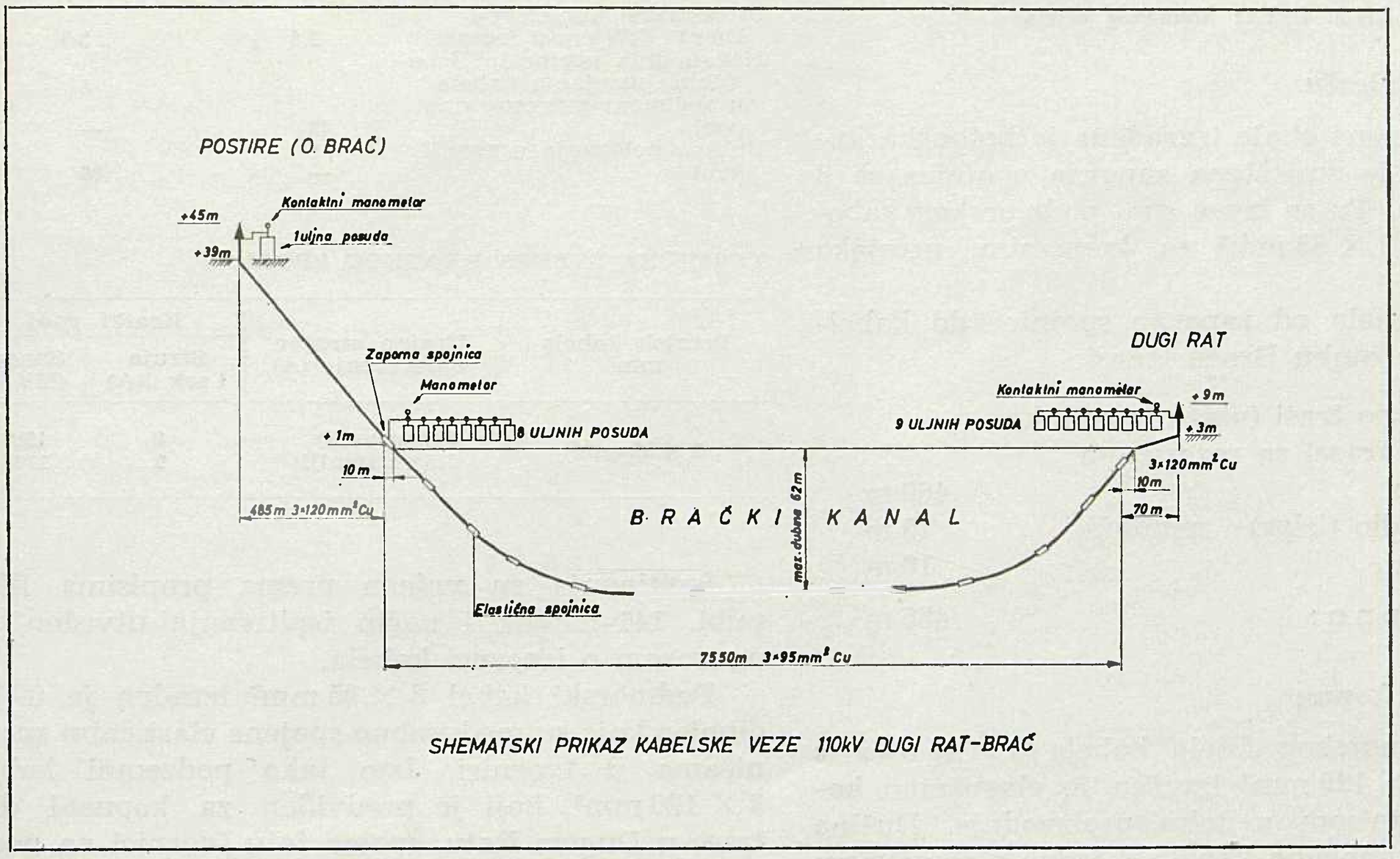
Pojedine dužine kabela su određene na temelju prethodnih geodetskih radova i snimljenih profila morskog dna po predviđenoj kabelskoj trasi.

3.4.1. Dužina podmorskog dijela

Dužina po morskoj površini odabrane trase kabela 110 kV izračunata je prema geodetski izračunatoj udaljenosti između dviju stabiliziranih točaka: jedna na gatu ispred tvornice sardina u uvali Prvija (Postire — otok Brač), a druga na kopnenoj strani ispred Zdravstvene stanice u Dugom Ratu. Koordinate ovih točaka određene su iz postojeće trigonometrijske mreže točnošću ± 0,1 m.

Dužina po morskoj površini odabrane kabelske trase između točaka A i F (slika 1) iznosi 7300 m. Ovu dužinu treba povećati ovisno o reljefu morskog dna. Iz echograma stvarne trase jasno se uočava da je morsko dno pod nagibom bliže ishodišnim točkama. Po najvećem dijelu trase morsko dno prelazi u jednolični ravni plato. Dakle, odstupanje od dužine po morskoj površini može se očekivati samo na dijelovima trase bližim obali.

Slika 2



SHEMATSKI PRIKAZ KABELSKE VEZE 110kV DUGI RAT-BRAČ

Približnom — analitičkom metodom određena je dužina po morskom dnu na dijelu trase u dužini 1100 m po površini mora, i to sa strane kopna i otoka. Na temelju toga utvrđeno je da se dužina po morskom dnu povećala u odnosu na dužinu po razini mora na strani kopna za oko 0,5%, a sa strane otoka za oko 0,2%.

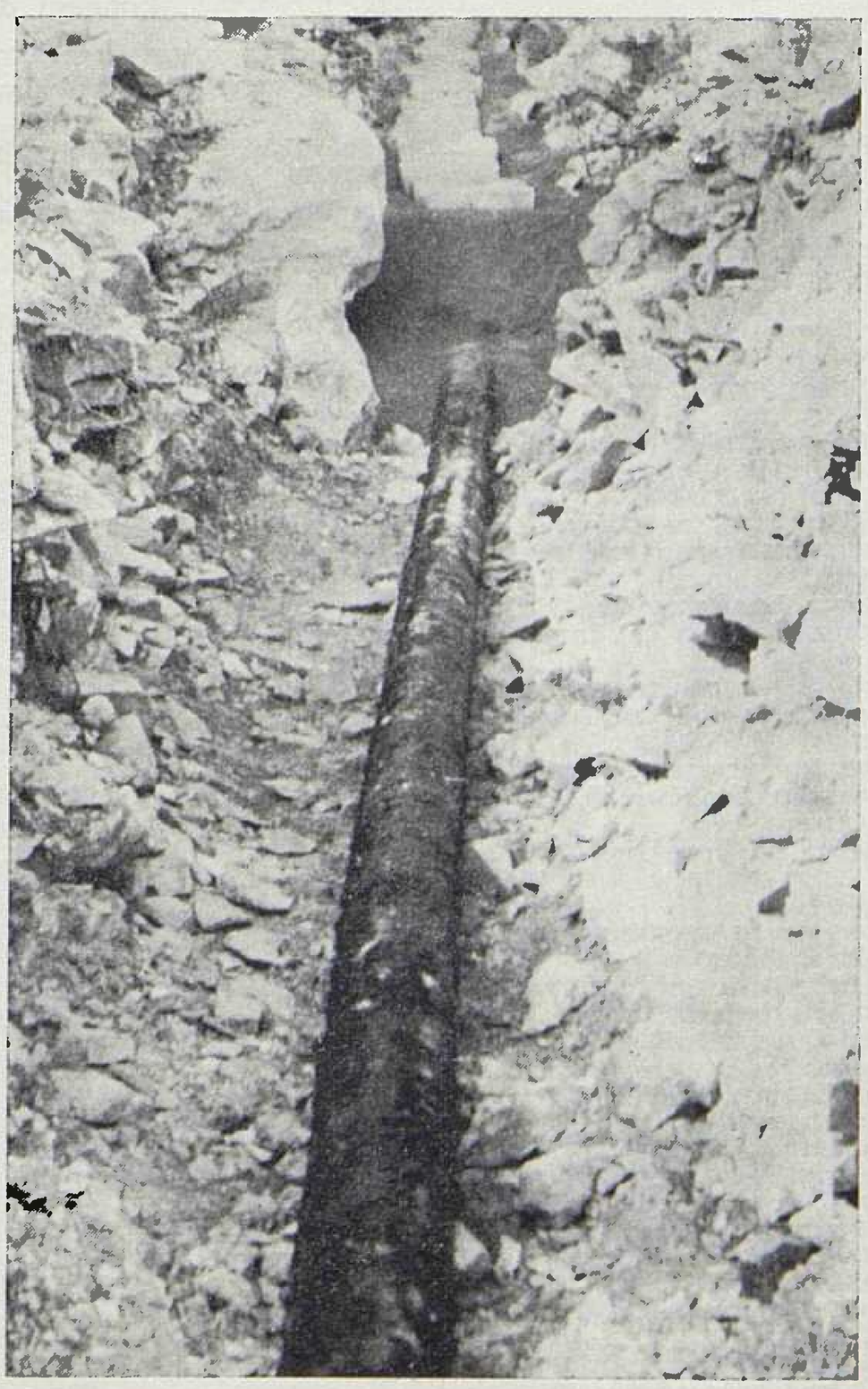
Kabel je praktički nemoguće položiti po projektiranoj trasi i pored dobrog vođenja broda polagača, jer momentalna hidro-meteorološka situacija i morska struja mogu izazvati skretanje broda s trase. Zato je dobivena dužina povećana i za faktor rizika. Prilikom polaganja ovog kabela, kad se brod polagač nalazio na sredini Bračkog kanala, iznenada je zapuhao vjetar iz E pravca i skrenuo je brod sa trase. Radi toga je položeno oko 50 m kabela više.

Dužina po razini mora povećana je za 1,5%, što preporučuje i proizvođač kabela. Može se zaključiti da je time uzet u obzir utjecaj reljefa morskog dna i faktor rizika.

Dio podmorskog kabela, koji je nakon polaganja ostao, čuva se (namotan na bubnju), a upotrijebit će se kod otklanjanja eventualnog kvara na kabelu. Za dužinu ovog rezervnog dijela kabela uzete su dvije maksimalne dubine mora, jer kvar na podmorskom kabelu može nastati na najdubljem mjestu.

Ukupna dužina kabela presjeka 3 × 95 mm²:

— dužina po razini mora (zračna udaljenost) između točaka A i F	7 300 m
— povećanje dužine za 1,5%	110 m
— dužina od ruba mora do zaporne spojnice na otočnoj strani (Postire)	30 m
— rezervna dužina (dvije najveće dubine mora)	130 m
U k u p n o :	7.570 m



Sl. 3 Uljni kabel 110 kV u kanalu

3.4.2. Dužina kopnenog dijela

a) *Dio na Braču*

U blizini same obale izgrađena je betonska kućica u kojoj je smještena zaporna spojnica sa 8 uljnih posuda. Tu se izveo spoj podmorskog kabela presjeka $3 \times 95\ mm^2$ sa kopnenim, presjeka $3 \times 120\ mm^2$.

Dužina kabela od zaporne spojnice do kabelskih glava na otoku Braču iznosi:

— dužina po trasi (uzeto iz snimke profila trase) sa rezervnom petljom	460 m
— zračni dio (izlaz) i montaža	15 m
— rezerva	10 m
Ukupno:	485 m

b) *Dio na kopnu*

Spoj podmorskog dijela kabela $3 \times 95\ mm^2$ s kopnenim $3 \times 120\ mm^2$ izvršen je elastičnom kabelskom spojnicom u toku proizvodnje. Dužina ovog dijela kopnenog kabela zajedno s rezervnom petljom iznosi 70 m.

3.4 Tehnički podaci kabela i kabelskog pribora

3.4.1. Tehnički podaci kabela

Opis	Podmorski dio	Podzemni-kopneni dio
Proizvođač kabela	Liljeholmens kabelfrabrik, Švedska	
Tip kabela	trožilni uljni FCTJO	trožilni uljni FCTJO
Položaj vodiča u kabelu	u trokutu	u trokutu
Maksimalni pogonski napon (kV)	123	123
Klasa izolacije (kV)	550	550
Frekvencija (Hz)	50	50
Materijal vodiča	bakar	bakar
Presjek (mm^2)	3×95	3×120
Dužina (m)	7550	485+70
Debljina izolacije (mm)	11,5	10,9
Debljina olovnog plašta (mm)	3,4	3,4
Ležište armature; impregnirana pamučna traka debljine (mm)	0,4	0,4
Tlačna bandaža: dva sloja galvanizirana čelična traka (mm)	35×0,5	35×0,5
Ležište armature: asfalt i impregnirani krep-papir (mm)	2,5	2,5
Uzdužna armatura: galvanizirana čelična žica (Ø mm)	5,0	5,0
Zaštita od korozije: asfalt i impregnirana juta (debljine (mm)	3,0	3,0
Promjer preko olova (mm)	110	110
Težina (kg/m)	31,14	31,74
Najmanji dozvoljeni radijus zakrivljenosti (m)	2,0	2,0
Rezistancija kod 20 °C (ohm/km)	0,185	0,145
Reaktancija kod 20 °C (ohm/km)	0,22	0,19
Kapacitet (μF/km)	0,18	0,20
Maksimalno trajno opterećenje kod temp. vodiča 80 °C (A)	350	—
Maksimalno trajno opterećenje kod 120 term ohm i 85 °C (A)	—	310
kod 100 term ohm i 85 °C (A)	—	325
Gubici opterećenja (kW/km 3 faze):		
— kod opterećenja 310 A	—	55
— kod opterećenja 325 A	—	60
— kod opterećenja 350 A	89	—
Dielektrični gubici kod 110 kV (kW/km 3 faze)	2,5	3,0
Maksimalna pretpostavljena dubina upadanja kabela u sediment morskog dna (cm)	40	—
Dubina polaganja u zemlji (cm)	—	80

TERMIČKA STRUJA KRATKOG SPOJA:

Presjek kabela mm^2	Trajno strujno opterećenje (A)	Kratki spoj	
		Struja 1 sek (kA)	Snaga (MVA)
$3 \times 95\ mm^2$	350 (u vodi) 325 (u zemlji)	8 9	1500 1700

Ispitivanja su vršena prema propisima IEC publ. 141-1. Tok i način ispitivanja utvrđen je ugovorom o isporuci kabela.

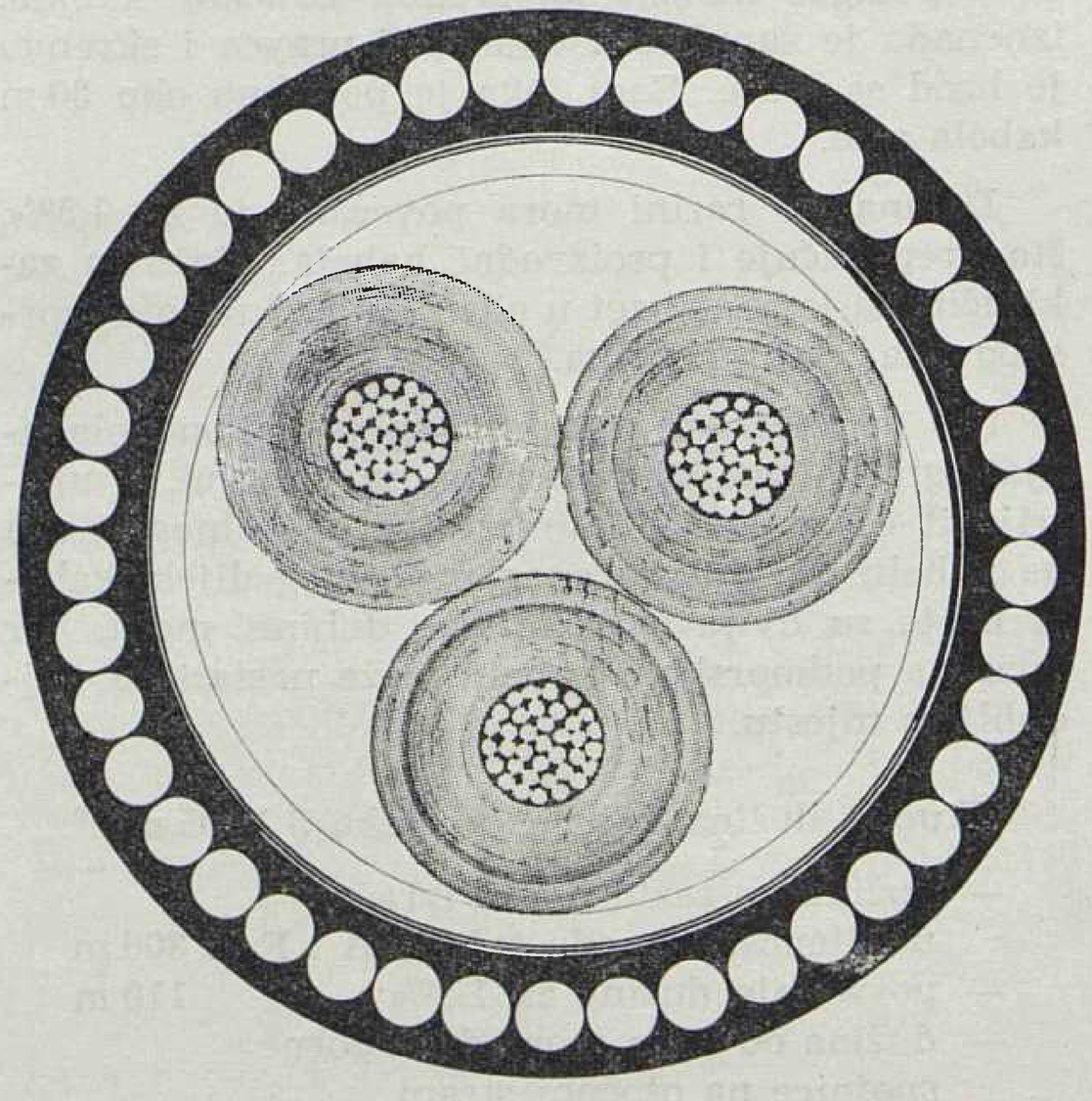
Podmorski kabel $3 \times 95\ mm^2$ izrađen je u 13 dionica koje su međusobno spojene elastičnim spojnicama u tvornici. Isto tako podzemni kabel $3 \times 120\ mm^2$, koji je predviđen za kopneni dio trase u Dugom Ratu, spojen je u tvornici na podmorski kabel $3 \times 95\ mm^2$ elastičnom spojnicom.

Ukupna dužina kabela od spoja sa zračnim vodom u Dugom Ratu do izlaska iz mora na Braču, isporučena je i položena u jednom komadu. Od isporučene dužine od 7620 m odrezan je nakon polaganja ostatak kabela $3 \times 95\ mm^2$ koji se, namotan na čelični bubanj, čuva.

Zaporna spojnica između podmorskog i podzemnog dijela kabela na otočnoj strani, montirana je na licu mjesta.

3.5.2. Kabelski pribor

Kabelske spojnice i zaglavci (kabel glave) izrađeni su za najviši pogonski napon 123 kV i klasu



Sl. 4 Uljni kabel 110 kV — presjek

izolacije 550 kV. Kabelski pribor je proizvela »Liljeholmens kabelfabrik«. Kabelski pribor sačinjavaju:

— 6 kom. jednopolnih kabelskih glava tip LOUA za 110 kV uljni kabel s Cu vodičima 3 × 120 mm²,
— 2 kom. odvojni kolčak tip LGOAO za 110 kV uljni kabel s Cu vodičima 3 × 120 mm²,
— 1 kom. zaporna spojnica tip LJSAO 123120 za spoj podmorskog kabela s Cu vodičima 3 × 95 mm² i kopnenog kabela s Cu vodičima 3 × 120 mm²,
— 18 kom. uljnih posuda tip LZD 150,
— 2 kom. kontaktnih manometara za signalizaciju tlaka ulja u kabelu tip KD 12,
— kompletni cijevni priključci,
— 1 kom. čelični bubanj tip JBT 25 s napojnom uljnom posudom i drugim priborom za rezervni kabel.

3.6. Zaštita kabela

3.6.1. Prenaponska zaštita

Predmetni podmorski kabel 110 kV umetnut je između dva nadzemna voda. U njemu teoretski, nakon nailaska prenapona iz nadzemnog voda može uslijed refleksije nastati napon po iznosu jednak onome nastalom u nadzemnom vodu. I pored prigušenja tog napona mogući su u kabelu naponi opasni za njegovu izolaciju. S obzirom na velike neprilike koje bi izazvao kvar na podmorskom kabelu, prenaponska zaštita mora biti vrlo pouzdana.

Tom zaštitom treba najprije onemogućiti nastajanje visokih napona u nadzemnom vodu, što znači da treba spriječiti direktne udare u vodiče i povratne preskoke na nadzemnom vodu u blizini prijelaza u kabel, a osim toga treba ograničiti prenapone montažom odvodnika prenapona u točki prijelaza. Da bi se osigruala prenaponska zaštita prijelaza vod-kabel-vod predviđene su slijedeće mjere:

a) Na najmanje 1000 m od točke prijelaza vod--kabel treba vodiče nadzemnog voda osigurati od direktnog udara groma i postići udarne otpore uzemljenja stupa od oko 15 oma, a nikako veće od 20 oma.

Na 110 kV vodu TS Dugi Rat—kabelsko postrojenje Dugi Rat, ovaj je uvjet ispunjen. Ostali vodovi 110 kV na otocima nisu još izvedeni.

Kombinirana zračno-kabelska veza TS Dugi Rat — TS Postire (Brač) u prvoj fazi (do izgradnje TS 110/35 kV »Stari Grad«) je u pogonu sa 30 kV. Radi toga je na vodu 110 kV TS Dugi Rat — kabelsko psotrojenje, smanjen stupanj izolacije postavljanjem iskrišta s regulacionim rogovima razmaka 24 do 25 cm na nosnim izolatorskim lancima.

b) U blizini kabelskih glava u Dugom Ratu i na Braču predviđeni su odvodnici prenapona tip XAD proizvodnje »ASEA«. Ovi odvodnici prenapona imaju vrlo dobru termičku provodljivost.

U prvoj fazi pogona (kabel pod naponom 30 kV) montiran je odvodnik prenapona tip XAD-37. Kad kabelska veza pređe na napon 110 kV, ovaj odvodnik prenapona zamijenit će se odvodnikom prenapona tipa XAD-108. Zaštitne zone odvodnika prenapona su izračunate i zadovoljavaju.

c) Uzemljenje kabelskih postrojenja i krajnjeg dalekovodnog stupa je povezano. Udarni otpor ovog uzemljenja ne bi smio biti veći od 10 oma. Udarni otpor kabelskih postrojenja u Dugom Ratu i Braču je manji od te vrijednosti.

3.6.2. Priobalna zaštita

Podmorski dio kabela u priobalnom dijelu treba zaštititi od djelovanja morskih valova. Karakter zaštite ovisi o izloženosti mjesta gdje kabel ulazi odnosno izlazi iz mora, utjecaju morsikh valova, geološkom sastavu i dubini morskog dna.

Ova zaštita na kopnenoj i otočnoj strani izvedena je betonskim blokovima u obliku slova »U«, čiji su kraci položeni na betonsku ploču na koju je prethodno položen kabel. Betonski blokovi su montažni, a svaki je težak oko 3 tone. Zaštita kabela je izvedena do dubine mora 4—5 m. Smatra se da na dubini većoj od 4 m nema značajnijeg dinamičkog utjecaja morskih valova na kabel.

3.6.3. Ostala zaštita

Prema proračunu kratkog spoja rasklopna snaga na sabirnicama 110 kV u TS Dugi Rat iznosi 1660 MVA (1971. godine pojačana mreža), a na 30 kV sabirnicama 380 MVA. Zanemarivši neznatno smanjenje ovih veličina zbog utjecaja nadzemnog voda od TS Dugi Rat do prijelaza u kabel, ove količine se mogu uzeti kao mjerodavne za početni dio kabelske trase.

Prema podacima proizvođača, odabrani podmorski kabel presjeka 3 × 95 mm² Cu izdrži u vremenu od 1 sek struju od 8 kA. Ovoj struji kod napona 110 kV odgovara snaga od 1500 MVA, a kod napona 30 kV snaga od 415 MVA.

Može se uzeti da je struja, koja je mjerodavna za termičko dimenzioniranje kabela, gotovo jednaka rasklopnoj struji. To znači, da se može iz podataka proizvođača i podataka iz računa kratkog spoja izračunati vrijeme trajanja kratkog spoja koje kabel može izdržati, odnosno najduže vrijeme na koje zaštita smije biti podešena.

Ovo vrijeme je izračunato iz formule:

$$k \cdot I_1^2 \cdot t_1 = k \cdot I_2^2 \cdot t_2$$

U navedenoj formuli veličine s indeksom 1 odnose se na podatke proizvođača, a veličine s indeksom 2 na podatke iz računa kratkog spoja.

Dozvoljeno vrijeme trajanja kratkog spoja kod pogona pod naponom 30 kV iznosi:

$$t_2 = \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 = \left(\frac{8}{7{,}2}\right)^2 = 1{,}22 \text{ sek.}$$

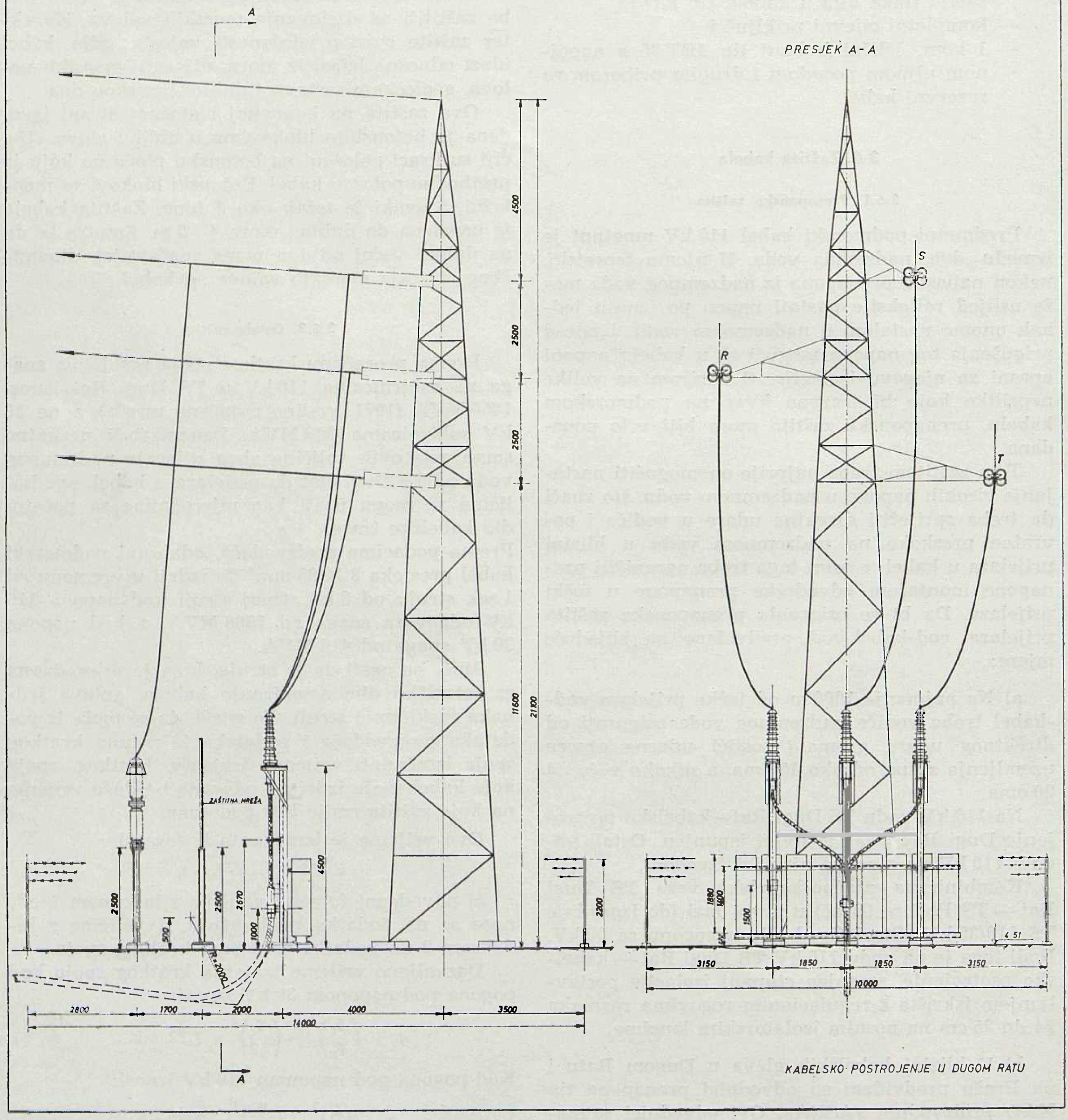
Kod pogona pod naponom 110 kV iznosi:

$$t_2 = \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 = \left(\frac{8}{8{,}6}\right)^2 = 0{,}87 \text{ sek.}$$

Za vremenska podešavanja zaštite, jednake ili niže od gore izračunatih, odabrani kabel zadovoljava kod rada pod naponom 30 i 110 kV. Kod prelaska s 30 kV na 110 kV, ukoliko dođe do promjene u konfiguraciji 110 kV mreže, odnosno do povećanja rasklopne snage na sabirnicama 110 kV u TS Dugi Rat, bit će potebno ponovo izvršiti termičku kontrolu kabela, odnosno vremenskog podešavanja zaštite.

U fazi pogona pod naponom 30 kV kabelski je odvod zaštićen od višepolnih kratkih spojeva konduktaktnim relejem tipa R1KZ4a »Siemens«, a od jednopolnih kratkih spojeva zemljospojnim relejem tipa RE 55 »Iskra« s dodatkom vremenskog releja tipa CR-30 »Iskra«.

U svrhu kontrole uljnog režima u kabelu neposredno uz kabelske glave na otočnoj (Brač) i kopnenoj strani (Dugi Rat), montirani su kontaktni



Slika 5

manometri. Kontaktni manometar ima kontakt za previsok i prenizak tlak. Na strani Dugog Rata predviđa se da povišenje i smanjenje tlaka ulja u kabelu djeluje na izbacivanje učinske sklopke, i da signalizira.

Na otočnoj strani je izvedena samo signalizacija previsokog i preniskog tlaka na signalnoj ploči u TS Postire (nema učinske sklopke na otočnoj strani dok traje pogon pod 30 kV).

Na vidnom mjestu na otočnoj i kopnenoj strani postavljen je znak zabrane sidrenja. Time se obavještavaju pomorci o blizini podmorskog kabela da bi se spriječilo njegovo oštećenje brodskim sidrima.

3.7. Kabelska postrojenja

3.7.1. U Dugom Ratu

Nadzemnim vodom presjeka 3 × 150/25 Ač + 50 Če dužine 570 m spojena je TS 110/30 kV Dugi Rat s kabelskim postrojenjem na rtu Dugi Rat. Ovo kabelsko postrojenje smješteno je na platou dimenzija 14 × 10 m neposredno uz obalu mora na rtu Dugi Rat. Unutar ograde postrojenja smješten je krajnji stup dalekovoda.

Kabelsko postrojenje se sastoji od kabelskih glava, odvodnika prenapona, uljnih posuda i priključnih veza.

Odvodnici prenapona i kabelske glave montirani su na postolja od profilnog pocinčanog željeza. Radi zaštite kabelskih glava od eventualne eksplozije odvodnika prenapona između njih je postavljena metalna mreža.

Uz postolje za kabelske glave montirano je 9 uljnih posuda za održavanje tlaka ulja u kabelu. Svaka posuda sadrži 300 l ulja. Na jednom od postolja za kabelske glave montiran je kontaktni manometar pomoću kojeg se kontrolira tlak ulja u kabelu.

Uzemljenje aparata i stupa je zajedničko, a izvedeno je čeličnom pocinčanom trakom 25 × 4 mm. Da bi se nepoželjnim osobama onemogućio pristup postrojenju, ograđeno je žičanom ogradom visokom 2,2 m.

3.7.2. Na Braču

Spoj podmorskog kabela presjeka 3 × 95 mm² Cu i podmorskog 3 × 120 mm² Cu izvest će se zapornom spojnicom. Zaporna spojnica i 8 uljnih posuda za održavanje tlaka ulja u kabelu smješteni su u betonskoj kućici u neposrednoj blizini obale. Svaka posuda sadrži 300 litara ulja.

Instalacije potrebne za prijelaz kabela u nadzemni vod montirane su na južnom vanjskom dijelu postrojenja TS 30/10 kV Postire. U tu svrhu je rekonstruiran južni dio ograde oko stanice. Postrojenje je smješteno na platou dimenzija 14 × 10 m. Unutar postrojenja je već sada izrađen temelj za budući krajnji stup dalekovoda. Da bi se u fazi pogona pod 30 kV omogućilo napajanje TS 30/10 kV Postire, ispred katodnih odvodnika montirane su na posebnom postolju kabelske glave 35 kV koje su kabelom spojene sa postrojenjem 30 kV TS Postire.

Uz srednji stup postolja za kabelske glave 110 kV montirana je jedna uljna posuda za održavanje tlaka ulja u podzemnom dijelu kabela na Braču.

Ostalo je izvedeno na isti način kao kod kabelskog postrojenja u Dugom Ratu.

Uzemljenje ovog postrojenja vezano je za uzemljenje TS 30/10 kV Postira. Proračun postojećeg uzemljenja TS Postire izveden je za izoliranu mrežu 30 kV. Prelaskom kabelske veze na napon 110 kV, trebat će uzemljenje TS Postire dimenzionirati na struju jednopolnog kratkog spoja mreže 110 kV.

Literatura:

1. B. Budanko, *»Mreža 110 kV za snabdijevanje srednje i južno dalmatinskih otoka električnom energijom«* — Institut za elektroprivredu, Zagreb 1969.
2. *»Dalekovod 110 kV Dugi Rat — Stari Grad«*, I etapa Dugi Rat — Postire, Elektroprivreda Dalmacije, Projektni biro — Split, 1968.
3. *Glavni projekat priobalne zaštite za podmorski kabel Dugi Rat — Brač*, »Obala« zavod za studije i projektiranje u pomorstvu, Split. 1968.
4. Podaci i podloge proizvođača kabela »Liljeholmens kabelfabrik — Švedska, 1968.
5. *Elaborat o geodetskim radovima*, »Geoprojekt« Split, 1968.
6. *S. Alfirević, »Elaborat o morfološkim i geološkim karakteristikama marinskih sedimenata profila kopno (Dugi Rat) — otok Brač (uvala Prvija)«*, Institut za oceanografiju i ribarstvo — Split, 1968.

Naslov pisca: Petar Čerina, dipl. el. ing. »Elektroprivreda Dalmacije«, Split, Radničko šetalište 42

PREDSTAVNICI »ELEKTRE« I »ELDIH-a« ZAGREB U POSJETI »STADTWERKE MAINZU«

Prvi kontakti predstavnika »ELDIH-a«, Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske iz Zagreba i predstavnika poduzeća »Standtwerke Mainz«, uspostavljeni su još 1968. posredstvom Centrale IBM iz Wiena, kada su organi IBM prikazali funkcioniranje svojih elektroničkih računala instaliranih u više elektroprivrednih organizacija Austrije i SR Njemačke.

Na poziv uprave »Stadtwerke Mainz«, upućen 1969. »ELDIH-u« iz Zagreba, sa željom da se nastavi razmjena radnih iskustava, grupa predstavnika »ELDIH-a« i *»Elektre«* iz Zagreba posjetila je organizaciju »Stadtwerke Mainz« u travnju 1970. Ovaj poziv našim predstavnicima i realizacija posjete, povezani su i sa pobratimskim odnosima gradova Mainza i Zagreba. U okviru tih odnosa održane su u svib-

Wichtigster Tagesordnungspunkt waren der Bericht der Reform- und Satzungs- [illegible] anderer Stelle dieser Ausgabe).

-ler/Foto: Klaus Benz

Die kroatischen Energiefachleute nehmen wertvolle Anregungen mit

Acht Tage lang weilten — wie berichtet — Energiefachleute aus der befreundeten Stadt Zagreb in der Gutenbergstadt, um mit ihren Kollegen Erfahrungen auf wirtschaftlichem und technischem Sektor auszutauschen. Nach einem Empfang, der gestern abend Oberbürgermeister Jockel Fuchs in der Favorite gab, werden die sechs Teilnehmer der Delegation heute wieder in ihre Heimat zurückkehren.

Erinnerungsgaben hatte Stadtwerkedezernent Bürgermeister Dr. Dahlem bereits bei anderer Gelegenheit überreicht. Fachdiskussionen in verschiedenen Abteilungen der Stadtwerke zeigten in den vergange- nen Tagen manche interessante Aspekte aus beiden Energieversorgungsunternehmen auf. Direktor Kuzele von der Elektra" Zagreb meinte zum Abschluß: „Wir haben hier in Mainz Aufschluß über manche fachliche Fragen erhalten. Meine Kollegen und ich sind deshalb besonders dankbar für diese Gastfreundschaft. Der Besuch wird uns in nachhaltiger Erinnerung bleiben."

In das Programm war auch eine Besichtigung des größten Computerwerks Europas, der Mainzer IBM, aufgenommen worden. Außerdem als kleine „Erholungspause" eine Fahrt nach Trier mit dem Besuch des Karl-Marx-Hauses.

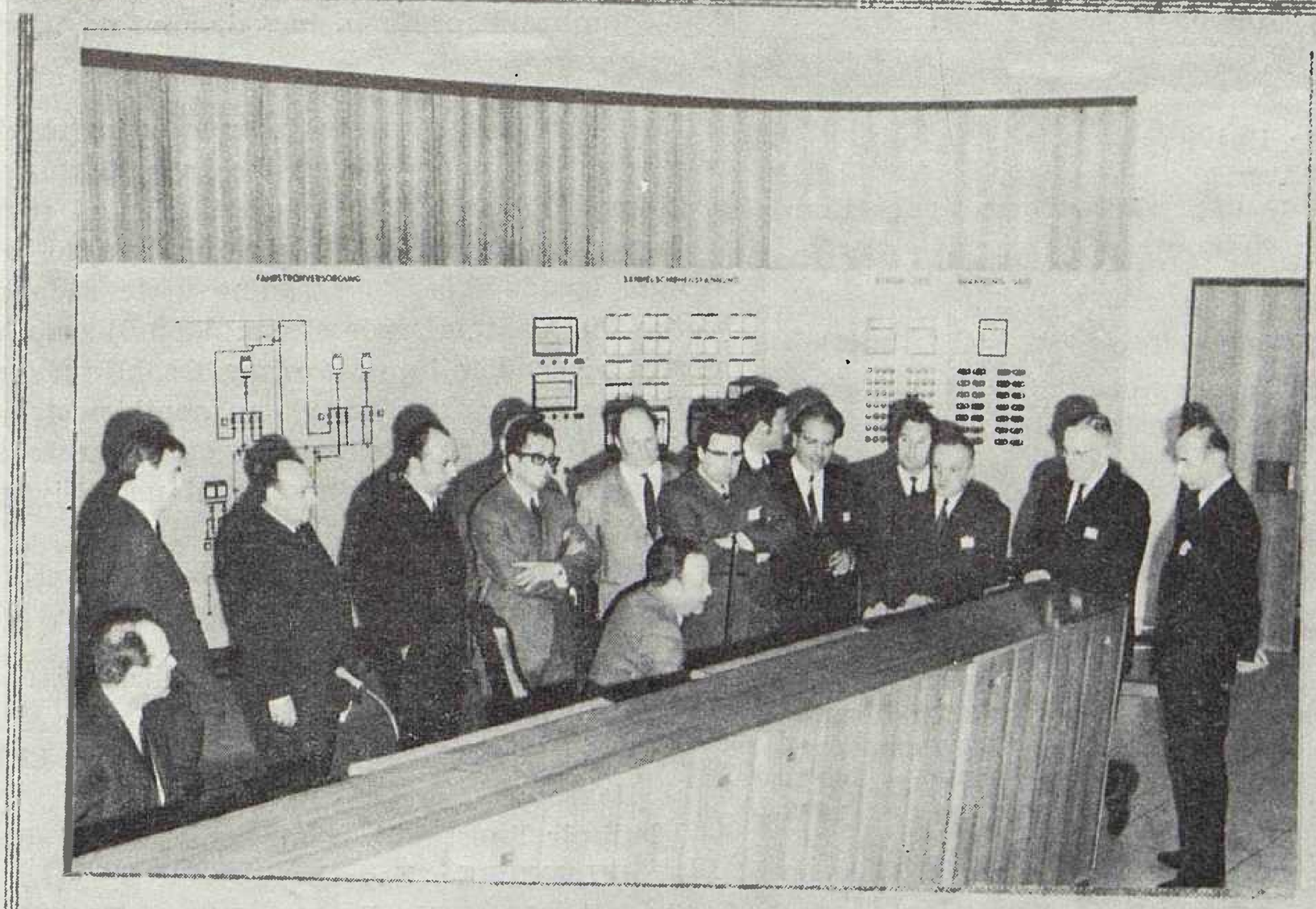
VOR DEM STADTWERKEHOCHHAUS im Gespräch: die Spitzen der beiden kroatischen Energieversorgungsunternehmen „Elektra" und „Eldih" — zuständig für die Metropole an der Save und für das Land — mit ihren Mainzer Kollegen.

Irene Willig im Ketteler-Haus.

„Cyperus" Verein f. Aquarien-Terrarienkunde, Mainz: Am Mittwoch, 22. April, 20 Uhr, im Vereinslokal „Zehnthof" in Mainz-Kastel, aquaristischer Aussprache**abend** mit Fragestunde für alle Anfänger der Aquaristik. (Auch Nichtmitglieder). Die VDA-Bildstelle zeigt den Farbdia-Vortrag „Die Cryptocorynen-Krankheit". Gäste willkommen.

Treffpunkt der Jugend

● **Jungsozialisten Mainz:** Gruppenabend am Mittwoch, 22. April, 20 Uhr (Klarastraße 15 a): Freie Diskussion, Anträge und Entschließungen.



Energiefachleute aus Kroatien

begrüßte gestern Bürgermeister Dr. Dahlem als zuständiger Dezernent bei den Stadtwerken. Wie berichtet, weilen sechs Experten der beiden Elektroenergieversorgungsunternehmen „Elektra" und „Eldih" aus Zagreb — das eine ist für die Stadt, das andere für das ganze Land zuständig — in der Gutenbergstadt, um mit ihren Kollegen Fachgespräche zu führen. Dazu bot sich unter anderem auch bei der Besichtigung der Fernsteuerwarte (unser Bild) Gelegenheit. Erster Werkleiter, Dipl.-Ing. Gemmer, erläuterte dem Generaldirektor der „Elektra", Dipl.-Ing. Kuzele, dem technischen Direktor Dipl.-Ing. Suste und Kommerzialdirektor Raos die Funktionen. Ebenso interessierte Hörer fand er in den Vertretern der „Eldih", Direktor Marusic, seinem Stellvertreter Feöeze und dem Technischen Berater, Dipl.-Ing. Stengl. Über die wirtschaftliche Seite der Mainzer Stadtwerke informierte der Kaufmännische Direktor, Dr. Reitzel. Spezielle Fragen der Stromversorgung behandelte Dipl.-Ing. Michels.

nju ove godine uzajamne kulturne i privredne manifestacije.

»Stadtwerke Mainz« je komunalno poduzeće grada Mainza i obuhvaća slijedeće djelatnosti:

Opskrbu električnom energijom
Opskrbu gradskim plinom
Opskrbu vodom
Gradski saobraćaj
Luku i skladišta na Rajni.

Djelatnost snabdijevanja električnom energijom kvantificiraju slijedeći indikatori:

1. *Površina opskrbljivanog područja*		558,46 km
— Direktno snabdijevano područje		115,05 km
— Indirektno snabdijevano područje		443,41 km
2. *Broj stanovnika*		413.428
— Na direktno snabdijevanom području		212.262
— Na indirektno snabdijevanom području		201.166
3. *Potrošnja električne energije 1969.*	1.172 GWh	= 100 %
— Tarifni potrošači	175 GWh	= 14,9 %
— Ugovorni preprodavači	487 GWh	= 41,5 %
— Preprodavači	495 GWh	= 42,2 %
— Gradska elektrovuča	3 GWh	= 0,3 %
— Vlastiti potrošak	12 GWh	= 1,1 %
Godišnja stopa rasta potrošnje električne energije iznosi		10,6 %

4. *Razvoj vršnog opterećenja*

1966.	194 MW
1967.	200 MW
1968.	214 MW
1969.	229 MW
1970. (zaključno ožujak)	257 MW

5. *Broj i struktura potrošača* električne energije — stanje 1969.	90.016	= 100 %
— Tarifni potrošači	89.474	= 99,5 %
- Kućanstva	76.188	= 84,5 %
- Poljoprivreda	451	= 0,5 %
- Obrt	12.835	= 14,5 %
— Industrija	66	= 0,0 %
— Preprodavači	6	= 0,0 %
— Ostali ugovorni potrošači	472	= 0,5 %

6. *Opseg električne mreže razvoda i distribucije — stanje 1969.*	
— Transformatorske stanice 110/20 kV	7 komada
— Rasklopne stanice 20 kV	30 komada
— Vodovi napona 20 kV	515 km
— Distributivne trafostanice	450 komada
— Vodovi niskog napona	700 km
— Signalni vodovi	250 km
— Kućni priključci	22.012 komada
— Ispravljačke stanice	6 komada

»Stadtwerke Mainz« se snabdijeva električnom energijom iz dvovlasničke termoelektrane »Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG« iz Wiesbadena, koja eksploatira i transformatorske stanice 110/20 kV i dalekovodnu mrežu napona 110 kV duljine oko 100 km. Ova mreža je povezana sa superponiranom elektroenergetskom mrežom SR Njemačke.

Osnovne karakteristike elektroenergetske mreže »Stadtwerke Mainz« su:

— stupnjevanje napona: 110 kV, 20 kV, 0,4 kV
— isključivo kabelska izvedba mreže napona 20 kV i 0,4 kV na gradskom području
— dosljedni sistem dvostranog napajanja u mreži 110 i 20 kV
— rezerve od oko 100 % u transformaciji 110/20 kV
— zamkasta mreža niskog napona na užem području grada.

Ove karakteristike elektroenergetske mreže osiguravaju odlične naponske prilike i visoki stupanj sigurnosti snabdijevanja potrošača električnom energijom.

Izgradnja novih objekata povjerava se, u pravilu, drugim izvađačima. Za pojedine vrste radova »Stadtwerke Mainz« ima svoje stalne dobavljače s kojima je vezana višegodišnjim ugovorima. Osoblje poduzeća vrši isključivo nadzor nad izvedbom novih postrojenja.

Objekti gradske elektroenergetske mreže izvode se u najvećoj mjeri na jednoobrazni način i tipiziranim elementima.

Predstavnici »ELDIH-a« i »ELEKTRE« iz Zagreba u sastavu:

Petar Kuzele, dipl. ing. glavni direktor »ELEKTRE«, Zagreb
Jozo Šuste, dipl. ing. tehnički direktor »ELEKTRE«, Zagreb
Vladimir Raos, dipl. econ. komercijalni direktor »ELEKTRE«, Zagreb
Anđelko Marušić, direktor Biroa »ELDIH«, Zagreb
Daniel Feöcze, dipl. econ. ekonomski savjetnik »ELDIH-a«, Zagreb
Vladimir Štengl, dipl. ing. tehnički savjetnik »ELDIH-a«, Zagreb,

boravili su u Stadtwerke Mainz« od 16. do 25. 4. 1970. radi upoznavanja poslovanja poduzeća i razvijanja međusobne suradnje na pitanjima od obostranog interesa. Stručni razgovori vodili su se na osnovi unaprijed predloženih i prihvaćenih tema i to:

1. Organizacija i način rada tehničke službe za gradnju, pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja,
2. Organizacija i način vođenja tehničke dokumentacije elektroenergetskih postrojenja:
   — grafička dokumentacija naturalnih veličina postrojenja
   — dokumentacija vrijednosnih veličina postrojenja.
3. Tehnički propisi, pravila i uputstva za održavanje elektroenergetskih postrojenja,
4. Tehnički uvjeti za priključak na elektroenergetsku mrežu i uvjeti za isporuku električne energije,
5. Organizacija službe potrošača električne energije,
6. Tehnologija rada službe potrošača od priključka do obračuna i naplate potroška električne energije,
7. Međuljudski odnosi s potrošačima električne energije (public relations),
8. Organizacija i tehnologija rada službe materijalnog snabdijevanja od nabave materijala do skladišne službe i unutrašnjeg transporta.

Sve teme temeljito su raspravljane, obavljena je opsežna razmjena mišljenja i radnih iskustava uz punu susretljivost domaćina. »Stadtwerke Mainz« su u razgovorima zastupali članovi uprave poduzeća:

Direktor Dipl. Ing. Rudolf Gemmer, glavni direktor,
Direktor Dr A. M. Reitzel, komercijalni direktor i
Direktor Ing. Willi Quetsch, direktor gradskog saobraćaja.

Počevši od dana prijema, kao i za svo vrijeme boravka naših predstavnika, uz domaćine iz »Stadtwerke Mainz« sudjelovala je i Gradska uprava koju su zastupali gradonačelnik Dr F. Dahlema, decernent i uprava u »Stadtwerke Mainzu«. Gradonačelnik Dr F. Dahlem sudjelovao je djelomično i u stručnim razgovorima u »Stadtwerke Mainzu«.

Glavni gradonačelnik Mainza, Oberbürgermeister Jockel Fuchs, priredio je službeni prijem za naše predstavnike u prostorijama gradske uprave.

U raspravama o stručnim temama sudjelovalo je više vodećih stručnjaka iz »Stadtwerke Mainza« i to:

Dipl. Ing. Rudolf Michels, šef odjela snabdijevanja električnom energijom,
Arthur Baumgärtner, šef obračuna prodaje i elektroničko-računskog centra,
Dipl. Iuris. Marcus Gellner, pravni savjetnik i šef pravnog odjela,
Nadsavjetnik Otto Hartstang, pogon gradskog saobraćaja,
Savjetnik Rudi Hock, šef ureda za organizaciju,
Otto Braunbeck, šef računovodstva,
Ing. Hans Ludwig Schuck, zamjenik šefa odjela snabdijevanja električnom energijom,
Dipl. Iuris. Hansjochem Schrader, pravni savjetnik,
Dipl. Oec. Giso Rocker, odjel za ekonomiku,
Ing. Arthur Nother, zamjenik šefa baždarskog ureda,
Kurt Herke, zamjenik šefa računovodstva,
Albin Borg, štampa, i
Robert Bohn, predsjednik Savjeta radnika i namještenika.

U okviru radnog programa posjećena je i pregledana Termoelektrana »Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG« u Wiesbadenu. O organizacionim i tehnoekonomskim pitanjima ovog poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije raspravljalo se u upravi tog poduzeća sa članovima uprave:

Direktorom Dr. Heinz Cartalom
Direktorom Dr. Wilhelm Grafom
Direktorom Kurt Hennemannom
Prokuristom Günther Wagnerom
Obering. Gerd. Meyerom, šefom pogona elektrane
Ing. Gerhard Plutkom, šefom odjela mreže.

U okviru proširenog dijela programa boravka naših predstavnika organiziran je i razgovor s Predsjedništvom njemačkog sindikata radnika za pokrajinu Rheinland-Pfalz i grad Mainz, gdje su dobivene interesantne informacije o aktivnostima tog sindikata u korist naših radnika zaposlenih na tom području. Osim toga, posjećeni su Gutenberg Museum u Mainzu, Museum Karla Marxa u Trieru i tvornica elektroničkih računala IBM u Mainzu, za sada najveća tvornica IBM u Evropi, gdje je u okviru upoznavanja tvornice priređeno i vrlo interesantno predavanje o organizaciji rada. Prema svojoj veličini i značaju tvornica IBM u Mainzu ide u red najznačajnijih potrošača »Stadtwerke Mainza«.

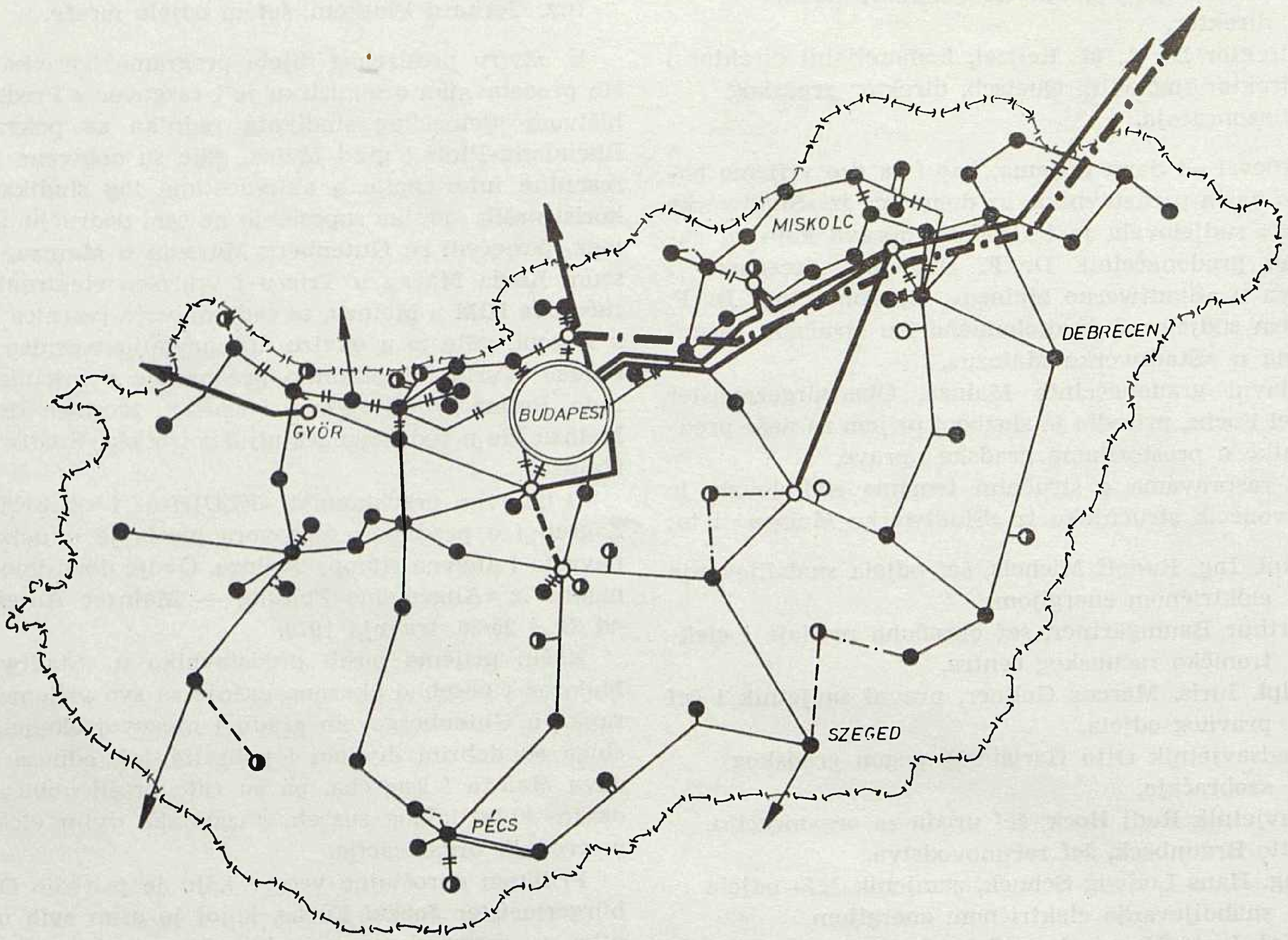
O boravku predstavnika »ELDIH-a« i »ELEKTRE« Zagreb i o predmetu razgovora pisala je u nekoliko navrata i dnevna štampa Mainza. Ovdje donosimo dva napisa iz »Allgemeine Zeitung — Mainzer Anzeiger« od 21. i 25/26. travnja 1970.

Način prijema naših predstavnika u »Stadtwerke Mainza« i posebno ukazane pažnje za svo vrijeme boravka u Gutenbergovom gradu i njegovoj okolici, zasluga su dobrim dijelom i pobratimskih odnosa gradova Mainza i Zagreba, pa su zato prešli uobičajene okvire kolegijalnog susreta stručnjaka dviju elektroprivrednih organizacija.

Prilikom oproštajne večere koju je priredio Oberbürgermeister Jockel Fuchs, kojoj je osim svih učesnika u raspravi programskih tema prisustvovao i gradonačelnik Hoffmann, konstatirano je da postoje široke mogućnosti i obostrani interes za uzajamno razvijanje suradnje, osobito u obliku povremenih razmjena mišljenja o tekućim ekonomskim, komercijalnim i tehničkim pitanjima s područja razdiobe, distribucije i opskrbe potrošača električnom energijom, kao i u obliku povremene razmjene stručnih radnika radi upoznavanja radnih iskustava i suvremene tehnike rada u raznim funkcijama ove djelatnosti.

Poduzeću »Stadtwerke Mainz« upućen je u tom smislu poziv da posjeti »ELEKTRU« i »ELDIH« u Zagrebu radi upoznavanja naših poduzeća. Nakon ove posjete dogovorit će se program daljnje suradnje.

DFe.



MREŽA	400 kV	220 kV	120 kV
Postojeća 1969		———	———
Puštena u pogon 1969	—•—•—		—·—·—
U izgradnji 1969		– – –	– – – –

ENERGETIKA MAĐARSKE

Opća energetska situacija

Mađarska ima 93.000 km² i 10,3 miliona stanovnika. Ima relativno male zalihe ugljena, nepovoljno locirane i s kaloirčnom vrijednosti od oko 3.200 kcal/kp. Međutim, više od 91 % energije koja se koristila u zemlji u 1950. dolazilo je od ugljena. Još 1965. godine skoro 2/3 pokrivao je ugljen. Od tada pa nadalje proizvodnja ugljena se stalno smanjuje da bi 1970. proizvodnja pala za 12 do 14 % u usporedbi sa nivoom nekadašnje najviše proizvodnje.

Količina sirove nafte, proizvedene u 1950, bila je 1/2 milijuna tona, a za 1970. se procjenjuje na 1,8 milijuna tona. Prodaja vlastitog zemnog plina porasla je 30 puta u posljednjih 12 godina i premašit će 3.000 milijuna m³ u 1970. Izgrađeno je 2.000 km plinovoda. Priključeno je 1,3 milijuna domaćinstava na snabdijevanje butana u bocama, što bi iznosilo oko 40 % svih domaćinstava. Sada se vlastitim ugljikovodicima pokriva skoro 22 % ukupne energetske potrošnje.

Unatoč povećane vlastite proizvodnje sirove nafte u 1970, uvest će se oko 4 milijuna tona sirove nafte i više od 1/2 milijuna tona naftinih derivata. Uvoz se odvija naftovodom »prijateljstva« iz Sovjetskog saveza. Godišnji prijenosni kapacitet odcjepa za Mađarsku iznosi 4,5 milijuna tona.

Potrošnja električne energije bit će u 1970. oko 17.000 GWh. Porast je u prošlom deceniju bio 2 puta veći što odgovara godišnjem povećanju od 8,6 %. Elektrificirano je preko 80 % s vih domaćinstava u zemlji. Sada se oko 20 % potreba za električnom energijom zadovoljava uvozom iz SSSR-a i ČSR-a.

Budući razvoj energetike ići će dalje u pravcu sve veće potrošnje nafte. U 1970. je učešće ugljikovodika u cjelokupnim izvorima energije oko 45 %, dok će u

1980. taj udio porasti na oko 65 %, pa će učešće ugljena pasti na svega 30 %.

Elektroprivreda Mađarske

Osnovni podaci o kapacitetima:

1969.	instalirana snaga elektrana	2.813 MW
	raspoloživa snaga elektrana	2.566 MW
	potrošnja, bruto	16.400 GWh
	proizvodnja, neto	12.600 GWh
	uvoz	3.242 GWh

Proizvodni kapaciteti su pretežno termoelektrane na lignit, pa samo oko 10 % snaga ide na ostala goriva, ugljen i naftu i samo 20 MW hidroelektrana.

1968. potrošnja kWh po stanovniku:

Mađarska	1.255
Austrija	2.471
Bugarska	1.522
Čehoslovačka	2.554
Italija	1.745
Rumunjska	1.155
Jugoslavija	924
Grčka	756

(Jugel, Statistički godišnjak 1969)

Prijenosna mreža i razmjena s inozemstvom

Podaci o kapacitetima:

1969.	vodovi 120 i 60 kV	3.600 km
	vodovi 220 i 400 kV	1.200 km

Međunarodne veze:

s Jugoslavijom
- Varaždin—Söjtör, 110 kV, max. kap. 40 MW
- Subotica—Szeged, 110 kV, max. kap. 40 MW

s Čehoslovačkom
- Angyalf—Bestričani, 220 kV, max. 200 MW

s Austrijom
- Györ—Wien, 220 kV, max. kap. 200 MW

s SSSR-om
- Budimpešta—Munkacs, 400 kV, max. 600 MW

Razmjena s Jugoslavijom odvija se na tzv. otočnom sistemu, tj. odijeljeno od jugoslavenske mrežc, tako da nema paralelnog rada između obiju mreža. Količina energije je dosta varijabilna, što ilustriraju podaci iz 1970. godine:

	preko Varaždina	preko Subotice (u MWh)
siječanj	+ 12.436	+ 5.290
veljača	+ 14.673	+ 3.322
ožujak	+ 16.007	+ 2.155
travanj	+ 14.918	— 366
svibanj	+ 13.312	— 106
lipanj	— 70	— 4.618
srpanj	— 3.342	— 4.204
kolovoza		
Ukupno:	+ 67.934	+ 1.390

— izvoz iz Jugoslavije,
+ uvoz u Jugoslaviju.

(JUGEL, Informacije august 1970, strana 8)

Izmjena energije s Austrijom iznosi 50—60 MWh u ljetnim mjesecima, iz Austrije u Mađarsku, a u zimskim 30 — 40 GWh u obratnom pravcu. Ovaj način razmjene posljedica je velikih voda u Austriji u ljetnom razdoblju, dok je zimi prijenos iz Mađarske uglavnom noću i u vrijeme niskih opterećenja mađarske mreže. Između ovih mreža ne postoji paralelni pogon, nego samo izolirano napajanje.

O budućim vezama između Jugoslavije i Mađarske postoji za sada više nabačenih planova. Najviše je poznat prijedlog o izgradnji 400 kV veze između područja Beograda i Budimpešte, za koju je obično vezana forsiranija izgradnja TE Obrenovac ili plasman dijela proizvodnje HE Đerdap. Druga ideja 400 kV veze je Tuzla — Mađarska. Razmatrana je i mogućnost 220 kV veze na potezu Srbobran — Subotica — Szegedin.

B. Baranović

Pregled elektroprivrede Čehoslovačke

Privreda i kućanstva Čehoslovačke snabdijevaju se električnom energijom iz jedinstvenog elektroenergetskog sistema. U ovom sistemu elektroelektrane su proizvodna poduzeća pod državnom upravom, koju provodi ministarstvo elektroprivrede. Od 1. I 1969. sva poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, konstrukcioni biroi i naučni institut Energoprojekt, čine zajedno dvije velike organizacije: češku elektroprivredu sa sjedištem u Pragu (CEZ) i slovačku elektroprivredu (SEP) sa sjedištem u Bratislavi.

Ukupna proizvodnja električne energije u Čehoslovačkoj bila je 1969. godine 43 790 GWh, od toga je 82,2 % iz proizvodnih objekata elektroprivrede, a 17,8 % je proizvedeno u lokalnim industrijskim elektranama. Uz to je uvezeno 2206 GWh.

Potrošnja energije bila je slijedeća: gubici u mreži su iznosili 3475 GWh, a vlastita potrošnja 3435 GWh, tako da je potrošačima predano ukupno 36 860 GWh, od čega za široku potrošnju 6187 GWh, za velepotrošače 22 863 GWh, dok je 552 GWh izvezeno.

Čehoslovački elektroenergetski sistem snabdijevao je tokom 1968. 19357 velikih potrošača, od kojih je 7500 imalo veću snagu od 160 kW. Prosječna potrošnja jednog velepotrošača iznosila je 1181 KWh. Iste godine bilo je 5,527 000 malih potrošača, koji su u prosjeku potrošili 1119 kWh. Ukupna potrošnja po stanovniku iznosila je 1320 kWh. U usporedbi sa godinom 1967. porast potrošnje je 8,1 %. Potrošnja po jednom hektaru površine iznosila je 1967. godine 171 kWh, a 1968. 185 kWh. Godišnji maksimum u sistemu nastupio je 10. prosinca 1968. sa 6110 MW. Koncem 1968. bilo je instalirano u svim elektranama Čehoslovačke 7774 MW, od toga u termoelektranama 6299 MW, a u hidroelektranama 1459 MW. U termoelektranama prednjače kondenzacione elektrane, a 48,2 % imaju blokove od 100—110 MW. Elektrana sa blokovima od 50 MW i više ima 28,3 % od ukupnog broja.

U termoelektranama i hidroelektranama Čehoslovačke bilo je 1968. proizvedeno ukupno 32 286 GWh, od čega u termoelektranama 29 270 GWh, a u hidroelektranama 3016 GWh.

Godine 1968. ušao je u pogon prvi blok-prototip od 200 MW, čehoslovačke proizvodnje u termoelektrani Lednice. Prema cijeni ugljena i ukupnim specifičnim troškovima proizvodnje električne energije u Čehoslovačkoj smatra se, da su najpogodnije jedinice od 100—200 MW. Kako u Čehoslovačkoj nema nafte, planira se razvoj nuklearne energetike. Postoje planovi da se uskoro započne gradnjom nuklearne elektrane snage 150 MW.

Elektroenergetski sistem Čehoslovačke čini dio zajedničkog elektroenergetskog sistema istočnoevropskih socijalističkih zemalja članica SEV-a. Zato se preko ovog sistema razmjenjuje energija s Rumunjskom i SSSR-om, i tranzit je i razmjene između Poljske i Mađarske. Razmjenom energije s Austrijom (uvoz 159 GWh, izvoz 97 GWh) učestvuje Čehoslovačka i u međunarodnoj razmjeni energije sa zemljama članicama UCPTE.

U 1968. bilo je u Čehoslovačkoj u pogonu 10 940 km vodova visokog napona (110, 220 i 400 kV), 72 451 km vodova srednjeg napona (10, 22 i 35 kV), 113 917 km niskonaponskih vodova (380/220 kV), a bile su također:

4 transformatorske stanice za 400 kV
17 transformatorskih stanica za 220 kV
161 transformatorska stanica za 110 kV
469 transformatorskih stanica za srednji napon i
35 786 distributivnih stanica.

(Prema: Elektrizitätswertung, Zg. 45 (1970), Nr. 3/4.)

J. Moser

Francuska elektroprivreda u 1969. godini

Potrošnja električne energije u Francuskoj u 1969. godini je iznosila 130,6 milijardi kWh, i u odnosu na 119,2 milijarde kWh u 1968, povećala se za 9,5 %. Proizvodnja energije u svim proizvodnim postrojenjima bila je 131,4 milijarde kWh, i to iz:

hidroelektrana	52,9	milijardi kWh
termoelektrana	74,0	„ „
nuklearne elektrane	4,5	„ „

Izvezeno je 4,5 milijarde kWh, a uvezeno 3,9 milijardi kWh. Instalirana snaga elektrana povećala se u 1969. za oko 1600 MW. Od značajnijih objekata u pogon su ušle elektrane ili agregati Le Havre sa 600 MW, Montes-Cheniré (blok 6), Blénod (blok 4) i Albi (blok 1) u svakom po 250 MW, a dva agregata od po 125 MW ušla su u pogon u Dunkerque. Najznačajniji objekt koji je u 1969. ušao u pogon je svakako nuklearna elektrana Saint-Laurent-des-Eaux sa 500 MW.

Vrlo je interesantan odnos raznih vrsta goriva upotrebljenih 1968. i 1969, — sve svedeno na milijun tona ekvivalentnog ugljena:

	1968.	1969.
ugljen	10,2	11,0
ulje za loženje i mazut	3,5	5,2
zemni plin	1,7	2,1
uran	1,1	1,6
ostalo	0,6	0,6

(Prema: Elektrizitätswertung, Zg. 45 (1970), Nr. 3/4.)

J. Moser

Prvi konvencionalni turboagregat od 600 MW u Zapadnoj Njemačkoj

Elektroprivredno poduzeće RWE (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG) naručilo je od firme Kraftwerk Union AG, Mülheim/Ruhr prvi konvencionalni turboagregat od 600 MW za elektranu Niederaußem. Kao gorivo služit će lignit. Taj najveći stroj ove vrste u Njemačkoj ući će u pogon 1973. U 1962. od istog je elektroprivrednog poduzeća naručen prvi agregat od 300 MW u Njemačkoj, koji je u pogonu od 1965. i pokazao se kao vrlo dobar.

Nova velika turbina građena je za 3000 o/min, sa 4 kućišta. Lopatice posljednjeg kola duge su 815 mm.

Generator je izgrađen za prividnu snagu od 780 MVA. Faktor snage u odnosu na 600 MW iznosi 0,77. Hlađenje statora i rotora provodi se vodikom pod tlakom od 4 atp.

Cijeli agregat dugačak je 43 m, teži 2000 t, od čega najteži dio, stator generatora, ima sam 340 tona.

Interesantni su još slijedeći podaci:

maksimalna snaga	630 MW
stanje svježe pare	165 atp/525 °C
tlak u kondenzatoru	0,067 ata
temperatura rashladne vode	21,5 °C
količina rashladne vode	52.000 m³/h

(Prema: KWU — Presse-Information)

B. Markovčić

Prvi električni omnibus u pogonu

U Münchenu je 13. veljače 1970. pošao na prvu redovnu vožnju prvi električni omnibus, autobus namijenjen prijevozu putnika u gradskom saobraćaju. Na prvoj vožnji onmibus je pokazao niz prednosti koje se traže u gradskom saobraćaju. Elektromotori su mu tako konstruirani da može postići veliki potezni moment, kvalitetno kočiti, i da ga je lako održavati.

Pogon autobusa je na baterije koje vozilo vuče u posebnoj prikolici. S jednim punjenjem može se voziti 4 do 5 sati. Punjenje baterija obavlja se u posebno izgrađenoj stanici, na kraju trase kojom vozi, ili slično. Za vrijeme dok se jedna prikolica s baterijama puni, vozilo upotrebljava drugu. Zamjena prikolica je vrlo jednostavna.

Omnibus ima snagu 108 kW, odnosno 147 KS, a može biti i preopterećen za 30 % do 191 KS. Maksimalna brzina koju postiže je 60 km/sat što je dovoljno za gradsku vožnju. Radni napon mu je 360 V.

Vrlo je zgodna mogućnost da se baterije u prikolici pune i noću, u doba jeftine energije, a da se prazne danju. Time se postižu određene uštede.

U izradi ovog omnibusa, koji će sigurno brzo naći veliku primjenu u gradskom saobraćaju, učestvovala su četiri poduzeća — MAN, BOSCH, RWE i VORTA. Budući da je omnibus gradilo poduzeće MAN, i da nema prikolice, ne bi se uopće razlikovalo od novih zagrebačkih ZET-ovih autobusa. Uvođenje u upotrebu ovakve vrste prometnog sredstva, veliki je doprinos nastojanjima da se s gradskih ulica uklone plinovi izgaranja, kojih su inače suvremeni gradovi puni. Isto tako osjetno se smanjuje i buka.

(Prema: Elektrizitätswirtschaft, Zg. 69 (1970) H.4.)

J. Moser

SR Njemačka treba programere i operatere za elektronička računala

Povodom otvaranja nove škole za programiranje i rad na elektroničkim računalima u Münchenu, objavljena je i procjena potreba za programerima i operaterima do 1975. godine. Do tada će u SR Njemačkoj biti oko 15000 elektroničkih računala, pa se prognozira da će biti potrebno najmanje 20 000 operatera i 30 000 programera. Školu je otvorila firma Siemens.

Dosad je putem tečajeva osposobljeno oko 12 000 stručnjaka za rad na elektroničkim računalima. Od toga je 8000 izučeno na tečajevima u Njemačkoj, specijalno za operatere i programere.

(Prema: ETZ-B. B. 22 (1970) H. 7/8)

Geotermički izvori energije u Italiji i njihovo korištenje

Toskana je iz davnine poznata po toplim izvorima. Početkom ovoga stoljeća započelo se korištenjem toplih izvora pare za proizvodnju električne energije. Najpoznatije postrojenje ove vrste bilo je prije II svjetskog rata izgrađeno u Lardellu, desetak kilometara od Pize. Za vrijeme rata je skoro do temelja uništeno, a nakon rata izgrađeno je ponovno s instaliranom snagom od oko 250 MW.

Osim u Lardellu, pronađene su velike količine pare i na drugim mjestima u Toskani, među kojima se posebno ističe Piancastagnaio kod Siene. Međutim, za razliku od Lardella, ove rezerve su konačne, a kada se iscrpe trebalo bi postrojenje prenijeti na drugo mjesto, da bi se iskoristile tamošnje rezerve. Radi toga je ENEL, talijansko elektroprivredno poduzeće, prišlo konstrukciji elektrana za termalne izvore takve vrste da se mogu lako demontirati i prenijeti na drugu lokaciju. Isto tako se može smanjivati snaga postrojenja već prema tome kako se smanjuju rezerve.

Primjer takvog postrojenja je elektrana Piancastagnaio 2, koja može imati tri postrojenja po 10 MW, i jedno postrojenje od 15 MW. Elektrana Gabbro kraj Larderella je geotermičko postrojenje sa 15 MW i može se mijenjati.

Prošle godine su u Italiji postrojenja na tople izvore, geotermička postrojenja, proizvela blizu 300 GWh, što je oko 3 % cjelokupne proizvodnje električne energije.

(Prema: EI, 1/70.)

Najveća dizelelektrana na svijetu

Firma AEG — Telefunken je na sajmu u Hannoveru 1970. izložila maketu najveće dizelelektrane na svijetu. Kad bude završena imat će snagu 73,75 MVA, odnosno 59 MW. Gradi se u tri etape (24, 32 i 59 MW), a treća etapa bi trebala biti završena 1970. To je dizelelektrana Bong Range u Liberiji u zapadnoj Africi.

Prva etapa je bila izgradnja triju agregata od po 10 MVA, u drugoj etapi izgrađen je još jedan agregat od 10 MVA, a u toku je treća etapa izgradnje sa tri agregata od 11,25 MVA.

Dizelelektrana Bong Range nalazi se kod istoimenog rudnika u unutrašnjosti Liberije. Do ovih rudnika nije bilo moguće izgraditi prijenosnu mrežu, jer nije dovoljno jaka da bi mogla napajati tako značajnog potrošača, pa je izgradnja dizelelektrane bila jedino rješenje.

Dizelmotore je isporučila firma Sulzer iz Švicarske, dok je ostala oprema firme AEG. U rudnike je uložen, uglavnom, njemački kapital, pa je iz istih izvora financirana i izgradnja ove elektrane.

Generatori proizvode energiju pod naponom 6,9 kV i 60 Hz, a kako se potrošači nalaze u krugu od najviše 1 km oko elektrane, napon 6,9 kV je ujedno i razdjelni napon. Energija se prenosi kabelima do pojedinih potrošača.

Jedini važniji ali udaljeniji potrošač je postrojenje za prečišćavanje vode i snabdijevanje rudničkog kompleksa vodom iz rijeke St. Paul. Udaljen je 10 km, pa do njega energija stiže vodom 30 kV.

Ova velika dizelelektrana je interesantna i zbog klimatskih uvjeta u kojima radi cijeli dan.

(Prema: Techn. Mitt. AEG-TELEFUNKEN 60, (1970) 2.)

J. Moser

Generatorski napon 220 kV

Energy International No 2/70. objavila je vijest da je u SSSR-u izgrađen generator priključen direktno na 110 kV mrežu. Novi generator je još uvijek u fazi ispitivanja, a instaliran je u hidroelektrani Shodnaja blizu Moskve. To je danas prvi visokonaponski generator. Gradnja ovakvog generatora predstavlja veliku uštedu, jer mu nisu potrebni transformatori. U projektu je još veći generator. On bi trebao imati napon 220 kV.

(Prema: EI, 2/70.)

J. Moser

Dva milijuna tona nafte plovi svakodnevno oko rta Dobre Nade

Ratni sukob na Bliskom istoku zatvorio je Sueski kanal već pune četiri godine. Međutim, nafta iz Perzijskog zaljeva i dalje teče u pravcu Evrope i Amerike. Evropi je danas potrebno u prosjeku 800 000 tona nafte. Zato oko Rta Dore Nade u južnoj Africi dnevno prođe u pravcu Evrope 15 tankera, koji prevoze oko 1,200 000 tona nafte. Istovremeno oko 800 000 tona nafte voze brodovi oko istog rta u pravcu sjeverne i južne Afrike. Tako svakodnevno oko Afrike prođe oko dva milijuna tona nafte sa naftonosnih polja Bliskog istoka u Perzijskom zaljevu.

Zatvaranje kanala povećalo je plovni put nafte, pa su poskupili prijevoz i lučke usluge. Međutim, gradnjom sve većih tankera (takozvanih »supertankera« od 200 000 brutoregistarskih tona i više), cijena nafti nije znatno porasla.

(Prema: ÖZE, Zb. 23, H. 4.)

J. Moser

IZGRAĐENA TRANSFORMATORSKA STANICA 220/110 kV, PEHLIN

Završeni su građevni i montažni radovi na izgradnji prve etape transformatorske stanice 220/110/35 kV Pehlin kod Rijeke. Po planu će se ovo prijenosno postrojenje izgraditi u dvije etape. U prvoj etapi postrojenje će ići u pogon s jednim transformatorom snage 150 MVA. U drugoj etapi predviđeno je proširenje sa još dva transformatora, tako da će nakon konačne izgradnje transformatorska stanica u Pehlinu raspolagati s ukupnom snagom od 450 MVA.

Po ugovoru s investitorom, tvornica »Rade Končar« je isporučila transformator 150 MVA, dok su mjerni i regulacioni uređaji nabavljeni u inozemstvu. Investitor je također sklopio ugovor s tvornicom »Rade Končar« o isporuci dva transformatora po 150 MVA za izgradnju druge etape transformatorske stanice u Pehlinu. Montažne radove izvela su domaća poduzeća. Dio postrojenja 220 kV i 110 kV izveden je otvorenog tipa, dok je komanda i postrojenje 35 kV izagrađeno u zatvorenom prostoru.

U toku trećeg tromjesečja novosagrađena transformatorska stanica 220/110/35 kV Pehlin postepeno će ući u probni pogon.

I. R.

DOMAĆA NALAZIŠTA URANA

Prva jugoslavenska nuklearna elektrana gradit će se, vjerojatno, na Savi kod Krškog. Tu je lokaciju prihvatila elektroprivreda SR Hrvatske i SR Slovenije. U programu je da se naše prvo nuklearno postrojenje pusti u pogon oko 1975.

Poslovno udruženje elektroprivrede SR Hrvatske u suradnji s Poslovnim združenjem energetike SR Slovenije već nekoliko godina radi na izradi studije, projekata i prikupljanju druge tehničke dokumentacije u vezi s izgradnjom nuklearne elektrane.

Istovremeno se obavljaju ispitivanja o pronalaženju uranove rudače, važne sirovine za proizvodnju nuklearne energetike.

Rezultati dosadašnjih ispitivanja i istraživanja su vrlo povoljni i uspješni. Na Žirovskom vrhu, područje Slovenije, pronađene su određene zalihe kvalitetne rudače, ali će se i dalje raditi na istraživanjima. Geološki zavod u Ljubljani ocjenjuje da u radioaktivnoj zoni, oko 15 km dugoj, ima oko 10 000 tona uranova oksida. Eksploatacija toga nalazišta bila bi rentabilna oko 10 godina.

Ako daljnja istraživanja potvrde da bi se godišnje moglo poizvoditi 130 000 tona uranove rudače, u 1972. bi se počeo graditi rudnik, a uz njega vjerojatno i pogon za preradu, pa bi prvi koncentrat uranova oksida bio proizveden u 1975. Ova količina mogla bi se već 1975. koristiti za pogon naše prve nuklearne elektrane kraj Krškog.

I. R.

ISTRAŽNI RADOVI NA NOVIM HIDROIZVORIMA

Radovi na ispitivanjima novih hidroenergetskih izvora u SR Hrvatskoj nastavljaju se i u ovoj godini. Težište plana istraživanja se odnosi na hidrološke radove u slivu Save, Kupe i Drave s Murom.

Hidrometeorološki radovi započeti ranijih godina predstavljaju, uglavnom, kontinuirano opažanje vodokaza i piezometara s mjerenjem vučenog i suspendiranog nanosa, i kontrolnim mjerenjima vodokaznih profila i protoka. Kontrole mjerenja profila i protoka obavljaju se u svim ključnim vodokaznim stanicama u slivu srednje Save, Drave s Murom i u slivu Kupe, dok je mjerenje nanosa predviđeno na Savi i Dravi.

Rezultati ispitivanja poslužit će za izradu osnovnih projekata hidroizvora za sliv srednje Save i dio donje Save, srednji i donji tok Drave i sliv Kupe.

U slivu srednjeg i donjeg toka Drave nastavit će se u ovoj godini geodetski, geofizički, geološki i geomehanički radovi. U okviru izrade vodoprivredne osnove srednje Save, i dijela donje Save, izvest će se: geodetski radovi — izrada situacije donje Save do Nove Gradiške; geofizički radovi — obuhvaćaju izradu geoelektričnih sondi na donjem dijelu Save do Nove Gradiške.

U slivu Kupe predviđen je kontinuirani nastavak izrade osnovnih topografskih i geoloških podloga. U ovim radovima učestvuje i vodoprivreda Hrvatske.

Izrada studija i projekata

Po ranije utvrđenom programu trebaju se do kraja ove godine završiti radovi izrade studije i idejnog projekta hidroelektrana Jarun i Podsused. Prema dosadašnjim obradama i analizama, HE Jarun je postrojenje pribranskog karaktera. Pokazalo se kao najekonomičnije postrojenje na srednjem toku Save, s branom i strojarnicom kod jarunskog spruda, oko 2 km uzvodno od savskog mosta.

HE Podsused je prva savska hidroelektrana u Hrvatskoj, predviđena za korištenje pada Save između ušća Sutle i mosta u Podsusedu. Za hidroelektrane Čakovec i Dubrava treba kompletirati istražne radove. U slivu Kupe predviđeno je novo postrojenje Gojak II koje će iskorištavati vodenu snagu Dobre kod Ogulina i pritoka. Na tom području treba završiti kontrolna mjerenja protoka i profila na stanicama osnovne mreže, radi izrade glavne studije.

Za HE Varaždin završeni su svi istražni radovi i vjerojatno će se još u ovoj godini pristupiti pripremnim radovima na izgradnji postrojenja. Nastavljaju se i istražni radovi za sektor Drave između Varaždina i ušća Ždalice. Najnizvodnija stepenica na tom sektoru je HE Đurđevac, s bruto padom od 19 m ili 14,5 m, ovisno o tome, da li će se u postrojenju koristiti i pogranični sektor Drave između Jugoslavije i Mađarske, uzvodno od Botova.

Za HE Đurđevac dovršit će se u 1970. geodetski radovi — dopuna situacije mj. 1 : 10 000 s obje strane Drave, i geofizički, geomehanički i geološki radovi. Dobar dio ovih radova je u završnoj fazi i još ove godine počet će razrada idejnog projekta HE Đurđevac.

Za istražne radove, izradu studija i rješavanje projektnih zadataka u vezi s izgradnjom navedenih novih hidroenergetskih postrojenja poduzeće »Elektroprivreda« — Zagreb je osigurala financijska sredstva za 1970. u iznosu od oko 656 milijuna starih dinara.

I. R.

POČETAK IZGRADNJE DALEKOVODA 110 kV KOPRIVNICA—ČAKOVEC

Sredinom ove godine otpočeli su građevni radovi na izgradnji dalekovoda 110 kV Koprivnica — Čakovec, u dužini od 41,6 km. Vod će biti izveden na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima, tipa »jela«, s vodičima 3 × 240/40 Ač i zaštitnim užetom od pocinčanog čelika presjeka 50 Če.

Izgradnja dalekovoda 110 kV Koprivnica — Čakovec je energetski opravdana iz slijedećih razloga:

Konzumno područje Čakovca danas se napaja dalekovodom 35 kV iz TS 110/35 kV Nedeljanec. Izgradnjom TS 110/35 kV Čakovec stvoreni su uvjeti da se konzumno područje Čakovca napaja dalekovodom napona 110 kV.

Današnje opterećenje industrije i široke potrošnje Čakovca dostiže vrijednost od oko 8,5 MW, što već traži prijelaz na napajanje višim naponom.

Današnje opterećenje industrije i široke potrošnje Čakovca dostiže vrijednost od oko 8,5 MW, što već traži prijelaz na napajanje višim naponom.

Dalekovod 110 kV Koprivnica — Čakovec polazi iz TS 110/35 kV Koprivnica koja se pak napaja TS 110/35 kV Bjelovar iz TS 220/110 kV Mraclin. Izgradnjom dalekovoda 110 kV Koprivnica — Čakovec zatvara se petlja 110 kV pa se time omogućuje dvostrano napajanje područja Čakovca, Koprivnice i Bjelovara. Ispadom bilo koje dionice voda 110 kV u ovoj petlji, sva se tri područja mogu napajati bez prekida prijenosa električne energije.

Spomenuti dalekovod trasiran je tako, da prolazi kraj buduće hidroelektrane Čakovec, pa će time biti priključak hidroelektrane riješen jednostavno.

Projekte voda izradili su projektanti poduzeća »Dalekovod«, a investitor ovog postrojenja poduzeće »Elektroprivreda« ustupilo je tom poduzeću građevne i montažne radove kao i isporuku opreme. Glavni dio opreme isporučit će domaća industrija, jedino će se stakleni izolatori nabaviti od francuske tvrtke »Sediver«.

Po planu investicija za 1970. godinu poduzeće »Elektroprivreda« iz Zagreba za izgradnju i nabavu opreme ovog voda investirat će iznos od oko 7,5 milijuna novih dinara.

U financiranju izgradnje dalekovoda 110 kV Koprivnica — Čakovec uz glavnog investitora »Elektroprivrede« iz Zagreba, učestvuju i pogoni distributivnog poduzeća »Elektra« — Zagreb iz Bjelovara, Koprivnice i Čakovca koji će oročiti jedan dio investicionih sredstava. Očekuje se da će radovi na izgradnji voda kompletno biti završeni krajem 1970.

I. R.

PODUZEĆE »DALEKOVOD« IZGRADILO MREŽU VODOVA U GVINEJI

Posljednjih godina zagrebačko poduzeće »Dalekovod« uspješno proširuje svoju djelatnost i na inozemna tržišta. Ugovoreni su opsežni poslovi na projektiranju, izvedbenim radovima i izvozu opreme s mnogim afričkim i azijskim zemljama, kao npr. Pakistanom, UAR-om, Gvinejom, Libijom, Indonezijom, Iranom, Irakom i dr.

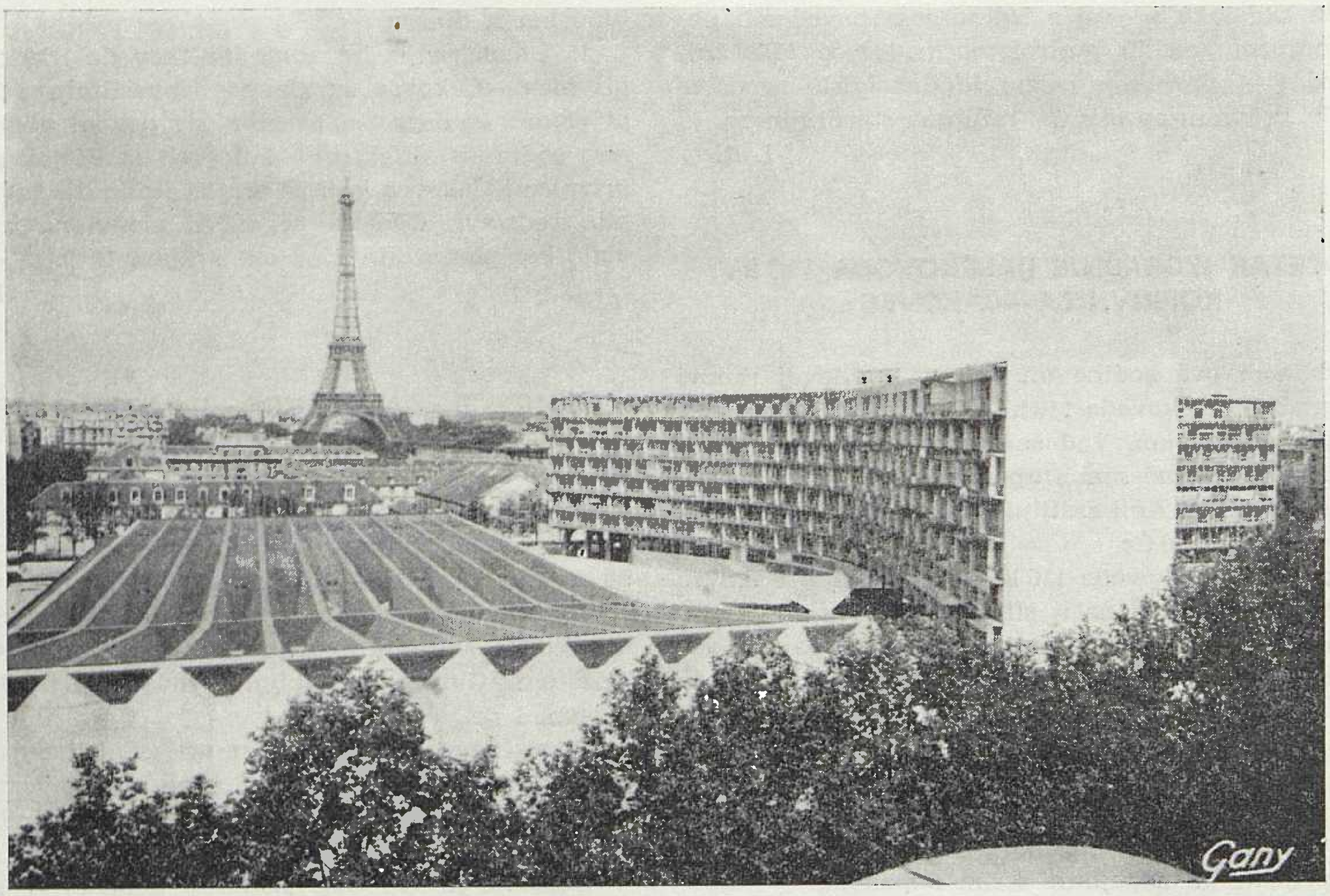
Pored navedenih država u posljednje vrijeme kolektiv »Dalekovod« nastupa i na tržištima zemalja Evrope, prvenstveno u zapadnoj Njemačkoj, Italiji i Čehoslovačkoj.

Nedavno je ovo naše poduzeće polučilo vrlo dobre poslovne rezultate u Gvineji gdje je učestvovalo u izgradnji dalekovodne mreže 110 kV, 60 kV i 15 kV. Prema sklopljenim ugovorima s gvinejskim investitorima »Dalekovod« je preuzeo izradu građevnog, geodetskog i elektrotehničkog glavnog projekta za ovu dalekovodnu mrežu.

Isporučena je i oprema: čelično-rešetkasti stupovi, pocinčani toplim postupkom prema ASTM normama, ovjesni materijal raznih presjeka domaće proizvodnje tipa »Salvi«, vijčana roba zaštićena protiv korozije, porculanski izolatori, zaštitno uže 1 × 50 mm² Če.

Građevne i montažne radove izvele su stručne ekipe poduzeća »Dalekovod«, opremljene suvremenom opremom. Iako se radilo pod teškim uvjetima (klimatske prilike, teški teren i dr.) svi su radovi završeni u ugovorenim rokovima. Investitor je zadovoljan s izgradnjom prijenosnih objekata i vjerojatno će uskoro doći do sklapanja novih ugovora.

I. R.



PEDESET GODINA CIGRÉ

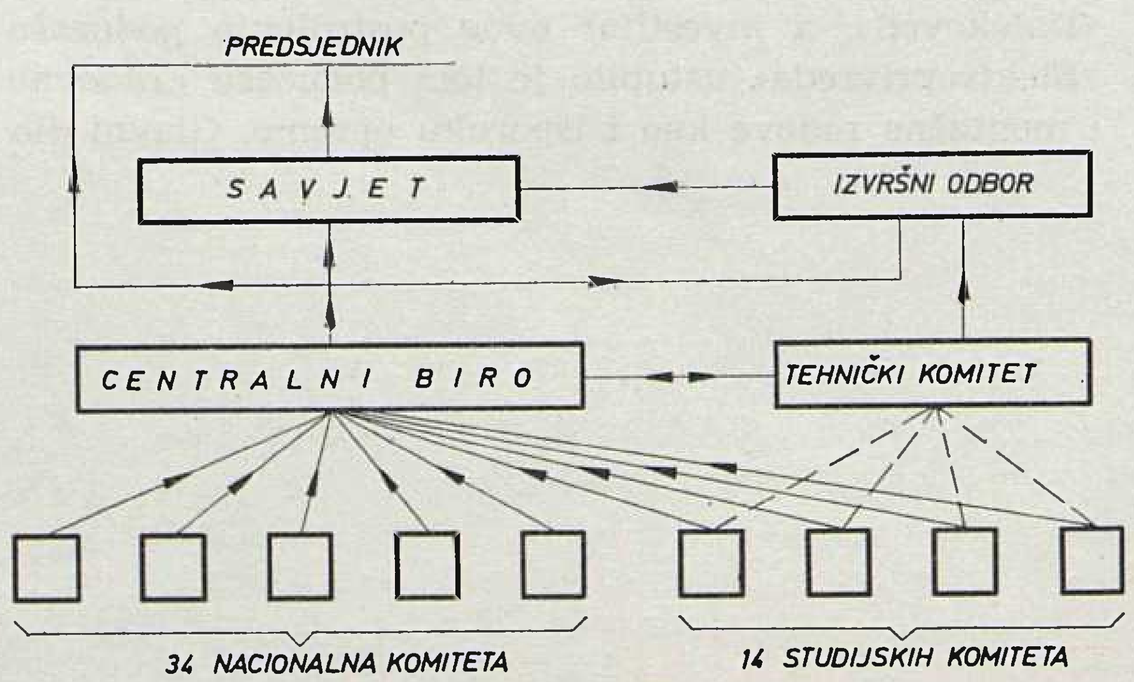
Ove se godine od 24. kolovoza do 2. rujna održava u Parizu XXIII zasjedanje CIGRÉ, Internacionalne konferencije za velike električke mreže, a Jugoslavenski nacionalni komitet, te iste organizacije, imat će svoje X zasjedanje od 11. do 16. listopada u Dubrovniku.

Oba zasjedanja imaju jubilarni karakter. Internacionalno zasjedanje se održava u znaku 50-godišnjice osnivanja organizacije, a jugoslavensko proslavlja deseti sastanak elektroenergetičara Jugoslavije.

Donosimo prikaz organiziranja CIGRE prema predavanju F. CAHENA, generalnog sekretara CIGRE, što je za članove francuskog društva elektrotehničara, SFE, u veljači 1970. objavljeno u Revue Generale de Electricité, No 2, 1970.

CIGRÉ je nastala 1921, znači prije pedeset godina. Te je godine izvjestan broj specijalista za probleme prijenosa električne energije (a prijenosni naponi tada nisu prelazili 150 kV), na inicijativu pokojnog Jean Tribot-Laspièrea, organizirao u Parizu kongres pod nazivom CIGRÉ koji još i danas nosi (La Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension, u prijevodu Međunarodna konferencija o velikim mrežama visokih napona). Toj konferenciji je tada u Parizu prisustvovao 231 delegat iz dvanaest zemalja: Belgije, Danske, Španjolske, Sjedinjenih Država Amerike, Francuske, Velike Britanije, Italije, Japana, Norveške, Nizozemske i Švicarske. U referatima i diskusijama podnijetim na toj konferenciji izloženi su gotovo svi tada poznati problemi vezani uz transport električne energije, i uz proizvodnju elektrana koje napajaju električne prijenosne mreže. Bilo ih je mnogo no oni najkarakterističniji, koji su okupirali stručnjake toga doba bili su:

— paralelni rad elektrana i oscilacije strojeva,
— konstruktivni problemi velikih generatora i transformatora,



Slika 1

— zakonitosti i električni proračun prijenosa energije, regulacija napona i reaktivne snage,
— izoliranje vodova, priroda i karakteristike izolatora, ponašanje izolatora kod prenapona,
— uzemljenje nultočke i induktivitet u krugu uzemljenja, smetnje izazvane u telekomunikacionim vodovima.

Neka od ovih pitanja su danas objašnjena i nisu više tema referata i diskusija, dok su druga još uvijek na dnevnom redu, samo što su danas naponi pet puta veći, a potrošnja električne energije 20 do 30 puta.

Nakon 1921. godine CIGRÉ održava svake dvije godine kongres u Parizu, svaki puta sa sve većim brojem učesnika, sve do 1939. Godine 1931. formirana je CIGRÉ u obliku udruženja, a 1939. godine postaje međunarodno udruženje, jer je više od jedne četvrtine članstva bilo iz inozemtsva.

Nakon prekida rada zbog rata, CIGRÉ nastavlja svoju aktivnost 1946. i ponovo se svake dvije godine redovito održavaju kongresi u Parizu.

Prema statutu, CIGRÉ ima dužnost da olakša i unaprijedi razmjenu tehničkih iskustava i informacija među državama članicama, na području proizvodnje i prijenosa električne energije visokim naponom. Osnovna sredstva njenog djelovanja su dvogodišnji kongresi, studijski komiteti i tromjesečni časopis Electra.

CIGRÉ ima tri vrste članova:

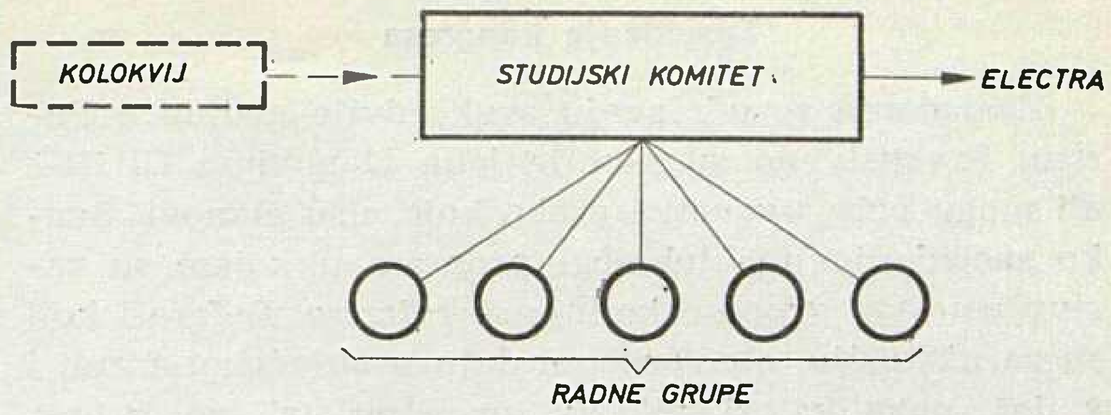
— kolektivne članove, kao što su industrijska i trgovačka poduzeća, stručna udruženja, naučne ustanove, istraživački instituti itd.
— induvidualne članove i
— počasne članove.

Njena organizacija shematski je prikazana na sl. 1.

CIGRÉ-om upravlja savjet, koji se, momentalno, sastoji od 36 članova iz 19 zemalja. Predsjednik savjeta je predsjednik CIGRÉ. Savjet među svojim članovima bira Izvršni komitet, kojim rukovodi predsjednik CIGRÉ i koji ima šest izabranih članova. Izvršni komitet rješava hitna pitanja i priprema odluke savjetu, a nadgleda i provedbu odluka. Radove studijskih grupa nadgleda putem tehničkog komiteta. Radom cijele organizacije rukovodi generalni sekretar i centralni biro CIGRÉ.

Tehnički komitet se sastoji od tri člana, od kojih je jedan predsjedavajući, i od svih predsjednika studijskih komiteta. Član ovog komiteta je također generalni sekretar. Dužnost tehničkog komiteta jest da prati rad studijskih komiteta, da osigurava koordinaciju poslova, da saobraća sa izvršnim komitetom i Savjetom, i da nastoji pronaći najpogodnije načine za poboljšanje njihovog djelovanja.

S administrativnog stanovišta organizacija je kompletirana nacionalnim komitetima CIGRÉ pojedinih zemalja. Članovi CIGRÉ koji žive u jednoj zemlji mogu sačinjavati nacionalni komitet, ovaj može zatražiti da postane ozvaničen od savjeta ukoliko broj njegovih članova prelazi minimum određen statutom. Nacionalni komiteti su zastupljeni u centralnom birou i služe kao posrednici između njega i članova. Oni sakupljaju kotizacije, donose pravilnike o referatima za zasjedanja, predstavljaju vezu kod prijavljivanja za za-



STUDIJSKI KOMITET

BROJ	14
ČLANOVA	291
ZEMALJA	31
RADNIH GRUPA	52

Slika 2

sjedanje, određuju kandidate za mjesta u studijskim komitetima i savjetu. Momentalno postoje 34 nacionalna komiteta koji imaju vrlo važnu ulogu u dobrom funkcioniranju CIGRÉ. U nas postoji Jugoslovenski Nacionalni Komitet CIGRÉ (JUNAKO CIGRÉ) sa sjedištem u Zagrebu. Generalni sekretar JUNAKO je dipl. ing. Herman Mattes.

Na tehničkom planu studijski komiteti su oni međunarodni organi koji osiguravaju stalni kontinuitet radova između zasjedanja, pripremajući na svojim sjednicama diskusije o određenim problemima. Sada ih ima 14, a svaki se sastoji od predsjednika, sekretara i dvadeset titularnih članova iz dvadeset zemalja.

Popis studijskih komiteta CIGRÉ

Tablica 1

Komitet	*Broj referata na kongresu 1970.*
1. *Seskcija: MATERIJALI*	
1.1. Rotacioni strojevi	11
1.2. Transformatori	7
1.3. Rasklopni aparati	15
1.4. Pretvarači izmjenično-istosmjerno	5
1.5. Izolacioni materijali	6
2. *Sekcija: KABELI, VODOVI I STANICE*	
2.1. Izolirani visokonaponski kabeli	7
2.2. Zračni vodovi	11
2.3. Stanice	6
3. *Sekcija: MREŽE*	
3.1. Prenosne mreže	9
3.2 Projektiranje i eksploatacija mreža	17
3.3. Prenaponi i koordinacija izolacije	12
3.4. Zaštita, automatika i telekomanda	7
3.5. Teletransmisija	4
3.6. Smetnje	5
Ukupno:	122

U tablici 1 je lista studijskih komiteta, čije djelatnosti pokrivaju svu tehničku domenu CIGRÉ. Usporedo s time je i broj referata što će biti izneseni na zasjedanju u kolovozu 1970. po grupama predmeta. Brojke ukazuju na područja koja ove godine najviše privlače pažnju članova, a to su: rotacioni strojevi, rasklopni aparati, nadzemni vodovi, projektiranje i eksploatacija mreža, i prenaponi i koordinacija izolacije.

Zasjedanja kongresa

Zasjedanja se održavaju svake dvije godine u Parizu. Prvenstveno su namijenjena članovima CIGRÉ, ali mogu prisustvovati i osobe koje nisu članovi. Svako zasjedanje ima tehnički program u kojem su zastupljene sve grupe o kojima se referira. Referati koji su za diskusiju, obavezno se daju u skraćenoj formi i s još nekoliko sličnih (u principu tri po grupi), da bi se spriječilo preveliko širenje diskusije i omogućila koncentracija diskusije na mali broj trenutačno interesantnih tema.

Ovi referati su tiskani u izvornom obliku i podijeljeni učesnicima prethodno, i to na jednom od službenih jezika CIGRÉ (francuskom ili engleskom). Referati se ne čitaju na sjednici, nego diskusiju priprema posebni izvjestilac koji u svom izvještaju ukazuje na proučene probleme i postavlja precizna pitanja u vezi sa sadržajem. Izvjestilac je dužan da prikupi i saopćenja.

Diskusije se vode na francuskom i engleskom jeziku sa simultanim prevođenjem. Takav način organizacije zasjedanja je plod dugogodišnjeg iskustva s ciljem da poveća interes prisutnih i efikasnost sjednice Kongresa. U okviru kongresa organiziraju se posjete postrojenjima za proizvodnju i transport električne energije, kao i laboratorijama za studij i istraživanja. Redovno se organiziraju i stručna putovanja po Francuskoj.

Studijski komiteti

Komiteti postoje već duže vremena i maju cilj da prouče pitanja koja su na zasjedanjima ostala bez pravog i zadovoljavajućeg odgovora tokom diskusija. Za vrijeme posljednje reforme uloga studijskih komiteta je povećana, precizirana i dvostruke je prirode.

S jedne strane, studijski komitet provodi sve studije i istraživanja koja mogu biti korisna za unapređenje tehnike u svojoj domeni aktivnosti, određujući samostalno koja su najaktuelnija pitanja u toj domeni. Drugim riječima, određuje samostalno svoj program rada.

S druge strane, on aktivno priprema sjednice grupa na dvogodišnjem zasjedanju, određuje primarne teme koje će obuhvatiti referati podneseni zasjedanju, i određuje specijalnog izvjestitelja. Predsjednik komiteta je po pravilu predsjednik na sjednici zasjedanja, kada se diskutira o problemima koji spadaju u područje tog komiteta.

Studijski komiteti u svom sadašnjem obliku imaju vrlo važnu ulogu u orijentiranju rada sekcije, mogu pridonijeti napretku rješavanja nekog pitanja, i izazvati opsežnu diskusiju na internacionalnom planu u vezi s neki mproblemom. Metode rada studijskih komiteta su vrlo različite. Često se formiraju radne grupe, koje između sastanaka komiteta detaljnije studiraju određene probleme. Ovo je vrlo povoljan način rada, jer omogućuje da neku studiju, ili istraživanje, provode najbolji stručnjaci iz raznih država. Grupa daje rezultat svoga rada komitetu koji o tom izvještaju diskutira na plenarnoj sjednici. Komitet može u povoljnoj prilici organizirati kolokvij posvećen većoj diskusiji malog broja tema unaprijed definiranih, kojem prisustvuje određeni broj eksperata.

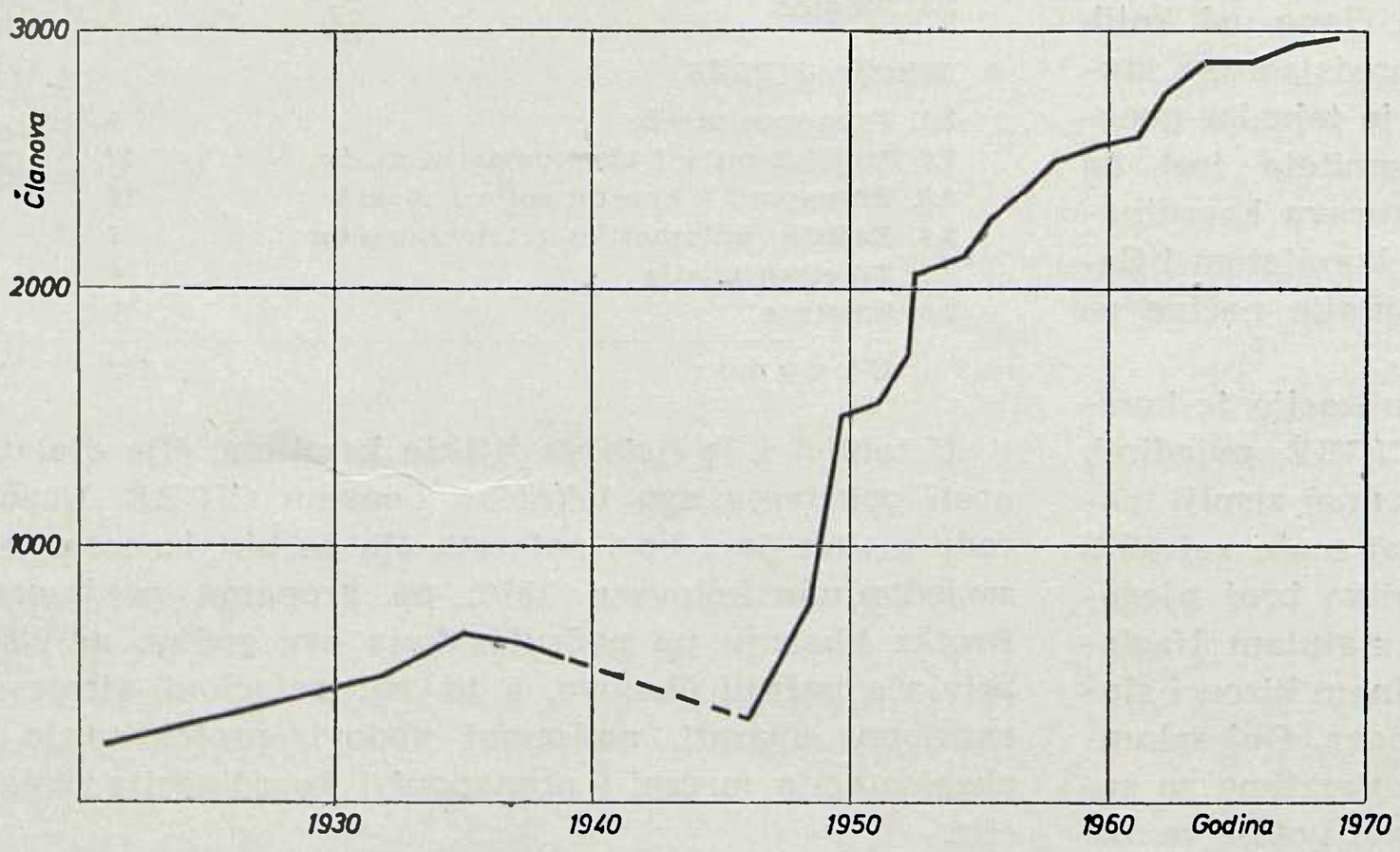
Funkcioniranje studijskog komiteta može se pokazati na sl. 2. Prema tome, studijski komitet ima mnogostruku ulogu: postavlja program rada, formira radne grupe potrebne za proširenje posla i utvrđuje njihove programe rada, ispituje i diskutira izvještaje grupa, odlučuje o njihovom eventualnom publiciranju u obliku članka u Electri, ili u obliku izvještaja zasjedanju u ime komiteta. Svake godine daju svi komiteti u Electri izvještaj o svojoj aktivnosti. Slika 2 daje i nekoliko brojčanih podataka o sadašnjim studijskim komitetima, o ukupnom broju članova, o broju zemalja kojima pripadaju, i o broju radnih grupa.

Studijski komiteti su za članove CIGRÉ vrlo interesantni. Broj članova jednog komiteta kreće se između 16 i 20 (bez predsjednika i sekretara). Često ima mnogo više kandidata nego mjesta u komitetima.

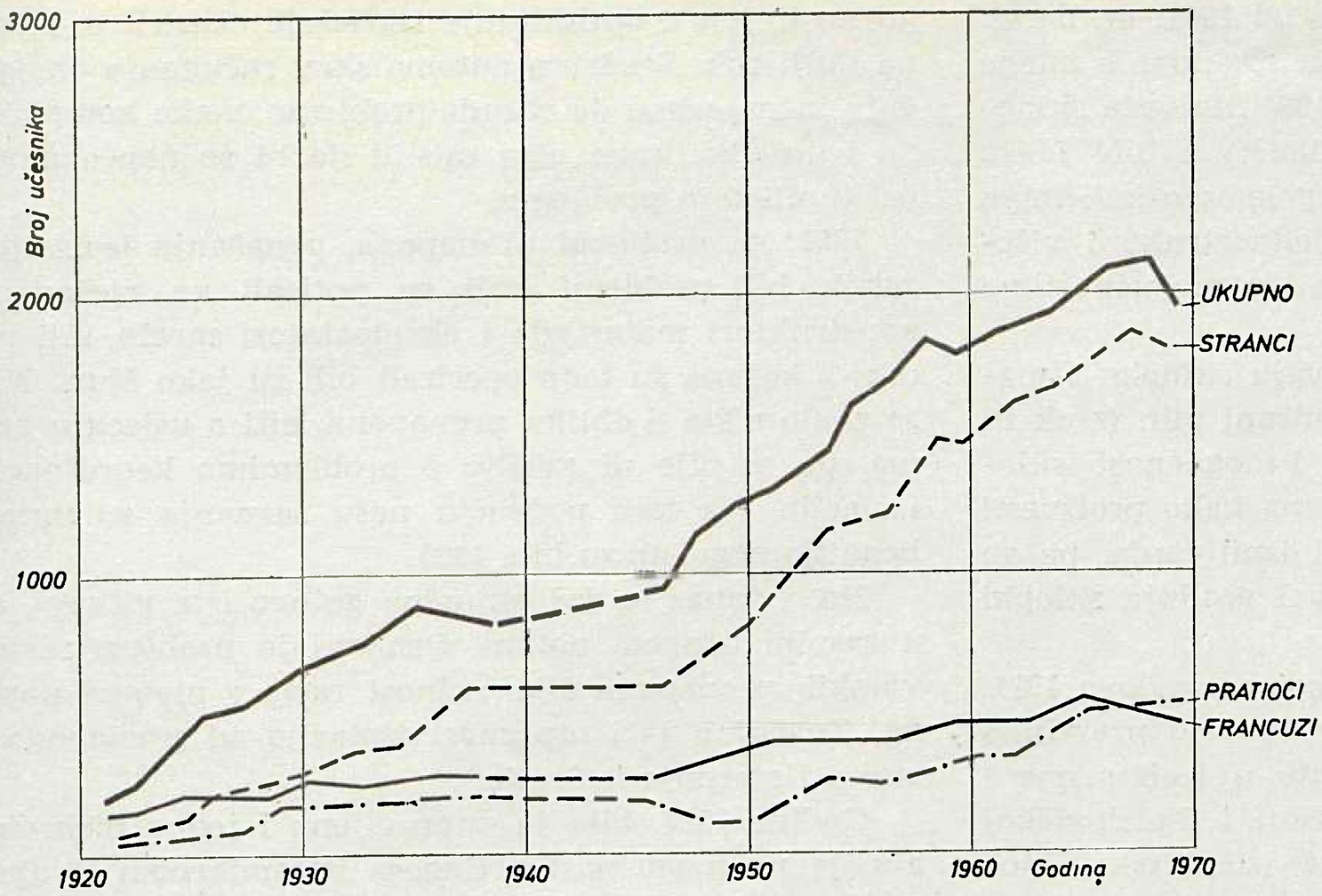
Publikacije Electra

Referate sa zasjedanja uz integralne tekstove diskusija, sadrži zbornik radova CIGRÉ, što ga dobijaju svi zainteresirani.

S druge strane, CIGRÉ publicira tromjesečni bilten namijenjen članovima, reviju Electra. To je dvojezična publikacija na francuskom i engleskom jeziku.



Slika 3



Slika 4

Ona sadrži, s jedne strane tekuće informacije o životu udruženja, o sastancima sekcija i rukovodstva, a s druge strane tehničke članke, i to:

— izvještaje o aktivnosti pojedinih studijskih komiteta, koje daje predsjednik komiteta svake godine,
— tehničke izvještaje radnih grupa i izvještaje o stanju radova,
— izvještaje o rezultatima diskusija na sastancima.

Electra je prema tome sredstvo informiranja članova CIGRÉ koja kola po cijelom svijetu, i istodobno stoji na raspolaganju studijskim komitetima za objavljivanje njihovih radova.

II CIGRÉ OD 1921—1970.

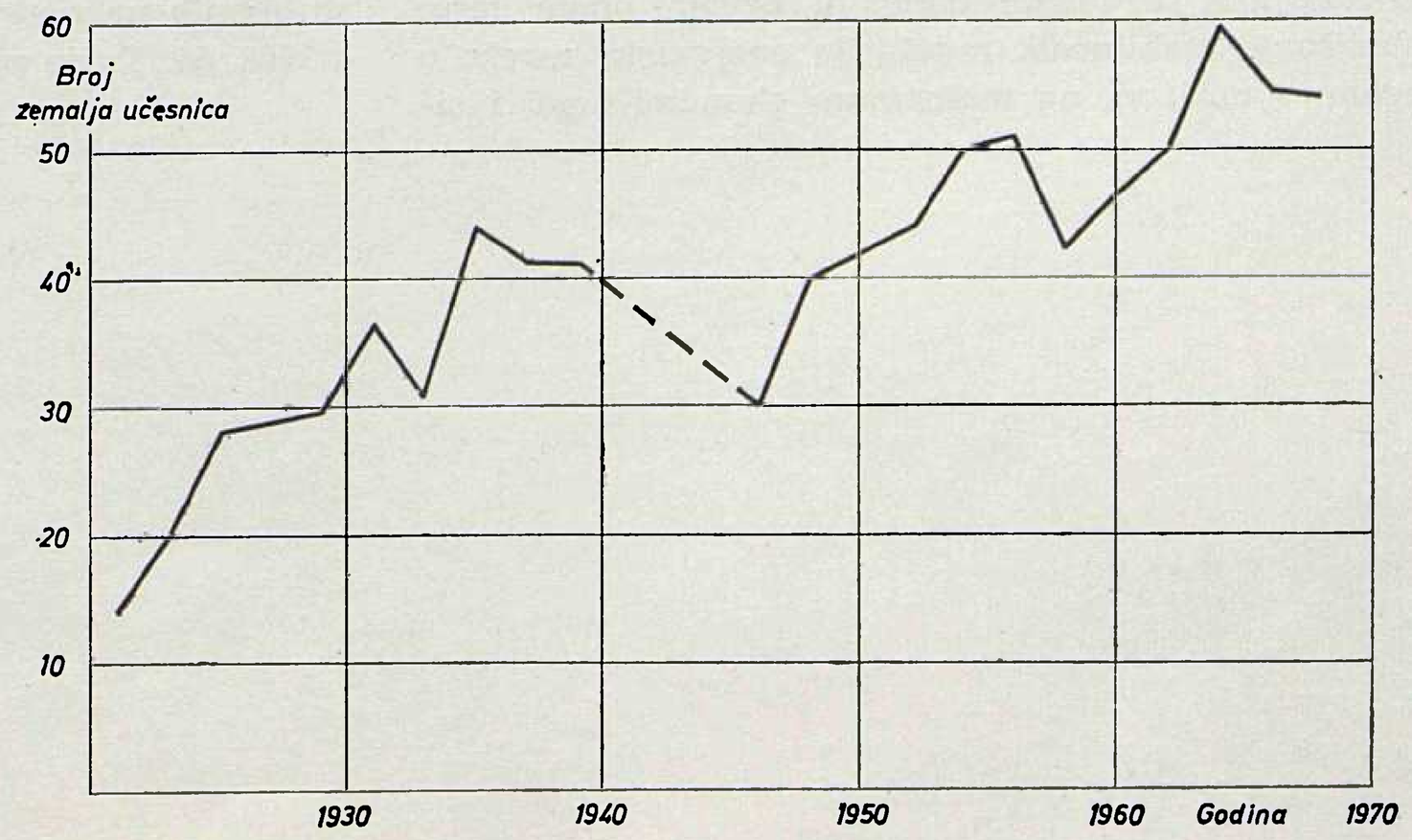
Evo nekoliko primjera koji pokazuju kakav je razvoj elektrotehničkih problema kojima se bavi CIGRÉ, uspoređujući referate prikazane na zasjedaju 1921. i pripremljene teme za zasjedanje 1970.

Na području generatora 1921. godine nominalne snage jedinica turbogeneratora dostizale su 40 MVA, a za sporohodne generatore 7 MVA, dok je generatorski napon bio 10 do 15 kV. Tada je bila interesantna tendencija smanjivanja impedancije radi limitiranja struja kratkog spoja, ali se bavilo i značajem pada napona u opterećenju. Problem broj jedan bile su oscilacije kod paralelnog rada grupa i uloga amortizera.

Godine 1970. najveću pažnju privlače problemi hlađenja i mehanički problemi velikih strojeva, koji su 15 do 30 puta jači nego 1921. Druga tema su karakteristike i performance statora.

Kod transformatora u 1921. bila je tendencija kao i kod generatora da se smanje struje kratkog spoja i elektrodinamička naprezanja koja izazivaju te struje. S druge strane diskutiralo se o uzemljenju neutralne točke naglašujući ekonomski efekt koji se može postići redukcijom izolacije.

U 1970. kada su naponi mnogo puta veći i nominalne snage mnogo značajnije, kada je tehnika gradnje savršenija, na dnevnom su redu pitanja o sredstvima za produženje starenja i o koordinaciji unutarnje izolacije transformatora.



Slika 5

Na području sklopki ostvaren je od 1921. do danas najspektakularniji razvoj u pogledu rasklopnih snaga i brzine prekidanja struje. Godine 1921. najveća sklopka je imala snagu 1150 MVA na 136 kV i bila je za ono vrijeme najmoderniji aparat s golemom količinom ulja. U to doba uspoređivalo se jednostruko i višestruko iskapčanje, a bilo je govora i o mogućnostima ograničenja prenapona.

U 1970. isključivo se upotrebljavaju sklopke s malim količinama ulja ili na komprimirani plin (zrak ili SF_6), a postignuti su naponi 765 kV i mogućnost isklapanja struje od 40 kA. Glavna je tema kako proizvesti prenapone vrlo velikih iznosa radi ispitivanja, pa su interesantna istraživanja materijala i gradnja sklopki za istosmjernu struju.

Osnovna pitanja vezana uz nadzemne vodove 1921. godine bila su o načinu gradnje vodova, o pravilima sigurnosti, obliku stupova, a osobito o izolatorima i nijhovom obliku, njihovoj mehaničkoj i dielektričkoj čvrstoći, o raspodjeli potencijala duž izolatorskog lanca, o starenju i njihovom ponašanju u pogonu.

1970. ponovo dominira problem vodova istraživanjem oblika i strukture stupova za ekstremno visoke napone. Treba primijetiti da je 1921. godine u jednom duljem referatu posvećenom izoliranju nadzemnih vodova. F. W. Peek izložio svoju čuvenu teoriju o efektu korone, s poznatom metodom računanja gubitaka (jedino se u njegovo doba nije znalo za radioelektrične smetnje). Ove godine naša saznanja o tom području su tako velika da ovo pitanje nije uopće predmet preokupacija.

Godine 1921. mnogi referati su bili posvećeni električnom proračunu vodova za prijenos električne energije. Bili su prikazani brojni dijagrami i sheme uz različite formule za računanje linearnih konstanata voda, jer su inženjeri onog doba s mukom započinjali s metodama računanja na temelju teorije valnih pojava na vodovima i raspodjele konstanata duž voda. Tada još nije bilo mrežnih analizatora, osim nekoliko smanjenih modela vodova, a još manje elektroničkih računala. Neki su referati bili posvećeni tehno-ekonomskim zakonima prijenosa električne energije, i regulaciji napona i reaktivnoj snazi (njenom kompenziranju).

Naravno sve te teorije i problemi su već danas, 1970. odavno klasika i nisu više predmet izvještaja na zasjedanjima. Problemi danas u prvom planu jesu: poboljšanje stabilnosti, regulacija energetske mreže u pogonu s obzirom na maksimum ekonomičnosti i sigurnosti, kao i optimiranje izgradnje električne mreže na dulji rok. Sredstva automatskog računanja omogućuju inženjerima da obrade probleme onako kompleksno i duboko, kako nisu mislili da bi se uopće moglo pristupiti tom problemu.

1921. su problemi prenapona, ponašanja izolacije i zaštita bili problemi koji su poticali na rješavanje konstruktori materijala i eksploatatori mreže. Ali podaci s kojima su tada operirali bili su jako šturi. Nije se znalo ništa o obliku prenapona, niti o utjecaju groma, pa se nije ni mislilo o problemima koordinacije izolacije. Na tom području naša saznanja su mnogo bogatija nego što su bila 1921.

No, i danas su još aktuelna gotovo ista pitanja, ali u sasvim drugom obliku. Osnovni je problem manevarskih prenapona čija važnost raste s nivoom napona. Značajna je i otpornost izolacije od prenapona u zraku i starenje izolacije.

Godine 1921. bila je napravljena i jedna diskretna aluzija na mogućnost prijenosa istosmjernom strujom visokog napona. Radilo se o sistemu Thury, o prijenosu istosmjerne struje iz istosmjernog generatora uz uvjet da su potrošači, istosmjerni motori serijski vezani s vodom.

Nepotrebno je spominjati kako se daleko otišlo posljednjih godina na planu prijenosa istosmjerne struje vrlo visokog napona. Danas već smatramo klasičnim živine ispravljače, i osnovni interes proučavanja čini mogućnost upotrebe tiristora.

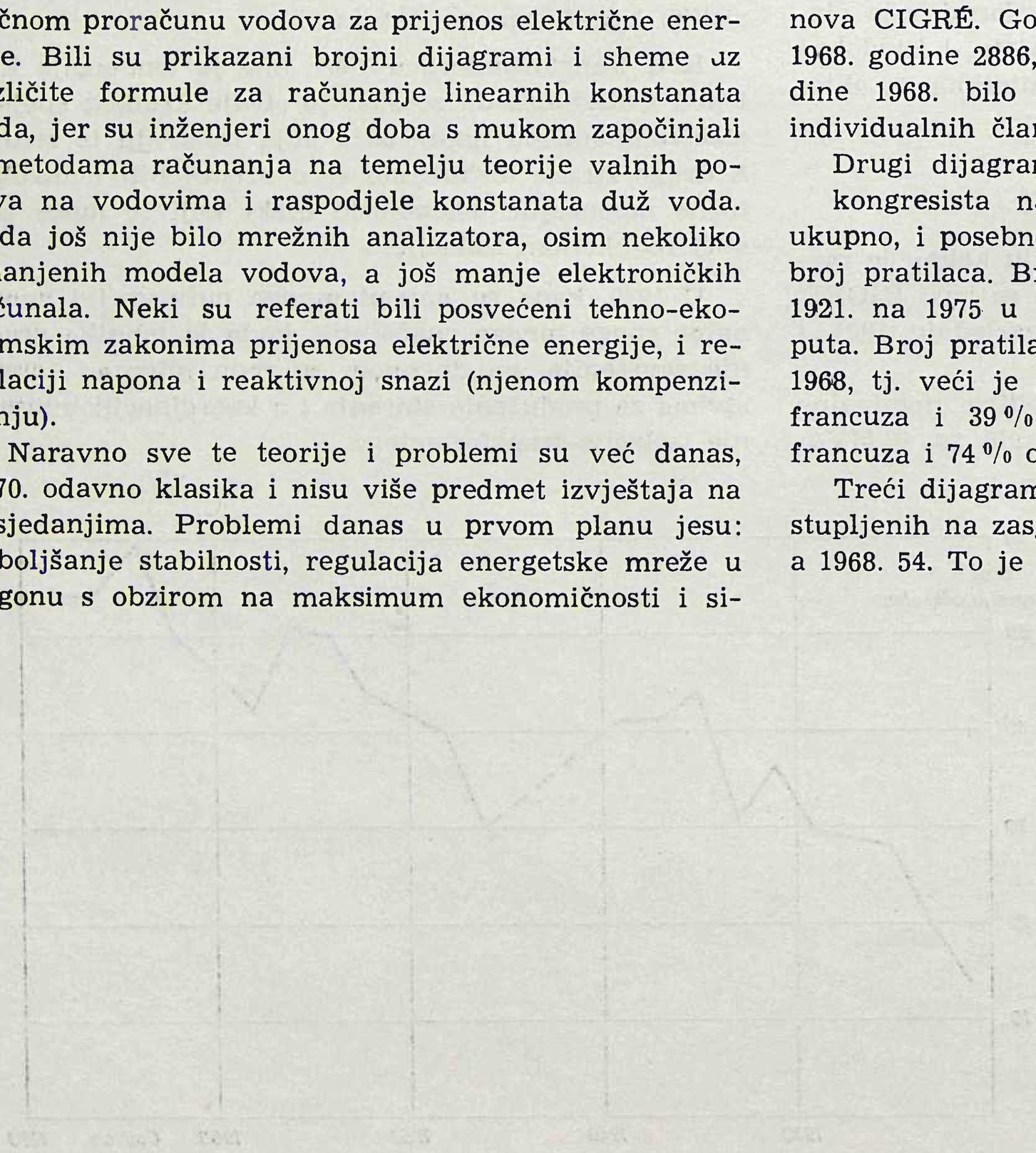
Na kraju nekoliko dijagrama koji pokazuju kakav je razvoj CIGRÉ od osnutka do danas:

Prvi dijagram na sl. 3. prikazuje razvoj broja članova CIGRÉ. Godine 1932. taj broj je iznosio 475, a 1968. godine 2886, što znači da se povećao 7 puta. Godine 1968. bilo je 24 % kolektivnih članova i 76 % individualnih članova.

Drugi dijagram na sl. 4. prikazuje broj članova kongresista na zasjedanjima od 1921. do danas ukupno, i posebno za Francuze i ostale. Prikazan je i broj pratilaca. Broj kongresista se povećao od 321 u 1921. na 1975 u 1968. godini. Povećao se dakle 8,5 puta. Broj pratilaca se povećao sa 80 u 1921. na 467 u 1968, tj. veći je 5,85 puta. Godine 1923. bilo je 61 % francuza i 39 % ostalih nacionalnosti, a 1968. 26 % francuza i 74 % ostalih.

Treći dijagram na sl. 5. prikazuje broj zemalja zastupljenih na zasjedanjima. Godine 1921. bilo ih je 12, a 1968. 54. To je povećanje od 4,5 puta.

Josip Moser



Sa XXIII Zasjedanja CIGRÉ u Parizu

Tradicionalno zasjedanje međunarodne organizacije za velike električne mreže, CIGRÉ (Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension), što se svake dvije godine održava u Parizu, ove je godine bilo od 24. kolovoza do 2. rujna u dvoranama palače UNESCO.

Broj učesnika iz 49 država, ne računajući pratnju, iznosio je 2050 od čega je 38 bilo iz Jugoslavije.

Zasjedanje je svečano otvoreno u ponedjeljak 24. VIII 1970. ujutro i odmah poslije podne počele su raditi prve dvije grupe, simultano u dvije dvorane. Ukupno je radilo 14 grupa slijedećim redom:

U DVORANI I

Grupa 15 *Izolacioni materijali*
Grupa 12 *Transformatori*
Grupa 13 *Prekidači*
Grupa 14 *Postrojenja za konverziju*
Grupa 33 *Prenaponi i koordinacija izolacije*
Grupa 31 *Prijenosne mreže*
Grupa 32 *Planiranje i pogon mreža*

U DVORANI II

Grupa 36 *Perturbacije*
Grupa 22 *Nadzemni vodovi*
Grupa 21 *Kabeli visokog napona*
Grupa 23 *Stanice*
Grupa 11 *Rotacioni strojevi*
Grupa 34 *Zaštita i automatika*
Grupa 35 *Komunikacije*

Grupe su radile u sve dane osim petka 28. VIII i nedjelje 30. VIII. Tada su organizirane stručne, odnosno turističke ekskurzije. Osim rada u ovim grupama, tokom zasjedanja sastajali su se pojedini studijski komiteti u manjim salama palače UNESCO. Pojedine velike elektrotehničke tvrtke organizirale su posebne sastanke i ekskurzije za učesnike zasjedanja. Kontaktiranje stručnjaka međusobno, kao i stručnjaka s pojedinim poduzećima, važna je aktivnost u okviru zasjedanja. Ona omogućuje korisne dogovore i izmjene mišljenja. S istom je svrhom bilo upriličeno u organizaciji CIGRÉ odnosno pojedinih velikih tvrtki, nekoliko prijema za učesnike.

Nakon završetka zasjedanja održana je 2. rujna skupština organizacije CIGRÉ. Tada su iznesene promjene u proteklom dvogodišnjem razdoblju, stanje članstva (koncem 1969. god. bilo je 664 kolektivna i 2139 individualna člana), kao i financijska situacija.

Potvrđen je, također, novi upravni odbor organizacije (30 članova).

Kratak pregled problematike o kojoj se diskutiralo u pojedinim grupama iznesen je u slijedećem prikazu:

Grupa 11 ROTACIONI STROJEVI (11 referata)

Problematika rotacionih strojeva svrstana je u tri glavne skupine: problemi ugrijavanja, vibracija i uzbude.

Naročita pažnja je posvećena hlađenju rotora velikih generatorskih jedinica, gdje su se prvenstveno razmatrala poboljšanja cirkulacije plinskog rashladnog sredstva. Uspoređivani su različiti sistemi hlađenja s tehmičko-ekonomske točke gledišta. Hlađenje je razmotreno za slučajeve normalnog i nenormalnog pogona, kad stroj radi u poduzbuđenom ili asinhronom pogonu.

Razmatrali su se mehanički problemi velikih turbogeneratora, naročito vibracije rotora i namotaja uslijed magnetskih sila i vibracije kod nesimetričnog opterećenja.

U referatima i diskusijama dan je pregled iskustava s različitim sistemima uzbudnih uređaja s posebnim naglaskom na sistem uzbude pomoću usmjerivača s poluvodičima.

Grupa 12 TRANSFORMATORI (6 referata)

I ovdje su problemi svrstani u tri skupine: paralelne prigušnice (reaktori), starenje i održavanje izolacije i koordinacija izolacije.

Diskutirani su problemi paralelnih prigušnica velike snage koje se primjenjuju kod vrlo visokih napona. Uspoređivane su oklopljene i jezgraste konstrukcije u pogledu harmonika, buke i prenapona. Raspravljalo se također o ispitivanjima dialektričnih karakteristika i gubitaka velikih prigušnica.

Govorilo se o utjecajima na starenje izolacije transformatora u pogonu. Izneseni su primjeri o utjecaju povišene temperature i sloja zraka iznad ulja, na starenje izolacije, i utjecaj vlage i apsorbiranog plina u ulju. Postavljeno je pitanje metode analiza apsorbiranih plinova i korištenje dobivenih podataka za mogućnost otkrivanja uzroka kvara.

U okviru razmatranja koordinacije izolacije raspravljalo se o ponašanju izolacije kod udarnih valova različitih oblika kao i napona industrijske frekvencije, nadalje o potrebnim ispitivanjima prenapona različitih karakteristika. Mjerenje parcijalnih pražnjenja preporučili su mnogi diskutanti.

Grupa 13 PREKIDAČI (15 referata)

Teme ove grupe, vrlo bogate referatima, bile su slijedeće:

a) problemi prelaznih naponskih pojava kod sklapanja i isklapanja:

— snaga kratkog spoja i oblik prelaznih napona, koji dolaze iz mreže kod kvara na stezaljkama prekidača,
— kilometarski kvarovi
— prenaponi kod sklapanja kapacitivnih struja,
— unutarnji prenaponi kod mreža visokih i najviših napona.

b) Pojave u vezi s prolazom struje kroz nulu i odnos prema sintetičkim ispitivanjima.

c) Problemi sklapanja istosmjerne struje.

Konstatirano je da u pogledu unutarnjih prenapona kod ispitnih uređaja reda 1000 kV ima još mnogo pitanja koja su ostala neriješena. Upravo prenaponi sklapanja kod najviših pogonskih napona postali su vrlo aktuelni jer su eksperimenti u domeni tih napona vrlo intenzivni.

Vrlo se mnogo diskutiralo o metodama za umjetno (sintetsko) ispitivanje pojava kod prekidanja. Taj je problem obrađivalo 9 referata. Postavlja se pitanje koja od tih metoda odgovara za pojedini tip prekidača (pneumatski, SF_6, uljni, s otporima ili bez njih) i da li koja od sintetskih metoda može zamijeniti direktno ispitivanje na mreži. Pokazalo se da o tome vladaju među stručnjacima vrlo oprečna mišljenja, ali se svi slažu da je problem za razvoj konstrukcije prekidača od prvorazredne važnosti.

Što se tiče mogućnosti isklapanja istosmjerne struje istaknuto je, da se to može postići prekidačima koji rade na različitim principima, ali izbor ovisi o principu prijenosa, da li će se prijenos vršiti konstantnim naponom ili konstantnom strujom.

Grupa 14 POSTROJENJA ZA KONVERZIJU
(5 referata)

U ovoj su se grupi raspravljali problemi prijenosa istosmjerne struje, s težištem na najkompliciranijem i najosjetljivijem njegovom dijelu — uređaju za usmjerivanje i presmjerivanje. Osnovna pitanja diskusije bila su:

a) Pogonska iskustva postojećih uređaja,

b) Koncepcije, konstrukcije i pokusi na usmjerivačima za prijenosne istosmjerne sisteme visokog napona,

c) Regulacioni uređaji prijenosnih istosmjernih sistema sa dvije ili više krajnjih točaka,

d) Utjecaj karakteristika mreže na koncepciju krajnjih stanica istosmjernog prijenosa.

Iz diskusije o radu postojećih prijenosa je proizašlo, da je kod njih bilo dosta tzv. »dječjih bolesti«. Ponegdje su bile potrebne i znatne preinake da se one prebrode (Konti-Skan). Uređaji su iz godine u godinu sve dotjeraniji, a broj kvarova naglo pada.

Istraživanja na tiristorskim usmjerivačima vrlo su intenzivna i po svemu izgleda da će oni istisnuti živine usmjerivače. Prvi tiristorski usmjerivač visokog napona ugrađen je u prijenosni sistem za otok Gotland u Švedskoj, a nekoliko novih prijenosa projektirano je već sa tiristorima. S obzirom na osjetljivost tih uređaja potrebno je istaknuti neobičnu važnost regulacionih i zaštitnih uređaja u istosmjernom prijenosnom sistemu.

U posljednjoj grupi pitanja diskutiralo se o utjecaju umentnute istosmjerne veze u trofaznu mrežu, na snagu kratkog spoja u trofaznoj mreži.

Grupa 15 IZOLACIONI MATERIJALI (7 referata)

U ovoj grupi, koja razmatra krute, tekuće i plinovite izolacione materijale, govorilo se o slijedećim problemima:

a) Smanjenje izolacione vrijednosti materijala zbog termičkih i električkih utjecaja,

b) Napredak u konstrukciji kondenzatora. Prednosti miješane izolacije papir-plastika,

c) Pokusi i eksploataciona iskustva s izolacijom od epoksidnih masa i drugih sintetičkih materijala koji su u upotrebi na otvorenom. Problemi vezani na eroziju i kemijske promjene.

Raspravljalo se o utjecajima na smanjenje izolacione vrijednosti, naročito u vezi s parcijalnim pražnjenjima.

Prema diskusijama izgleda da će s vremenom mješovite izolacije biti potisnute, a zamijenit će ih izolacije od same plastike. Budući razvoj izolaconih materijala za kondenzatore razvijat će se prvenstveno u pravcu poboljšanja postojećih, a ne u njihovoj radikalnoj izmjeni.

Upotrebu sintetskih materijala treba i nadalje ispitivati, naročito u prirodnim uvjetima. Danas postoje materijali sposobni za upotrebu do područja srednjih napona. Dok se takvi materijali s uspjehom upotrebljavaju u unutarnjim instalacijama, u upotrebi na otvorenom naišlo se na velike poteškoće (npr. kod izolacionih konzola na dalekovodima). Diskusija se vodila o mogućnostima povećanja otpornosti sintetskih materijala prema eroziji i kemijskim promjenama.

Grupa 21 KABELI (7 referata)

Za ovaj sastanak studijski komitet za kabele visokog napona preporučio je slijedeće teme:

a) Kabeli za istosmjernu struju
b) Kabeli sa sintetičkom izolacijom
c) Kabeli za prijenos velikih snaga.

Dane su opsežne informacije o iskustvima s istosmjernim kabelima, koji su u pogonu, pa je konstatirano da oni zadovoljavaju. Diskutirani su nadalje uvjeti ispitivanja istosmjernim, izmjeničnim i udarnim naponima, i pitanja graničnih pogonskih napona za pojedine vrste kabela.

Kod kabela sa sintetskom izolacijom govorilo se o:

— utjecaju nečistoće materijala i malih šupljina na podnosivi izmjenični napon,
— ulozi stabilizacije i upotrebi plina SF_6,
— značenju mjerenja parcijalnih pražnjenja,
— potrebi naponskih pokusa dovoljnog nivoa prije, ili poslije mjerenja pražnjenja.

Dosadašnji napredak razvoja kabela s izolacijom na bazi polietilena pokazuje da bi se takvi kabeli mogli proizvoditi do napona 225 kV, a možda i više. No treba naći odgovarajuće metode ispitivanja prilikom izrade, metode, koje bi garantirale kvalitetu.

Osnovni problemi kabela za prijenos velikih snaga su termičkog i mehaničkog karaktera. Izgleda da se može ići klasičnim putem i povećavati prijenosne snage povećanjem napona i presjeka kabela, uz interno forsirano hlađenje. U toku su mnogi pokušaji upotrebe SF_6 za plinske kabele.

Grupa 22 NADZEMNI VODOVI (11 referata)

Teme primljenih referata raspodijeljene su u 5 skupina kako slijedi:

a) Vodiči, spojni i vjesni materijal
b) Djelovanje vjetra na vodiče
c) Struktura izolatora
d) Proračun stupova
e) Povećanje prijenosne moći.

Raspravljana je upotreba stezaljki kod kojih se potrebna sila kompresije dobije lokalnim eksplozijama na stezaljki. Izneseno je da su takve stezaljke vrlo pouzdane i ekonomične. Međutim mnogi su diskutanti iznijeli svoje sumnje u opravdanost ovog načina spajanja vodiča.

O vodičima koji sami prigušuju vibracije i njihovim prednostima govorili su kanadski stručnjaci. Suprotno tome su iznešeni motivi zašto se taj tip vodiča ne primjenjuje u Evropi, premda se počelo već prije 35 godina. Poteškoća je prvenstveno u montaži, pa su razvijena druga sredstva zaprigušivanje vibracija

Poskakivanje, ili tzv. galopiranje vodiča, ozbiljan je problem o kojemu se dosta govorilo. Kao glavna mjera protiv šteta od galopiranja preporučeno je uzimanje većih razmaka faza, no to je samo djelomično rješenje problema. Ostaje još mehanički dio na koji je skrenuta sva pažnja istraživanja. U svim slučajevima konfiguracija terena igra vrlo značajnu ulogu.

U nekim su se zemljama počele upotrebljavati konzole od izolatora, bilo zato da se smanji širina prolaza vode, bilo da se postigne povoljnija izolacija s obzirom na zagađenje, ili da se vod bolje prilagodi prirodi okoline. Takva su riješenja npr. pokazali Talijani. Nijemci su iznijeli rješenja pomoću tzv. »kompleksnih izolatora«, kombiniranih fiberglasom i keramikom. Ovaj je tip izolatora vrlo prikladan za zagađenu atmosferu.

U vezi s proračunom i montažom stupova diskusija se vodila o novim materijalima za gradnju stupova (upotreba T profila). Nadalje se govorilo o vibracijama stupova i o utjecaju napadnog kuta vjetra i oblika profila prečaka. Ukazano je na potrebu ispitivanja osobina tla prilikom temeljenja stupova. Na kraju ove skupine pitanja diskutiralo se o dinamičkim silama koje se pojavljuju na stupu prilikom prekida vodiča.

Općenito je konstatirano, na temelju ispitivanja na modelima, da je moguće znatno povećati strujno opterećenje vodiča iznad nominalne vrijednosti, npr. one utvrđene po DIN, o čemu je naročito korisno voditi računa prilikom kvarova na mreži.

Grupa 23 STANICE (6 referata)

Diskusija o stanicama vođena je na temelju 4 grupe pitanja prema temama prispjelih referata:

a) Blindirane stanice visokog napona
b) Utjecaj prenapona i velikih struja na tehničko i ekonomsko rješenje stanica
c) Utjecaj potresa na tehničku koncepciju rješenja stanice
d) Stanice s pojednostavnjenom shemom

Kod stanica koje se moraju izgraditi na malom prostoru naročito je mnogo govoreno o SF_6 kao izolacionom sredstvu, no iz diskusije je proizašlo da ono ipak neće imati monopol u takvim slučajevima. Zrak pod tlakom 15 do 25 at također se upotrebljavao s uspjehom, a u obzir dolaze i druga sredstva.

Diskutiralo se, nadalje, o sigurnosti stanica i stupnju rezerve, gledajući problem statistički.

Izgradnja stanica sigurnih od potresa problem je mnogih zemalja. Naročito se interesantna diskusija vodila o upotrebi ovjesnih prekidača u potresnim područjima. Referat o pojednostavnjenim shemama stanice dali su predstavnici SSSR-a, no to je problem, kojemu se posvećuje mnogo pažnje i u drugim zemljama npr. studije EDF za francuske prilike.

Grupa 31 PRIJENOSNE MREŽE (9 referata)

Pitanja vezana na preferencijalne teme, odnosno primljene referate, raspoređena su u tri skupine, prema kojima je vođena diskusija:

a) Pogonska iskustva kod mreža vrlo visokog napona
b) Istraživanje i studije parametara mreže najviših napona
c) Laboratorijska istraživanja i eksperimentalne studije koje imaju svrhu da se utvrde teoretski parametri kod vrlo visokih izmjeničnih i istosmjernih napona.

U okviru skupine pitanja navedenih pod »a«, na temelju referata o iskustvima na prvom američkom vodu 765 kV, švedskim vodovima 400 kV i japanskim 500 kV (eksperimentalnim) diskutirano je o potrebnim vremenima kod brzog ponovnog uključivanja, naročito o potrebnoj dužini pauza trofaznog i jednofaznog iskapčanja. Iznesena su iskustva o utjecaju dužine voda i pogonskog napona kao i tipova ovjesnih izolatora (visećeg ili V lanca) na brzinu deionizacije, kao i na broj neuspjelih ponovnih uključivanja.

Spomenuto je također, da je korisno ugraditi uređaje koji će bolesnu fazu u vrijeme pauze isključenja uzemljiti, čime bi se skratilo vrijeme deionizacije. Ta metoda općenito nije prihvaćena. Ukazano je nadalje na povoljan utjecaj uzemljenih zvjezdišta velikih reaktora na smanjenje prenapona prilikom sklapanja.

Prigušnicama (reaktorima) za vrlo visoke napone pridaje se znatna pažnja, pa je referirano o regulacionim prigušnicama, čiji se induktivitet kontinuirano regulira dodatnim istosmjernim krugom.

Budući da su Francuska, Italija i Britanija vršile zajednički opsežna istraživanja parametara vodova 765 kV (u drugoj će se etapi preći na 1000 kV) sakupljen je već dragocjen materijal o kojem se povela diskusija.

Izložena su također zajednička nastojanja američke kompanije AEP i švedske tvrtke ASE da sagrade veliki istraživački laboratorij, gdje će se moći ispitati materijal reda 1500 kV. Za takva je ispitivanja predviđen ispitni kaskadni transformator $1500/\sqrt{3}$ kV, 300 MVA koji bi u spoju s transformatorom 765/345 kV mogao dati regulirani napon do $2265/\sqrt{3}$ kV. Dana je ta-

kođer vizija stupa prijenosnog voda 2000 kV (EDF), gdje bi bili montirani snopovi od po 8 vodiča (promjer snopa 1,3 m). Konzola portala za 2000 kV bila bi dugačka 115 m, na visini 85 m od zemlje.

Grupa 32 PLANIRANJE I POGON MREŽA (17 referata)

U ovoj je grupi primljeno najviše referata, a teme za diskusiju grupirane su također u tri skupine:

a) Optimizacija i planiranje za dulja razdoblja
b) Kontrola u pogonu mreža
c) Poboljšanje stabilnosti.

Oko polovine referata ove grupe može se svrstati u skupinu a). Konstatirano je da u pogledu izbora kriterija za ocjenu sigurnosti nije u ovogodišnjim referatima dano ništa bitno novo. Diskusija se povela o graničnim snagama agregata pojedinih tipova elektrana i njihovoj ekonomičnosti uklapanja u mrežu uz određenu sigurnost. Raspravljalo se također o karakteristikama proizvodnih jedinica za pokrivanje vrha opterećenja i pokrivanje rezerve. Metode planiranja koje su iznesene većinom se temelje na teoriji vjerojatnosti uz puno korištenje računskih strojeva. Većina industrijski naprednih država planira prijelaze na najviše napone. U Francuskoj izgleda da će se uvesti napon 765 kV, u Italiji se vrše još ispitivanja koji bi slijedeći napon bio najprikladniji. Iza 1985. Japan bi prešao na 1000 kV. Švedska također planira u tom razdoblju prijelaz na najviše napone. Iz diskusije je ipak proizašlo, da budućnost nije u daljnjem povišenju napona, već u sniženju impedencije prijenosnih vodova, a prvenstveno rezistancije.

Povećanju sigurnosti pogona mreže uvođenjem automatizacije i nadzora pomoću računskih strojeva posvećena je velika pažnja. Na konkretnim primjerima mreža ukazano je na prednosti automatizacije. U većini slučajeva kod takvih uređaja daleko je veće težište stavljeno na sigurnost mreže nego na optimizaciju s gledišta ekonomije pogona.

Premda su metode računanja stabilnosti mreže već odavno poznate, kompleksno obuhvaćanje tog problema sa svim utjecajnim faktorima još nije ni danas potpuno riješeno. Diskusijom su obuhvaćeni različiti faktori. Među ostalim govoreno je o utjecaju trofaznih i istosmjernih veza na stabilnost u sistemu. Konstatirano je da umetnute istosmjerne veze efikasno poboljšavaju stabilnost sistema uz uvjet da mogu podnijeti preopterećenja i da posjeduju vrlo brz i efikasan sistem regulacije.

Grupa 33 PRENAPONI I KOORDINACIJE IZOLACIJE (12 referata)

Diskusija problema iz ovog područja podijeljena je u 6 skupina:

a) Vanjski prenaponi
b) Unutarnji prenaponi
c) Dielektrični problemi izolacije
d) Utjecaj zagađenja izolatora
e) Osobine i upotreba odvodnika prenapona i iskrišta
f) Proračuni i koordinacija izolacije.

Diskusija o vanjskim prenaponima obuhvatila je prvenstveno efikasnost zaštite pomoću zaštitnog užeta, vjerojatnost pojave različitih amplituda i strmina struja munje i specifični broj kvarova na dalekovodima.

Kod unutarnjih prenapona govoreno je o njihovoj veličini i vjerojatnosti pojava određenih amplituda, a također i o vjerojatnosti preskoka za koju treba biti dimenzionirana izolacija. Pokazalo se da su ispitivanja na analizatorima dala vrlo dragocjene podatke o prenaponima, naročito za potrebe studija izolacije budućih postrojenja najviših napona.

Diskutiralo se također o utjecaju oblika udarnog vala na podnosivi napon izolacije.

Zagađenje izolatora, i time vezano smanjenje izolacione sposobnosti, važan je problem općenito, no on se naročito oštro ispoljuje kod najviših napona koji se svestrano studiraju.

Postavljeno je, nadalje, pitanje mogućnosti zaštite postrojenja najviših napona od opasnih prenapona, naročito unutarnjih, i uloga odvodnika i njegove potrebne karakteristike.

Izneseni problemi koordinacije izolacije razmatrali su se na temelju probabilističkih koncepcija radi smanjenja izolacije i postizanja što veće ekonomičnosti uređaja.

Grupa 34 ZAŠTITA, AUTOMATIZACIJA I TELEKOMANDA (7 referata)

Prema preferencijalnim temama i sakupljenim referatima, pitanja za diskusiju grupirana su u tri skupine:

a) Uređaji za upravljanje mrežom s gledišta rentabilnosti i sigurnosti
b) Principi i realizacija automatskog sistema zaštite mreža protiv štetnog djelovanja kvarova ipreopterećenja
d) Principi i realizacija lokalne automatizacije u elektranama i stanicama u normalnim pogonskim uvjetima i uvjetima kvara.

Mnogo su u diskusiji isticane prednosti automatizacije i principi organizacija s obzirom na hijerarhiju (tj. principi povezivanja centara i podcentara) u slučaju veće ili manje centralizacije.

Zatim se govorilo o različitim uređajima za kontrolu i zaštitu kao i o uklapanju tih uređaja u predviđene buduće sisteme za upravljanje.

Kod automatizacije elektrana i stanica iznesena su mnoga iskustva u pogledu upotrebljivosti i svrsishodnosti uređaja kao i o načinu prijenosa informacija.

Grupa 35 TELEKOMUNIKACIJE (4 referata)

Ova je grupa imala najmanje referata, a svaki od njih obradio je jednu od preferencijalnih tema:

a) Računanje i mjerenje propagacije noseće frekvencije na elektroenergetskim linijama

b) Tražena kvaliteta i postupak kodiranja u prijenosu signala i podataka energetske mreže, uzimajući u obzir šumove električnog porijetla

c) Prijenos signala i podataka zaštite energetske mreže putem radioveza.

Grupa 36 PERTURBACIJE (5 referata)

Skupine pitanja koja su diskutirana bila su slijedeća:

a) Povišenje potencijala zemlje u blizini električnih uređaja. Posljedice na linijama telekomunikacija koje prolaze kroz elektroenergetske uređaje ili pokraj njih.

b) Magnetska indukcija na cjevovodima i sličnim uređajima (pipe-line). Rezultati mjerenja

c) Statistička razdioba nivoa radio smetnji izazvanih trofaznim vodovima najviših napona.

Diskusija je pokazala da izvjestan broj problema još nije riješen, ali uzevši općenito, različiti postupci koji se stalno usavršavaju, dopuštaju uprkos razvoju energetskih i telekomunikacionih mreža njihovu međusobnu koegzistenciju.

B. Markovčić

ATM

PODUZEĆE ZA AUTOMATIZACIJU I TEHNIKU MJERENJA U INDUSTRIJI

ZAGREB, HEINZELOVA 70 A

KONZULTACIJE, PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJA, MONTAŽA, SERVIS I ODRŽAVANJE MJERNO REGULACIONIH UREĐAJA ZA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA I RAZVOD ENERGETSKIH FLUIDA

— TERMOELEMENTI
— OTPORNI TERMOMETRI
— POKAZIVAČI TEMPERATURE
— MJERAČI PROTOKA
— MJERAČI UTROŠKA TOPLINE (KALORIMETRI)
— MJERENJE PRITISKA
— ANALIZA DIMNIH PLINOVA
— AUTOMATSKE STANICE ZA REDUKCIJU PRITISKA I TEMPERATURE PARE
— AUTOMATSKA REGULACIJA NIVOA, TEMPERATURE, PRITISKA, PODTLAKA, PROTOKA
— DALJINSKA KOMANDA (SERVOMOTORI I REGULACIONI VENTILI)
— SIGNALIZACIJA

TELEFONI: 514-122, 515-713, 515-050
TELEX: 21364, PP 466

SASTANAK STUDIJSKOG KOMITETA JNK CIGRE ZA JUGOSLAVENSKU MREŽU NAJVIŠEG NAPONA

Sastanak Studijskog komiteta održan je 9. VII 1970. u Beogradu, u dvorani Elektroistoka (DIT), Kneza Miloša 9—11.

Domaćin sastanka je bilo poduzeće Elektroistok u Beogradu.

Dnevni red sastanka:

1. *Uvodna riječ predsjednika komiteta*
2. ... Posljednja iskustva o nabavci oprema i gradnji objekata 380 V na potezu Beograd — Đerdap
3. Ing. M. Golubović: Neka zapažanja o nabavci transformatora
4. Ing. M. Manov: Informacije o planiranju mreže 380 kV u SR Makedoniji
5. Ing. R. Škarica: Predradnje za uvođenje napona 380 kV u SR Hrvatskoj
6. ... Razvoj i izgradnja opreme za napon 380 kV u poduzeću Elektrosrbija
7. ... Dostignuća u gradnji opreme za postrojenja 380 kV u tvornici Rade Končar
8. Ing. Ž. Tomić: Ispitivanje izolatorskih lanaca 220 i 380 kV u laboratoriju Energoinvesta s posebnim osvrtom na neke popratne pojave

Sastanak je u 9,15 sati otvorio predsjednik prof. dr B. Stefanini. Zatim je uzeo riječ ing. Skulić, generalni direktor poduzeća Elektroistok, kao predstavnik domaćina, i predložio da se nakon sastanka posjete transformatorske stanice Beograd III, IV i VIII i dispečerski centar.

2. Točka dnevnog reda

Ing. R. Jovanović podsjeća da su teoretske podloge prijenosa 400 kV iznesene na prošlim sastancima i stručnim skupovima, i daje opći pregled cijele problematike izgradnje veze 400 kV Đerdap — Beograd: Detaljna obavještenja su dali inženjeri: Živković, Milić, Stojanović, Maksimović i Zdravković.

Ing. Živković iznosi osnovne podatke voda 400 kV na potezu Đerdap — Beograd. Vod je dugačak 203 km, svaki fazni vodič se sastoji od snopa sa dva užeta 490/65 Ač. Zaštita od vibracija provedena je pomoću stockbridge prigušivača. Ovjesni materijal je tipa »Salvi«. Izolatori su stakleni, a lanci imaju 19 do 22 izolatorska članka. Kao problem kod ovih izolatora pokazalo se zakretanje batića sa cementnom masom u kapi izolatora za 2—3 mm. Zaštitno je uže povučeno po cijeloj dužini voda. Vodiči i zaštitna užeta nabavljeni su u DDR i Poljskoj. Stupovi su portalni sa zategama, tipa »Elektrosrbija«. Prosječno dolazi 2,68 stupa po km, dakle prosječni je raspon 372 m. Utrošak čelika iznosi 6,2 t po stupu.

Troškovi građevnog dijela iznose $19{,}6 \cdot 10^6$ sdin/km, a ukupni troškovi oko $50{,}0 \cdot 10^6$ sdin/km. Troškovi otkupa za pravo podizanja stupova iznosili su $1{,}2 \cdot 10^6$ sdin/km. Radove je izvodilo poduzeće »Elektrosrbija« od 1. VI 1968. do 31. XII 1969.

Poteškoća je bilo zbog paralelnog vođenja voda sa TT linijama, pa je trebalo izgraditi oko 90 km novih TT linija. Da se smanje smetnje, oko Beograda je ugrađeno dobro vodljivo zaštitno uže.

Ing. Milić iznosi poteškoće koje su se pojavile upotrebom raznorodne opreme u istom postrojenju. Iznesene su također mjere, koje je trebalo poduzeti.

Ing. Stojanović je govorio o osnovnoj izolaciji voda koja je uzeta za podnosivi udarni napon od 1425 kV, a jednominutni podnosivi napon 50 Hz pod kišom 630 kV.

Ing. Skulić je predložio da se problem unutarnjih prenapona prouči putem ovog studijskog komiteta.
Ing. Maksimović je govorio o zaštiti prijenosnog sistema. Na strani Đerdapa ugrađeni su releji firme Siemens, a u Beogradu releji iz DDR. Ponovno uklapanje bit će jednopolno.

Zaštita transformatora provedena je prema internim smjernicama poduzeća TP ZEP-a.

Ing. Zdravković je izložio tok mjerenja komutacionih prenapona na prijenosu 400 kV Đerdap — Beograd.

1. Opći podaci

Iako su izražene želje i poduzete odgovarajuće mjere da se na ovim značajnim i delikatnim mjerenjima objedine potencijali kadrova i opreme jugoslovenskih instituta i poduzeća, mjerenje je, vjerojatno uslijed preopterećenosti ostalih, izvršio institut »Nikola Tesla« uz suradnju instituta EGU iz Praga.

Mjerenja su obavljena (I etapa) krajem lipnja 1970.

Opći cilj mjerenja komutacionih prenapona je provjera i utvrđivanje usklađenosti prenapona uzrokovanih odabranim komutacijama i podnosivih napona izolacije u svim naponskim nivoima elektroprenosa (15 kV, 30 kV, 220 kV i 400 kV), posebno 400 kV, i prikupljanje podataka interesantnih sa stanovišta prenaponskih zbivanja.

Iz ovog proizlaze slijedeći pojedinačni zadaci:

a) utvrđivanje statističke zakonitosti pojave i raspodjele komutacionih prenapona, odnosno, udarnih koeficijenata prenapona uslijed odabranih komutacija, na karakterističnim točkama elektroprijenosa;

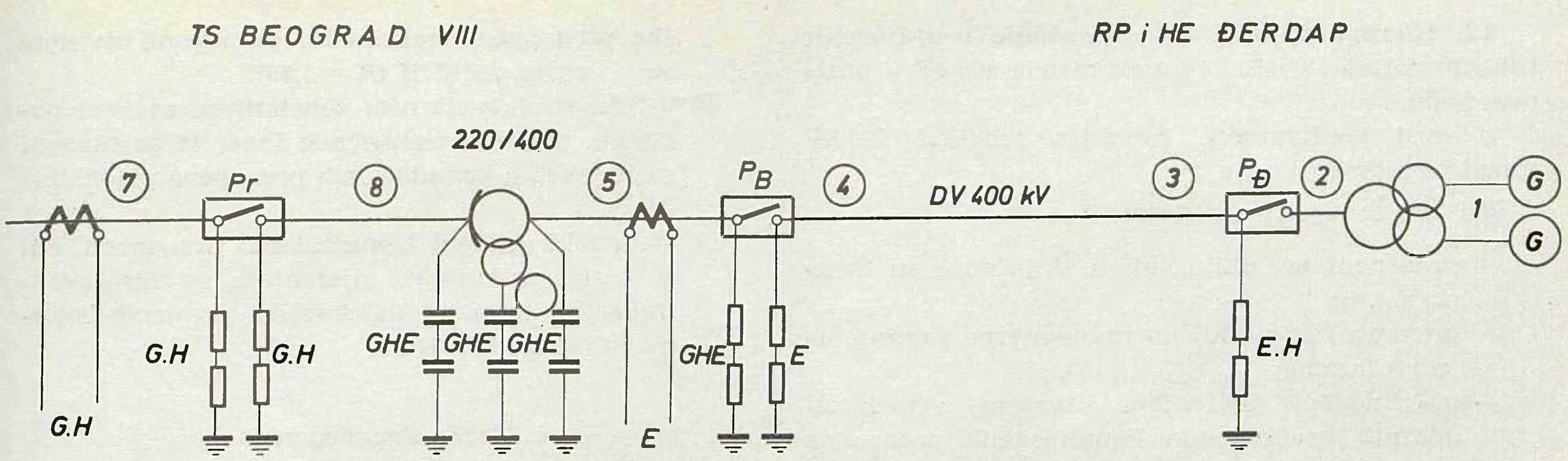
b) utvrđivanje osnovnih karakteristika statističkih skupova udarnih koeficijenata komutacionih prenapona, na karakterističnim mjestima za odabrane komutacije;

c) utvrđivanje prenapona, odnosno koeficijenta prenapona pri zemljospoju;

d) utvrđivanje povišenih napona pri nepunofaznom režimu rada i

e) utvrđivanje ponovnog paljenja električnog luka pri isključivanju prekidača.

S gledišta nastajanja komutacionih prenapona i zaštite opreme, karakteristična mjesta elektroprenosa su: priključci transformatora, generatora, prekidača, dalekovoda i sl.



Na priloženoj shemi elektroprijenosa su odabrana karakteristična mjesta obilježena brojevima od 1 do 8.

Naprijed precizni zadaci iziskuju slijedeća mjerenja:

a) mjerenje faznih napona prelaznog režima na svim karakterističnim mjestima;
b) mjerenje struja svih faza prekidača koji komutira;
c) mjerenje napona uspostavljanja prekidača koji komutira;
d) mjerenja povišenih faznih napona pri nepunofaznom režimu rada na svim karakterističnim mjestima;
e) mjerenje faznih napona na svim karakterističnim mjestima pri zemljospoju;
f) mjerenje struja zemljospoja i
g) mjerenje napona prelaznog stanja na strani tercijera.

Cjelokupni program mjerenja podijeljen je u dvije etape. Prva etapa obuhvaća mjerenje veličina pod a), b), c), i g) i to onda kada komutiraju malouljni prekidači P_T i P_B.

Prekidač P_T komutira u konfiguracijama:

G (220 kV mreža + transformator 220/400 kV — uključenje i isključenje transformatora u praznom hodu); i
H (220 kV mreža + transformator 220/400 kV + dalekovod 400 kV — uključenje i isključenje transformatora 220/400 kV i dalekovoda 400 kV u praznom hodu).

Prekidač P_B komutira u konfiguraciji:

E (220 kV mreža + transformator 220/400 kV + dalekovod 400 kV — uključenje i isključenje dalekovoda 400 kV u praznom hodu).

Broj ciklusa operacija za svaku konfiguraciju je 10.

Za ova mjerenja, shodno obimnom programu, korištena je brojna oprema. Osnovnu mjernu opremu čine:

— mješovita djelila 400 kV (EGU) . . . 9 kom
— kapacitivna djelila 400 kV (Institut »Nikola Tesla«) . . . 3 kom
— kapacitivna djelila 220 kV (Institut »Nikola Tesla«) . . . 3 kom
— katodni oscilograf sa 15 zraka TELEC (EGU) . . . 1 kom
— katodni oscilograf sa 2 zrake i 6 kanala TEKTRONIKS 556 (Institut »Nikola Tesla«) . . . 1 kom
— katodni oscilograf sa 2 zrake, E02/131 (Institut »Nikola Tesla«) . . . 1 kom
— katodni oscilograf sa 2 zrake za brze pojave, AEG 018 (Institut »Nikola Tesla«) . . . 1 kom

Položaj djelila za sve konfiguracije (G, H, E) je na priloženoj shemi.

Pri mjerenju je upotrebljena tehnika sinhronog aktiviranja oscilografa, odnosno kamera, i prekidača snage.

2. Rezultati ispitivanja

Kako su ispitivanja završena 30. lipnja, zbog kratkoće vremena materijali, praktično, još uvijek nisu obrađeni. Radi informiranja Studijskog komiteta, materijali su, ipak, letimično pregledani. Ovdje će zato biti iznijeto samo nekoliko zaključaka i nekoliko brojnih vrijednosti udarnih koeficijenata komutacionih prenapona koji će, vjerojatno, nakon točnih očitovanja biti minimalno korigirani.

2.1. Konfiguracija G — uključenje i isključenje transformatora 220/400 kV u praznom hodu.

U ovoj konfiguraciji komutira prekidač 220 kV transformatorskog polja P_T.

Za ove komutacije je karakteristično:

— da su prenaponi pri isključenju na svim mjernim mjestima vrlo niski (K_{max} 1,08);
— da se pri uključenju prenaponi neravnomjerno raspodjeljuju po fazama; na fazama 0 i 8, na svim mjernim mjestima, prenaponi su relativno niski ($K_{max} = 1{,}22$); i
— maksimalni, mjerenjem utvrđeni prenaponi, odnosno, udarni koeficijenti prenapona faze 4 pri uključenju na mrežnim mjestima 5, 6 i 7 su:

$K_{max,\,5} = 1{,}65$,
$K_{max,\,6} = 1{,}66$,
$K_{max,\,7} = 1{,}21$ i

— maksimalni, mjerenjem utvrđeni udarni koeficijent prenapona na mjernom mjestu 8 (tercijar), iznosi 1,42.

2.2. Konfiguracija H — uključenje i isključenje transformatora 220/400 kV i dalekovoda 400 kV u praznom hodu.

U ovoj konfiguraciji komutira prekidač 220 kV transformatorskog polja P_T.

Pri tom se uočava slijedeće:

— prenaponi pri uključenju i sključenju su komparabilni;
— prenaponi se praktično ravnomjerno raspoređuju po fazama;
— maksimalne, mjerenjem utvrđene vrijednosti udarnih koeficijenata komutacionih prenapona na mjernim mjestima 8, 7, 6, 5 i 3 su:

$K_{A,8} = 1{,}5$ (isključenje P_T),
$K_{0,7} = 1{,}53$ (uključenje P_T),
$K_{8,6} = 1{,}64$ (isključenje P_T),
$K_{0,5} = 1{,}85$ (uključenje P_T) i
$K_{0,3} = 1{,}83$ (uključenje P_T).

2.3. Konfiguracija E — uključenje i isključenje dalekovoda 400 kV u praznom hodu.

U ovoj konfiguraciji komutira prekidač 400 kV dalekovodnog polja P_B. Rezultati mjerenja pokazuju:

— da su prenaponi pri isključenju dalekovoda veoma niski ($K = 1{,}08$);
— da su prenaponi pri uključenju dalekovoda relativno niski i da se praktično ravnomjerno raspoređuju po fazama, i
— da maksimalni, mjerenjem utvrđeni udarni koeficijenti komutacionih prenapona na mjernim mjestima 8, 6, 5, 4 i 3 iznose:

$K_{A,8} = 1{,}34$,
$K_{8,6} = 1{,}54$,
$K_{0,5} = 1{,}61$,
$K_{0,4} = 1{,}64$ i
$K_{0,3} = 1{,}75$.

2.4. Statističkom obradom prenaponskog skupa uzrokovanog uključenjem prekidača P_T (konfiguracija H) na mjernom mjestu 3 (Đerdap), uz hipotezu da on slijedi normalni zakon raspodjele, za centar raspodjele i srednje kvadratno odstupanje se dobija:

$K = 1{,}427$ i
$b = 0{,}231$.

Na osnovu ovih parametara može se zaključiti da vjerojatnosti od 0,1 % odgovara udarni koeficijent

$K_{0,1} = 2{,}143$.

Pri radu APU treba očekivati porast srednjeg kvadratnog odstupanja pa i maksimalnih udarnih komutacionih prenapona.

3. Zaključci

Letimičan pregled rezultata mjerenja komutacionih prenapona u elektroprijenosu 400 kV Đerdap — Beograd, upućuje na slijedeće zaključke:

a) komutacije korištenih malouljnih prekidača u konfiguracijama G, H i E uzrokuju relativno niske prenapone; maksimalni prenaponi utvrđeni su u konfiguraciji H ($K = 1{,}85$);
b) u toku isključenja nisu konstatirani znakovi ponovnih paljenja električnog luka; to je osnovni razlog niskih komutacionih prenapona pri isključenju, i
c) statistički skupovi komutacionih prenapona, čiji su uzroci prikupljeni mjerenjem, ne ugrožavaju izolaciju opreme i dalekovoda usvojenih stupnjeva (Si 420 i Si 420_{sl}).

3. Točka dnevnog reda

Ing. Golubović je ukratko obrazložio razloge zašto su se transformatori 400/220 kV u Beogradu uzeli bez mogućnosti regulacije pod teretom. Studije su pokazale da regulacija nije potrebna, a cijena bi regulacionih transformatora bila za 25 % veća.

4. Točka dnevnog reda

Ing. Manov se osvrnuo na razloge uvođenja napona 400 kV za potrebe Makedonije i povezivanja sa TS Niš 400/220 kV i sa grčkom mrežom najvišeg napona. Kod toga je upoznao prisutne s razvojem grčke visokonaponske mreže.

5. Točka dnevnog reda

Ing. Mažuranić je ukratko dao pregled radova na uvođenju napona 400 kV u Hrvatskoj.

Na problemu izbora parametara opreme nije se mnogo radilo, već su se prvenstveno rješavale lokacije budućih postrojenja 400 kV, kako bi se što prije osigurali tereni. Budući da još nije određena trasa veze 400 kV Beograd — Zagreb, rekognoscirane su varijante trase preko Đakova i preko Tuzle.

Južno od Zagreba određena je lokacija buduće stanice 400 kV, gdje bi se prema predviđanjima ugradila dva transformatora 400/110 kV, snage po 300 MVA.

Priključak buduće nuklearne elektrane jugoistočno od Zagreba predviđa se na napon 400 kV, a studirana je alternativna mogućnost priključka, bilo na trasu preko Đakova, bilo preko Tuzle.

Za vodove 400 kV u Hrvatskoj, predviđa se stup tipa »mačka« kao najprikladniji.

Posebno je studirana izolacija i propisi za razmake dijelova pod naponom od stupa.

Točka 6. dnevnog reda, morala je otpasti, jer nije bilo referenta.

Točka 7. dnevnog reda

U ovoj su točki stručnjaci tvornice »Rade Končar« prikazali dostignuća tvornice u izgradnji opreme za postrojenja 400 kV. Ing. Štahan je govorio o dostignućima na području električnih aparata.

Osim tipova prekidača koji se nalaze u katalogu za pneumatske prekidače poduzeća »Rade Končar« razvijen je uz suradnju s francuskom firmom »Merlin Gerin« — Grenoble novi prekidač tipa 3 P 420-200-12 sa slijedećim karakteristikama:

— nazivni napon 380/420 kV
— nazivna struja od 1200 do 2000 A (prema izboru),
— prekidna moć 20.000 MVA kilom pogreška, približno 15.000 MVA).

Prekidač je opremljen sa 6 komora serijski spojenih po jednom polu, a svaka komora opremljena je kondenzatorom i pomoćnom komorom.

Ovaj prekidač je razvijen radi sniženja cijene, postojećih prekidača od 25.000 MVA.

Razvijeni su i rastavljači 420 kV, okretni na dva izolatora, zatim rastavljači 420 kV s jednim i dva noža za uzemljenje. Svi tehnički podaci nalaze se u katalogu. Razvijen je i uzemljivač zvijezdišta 420 kV sa stupnjem izolacije Si420 (podnosivi udarni napon 1.550 kV). Uzemljivač može imati motorni ili pneumatski pogon.

Zatim se ing. Štahan osvrnuo na problem standardizacije npr. lučkih komora na prekidačima 420 i 245 kV koji se nalaze u jednom postrojenju, a o čemu je informirao kolega Milić. To rješavaju različiti proizvođači na različite načine. Kod razvoja prekidača najprije se rješava »najniži« napon 110/123 kV, jer su i prekidači za taj napon najmasovniji, a zatim obično dolazi napon 120/145 kV (radi izvoza).

U principu lučna komora na napon 110/123 kV pretrpi manje izmjene (produžuje se klizna staza izolatora i malo poveća razmak između kontakata), a da se može primijeniti za napon 120/145 kV.

Prema tome, iako su tehnološki praktično jednake, postoje dvije komore koje se nazivaju »duga« i kratka«. Za sve ostale više napone mogu se kombinirati prekidači. U »Rade Končaru« su postignute kombinacije kao što se vidi iz slijedeće tablice:

Nazivni napon kV		Prekidna moć MVA	Broj komora/polu	
donji	gornji		»kratka«	»duga«
60	72,5	1500 do 3500	1	
110	123	3500 do 7500	2	
120	145	3500 do 7500		2
150	170	6000 do 7500		2
		10000	3	
220	245	7500 do 10000		3
		12000 do 15000	4	
380	420	15000 do 25000	6	

Iz tablice se može zaključiti: ako se žele, radi standardizacije, u nekom postrojenju 380/220 kV prekidači s istim komorama, a to znači držati manji broj uvijek istih rezervnih dijelova na skladištu, da stoji na raspolaganju kombinacija: prekidač 220 kV 4 »kratke« komore po jednom polu i prekidač 380 kV na 6 »kratkih« komora po polu.

Istina je, da je prekidač 220 kV sa 4 »kratke« komore nešto skuplji od prekidača sa »duge« komore, ali se kasnije u eksploataciji ova investicija višestruko amortizira. Naravno da su pneumatski prekidači opremljeni još i odgovarajućim kondenzatorima i paralelnim otporima, ali se kod njih problem revizija ne postavlja.

Ing. Kelemen je govorio dalje o stanju razvoja mjernih transformatora i transformatora snage za naponski nivo 400 kV.

U elektrotehničkom institutu poduzeća »Rade Končar« dovršen je razvoj mjernih strujnih i naponskih (kapacitivnih) transformatora za Si 420 s (680/1550 kV). Karakteristike ovih mjernih transformatora u stacionarnim i prolaznim stanjima opisane u referatima za X zasjedanje JUNAGO CIGRE, usklađene su sa zahtjevima Preporuka IEC. Traži se suradnja i stav elektroprivrednih organizacija, odnosno njihovih stručnjaka, posebno u pogledu prolaznih karakteristika u slučaju kratkog spoja u mreži.

U Tvornici transformatora u završnoj je fazi izrada prvog domaćeg generatorskog transformatora snage 380 MVA 15/75/420 kV. Za mrežne transformatore najvišeg napona od zajedničkog je interesa za korisnike i proizvođače da se pristupi standardizaciji transformatora. Predlaže se standardizacija:

— nazivnih napona
— nazivnih snaga
— izvedbe (autotransformator ili transformator s odvojenim namotima)
— regulacija (mjesto, način i opseg)
— napona kratkog spoja
— opreme transformatora
— razmaka točkova na prijevoznom postolju.

8. Točka dnevnog reda

Ing. Timić je govorio o ispitivanju izolatorskih lanaca za vodove 400 kV u laboratoriju visokog napona IERCE Energoinvesta u Sarajevu.

Početkom prosinca 1969. u visokonaponskom laboratoriju istraživačkog razvojnog centra za elektroenergetiku »Energoinvesta« u Sarajevu izvršena su ispitivanja izolatorskih lanaca za vodove 380 kV. Naime, poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba usvojilo je proizvodnju ovjesnog materijala za vodove 380 kV prema licenci firme »Salvi« — Milano.

Pri ispitivanju postojao je atest o ispitivanju laboratorija »Cezi« iz Milana kojim su dati rezultati ispitivanja lanaca proizvodnje firme »Salvi« — Milano. Lanci su bili sastavljeni od izolatorskih članaka proizvodnje firme »Sediver« tipa 1515 L. Mora se istaći da su rezultati dobiveni u oba laboratorija slični.

U isto je vrijeme ispitivana korona uz saradnju sa Radio Sarajevom koje je dalo odgovarajuću opremu za ispitivanje. Rezultati ispitivanja na pojavu korone dali su također zadovoljavajuće rezultate.

Prilikom ispitivanja primjećene su slijedeće pojave:

— Na svim izolatorskim člancima pojavile su se nakon ispitivanja prilično duboke staze.

— Jedan izolatorski članak prilikom proboja se rasprsnuo u sitne komadiće. Prije proboja luk je dodirivao ovaj izolator, vjerojatno i prolazio kroz njega. Kako smo u kasnijim ispitivanjima primjetili da je luk uvijek skretao preko probijenog izolatora postavlja se pitanje da li je točna tvrdnja da se stakleni izolatori rasprskaju prilikom proboja, što bi trebalo istražiti u kasnijim ispitivanjima.

U toku ispitivanja luk je pri udarnom naponu preskakao između zaštitnih armatura kod izolatorskih lanaca, dok kod zateznih luk ponekad dodirne izolatore.

Pri preskoku kod izmjeničnog napona 50 Hz pod kišom ova pojava je češća, pa se postavlja pitanje za proizvođača ovjesnog materijala da li luk ne mora dodirivati izolatorske članke.

U svibnju su za »Elektroistok« iz Beograda izvršena ispitivanja izolatorskih lanaca firme »Salvi« sa staklenim izolatorima tipa 1515 L koji su upotrebljeni na Đerdapskim vodovima.

Zatim su ispitani izolatorski lanci za vodove 110 i 220 kV. Naime, ove podatke do danas nismo imali. Ovjesni materijal je bio proizvodnje »Dalekovoda« — Zagreb, a izolatori tipa 170/280 proizvodnje fabrike porculana Aranđelovac.

Prilikom ovih ispitivanja primjećeno je slijedeće:

— Probijanje izolatorskih članaka pri 50 Hz pod kišom. Ovu pojavu nismo uspjeli objasniti. Napominjem, da su pojedinačni rezultati ispitivanja u ulju dali visoke vrijednosti probojnih napona čak od 180 kV.

— Nakon ispitivanja oslabile su karakteristike izolatora.

U lipnju su ova ispitivanja ponovljena sa izolatorskim člancima fabrike porculana Aranđelovac, kao i sa češkim izolatorima tipa VZC 16/10.

Prilikom ispitivanja sa češkim izolatorima primjećena su također probijanja izolatorskih članaka, ali u nešto manjoj mjeri. Ovu bi pojavu trebalo detaljno ispitati.

Ispitivanja su vršena sa 10, 11, 12 i 13 članaka u jednom lancu.

Iako je ovo ispitivanje nedovršeno, s obzirom na opisane pojave, ipak se došlo do određenog zaključka, pa bi ga svakako trebalo što prije usvojiti na širem polju. Naime, podnosivi naponi izolatorskog lanca sa 10 izolatorskih članaka iznose:

Jednominutni podnosivi napon 50 Hz pod kišom	435 kV
Podnosivi udarni napon 1,2/50	948 kV

Pošto se prema važećim propisima zahtijevaju naponi 395 odnosno 900 kV, postavlja se pitanje nismo li možda do sada pogrešno radili upotrebljavajući za normalnu izolaciju 11 članaka u izolatorskom lancu. O tome bi trebalo što prije donijeti odluku.

Nakon iscrpljenog dnevnog reda završnu riječ je imao predsjednik prof. dr Stefanini.

Slijedeći sastanak Komiteta održao bi se u Dubrovniku. Tom bi se prilikom govorilo o budućem radu Komiteta i utvrdilo njegovo članstvo.

Predsjednik je zatim zahvalio domaćinima na uspjeloj organizaciji i gostoljubivosti i zaključio sastanak u 13,10 sati.

Zatim se krenulo na predviđeno razgledavanje postrojenja.

B. Markovčić, dipl. ing.

»D A L E K O V O D«

ELEKTROPRIVREDNO PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE,
PROIZVODNJU, GRADNJU I MONTAŽU

Z A G R E B, PROLETERSKIH BRIGADA 37

PROJEKTIRA

PROIZVODI

GRADI I MONTIRA

Raspolaže uređajem za polaganje podmorskog kabela smještenog na peniši (brod).
Tome pripadaju i pomoćni uređaji za utovar kabela u vagon i pretovar na brod.

IZVODI SVE RADOVE U ZEMLJI I INOZEMSTVU

NOVE KNJIGE | ČASOPISI

V. Hartl: **Električni strojevi I.** Izdavač: Školska Knjiga, Zagreb 1970, 302 strane, 360 slika, 2 tablice u posebnom prilogu, cijena 50 d.

Ovaj udžbenik je namijenjen učenicima elektrotehničkih i sličnih škola. Izrađen je na bazi Nastavnog plana i programa Elektrotehničke škole, Školskog centra za strojarstvo i elektrotehniku u Zagrebu, uz neka proširenja, kako bi se udžbenik mogao koristiti i u onim školama koje imaju specifičnije programe.

Knjiga je podijeljena na tri poglavlja:

A — Transformatori
B — Električni strojevi sa elektromehaničkim pretvaranjem
C — Ispravljači.

U I dijelu udžbenika obrađeni su transformatori i asinhroni strojevi. Dano je uvodno tumačenje o električnim strojevima s elektromehaničkim pretvaranjem i izloženo gradivo o asinhronim strojevima. Ostalo gradivo, koje u nekim školama čini drugu godinu učenja predmeta — Električni strojevi, ostavljeno je za II knjigu.

Poglavlje o transformatorima autor je podijelio u sedam glava i tako na vrlo pristupačan način dao prikaz teorije i praktičnih saznanja o transformatorima. Prva glava daje opće osnove rada, osnovne podatke i povijest razvoja transformatora, a u drugoj glavi su opisani konstruktivni elementi transformatora. Treća i četvrta glava govore o praznom hodu i kratkom spoju transformatora, dok najopsežnija peta glava obrađuje probleme opterećenog transformatora. Šesta glava opisuje neke specijalne tranformatore, a sedma glava sadrži osnove proračuna transformatora, sa kompletnim primjerom proračuna transformatora.

Osma glava daje osnovne pojmove o električnim strojevima s elektromehaničkim pretvaranjem, i tumači principe gradnje ovih strojeva.

Tumačenja o asinhronim strojevima obrađeni su u osam glava. Prva (deveta) daje osnove rada i opće podatke, a druga (deseta) glava opisuje konstruktivne elemente asinhronih strojeva. U jedanaestoj glavi opisani su namoti asinhronih strojeva, a u slijedeće dvije glave dana je analiza rada asinhronih strojeva i pogonske osobine i karakteristike trofaznog asinhronog stroja. Ove glave, uz slijedeću o kružnim dijagramima, su najznačajnija tumačenja o asinhronom stroju. Autor ih je dao jasno i koncizno. U petnaestoj glavi opisane su posebne vrste asinhronih motora, a u posljednjoj glavi I knjige su osnove proračuna za prematanje i predgradnju asinhronog motora, primjer proračuna asinhronog stroja i primjer proračuna upuštača.

Na kraju svake glave je desetak kontrolnih pitanja koja mogu odlično poslužiti za kontrolu naučenog gradiva. U ovom udžbeniku nema zadataka i primjera za vježbanje. Potrebno je, kako autor ispravno zaključuje u predgovoru, da učenik nauči da se koristi udžbenikom za izradu zadataka.

Mada je ovaj udžbenik pisan za učenike tehničkih i njoj sličnih škola, napisan je i opremljen tako da može poslužiti svima koji žele nešto saznati o električnim strojevima, bilo da se podsjete i osvježe znanje ili da steknu osnovne pojmove o električnim strojevima.

J. Moser

M. Kelemenić: **Žični telekomunikacioni vodovi.** Izdavač: Školska knjiga — Zagreb 1970, 205 strana, 159 slika, cijena 25 d.

Udžbenik Žični telekomunikacioni vodovi namijenjen je učenicima elektrotehničkih škola, smjera slabe struje. Podijeljen je na dva dijela. Prvi dio obuhvaća izvedbu prijenosnih sistema, vodova i instalacija, a drugi dio promatra teoriju prijenosnih sistema. U sklopu teorijskih analiza obuhvaćena su proučavanja parametara homogenog voda, osnovna teorija četveropola, prostiranje elektromagnetne energije na vodu, pogonsko i relativno gušenje i umjetno povišenje induktiviteta u kabelskim vodovima.

U prvom dijelu na oko 90 strana je vrlo lijep prikaz gradnje zračnih i kabelskih vodova. Praktično izvođenje prikazano i popraćeno ilustracijama u ovom dijelu knjige, daje posebnu vrijednost ovom udžbeniku. Zato ova knjiga može poslužiti kao priručnik i onima koji rade praktično na gradnji telekomunikacionih vodova.

Na kraju knjige je posebno poglavlje o mjerenjima na vodovima, s primjerima praktičnih mjerenja. Kako se u teoriji žičnih telekomunikacionih vodova javljaju kompleksni brojevi, u knjizi je prikazan način računanja s kompleksnim brojevima, i posebno upotreba logaritamskog računala u radu sa kompleksnim brojevima. Uz ovo je i 11 riješenih primjera koji ilustriraju rad sa kompleksnim brojevima.

J. Moser

Werner Hansen: **Ölfeuerungen.** Izdavač Springer - Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1970, 455 strana, 336 slika, cijena DM 76. Drugo potpuno novo obrađeno i prošireno izdanje knjige: **»Heizöl - Handbuch für Industriefeuerungen«.**

Upotreba ložnih ulja u industrijskim pogonima u Jugoslaviji, posljednjih godina se znatno povećala, i još se uvijek povećava. Većina instaliranih uređaja za loženje uljima, daje široke mogućnosti za poboljšanje ekonomičnosti i pogonske sigurnosti. Upoznavanje mogućnosti poboljšanja u interesu je ,i korisnika uređaja za loženje, i proizvođača opreme za loženje.

Nedavno izašla iz štampe knjiga W. Hansena, daje široke mogućnosti upoznavanja s problematikom ložnih ulja u industrijsko-energetskim postrojenjima.

U prvom dijelu knjige opisana su fizikalna i kemijska svojstva ložnih ulja, poznavanje kojih predsta-

vlja preduvjet za njihovo optimalno korištenje. Detaljno je prikazan proces izgaranja i faktori koji na njega utječu.

Posebno poglavlje obrađuje sve tipove gorionika za ložna ulja. Navedene su i mjere koje je potrebno provesti da se savladaju i neke od nepovoljnih posljedica upotrebe ložnih ulja, kao što su niskotemperaturna i visokotemperaturna korozija. Na kraju prvog dijela obrađeni su troškovi i ekonomičnost.

U drugom dijelu knjige su na primjerima, koji mogu služiti kao orijentacija, prikazane mogućnosti upotrebe ložnih ulja u važnijim industrijskim grupama i ukazano je na mjere koje omogućuju postizavanje najpovoljnijih rezultata.

Z. Balog

O. Madelung: **Grundlagen der Halbleiterphysik**, izdavač Springer - Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1970, 199 strana, 63 slike, cijena DM 12,80

Već više od dva decenija postoji snažan interes za proučavanje poluvodiča. Oni su interesantni za fizičara kao modelna supstancija u istraživanju svojstava čvrstih tijela, a isto tako za inženjera kao osnovni materijal u nizu novih elektroničkih elemenata. O tom području napisano je mnogo originalnih radova, koje pojedinac nije u stanju sve pratiti. Isto tako, stalno raste i broj posebnih područja unutar fizike poluvodiča, zbog čega je nužna sve uža specijalizacija na tom polju.

Kad se u ovakvoj situaciji piše nova knjiga o fizici poluvodiča, pisac smatra, da treba veliki dio pojava u poluvodičima prikazati kvalitativno (a katkada i kvantitativno) pomoću jednostavnih poluklasičnih modela. To daje osnovu za razumijevanje tranzistorske fizike. Međutim, pri tom uvijek postoji opasnost za uspješnu primjenu ovakvih pojednostavljenja, pa treba na vrijeme uočiti granice do kojih se može ići. Isto tako, pisac dalje smatra, da osim ovakvog uvida, treba i fizičar i inženjer nešto više razumjeti i neke suštinski dublje detalje iz fizike poluvodiča.

Prema tome je materija u prvih pet poglavlja, kao i u nekim dijelovima 6. i 7. poglavlja, prikazana na osnovu jednostavnih poluvodičkih modela; teoretske su osnove modela kvantitativno razmotrene toliko, koliko to može dopustiti okvir jedne priručne knjige. Naslovi su poglavlja: Osnovni pojmovi fizike poluvodiča, Simetrije kristalnih rešetki, Struktura pojasa, Titranja rešetke i Statistika.

U daljnjim je poglavljima (6. do 10.) prikazan niz optičkih i električkih poluvodičkih fenomena, zatim osnove tranzistorske fizike, kao i druga bitna svojstva poluvodiča. U ovom je dijelu provedeno ozbiljno ograničenje materijala, što treba nadopuniti iscrpno navedenom literaturom na kraju knjige. Naslovi ovih poglavlja glase: Optičke osobine, Osobine transporta kod lokalne ravnoteže, Osobine transporta pri poremećaju lokalne ravnoteže, Površine i kontakti, i Najvažnije osobine specijalnih poluvodiča.

Čitalac ove knjige mora poznavati osnove kvantne mehanike, pa može poslužiti za usavršavanje samo onome, tko je teoretski već obrazovan u tom smislu.

M. Vujnović

PODUZEĆE ZA IMPREGNACIJU DRVA I PROIZVODNJU KOMPRIMIRANIH PLINOVA

KARLOVAC

Na skladištu raspolaže dovoljnim količinama impregniranih stupova-četinjara (jela-smreka) u svim dužinama.

Zahvaljujući izvršenoj rekonstrukciji pogona, impregniranje (kemijska zaštita) vrši se po najsuvremenijim metodama na način kotlovske impregnacije solima. Upotrebom najnovijih tipova soli omogućuje se najkvalitetnija zaštita u vijeku trajanja i protiv požara.

Za sve isporuke kupcima se dostavlja atest kvalitete.

NOVI PROIZVOD

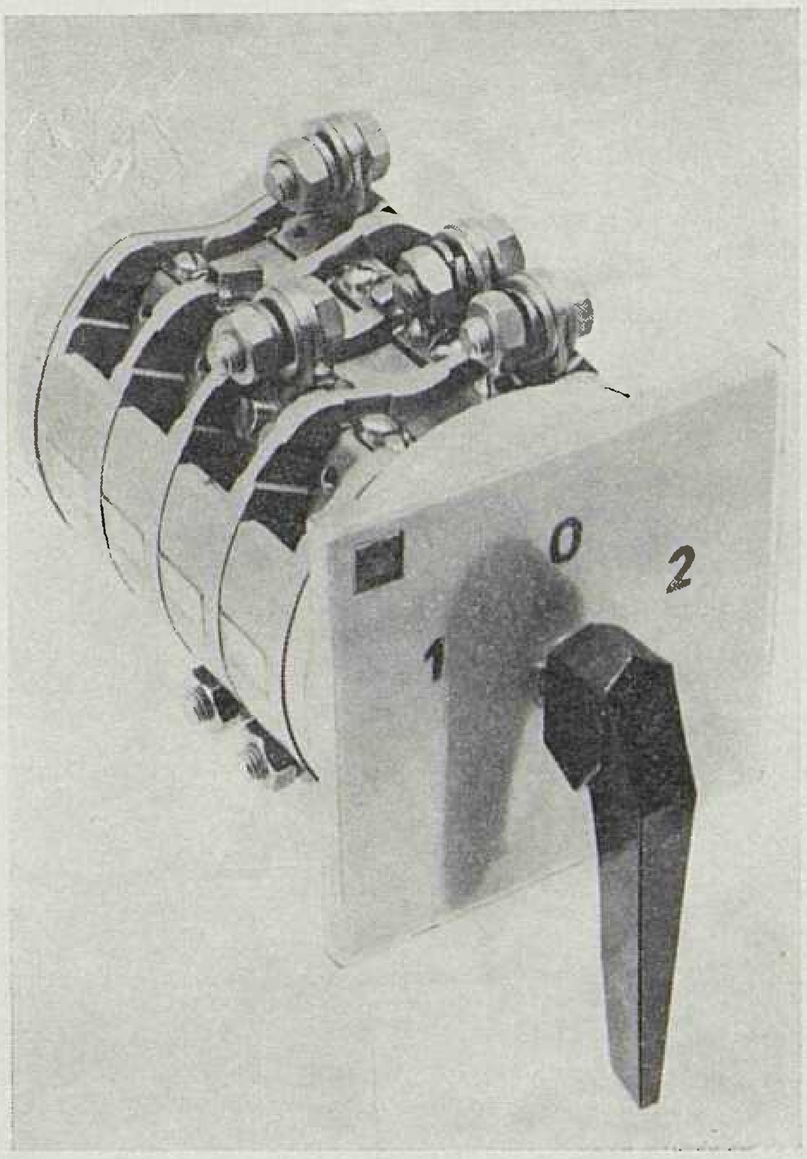
GREBENSKE SKLOPKE

16, 25, 40, 63, 100, 200, 400 i 630 A

Grebenaste sklopke su konstruirane prema najsuvremenijim principima i dostignućima u elektrotehnici uz upotrebu najkvalitetnijih izolacionih masa i dijelova kontaktnih elemenata.

Sklopke pružaju različite ugradne i prigradne mogućnosti i mogu udovoljiti najrazličitijim zahtjevima u niskonaponskom dijelu transformatorske stanice, rasklopnim pločama, ormarima, lijevanim i limenim razvodima u industriji, rudarstvu, na brodovima.

Odlikuju se visokom kvalitetom, imaju izvanredno veliku prekidnu moć, izdržljivost na preopterećenje, te mogu izdržati kroz kraće vrijeme i struje kratkog spoja.



PRIMJENA

— za uklapanje i isklapanje glavnih strujnih krugova,
— u pomoćnim krugovima sastavljaju se prema traženoj shemi spoja sklopke za komandne, signalizacione i mjerne krugove,
— motorne sklopke za direktno uklapanje i isklapanje trofaznih i jednofaznih motora, preklopke zvijezda, trokut, preklopke za reverziranje, za motore s više brzina, kontroleri,
— sklopke za ostala trošila (električne peći, varni agregati, rasvjeta, kućanske aparate).

Odgovaraju svim klimatskim uvjetima.

Upotpunosti odgovaraju propisima VDE 0660/3.68.

TEHNIČKI PODACI

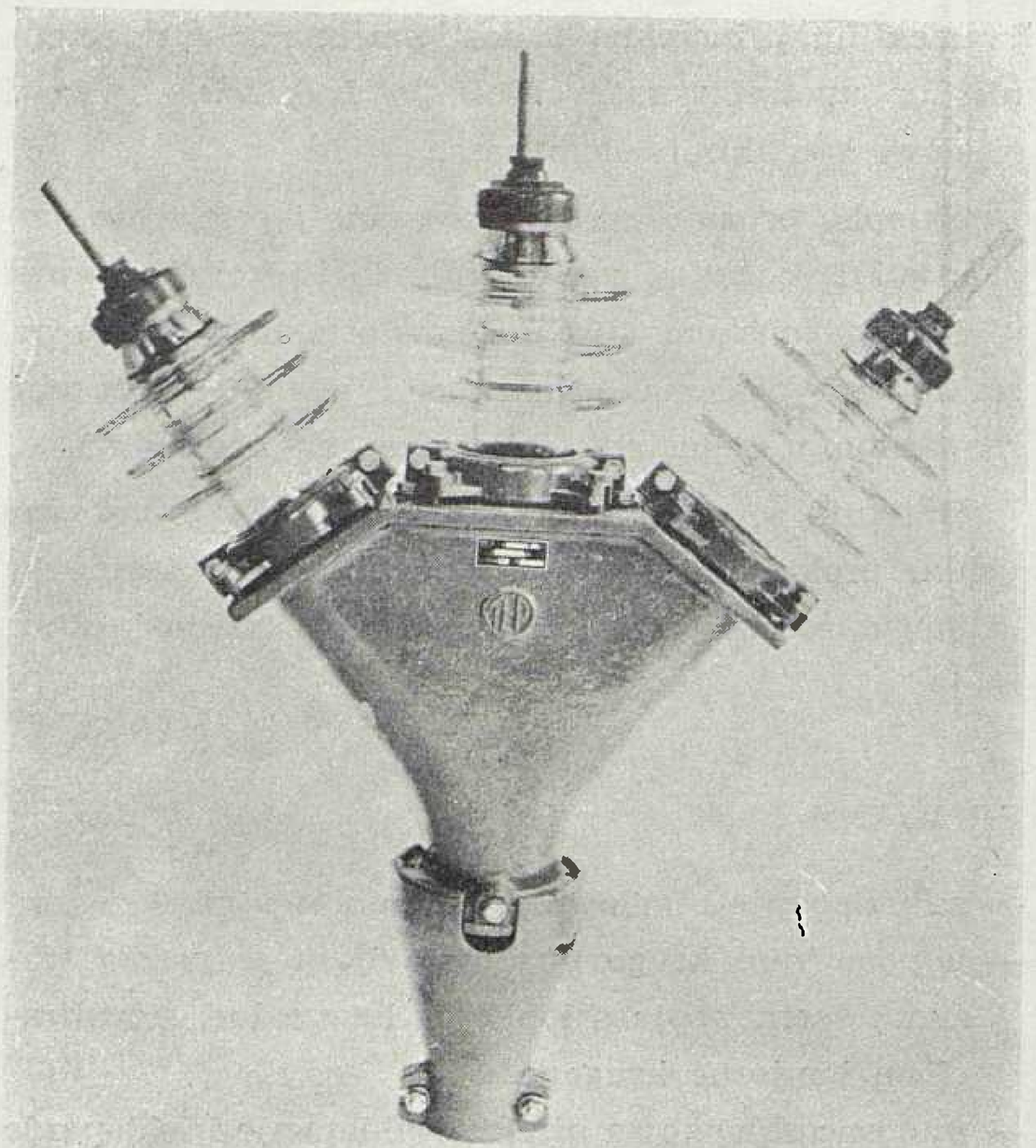
Tip sklopke	Nazivna struja A	Kategorija primjene VDE 0660/68	Mehanička trajnost (broj sklapanja)	Učestalost sklapanja 1/h
G 16	16	AC 4	3.10^6	1.500
G 25	25	AC 4	3.10^6	1.500
G 40	40	AC 4	3.10^6	1.500
G 63	63	AC 4	10^6	500
G 100	100	AC 3	7.10^5	150
G 200	200	AC 2	7.10^5	150
G 400	400	AC 1	7.10^5	150
G 630	630	AC 1	7.10^5	150

»RADE KONČAR«

PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME, PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA — ZAGREB

TEP
TVORNICA ELEKTROTEHNIČKIH PROIZVODA, ZAGREB - VRAPČE

KABELSKE GLAVE SA STAKLENIM IZOLATORIMA



TROPOLNA KABELSKA GLAVA SA STAKLENIM IZOLATORIMA TIP TPK-10-1

Na području kabelskih glava za kabele izolirane impregniranim papirom nisu se, u posljednjih dvadesetak godina pojavile nikakve osnovne izmjene u konstrukciji. Upotrebljavaju se porculanski izolatori koji obuhvaćaju krajeve kabela, a opremljeni su odgovarajućim armaturama i punjeni izolacionom masom. Ove garniture na zadovoljavajući način ispunjavaju zadatak kabelskih glava da se vodič kabela spoji na određeni priključak, bez skokovite promjene električnog polja i mogućnosti sušenja, odnosno ovlaživanja kraja kabela.

Kod konstrukcije kabelskih glava i izrade samog završetka, treba voditi računa da se ne prekorači dozvoljena jakost električnog polja na kraju kabelskog plašta što se postiže na taj način da se koristi lijevak za oblikovanje polja ili namatanjem konusa od impregniranog papira.

Svi ovi elementi su tako oblikovani da daju kabelskoj glavi dobru unutarnju električnu čvrstoću u trajnom pogonu, i da djeluju na raspodjelu polja u povoljnom smislu za vrijeme preskoka.

Osim pravilnog oblikovanja električnog polja kabelska glava za kabele izolirane impregniranim papirom ima još zadatak da kod promjene temperature, npr. uslijed promjene opterećenja i sl., dopunski napaja kabel izolacionim uljem, odnosno da primi u sebe masu koju kabel istiskuje natrag u glavu. To zahtijeva održavanje i kontrolu nivoa zaljevne mase u glavi, što iziskuje kod kabelskih glava s porculanskim izolatorima velike troškove i prekid u snabdijevanju energijom, jer je kontrola nivoa moguća samo u beznaponskom stanju.

U posljednje vrijeme, kad se sve više nameće potreba za jednostavnijim održavanjem elektroenergetskih postrojenja i lakšom i češćom kontrolom, neki su proizvođači prihvatili rješenje da na porculanskom izolatoru ugrade pokaznu posudicu, tzv. uljokaz, koja je izrađena iz prozirnog materijala, i koja se redovito postavlja na vrhu izolatora. Ova kontrolna mjera omogućuje doduše opažanje razine ulja dok je kabelska glava pod naponom, međutim zahtijeva nadopunjavanje izolacionim uljem odmah čim se isprazni kontrolna posudica. Međutim, stvarno nadopunjavanje potrebno je tek nakon što se masa spustila na znatno niži nivo.

Osim toga umetanjem kontrolne posudice povećavaju se dimenzije kabelskih glava, povećava se broj brtvljenih mjesta, a može se lako desiti da upravo nastupi propuštanje ulja oko kontrolne posudice na kabelskoj glavi.

Bilo je zato logično tragati za novim materijalima i rješenjima za izolatore koja bi svojom

prozirnošću omogućila kontrolu stanja izolacione mase. Prikladnost stakla kao materijala za izradu izolatora poznata je već odavna. Tako npr. staklo se već godinama uspješno upotrebljava u izvedbi izolatora za nadzemne vodove.

Ipak su proizvođači stakla tek u posljednje vrijeme u stanju da ekonomski rentabilno proizvode šuplje izolatore od prešana stakla i to za napon oko 35 kV i u relativno malim količinama. To je bitno naglasiti jer je potražnja za ovim izolatorima relativno mala u odnosu na broj staklenih izolatora koji se koriste kod namzemnih vodova.

Stakleni izolatori na kabelskim glavama koriste se već nekoliko godina u zapadnoj Evropi i pokazali su veoma dobre rezultate u pogonu. U literaturi su opisana ponašanja staklenih izolatora, a naročito je interesantno ponašanje staklenog izolatora pod utjecajem električnog luka. Poznato je da porculanski izolatori uslijed djelovanja luka pucaju, odnosno da ih električni luk razara. Radi objašnjenja ponašanja izolatora od borosilikatnog stakla pod takvim naprezanjima provedeni su odgovarajući pokusi na kabelskim glavama.

Električni lukovi od 7,5 kV u trajanju od 0,3 sekunde i 1 sekunde bili su paljeni na samoj kabelskoj glavi. Pokazalo se da ne postoji znatno termičko naprezanje izolatora, jer luk teži proširivanju petlje.

Prilikom umjetno izazvanog električnog luka od 7,5 kV trajanja 1 sek. u blizini izolatora (slučaj kad se luk pojavi na susjednoj kabelskoj glavi ili na jednom od izolatora višepolne kabelske glave) pokazalo se da je na staklenom izolatoru bio odbacivan vanjski sloj stakla i to u obliku sitnih komadića debljine od 1 do maksimalno 15 mm. Time praktično nije bila ništa umanjena ni sigurnost kabelske glave ni njena funkcionalnost.

Porculanski izolator istog naponskog reda, koji je radi usporedbe bio izložen jednakom naprezanju, razletio se u mnogo pojedinačnih komadića.

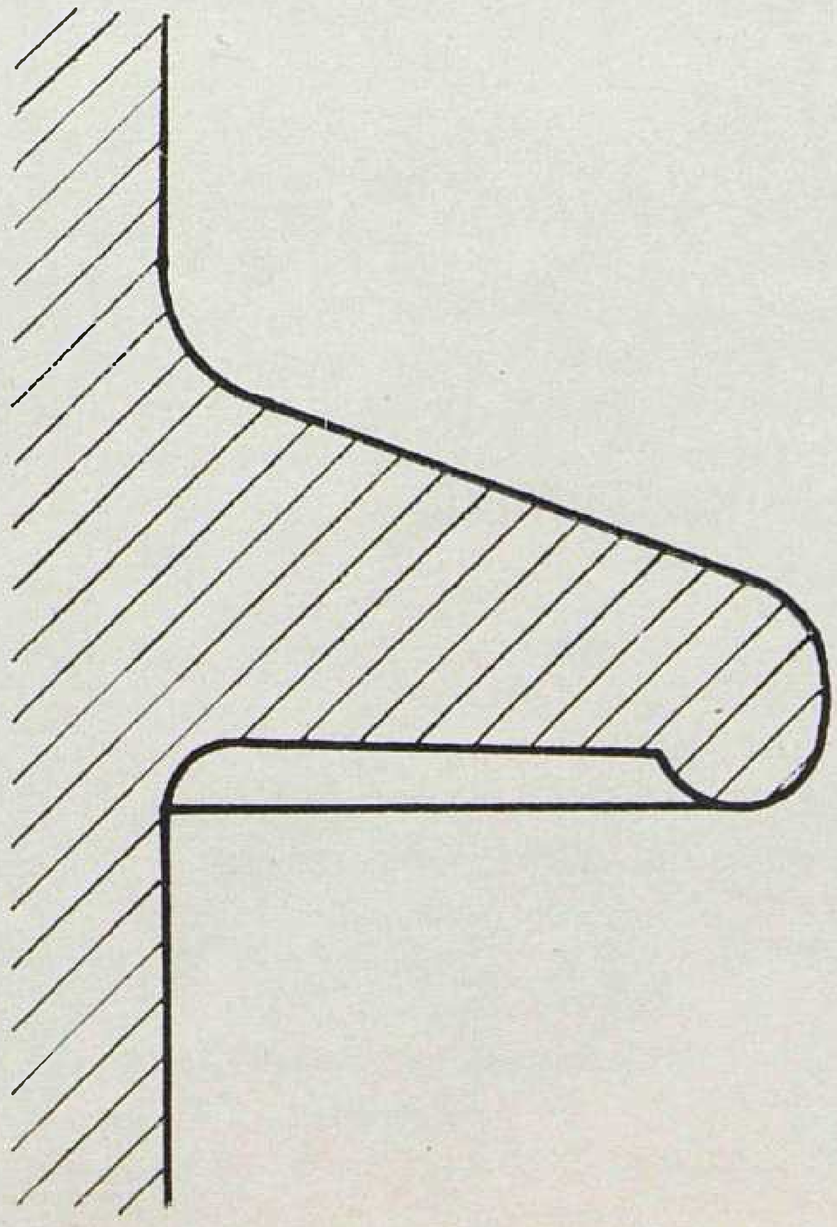
Razmatrajući sve prednosti i mane pojedinih rješenja, naša tvornica se odlučila za rješenje kabelskih glava sa staklenim izolatorima, da se korisnicima omogući laka i jednostavna kontrola nivoa izolacione mase u kabelskoj glavi.

Kvalitetno staklo koje dolazi u obzir za izradu izolatora za kabelske glave je borosilikatno koje ima visoku termičku i kemijsku otpornost.

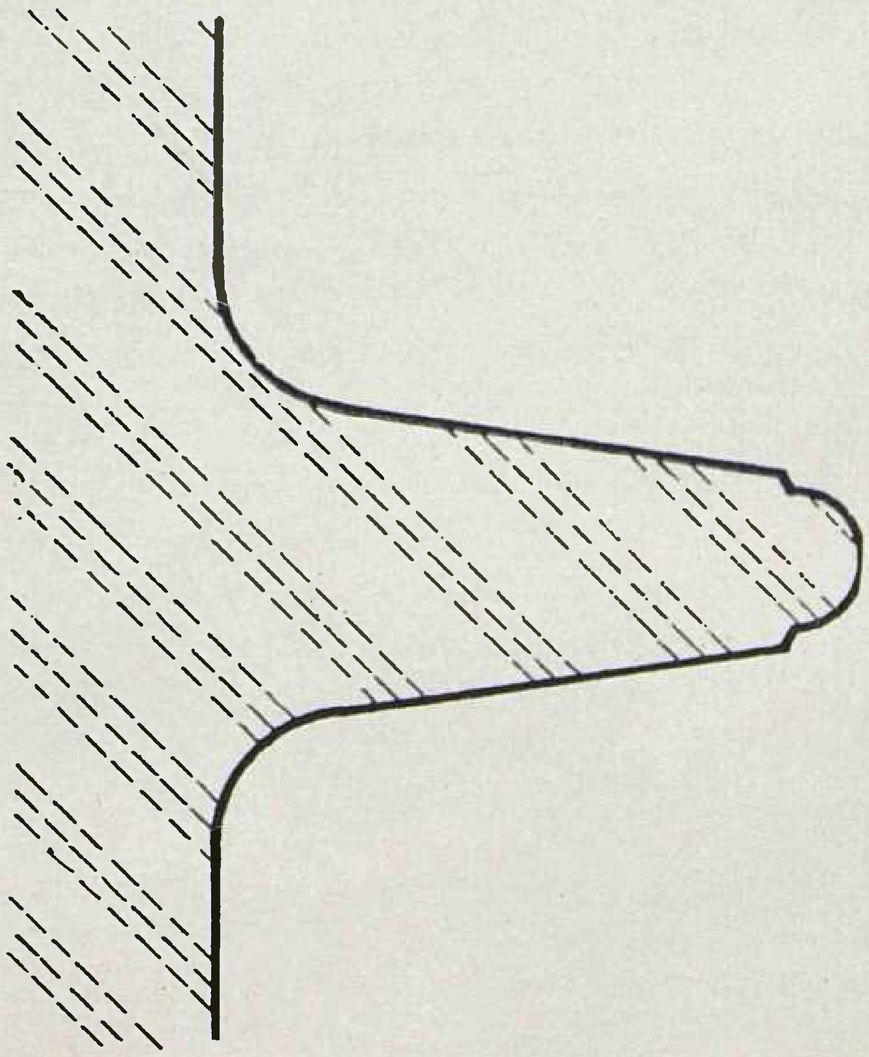
Usporedbe radi dane su osobine porculana i borosilikatnog stakla iz kojih se izrađuju izolatori za kabelske glave.

Osobine		Borosilikatno staklo
Čvrstoća na pritisak	glaziran 4500—5500 kp/cm² neglaziran 4000—4500 kp/cm²	8600 kp/cm²
Čvrstoća na savijanje	glaziran 600—1000 kp/cm² neglaziran 400—700 kp/cm²	370 kp/cm²
Specifična težina	2,2—2,5 kq/dm³	2,35 kq/dm³
Dielektrična konstanta	6	5,1
Faktor dielektričnih gubitaka	170—250×10⁻⁴	40×10⁻⁴
Specifični unutrašnji otpor	10^{14} cm	10^{16} cm

Tehnologija izrade staklenih izolatora prilično je složena i zahtijevala je drugačije oblikovanje



Crtež 1



Crtež 2

samog izolatora. Alat za prešanje izolatora može se samo uzdužno otvarati, pa se ne mogu izrađivati rebra koja su savinuta prema dolje i imaju podrezane suhe zone, kako se to izrađuje kod porculanskih izolatora. Za poboljšanje električnih karakteristika staklenog izolatora za vanjsku montažu za slučaj utjecaja dodatnih stranih slojeva, trebalo je poduzeti posebne konstruktivne mjere. Da bi se kod staklenih izolatora postiglo mnogostruko prekidanje slično kao kod porculanskih izolatora koji imaju podrezana rebra, može se poboljšati otkapavanje prikladnim oblikovanjem rubova rebara.

Na crtežima 1 i 2 prikazani su profili rebara porculanskog i staklenog izolatora.

Nakon rješenja svih tehničkih problema oko konstrukcije i izrade alata načinjeni su uzorci koji su podvrgnuti ispitivanjima prema preporukama IEC publikacija 87/1957. Prva ispitivanja već su pokazala da je izolator konstruktivno potpuno u redu, no još je trebalo tehnološki dotjerati kvalitetu izolatora tj. otkloniti neke unutarnje prenapone u materijalu. Na osnovu ovih iskustava prišlo se izradi definitivnog alata na kojem je izrađena prva serija izolatora, koji su kod ispitivanja pokazali veoma dobre rezultate. Tek sada, nakon svestrano izvršenih ispitivanja može se prići normalnoj proizvodnji kabelskih glava sa staklenim izolatorima.

Tvornica TEP proizvodit će za sada kabelske glave TPK-10 iKGV 35 sa staklenim izolatorima. Izolatori su tako konstruirani da se može vršiti zamjena porculanskih izolatora sa staklenim i obrnuto, da bi se izmjene po želji potrošača mogle izvršiti i na već ugrađenim glavama s porculanskim izolatorima. Kod kabelskih glava TPK-10, koje su predviđene za pojasne papirne kabele, postoje dvije izvedbe:

TPK 10-1: sva tri izolatora su staklena i
TPK 10-2: kod koje je srednji izolator staklen, a ostala dva ostaju porculanska.

Uvođenjem stakelnih izolatora omogućuje se znatno jednostavnije održavanje kabelskih glava, naročito nivoa kompaunda u njima, a time i sigurniji pogon što je u interesu svih potrošača električne energije.

TVORNICA ELEKTROTEHNIČKIH PROIZVODA — ZAGREB

GOD. 19 (1970.) energija BROJ 11 — 12

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

PROBLEMATIKA KRATKOG SPOJA

Božidar Stefanini, Zagreb

Članak daje cjelovit pregled problematike kratkog spoja. Razmatrajući ponajprije uzroke i vrste kratkih spojeva, utvrđuje njihove štetne posljedice. Zatim se bavi problemom eliminacije kratkog spoja, mjerama za njegovo ograničenje, a završava principima odgovarajuće relejne zaštite.

DK 621.012.5

Uvod u problematiku kratkog spoja

Općenito možemo reći da u mreži postoje *dvije vrste kvarova:*

1. Uzdužni kvarovi, koji se svode na prekid vodiča i onemogućuju da struja teče onim putem kojim smo mi to željeli,
2. poprečni kvarovi, koji se svode na slom izolacije i omogućuju da struja teče onim putem kojim nismo željeli.

Ove kvarove nazivamo kratki spojevi.

Uzdužni kvarovi nisu tako česti u mreži, a nisu ni naročito opasni. Posljedice se pojavljuju u pogonu kao prekid napajanja potrošača, ali nekih daljnjih, većih šteta nema. Pojava uzdužnog kvara lako se opazi na pogonskim instrumentima pa se lako i otkloni. Uzdužnim kvarovima se ovdje više nećemo baviti.

Kod poprečnih kvarova tj. kod kratkih spojeva dolazi do sloma izolacije između dijelova pod naponom, pa na tom mjestu teku velike struje koje, dakako, prolaze i kroz pojedine dijelove mreže. U usvojenom sistemu konstantnog napona, nastojimo napon izvora držati što više na konstantnoj vrijednosti, čak i umjetnim sredstvima, pomoću regulacije napona. Budući da se zbog kratkog spoja u mreži stvori petlja s razmjerno malom impedancijom, to tuda teku razmjerno velike struje, a na mjestu kvara i u njegovoj okolini dolazi do znatnog smanjenja napona. Sve to može imati dalekosežne posljedice, pa se tom problematikom treba potanje pozabaviti. Pozabavit ćemo se, dakle, poprečnim kvarovima, tj. kratkim spojevima.

Uzroci kratkih spojeva

U mreži postoje tačke među kojima vlada napon, bilo da je to napon linijskog iznosa između faznih vodiča, ili napon faznog iznosa između faznog vodiča i neutralne tačke, odnosno zemlje. Između tih tačaka različitog napona postoji izolacija koja se kod nadzemnih vodova najvećim dijelom sastoji od zraka, a kod ostalih elemenata mreže (transformatori, generatori i sl.) to je pretežno kruta, a djelomično i tekuća izolacija. Ta je izolacija električki napregnuta zbog napona koji postoji između krajeva izolacije. Očito je da izolacija mora imati dovoljnu čvrstoću da ispuni svoj zadatak. Kad je izolacija u čitavoj mreži potpuno ispravna onda govorimo o *zdravoj mreži.*

Međutim, može se dogoditi da dođe do kvara na izolaciji odnosno do sloma izolacije. Do toga će doći onda kada električno naprezanje bude veće od električne čvrstoće izolacije. Može doći do preskoka u zraku ili do proboja krute izolacije, pa u tom slučaju govorimo o bolesnoj mreži. Da dođe do kratkog spoja tj. do sloma izolacije mora biti električno naprezanje u mreži veće od čvrstoće izolacije. Do toga može doći na tri načina:

1. zbog povećanja električnog naprezanja,
2. zbog smanjenja čvrstoće izolacije,
3. zbog kombiniranog djelovanja, tj. istodobnog povećanja električnog naprezanja i smanjenja čvrstoće izolacije.

Električna naprezanja izolacije mogu biti:

1. *Pogonski napon* u normalnom pogonu koji ne smije prekoračiti dozvoljenu maksimalnu vrijednost, i koji trajno napreže izolaciju, pa je važan kod eventualnog toplinskog proboja.

2. *Povišenje napona* nastupa u nenormalnom pogonu mreže kao što je npr. Ferantijev efekt ili zemljospoj. Pri tom napon može dostići vrijednost znatno veću od dozvoljenog pogonskog napona, ali se još uvijek radi o naponu normalne pogonske frekvencije 50 Hz.

3. *Unutrašnji prenaponi* nastupaju bilo zbog sklapanja, bilo zbog ferorezonancije u mreži, a u određenoj mjeri su ovisni o pogonskom naponu mreže. Ovi prenaponi imaju znatno višu frekvenciju koja ovisi o induktivitetima i kapacitetima mreže, ali traju kratko jer se razmjerno brzo priguše. Danas se u svijetu mnogo polaže na istraživanje upravo ovih unutrašnjih prenapona i na dimenzioniranje izolacije s obzirom na njih. Kod eksperimentalnog istraživanja unutrašnji prenaponi modeliraju se pomoću udarnog napona, s razmjerno dugim trajanjem, tj. s trajanjem do smanjenja na polovicu amplitude od 1000 do 4000 mikrosekundi.

4. *Atmosferski prenaponi* mogu imati veoma velike vrijednosti, ali traju veoma kratko, pa se modeliraju udarnim naponima s trajanjem do smanjenja na polovicu amplitude od cirka 50 mikrosekundi.

5. *Utjecaj mreže višeg napona,* kod čega je najopasniji slučaj galvanskog dodira vodova višeg napona s mrežom nižeg napona, pa se na taj način stvore velika električna naprezanja izolacije.

Prvi uvjet za slom izolacije je *povećano električno naprezanje.* Izolacija mora biti dimenzionirana da bi izdržala električna naprezanja koja se mogu pojaviti u mreži. Ali i to treba svesti na razumnu mjeru tako da se ipak, iako s malom vjerojatnošću, mogu pojaviti električna naprezanja koja su veća od onih za koje je izolacija mreže dimenzionirana. Uzroci koji dovode do većih električnih naprezanja mogu biti:

1. prolazne naravi,
2. trajne naravi.

Uzroci prolazne naravi su oni, koji nakon što se pojave sami vrlo brzo prestanu. Razlog njihova prestanka može biti dvojak:

1. uzrok po naravi stvari kratko traje,
2. uzrok isčezne radi posljedica kratkog spoja do kojeg je došlo zbog toga uzroka.

Uzroci koji su *po svojoj naravi prolazni,* su npr. atmosferski prenaponi uslijed udarca munje, ili unutarnji prenaponi uslijed sklapanja.

Uzroci koji *iščeznu zbog posljedica kratkog spoja* (koji je time izazvan) mogu biti, npr. premoštenje vodiča između voda višeg i nižeg napona, pomoću grane koja je na njih pala, ali radi kratkog spoja grana izgori, pa i uzrok iščezne.

Uzroci trajne naravi su oni koji dugo traju, npr. povišenje napona uslijed Ferantijeva efekta ili uslijed zemljospoja, koji može u pogonu trajati duže, pa i nekoliko sati. Ili utjecaj druge mreže uslijed pada vodiča višeg napona na vodič nižeg napona, a takvo stanje ostane duže vremena u pogonu.

Drugi uvjet za slom izolacije je *smanjenje čvrstoće izolacije,* koja više ne može izdržati postojeća električna naprezanja. Kod smanjenja čvrstoće izolacije možemo razlikovati ove uzroke:

1. uzroci prolazne naravi (bilo da nestanu sami od sebe, ili da nestanu zbog posljedica kratkog spoja),
2. uzroci trajne naravi.

Uzrok prolazne naravi za smanjenje čvrstoće izolacije, gdje *uzrok iščezne sam od sebe,* jest npr. približenje vodiča kod nadzemnih vodova uslijed njihanja izazvanog vjetrom. Ili približavanje vodiča uzrkovano odskokom vodiča zbog otpadanja leda. Pri približavanju može doći do preskoka u zraku, dakle do kratkog spoja, ali će se vodiči opet udaljiti na veću udaljenost, pa prema tome taj uzrok prestaje sam od sebe.

Uzroci prolazne naravi, koji nestanu zbog posljedica izazvanog kratkog spoja, mogu biti npr. u tome da se onečišćeni izolator ovlaži, pa uslijed toga dođe do preskoka, ali se od električnog luka vlaga osuši, pa se opet uspostavi dovoljna čvrstoća izolacije. Druga je mogućnost da preko različitih vodiča istog voda padne neka žica ili neka grana koja izazove kratki spoj i električni luk, uslijed čega predmet izgori pa i uzrok iščezne. U oba ova slučaja uzrok smanjenja čvrstoće izolacije nestane zbog posljedica kratkog spoja koji je time bio izazvan.

Trajni uzroci smanjenja čvrstoće izolacije mogu biti npr. slom izolatorskog lanca, tako da vodič padne i dodirne stup, odnosno neki drugi vodič. Posebnu grupu trajnih uzroka kratkih spojeva imamo tamo gdje je taj uzrok nastao kao posljedica prolaznog uzroka. Npr. uslijed atmosferskog prenapona, koji iza toga brzo sam od sebe prestane, dođe do proboja krute izolacije u transformatoru i taj proboj izolacije trajno ostane, pa predstavlja trajni kratki spoj. Slični slučaj imamo kod trožilnih kabela, gdje uslijed jednopolnog kratkog spoja izgori čitava izloacija na tom mjestu, pa to dovede do trajnog tropolnog kratkog spoja.

Kombinirani uzrok koji izazove kratki spoj jest smanjenje čvrstoće izolacije uz istodobno povećanje električnog naprezanja. Npr. ako imamo donekle onečišćene i ovlažene izolatore koji ipak mogu izdržati naprezanja uslijed pogonskog, pa čak i povišenog napona. Ali ako dođe do unutarnjeg prenapona, koji i ne mora biti naročito visok i koji bi čista izolacija bez daljnjega izdržala, ovako oslabljena izolacija to neće izdržati, pa će doći do preskoka. Do takvih slučajeva često dolazi na izolatorskim lancima dalekovoda rano ujutro, pred svanuće, kad temperatura naglo padne, pa se izolatori orose. U tom slučaju i mali prenaponi dovode do preskoka. Kasnije, kad se izolatori uslijed sunca osuše, i ovakve pojave nestanu.

Prolazni uzroci kratkog spoja javljaju se češće od trajnih uzroka, pa tako od svih uzroka otprilike 75 do 90 % otpada na uzroke prolazne naravi, a samo 20 do 25 % na uzroke trajne naravi. To je povoljnije za vođenje pogona mreže nego da je uzroka trajne naravi više. Najbolje bi bilo, kad uopće ne bi bilo uzroka koji bi dovodili do kratkih spojeva, trajnih i prolaznih, da je uvijek elek-

Uzroci kratkih spojeva

Tablica 1

<table>
<tr><td rowspan="5">Električna čvrstoća</td><td colspan="4"></td><td colspan="4">Električno naprezanje</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="2">Normalno</td><td colspan="4">Povećano</td></tr>
<tr><td colspan="2">Prolazno</td><td rowspan="2">Trajno</td></tr>
<tr><td colspan="4">Normalno</td><td colspan="4">(Zdrava mreža)</td><td>samo od sebe</td><td>uslijed posljedica</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Smanjena</td><td rowspan="2">Prolazno</td><td>samo od sebe</td><td colspan="2">njihanje vodiča</td><td>odskog vodiča</td><td colspan="4" rowspan="3">onečišćeni i vlažni izolatori, istodobno pogonski prenapon</td></tr>
<tr><td>uslijed posljedica</td><td colspan="2">onečišćeni i vlažni izolatori</td><td>premoštenje granom koja izgori</td></tr>
<tr><td colspan="3">Trajno</td><td colspan="2">Slom izolatorskog lanca</td><td>proboj izolacije u transformatoru</td></tr>
</table>

Atmosferski prenaponi; Utjecaj duge mreže preko grane koja izgori; Ferantijev efekt

Sklopni prenaponi; Zemljospoj

trična čvrstoća izolacije veća od električnog naprezanja. No, da bi to postigli morali bi veoma mnogo uložiti za obilato dimenzioniranje izolacije, pa bi to znatno poskupilo objekte i ne bi se moglo ekonomski opravdati. Uostalom, pitanje je da li bi i s mnogo jače dimenzioniranom izolacijom bili potpuno sigurni da do ovakvih kvarova, kao što je kratki spoj, ne bi dolazilo. Zato tehnička praksa pristaje na određeni kompromis i dozvoljava izvjesnu vjerojatnost da se kratki spojevi u mrežama pojavljuju. Doduše, želimo da *vjerojatnost pojave kratkog spoja* bude dovoljno mala i u razumnim granicama. Prema tome, kratke spojeve ne možemo u mreži potpuno izbjeći, pa moramo računati da će se oni povremeno pojavljivati.

Ovu problematiku možemo gledati i *s ekonomskog aspekta* i tražiti da ukupni troškovi u mreži budu minimalni. Pri tome bi u troškove morali obuhvatiti ulaganja u samu izvedbu mreže, ulaganja u zaštitne uređaje protiv kratkog spoja, i konačno vrijednost šteta koje nastaju uslijed kratkog spoja. Direktne štete na dijelovima mreže koji su uslijed kratkog spoja stradali, a isto tako i indirektne štete zbog prekida opskrbe potrošača. Dakako da je sve ovo veoma kompleksno i teško obuhvatiti matematičkim modelom, pa su se današnja rješenja iskristalizirala na temelju iskustava kombiniranih s raznim općim i konkretnim studijama.

Ovi slučajevi prikazani su pregledno u tab. 1.

Vrste kratkih spojeva

Vrste kratkih spojeva ovise o tačkama *između kojih nastaje* kratki spoj. U našim trofaznim mrežama imamo tri fazna vodiča i zemlju. Neka nam takav vod simbolički predstavlja čitavu mrežu, a na početku voda uzet ćemo da postoji izvor spojen u zvijezdu npr. sekundarni namot trasformatora. Budući da je važno u kakvom odnosu stoje fazni vodiči prema zemlji, uzet ćemo jedamput da je zvjezdište direktno uzemljeno, a drugi put da je izolirano. (Vidi sliku 1).

Tropolni kratki spoj (a) nastaje kad dođe do međusobnog spoja između sve tri faze. Može se dogoditi da pri tom imamo i spoj sa zemljom. Kod nadzemnih vodova rijetko dolazi do tropolnog kratkog spoja, a posebno do tropolnog kratkog spoja sa zemljom, jer su razmaci između faznih vodiča veliki. Kod trožilnih kabela redovito se svaki kratki spoj pretvara u tropolni kratki spoj sa spojem na zemlju, jer na mjestu kvara izgori sva izolacija koja se nalazi između vodiča i prema zemlji. Kod tropolnog kratkog spoja električne prilike su simetrične pa na strujne i naponske prilike ne utječe da li je zvjezdište uzemljeno ili izolirano, a isto tako ne utječe ni ako osim tropolnog spoja imamo i spoj sa zemljom.

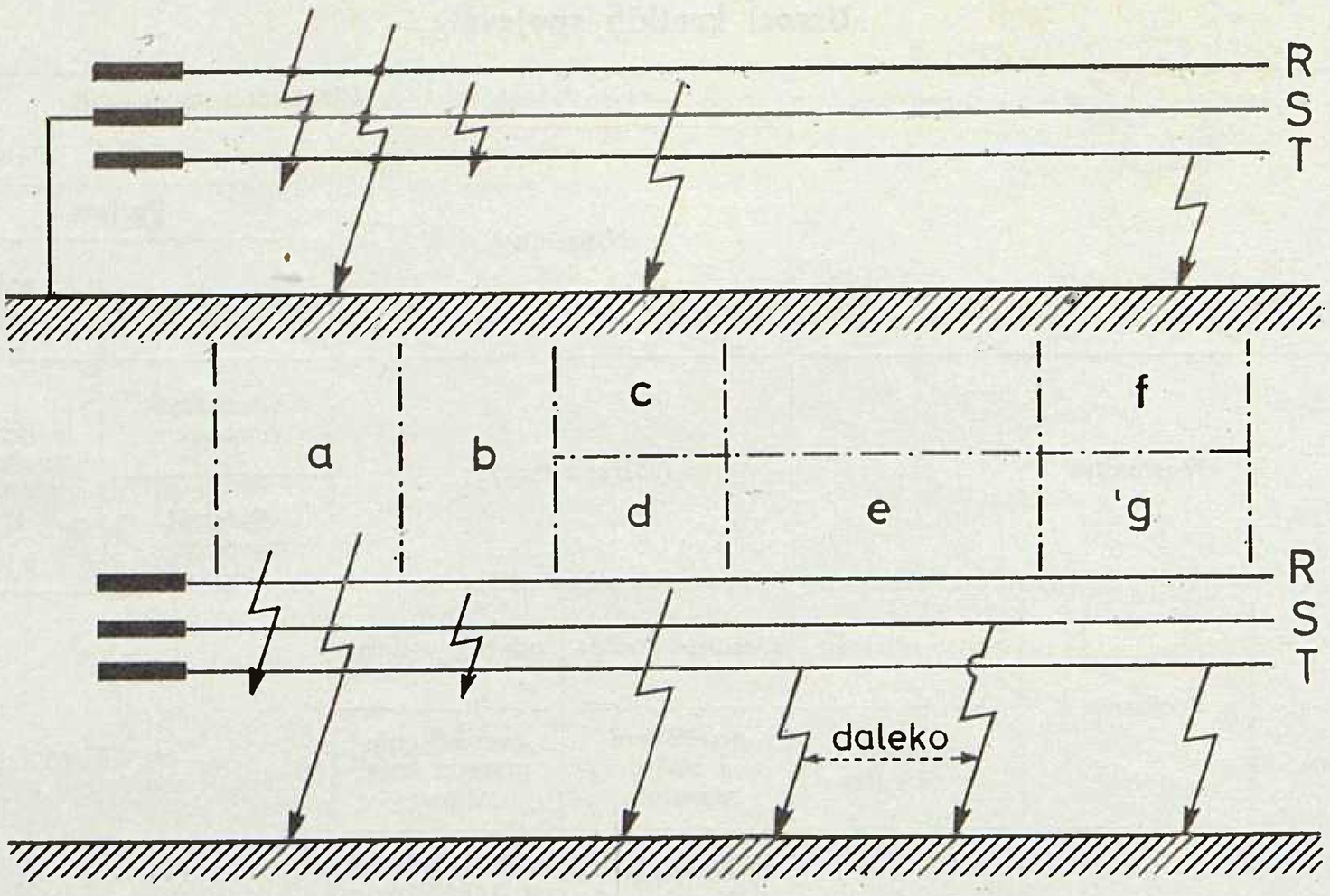
Dvopolni kratki spoj (b) nastaje kod sloma izolacije između dvije faze. U takvom slučaju električne prilike su iste bez obzira imamo li uzemljeno ili izolirano zvjezdište.

Dvopolni kratki spoj sa spojem na zemlju dovodi do različitih električnih prilika u mreži kada je zvjezdište uzemljeno (c) odnosno, kada je izolirano (d).

Dvostruki zemljospoj (e) može nastati u mreži s izoliranim zvjezdištem u slučaju kad jedna faza ima spoj sa zemljom na jednom mjestu, a druga faza na drugom mjestu u mreži. Mjesta mogu biti između sebe i prilično udaljena.

Jednopolni kratki spoj (f) nastaje kod kvara između vodiča i zemlje, ako je mreža kruto uzemljena. U tom slučaju imamo galvanski zatvorenu petlju kroz koju teče razmjerno velika struja induktivnog karaktera.

Zemljospoj (g) nastaje kod kvara između jednog faznog vodiča i zemlje u mreži koja ima izo-



Sl. 1. Vrste kratkih spojeva

lirano zvjezdište. U tom slučaju nemamo galvanski zatvorenu petlju, nego se struja zatvara preko dozemnih kapaciteta, tako da je struja kapacitivnog karaktera i nema naročito veliki iznos.

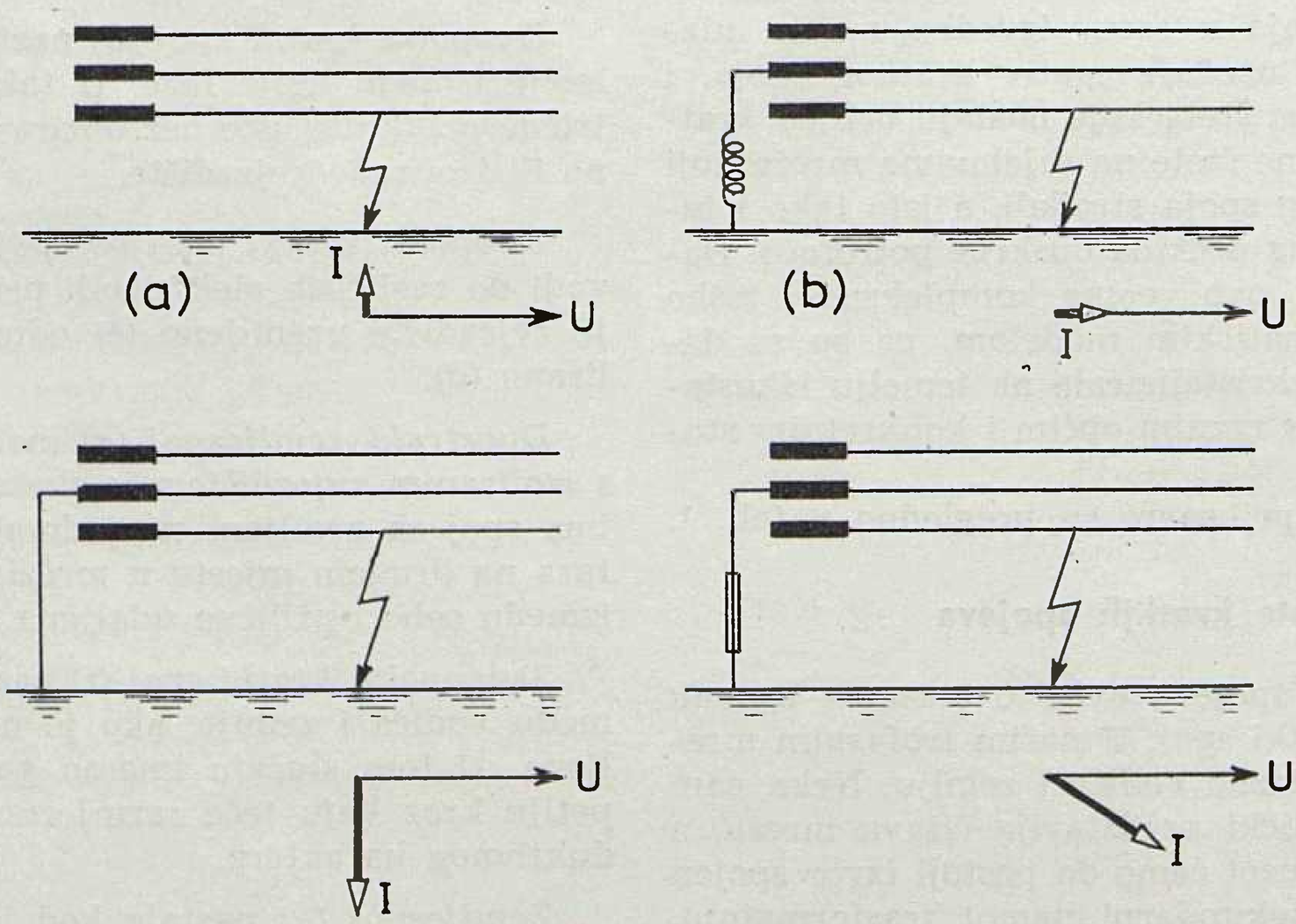
Jednopolni kvar ćemo malo potanje razmotriti (slika 2). Mreža može biti potpuno izolirana, i u tom slučaju postoji samo kapacitivna veza između vodiča i zemlje, pa na mjestu kvara teče *kapacitivna struja*. Takav kvar nazivamo zemljospoj (a).

Postavljanjem prigušnice između zvjezdišta transformatora i zemlje, koja je u rezonanciji sa dozemnim kapacitetom mreže, možemo kompenzirati struju zemljospoja na mjestu kvara, pa na tom mjestu teče malo *preostale struje* koja je prvenstveno djelatnog karaktera (b).

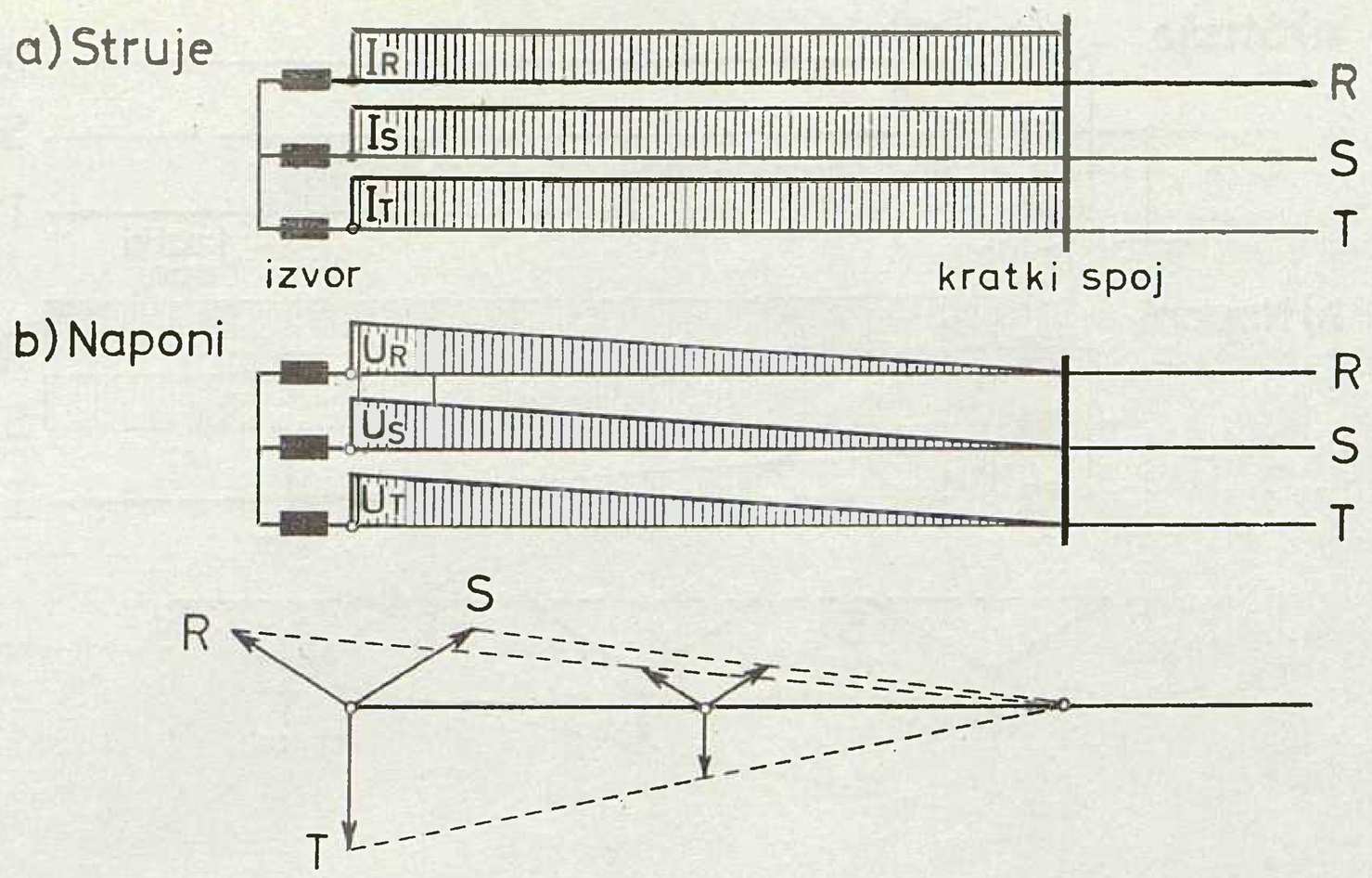
Ako je mreža direktno uzemljena, onda jednopolni kvar predstavlja kratki spoj, jer imamo galvanski zatvorenu petlju, u kojoj mogu teći velike struje. Struja kvara ima *induktivni karakter* i razmjerno veliki iznos (c).

Tu razmjerno veliku induktivnu struju možemo smanjiti ako između zvjezdišta i zemlje umetnemo neku impedanciju, pa će *iznos struje* biti *smanjen*. U tu svrhu se može upotrijebiti djelatni otpor ili prigušnica, ali ona nije u rezonanciji sa dozemnim kapacitetima mreže (d).

U prva dva slučaja pojavu nazivamo *zemljospoj* i iznos struje nije naročito velik, pa ne dovodi do poteškoća zbog toga što ona teče kroz elemente mreže. U druga dva slučaja pojavu nazivamo *krat-*



Sl. 2. Jednopolni kvar



Sl. 3. Tropolni kratki spoj

ki spoj, struja ima razmjerno veliki iznos koji može dovesti do poteškoća i oštećenja zbog zagrijavanja elemenata mreže kroz koje struja teče.

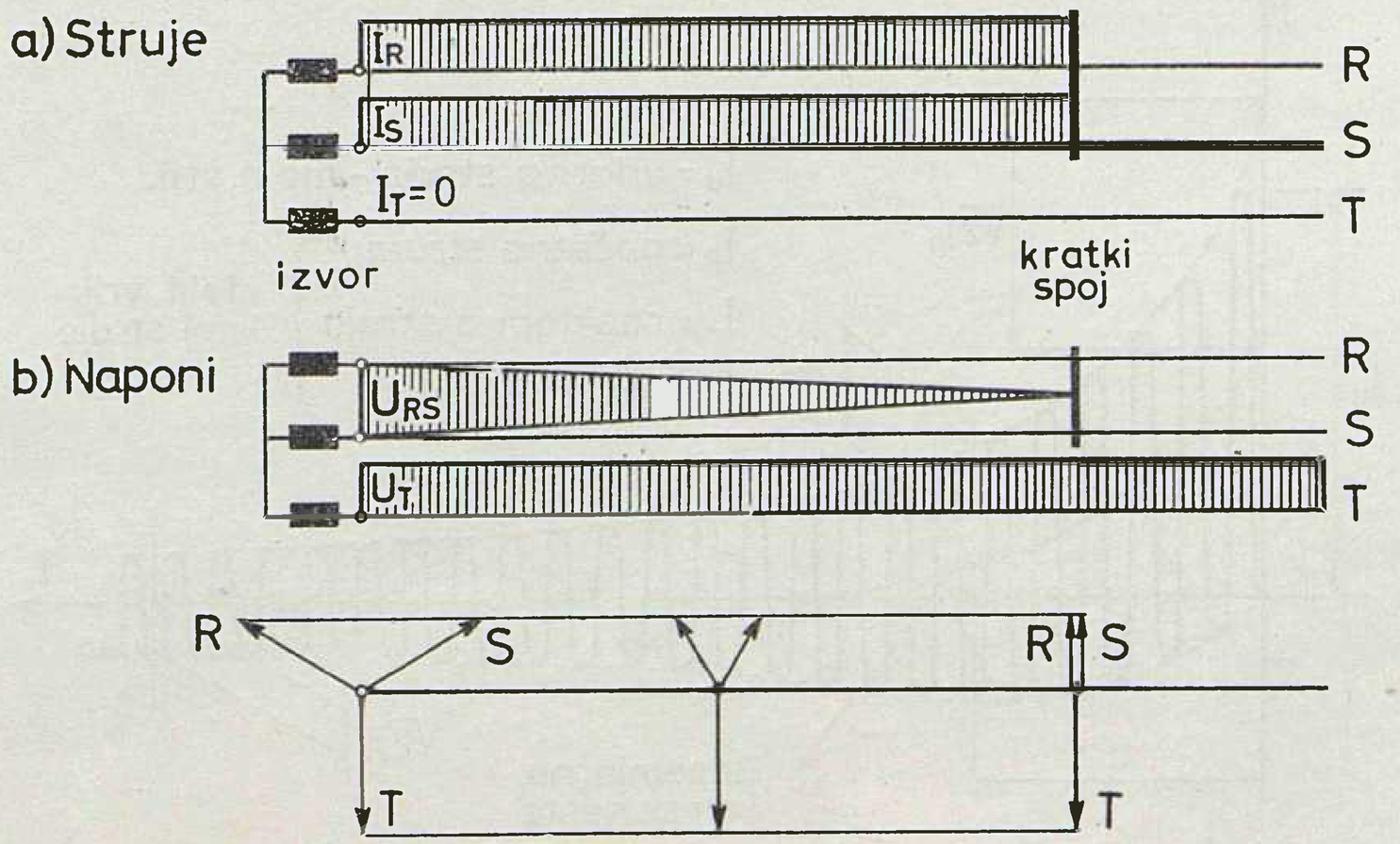
Električne prilike kod kratkog spoja

Radi jednostavnosti ćemo mrežu opet *simbolički prikazati,* samo pomoću jednog voda koji je napajan izvorom, npr. sekundarnim namotom transformatora. Razmotrit ćemo prilike kod tipičnih vrsta kratkog spoja.

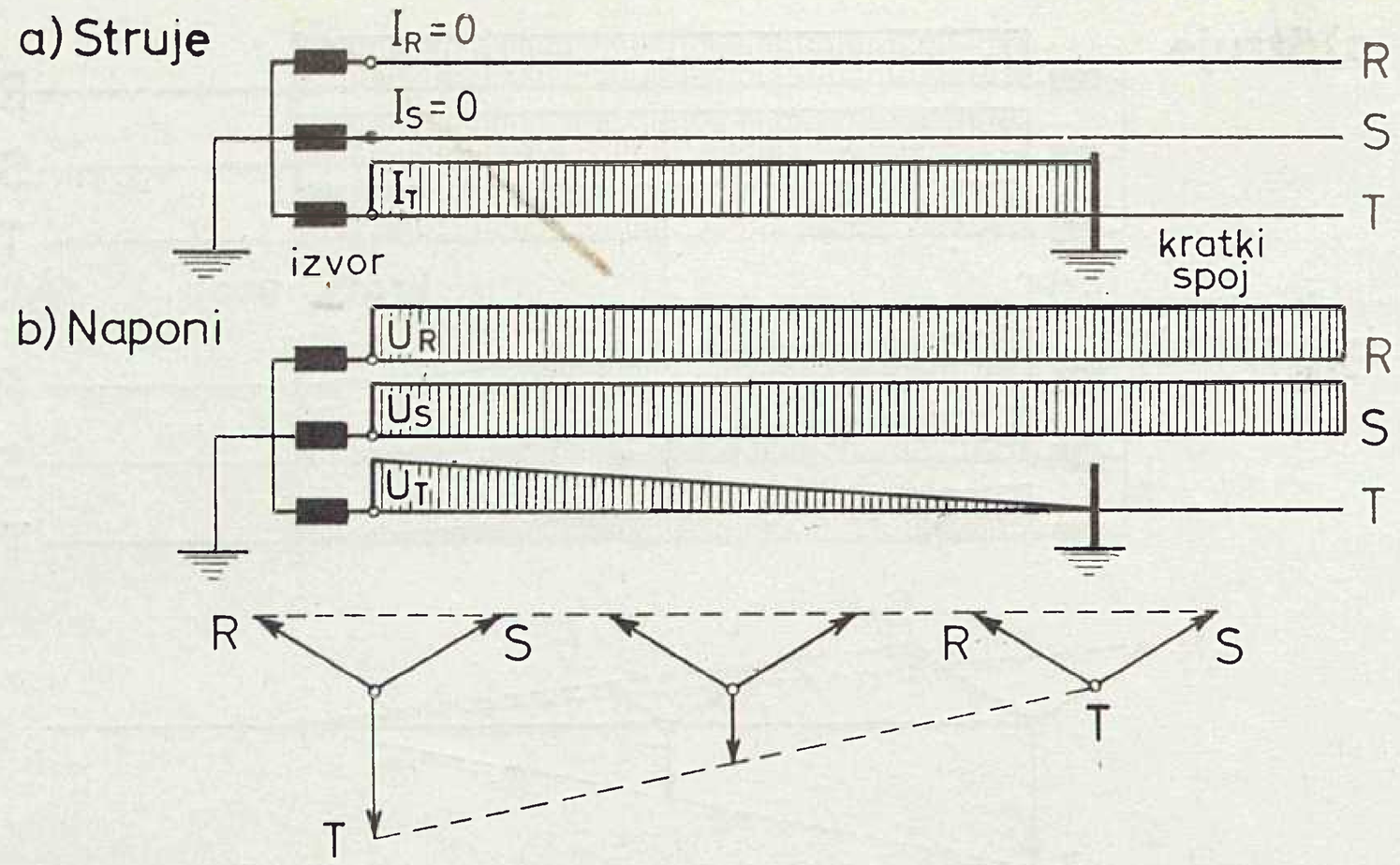
Kod tropolnog kratkog spoja, prilike su najjednostavnije jer je to simetrični kratki spoj pa su prilike, što se tiče napona i struja, iste u sve tri faze. Vidi sliku 3.

Struje imaju iste iznose u sve tri faze, ali su međusobno pomaknute po faznom kutu za 120 °C. Te su struje jednake duž čitavog voda od izvora do mjesta kvara. Ovo vrijedi zbog pretpostavke da nemamo pomoćnih grana, što smo učinili radi jednostavnosti promatranja. Što se pak napona tiče njegova je vrijednost na mjestu kvara jednaka nuli u sve tri faze, a idući prema izvoru postepeno raste i to linearno, ako pretpostavimo da je uzdužna impedancija jednolično raspoređena duž voda. Naponi su po iznosu međusobno pomaknuti za fazni kut 120°. Zbog linearnog postepenog smanjivanja napona duž voda, počevši od izvora prema mjestu kvara, i vektorska slika napona se jednolično smanjuje za sva tri fazna napona.

Kod dvopolnog kratkog spoja struje teku samo u dvije bolesne faze. Vidi sliku 4.
One su po iznosu jednake, ali suprotnog smjera. U zdravoj fazi struja je jednaka nuli duž čitavog voda. Napon zdrave faze nije poremećen i njegova vrijednost vlada duž čitavog voda, od izvora do mjesta kratkog spoja. Poremećen je napon kod bolesnih faza i to tako, da linijski napon između tih dviju faza ima punu vrijednost kod izvora, a vrijednost nula kod mjesta kvara, s time da se promjena vrši linearno duž voda.



Sl. 4. Dvopolni kratki spoj



Sl. 5. Jednopolni kratki spoj

Kod jednopolnog kratkog spoja, gdje imamo kvar između vodiča i zemlje, a zvjezdište izvora je uzemljeno, teče struja samo u bolesnoj fazi. Ta se struja vraća kroz zemlju prema izvoru. Što se naponskih prilika tiče, zdrave faze imaju puni neporemećeni napon duž voda, dok se kod bolesne faze mijenja fazni napon od punog iznosa na izvoru linearno do nule na mjestu kvara. Vidi sliku 5.

Na isti način može se načiniti analiza za *ostale vrste kratkog spoja.* Mi ćemo se međutim zadovoljiti s gornja tri tipična slučaja.

Štetne posljedice kratkog spoja

Štetne posljedice uslijed kratkog spoja nastaju:

1. unutar mreže,
2. izvan mreže.

U našem usvojenom sistemu rada sa konstantnim naponom, kod kratkog spoja se pojavljuju razmjerno velike struje, a s druge strane dolazi do sloma napona. Zbog toga štetne posljedice unutar mreže možemo podijeliti na dvije grupe:

1. zbog povećanja struje,
2. zbog smanjenja napona.

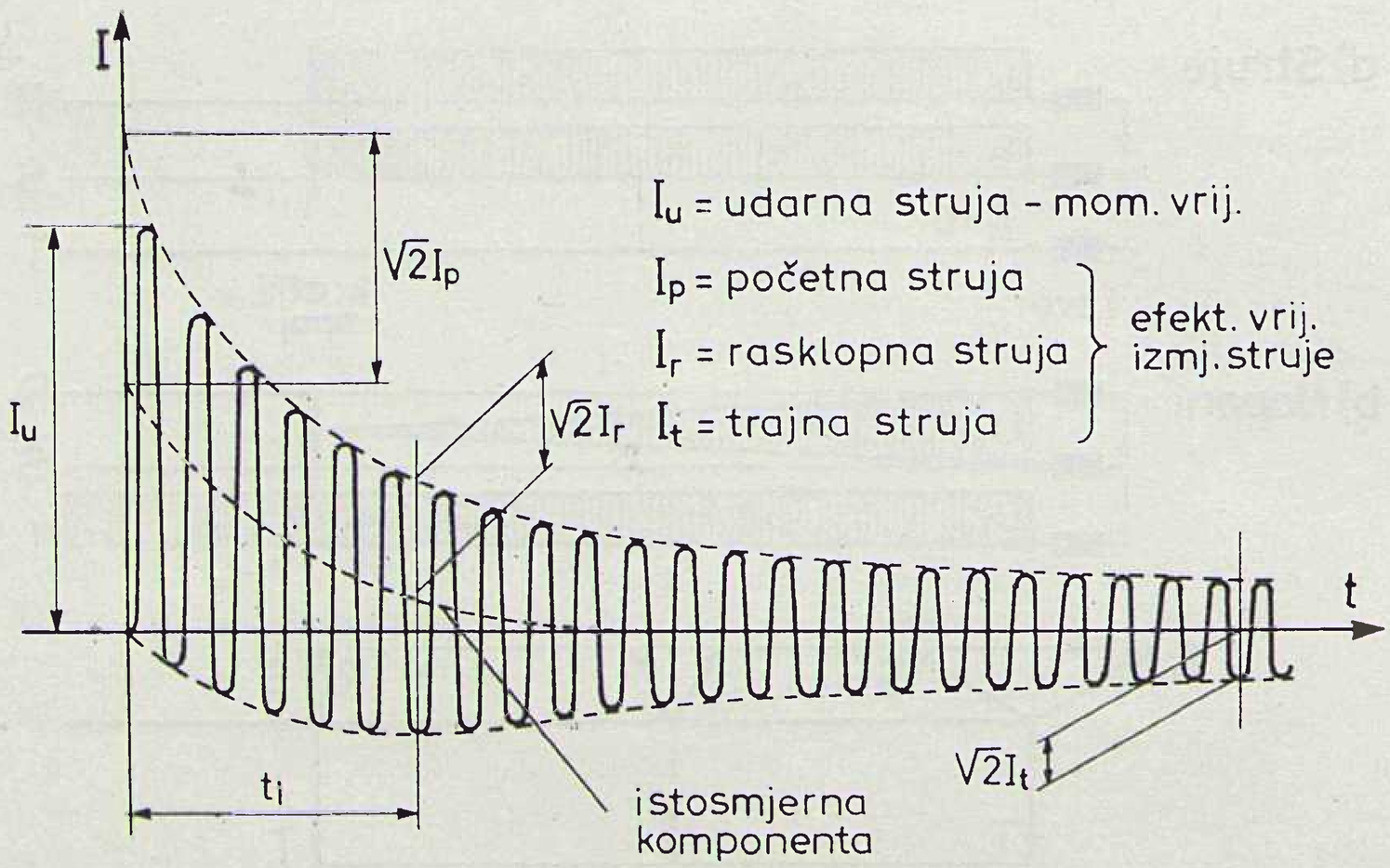
Prilikom povećanja struje nastaju štetne posljedice zbog njezinog djelovanja i to:

1. u dinamičkom pogledu,
2. u termičkom pogledu.

Kratki spoj u našim mrežama predstavlja u stvari prelaznu pojavu koja traje nekoliko sekundi, dok se ne smiri u stacionarnom stanju trajnog kratkog spoja. Ako promatramo *oscilogram struje kratkog spoja* možemo uočiti slijedeće: (vidi sliku 6):

Struja kratkog spoja se sastoji od dvije komponente i to:

1. izmjenične komponente frekvencije 50 Hz,
2. istosmjerne komponente.



Sl. 6. Oscilogram struje kratkog spoja

Izmjenična komponenta u prvom momentu, odmah nakon nastajanja kratkog spoja, ima razmjerno veliku vrijednost i odgovara početnoj reaktanciji sinhronog stroja. U prvo vrijeme amplituda struje kratkog spoja naglo se prigušuje, dok se postigne vrijednost koja odgovara prolaznoj reaktanciji sinhronog stroja. Nakon toga je prigušivanje polaganije, dok se ne postigne trajna vrijednost amplitude, koja odgovara sinhronoj reaktanciji stroja.

Osim toga pojavljuje se i *istosmjerna komponenta* struje kratkog spoja koja je različita u sve tri faze, a ovisi o položaju rotora prema namotima statora u momentu kad je kratki spoj nastao. Maksimalna vrijednost istosmjerne komponente može iznositi najviše onoliko koliko iznosi amplituda izmjenične komponente, a zatim se istosmjerna komponenta razmjerno brzo prigušuje.

Kod proračuna električnih prilika pri kratkom spoju računamo kao da se radi *o stacionarnom stanju,* pa na taj način računamo efektivnu vrijednost izmjenične struje. Već prema tome u kojem momentu želimo dobiti tu vrijednost računamo s početnom, prolaznom, odnosno sinhronom reaktancijom generatora. Za istosmjernu komponentu uzimamo najveću vrijednost koju može postići, a to je amplituda izmjenične komponente za struju koja odgovara početnoj reaktanciji.

Za dinamičko djelovanje struje kratkog spoja mjerodavna je najveća momentalna vrijednost koju struja uopće postiže. Kad ne bi bilo prigušenja, kombinacijom izmjenične i istosmjerne komponente dobio bi se iznos koji je jednak dvostrukoj amplitudi izmjenične komponente. No, da se ta momentalna vrijednost postigne, potrebno je da prođe pola perioda tj. jedna stotinka sekunde, a za to vrijeme se iznos struje zbog prigušenja smanji. Zbog toga računamo sa strujom koja je samo 1,8 puta veća od amplitude izmjenične komponente. Tu struju nazivamo udarna struja kratkog spoja.

Iznos udarne struje mjerodavan je za veličinu *mehaničkih naprezanja* koja se pojavljuju u elementima naše mreže, pa može doći do mehaničkog oštećenja pojedinog elementa. Da ne dođe do tih velikih dinamičkih naprezanja morali bismo prekinuti struju kratkog spoja još prije nego udarna struja postigne svoju punu vrijednost. No, to se može jedino pomoću osigurača koji pregore u vrlo kratko vrijeme, ali se oni ne mogu upotrijebiti u prijenosnim mrežama. Zbog toga u prijenosnim mrežama ne možemo izbjeći dinamički utjecaj struje kratkog spoja, pa elementi mreže moraju biti mehanički čvrsto konstruirani.

Termičko naprezanje je posljedica džulove topline koja se stvara uslijed struje kratkog spoja, i odgovara integralu kvadrata te struje po vremenu. Zagrijavanje je veoma veliko, jer je struja kratkog spoja mnogo puta veća od najveće struje koja se javlja normalno u pogonu. Zagrijavanje nastupa kod svih elemenata mreže između izvora i mjesta kratkog spoja, jer struja kratkog spoja teče kroz sve te elemente. Da ne bi došlo do termičkih oštećenja, prema kojima je prvenstveno osjetljiva kruta izolacija transformatora, generatora i sličnih elemenata mreže, moramo struju kratkog spoja što prije prekinuti. Kod nadzemnih vodova izolacija nije toliko osjetljiva prema strujama kratkog spoja, ali danas struje kratkog spoja postižu tako velike vrijednosti da su već ugroženi i njihovi vodiči, ukoliko struja teče nešto dulje, npr. nekoliko sekundi. Kabeli koji imaju krutu izolaciju, teško mogu izdržati struju kratkog spoja duže od jedne sekunde.

Za vrijeme kratkog spoja dolazi i do znatnog *smanjenja napona,* pa na mjestu kvara (ako je otpor samog kvara jednak nuli) napon pada na nulu i postiže potpuni slom. Uslijed smanjenja, odnosno sloma napona, dolazi do štetnih posljedica i to:

1. zbog utjecaja smanjenja napona na rad trošila,
2. zbog utjecaja smanjenja napona na pogon mreže.

Kao štetne *posljedice smanjenja napona kod trošila* spomenut ćemo elektromotore, kod kojih uslijed smanjenja napona dolazi do usporavanja. Kad bi kratki spoj duže vremena trajao moglo bi doći i do potpunog zaustavljanja motora (ali bi dakako pri tome njihova zaštita morala već proraditi). Ukoliko, kao što se redovito radi, kratki spoj u razmjerno kratkom vremenu iskopčamo, motori opet dobiju puni napon, ali je njihova brzina prilično smanjena, pa to kod uspostavljanja napona izazove udarac s razmjerno velikom strujom (što može opet dovesti do izbacivanja zaštitne sklopke). U svakom slučaju ovakvi naponski poremećaji štetno djeluju na pogon elektromotora, pa i nekih drugih trošila.

Štetne *posljedice smanjena napona na pogon mreže* sastoje se u tome što može biti ugrožena stabilnost pogona mreže. Uslijed smanjenja napona dolazi do smanjenja sinhronizacionih sila između strojeva. U krajnjem slučaju potpunog sloma napona između dva stroja, dođe do potpunog gubitka sinhronizacione sile, pa se rotori strojeva okreću svaki za sebe, neovisno o drugom rototu. Nakon iskapčanja kratkog spoja uspostavlja se sinhronizaciona sila, ali položaji rotora mogu biti već toliko poremećeni da ispadnu iz koraka. Treba napomenuti da za vrijeme trajanja kratkog spoja postoje uzroci koji dovode do različite brzine vrtnje pojedinih strojeva u mreži. Kod kratkog spoja strojevi daju struju prvenstveno induktivnog karaktera, pa je i snaga koju daju jalova, odnosno generatori se mehanički rasterete. Regulator turbine ne djeluje tako brzo, pa je mehanička snaga turbine veća od električne koju generator daje u mrežu. Zbog toga dolazi do ubrzavanja rotora, ali to ubrzavanje neće biti jednako kod svih strojeva, jer ovisi o neravnoteži mehaničke i električne sile pojedinog stroja, a isto tako i o njegovim mehaničkim osobinama u pogledu tromosti.

Štetne posljedice uslijed smanjenja napona na pogon trošila, a isto tako na stabilnost mreže bit

će utoliko manje ukoliko kratki spoj traje kraće. Zbog toga se i ovdje postavlja zahtjev da se *kratki spoj iskopča u što kraće vrijeme.* U tom slučaju kod elektromotora se može dozvoliti da kratki spoj traje eventualno jednu sekundu ili nešto više, ali s obzirom na stabilnost pogona u mreži postavlja se zahtjev, da se kratki spoj iskopča unutar nekoliko desetinki sekunde.

Štetne posljedice kratkog spoja, koje se pokazuju *izvan same mreže,* dolaze kod nesimetričnih kratkih spojeva, i to prvenstveno kod jednopolnog kratkog spoja. Štetne posljedice se redovito pojavljuju u bližoj okolini nadzemnih vodova na kojima nastaje jednopolni kratki spoj. Možemo ih podijeliti na one koje nastaju:

1. uslijed strujnog polja u blizini nadzemnog voda,
2. uslijed električnog polja u blizini nadzemnog voda,
3. uslijed magnetskog polja u blizini nadzemnog voda.

Ako na stupu dalekovoda nastane jednopolni kratki spoj, teći će struja kvara od vodiča kroz stup u zemlju, i tu će se preko eventualnih uzemljivača širiti u tlo u okolini temelja stupa. Tada *zbog strujnog polja u tlu nastaju* potencijalne razlike na površini tla koje mogu biti opasne za ljude i životinje. Kao što je poznato, te potencijalne razlike promatramo kao napon dodira, odnosno napon koraka. Potencionarne razlike su to opasnije što duže traju, pa ih u vezi s brzinom iskapčanja kratkog spoja moramo ograničiti na bezopasnu vrijednost, ukoliko postoji dovoljno velika vjerojatnost da se u vrijeme kratkog spoja u okolini stupa mogu nalaziti ljudi.

Kod nesimetričnih kratkih spojeva, a također i kod zemljospoja, u okolini nadzemnog voda stvorit će se *električno polje,* zbog čega se u susjednim dojavnim vodovima mogu javiti, eventualno, opasni naponi. I ovo je to opasnije što je poremećaj napona veći, i što duže traje, pa je u tom pogledu zemljospoj naročito neugodan.

U okolini dalekovoda se kod nesimetričnih kratkih spojeva pojavljuje i *magnetsko polje* koje može u susjednim dojavnim vodovima inducirati razmjerno velike, odnosno opasne napone, o čemu treba voditi računa, pa ih ograničiti, utoliko više ukoliko duže traju. Inducirani će naponi u susjednim dojavnim vodovima biti to veći, što su dojavni vodovi bliže visokonaponskim dalekovodima, odnosno što je duža trasa gdje dojavni vod i visokonaponski dalekovod paralelno prolaze terenom.

Da bismo se mogli braniti od štetnih posljedica koje smo razmotrili, moramo u prvom redu sve štetne posljedice upoznati i kvantitativno, a ne samo kvalitativno. Prema tome u prvom redu moramo naći mogućnost da *odredimo električne prilike* u našoj mreži za vrijeme kvara, tj. kolike su struje i naponi na pojedinim mjestima mreže. Koliki su naponi i struje važno je zbog toga, da vidimo kakve će biti štetne posljedice uslijed pojave kratkog spoja, i da budemo sigurni da smo poduzeli sve da štetne posljedice izbjegnemo. Kao što je već ukazano, od kratkog spoja se prvenstveno štitimo time da iskopčamo kratki spoj i na taj način prekinemo štetno djelovanje. Da bismo ispravno projektirali relejnu zaštitu od kratkog spoja i da bismo bili sigurni da će ta zaštita ispravno djelovati, moramo poznavati i napone i struje u pojedinim dijelovima mreže.

Pregled svega rečenoga o štetnim posljedicama uslijed kratkog spoja je u tablici 2.

Štetne posljedice kratkog spoja Tablica 2

Mjesto	Uzrok	Posljedica
Unutar mreže	povećanje struje	dinamičko naprezanje
		termičko naprezanje
	smanjenje napona	nepovoljni rad trošila
		nepovoljni pogon mreže
Izvan mreže	strujno polje u tlu	napon dodira i koraka
	električno polje oko voda	opasni naponi u dojavnim vodovima
	magnetsko polje oko voda	

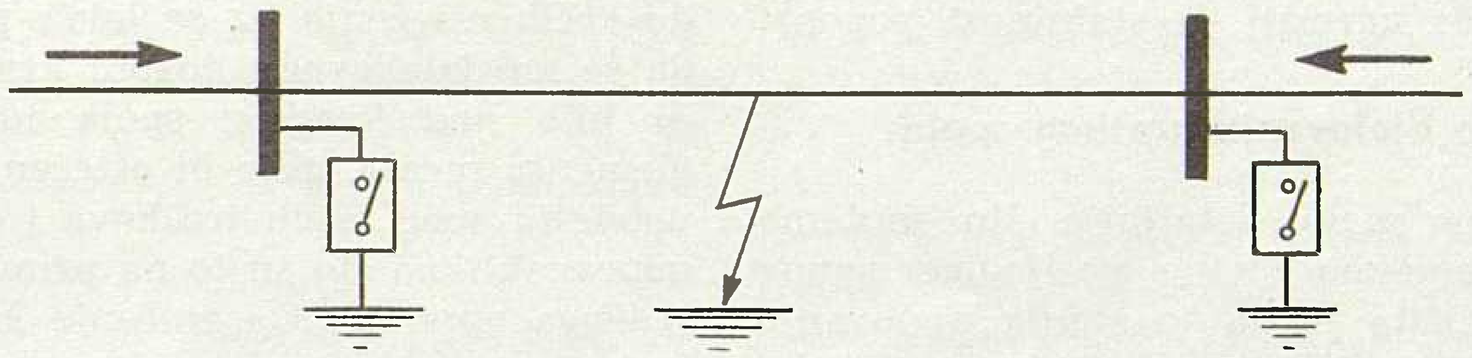
Eliminiranje kratkog spoja

Od štetnih posljedica kratkog spoja moramo se zaštititi. Nažalost nije moguće osigurati se od kratkih spojeva pa moramo s njima računati. To zahtijeva da u našim mrežama poduzmemo odgovarajuće mjere, kako pri nsatanku kratkih spojeva ne bi došlo do većih šteta, odnosno da nastale štete držimo po mogućnosti u podnošljivim granicama. Budući da su posljedice kratkog spoja veoma teške i da kod dužeg trajanja dovode do težih oštećenja u mreži, kako je prije opisano, prisiljeni smo da u svakom slučaju, bez obzira na druge mjere koje poduzimamo, *eliminiramo kratki spoj.* To znači da moramo spriječiti duže trajanje kratkog spoja.

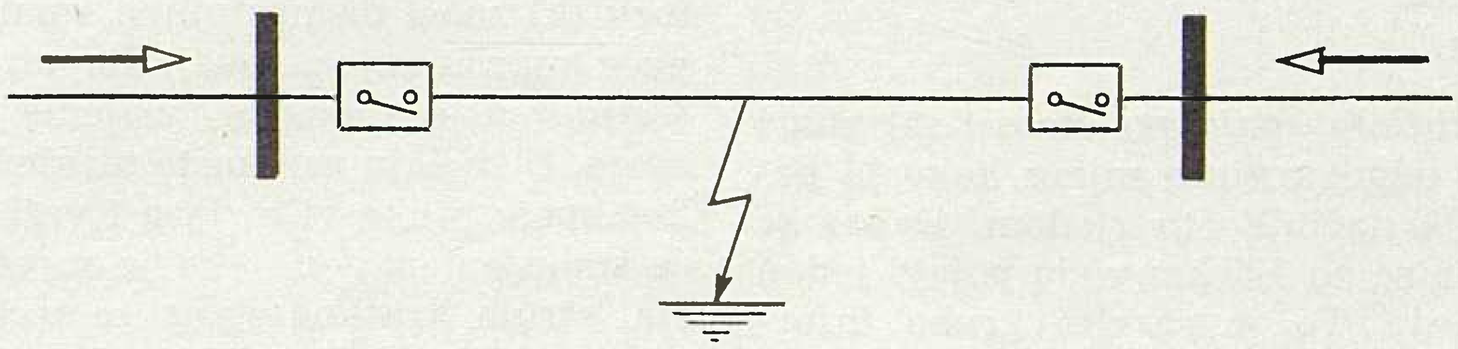
Ako se radi o *trajnom uzroku* kratkog spoja, odnosno o trajnom kratkom spoju, ne može se postupiti drugačije nego da se kratki spoj trajno eliminira. To se može postići jedino na taj način da se mjesto kvara galvanski odvoji od izvora, i na taj način prekine struja kratkog spoja. To se danas postiže pomoću učinskih sklopki (prekidača), koje u vezi sa zaštitnim relejima automatski rade i iskapčaju bolesni dio mreže u najkraće vrijeme.

U slučaju prolaznog uzroka kratkog spoja, ipak će nakon prestanka uzroka na mjestu kvara ostati da gori električni luk podržavan pogonskim naponom. Redovito se taj luk zbog velike struje kratkog spoja neće sam od sebe ugasiti. Potrebno je dakle taj električni luk ugasiti, a budući da se radilo o prolaznom uzroku koji nije doveo do oštećenja, po-

a) Poništavanje napona



b) Poništavanje struje



Sl. 7. Eliminiranje kratkog spoja

gon se može mirne duše nakon eliminiranja električnog luka dalje nastaviti. Dakako da se ovdje radi o prolaznom uzroku koji nije doveo do trajnog oštećenja na izolaciji, dakle kad prolazni uzrok nije prešao u trajni uzrok kratkog spoja.

Električni luk uzima određenu snagu iz mreže i ta je snaga dana umnoškom napona i struje luka. Da bismo eliminirali električni luk moramo tu snagu svesti na nulu. To je moguće na taj način da na nulu svedemo bilo napon bilo struju. Obje ove mogućnosti nalaze svoj odraz u raspoloživim tehničkim rješenjima. Vidi sliku 7.

Eliminiranje električnog luka *pomoću poništavanja napona (a)* može se postići na taj način da se između mjesta kvara i izvora namjerno sruši napon na nulu s tim što se pomoću sklopke proizvede kratki spoj. Ako je trajanje tog namjerno proizvedenog kratkog spoja dovoljno dug, bit će kroz to vrijeme električni luk bez napona pa će se ugasiti, a staza električnog luka će se dovoljno deionizirati. Dakako da ovakvo stanje s namjernim kratkim spojem ne smijemo dugo držati u mreži, pa ćemo otprilike nakon pola sekunde iskopčati sklopke pomoću kojih smo namjerno proizveli kratki spoj. U međuvremenu se električni luk ugasio, a kako je uzrok kratkog spoja bio prolazne naravi to se pogon može bez smetnje nastaviti. Ova tehnika je radi pokusa bila s uspjehom primijenjena u praksi (Francuska), ali nije naišla na širu primjenu i taj način zaštite danas nije uobičajen.

Drugi način za eliminiranje luka jest *poništavanje struje (b)*. To se radi pomoću učinskih sklopki (prekidača) koje se umeću između kratkog spoja i izvora. Otvaranjem tih sklopki prekida se struja kratkog spoja i na taj način se električni luk eliminira. Ako se radilo o prolaznom uzroku mogle su se sklopke nakon vremena, od recimo pola sekunde, ponovo ukopčati, pa je u međuvremenu električni luk prestao, i pogon se mogao dalje nastaviti. U ovom slučaju nije neophodno ponovno vratiti sklopke u prvotno stanje, nego mogu ostati iskopčane, jer to neće dovesti do većih oštećenja u mreži, nego jedino do iskopčanja bolesnog dijela mreže, pa eventualno i do prekida snabdijevanja nekih potrošača.

Tehnika iskapčanja kratkog spoja danas je uvedena u praksu. Nakon što je kratki spoj iskopčan pogonsko osoblje poslije određenog vremena pokuša *ponovno ukapčanje* tih sklopki. To može biti nakon vremena od nekoliko minuta. Ako je uzrok kratkog spoja bio prolazan, pogon se može nastaviti. Međutim u tom međuvremenu pojavljuju se sekundarne posljedice zbog prekida snabdjevanja potrošača, pa se u posljednje vrijeme sve više primjenjuje automatsko ponovno uklapanje. Tu se razlikuju dvije tehnike: brzo i polagano automatsko ponovno uklapanje.

Brzo automatsko ponovno uklapanje ima trajanje iskapčanja otprilike pola sekunde. Na kraće vrijeme se ne smije ići, jer ne bi bilo sigurno da će se električni luk pouzdano prekinuti i njegova staza dovoljno deionizirati. Duže trajanje iskopčanog stanja ugrozilo bi stabilnost pogona mreže. Ova tehnika zahtijeva pouzdanu sinhronizaciju rada sklopki na oba kraja voda u mrežama sa višestranim napajanjem kao što je to redovito slučaj kod mreža za prijenos električne energije, jer se električni luk ne bi ugasio kad sklopke na oba kraja voda ne bi kroz isto vrijeme bile iskopčane.

Osim toga upotrebljava se *polagano automatsko ponovno uklapanje* sa razmjerno dugim trajanjem iskopčanog stanja, otprilike 5 do 10 sekundi. Ta tehnika ima prednost zato što nije potrebno poduzimati posebne mjere za sinhroniziranje rada sklopki na obje strane voda, ali je moguća samo u mrežama koje su dobro zatvorene u zamke, pa

ispad jednog voda u trajanju do 10 sekundi ne samo da neće dovesti do šteta u snabdjevanju potrošača, nego neće ugroziti ni stabilnost pogona.

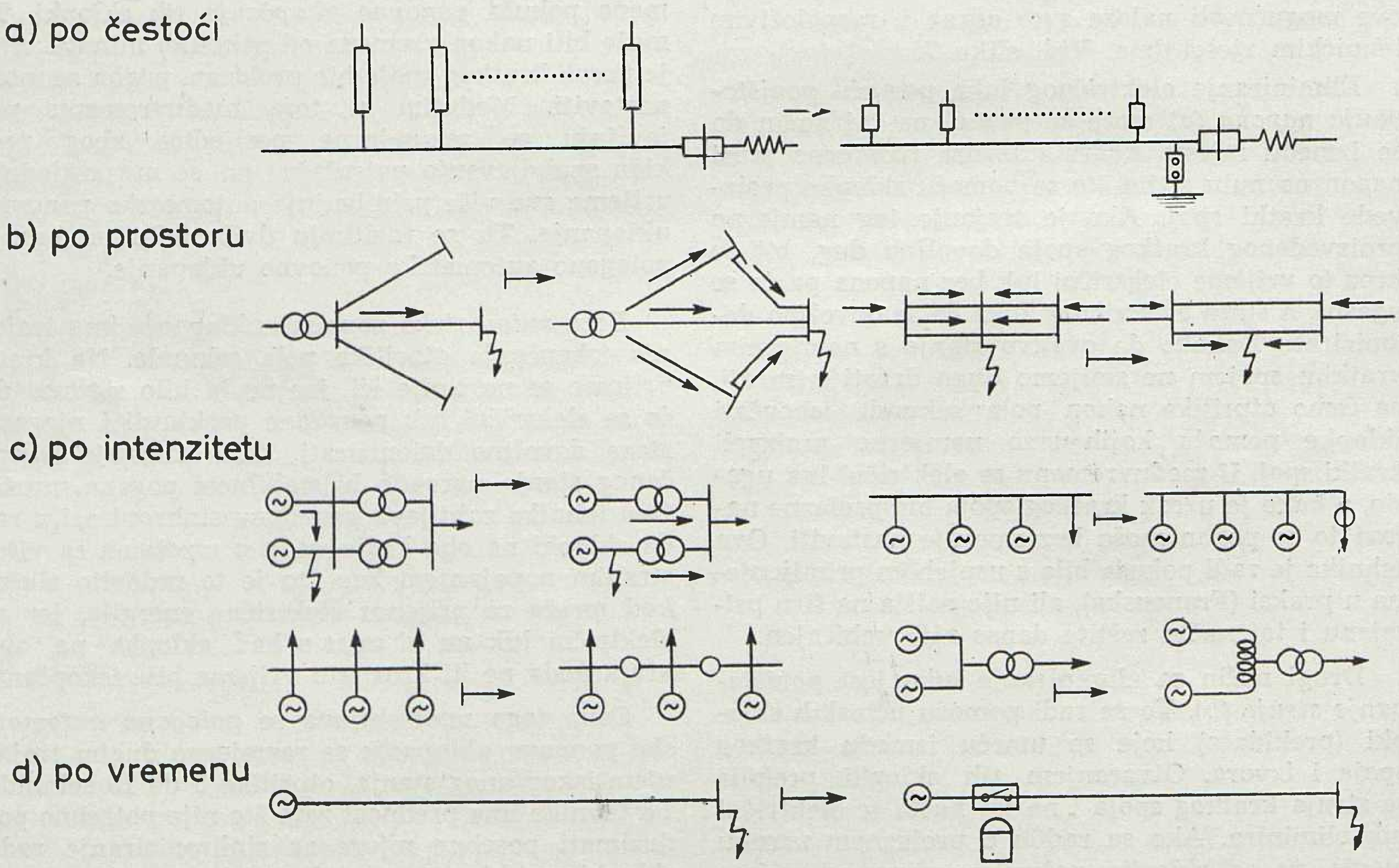
Ograničenje djelovanja kratkog spoja

Razmotrit ćemo malo detaljnije što možemo poduzeti da ograničimo štetne posljedice samog kratkog spoja. Očito je da to štetno djelovanje moramo što više ograničiti i to u svakom pogledu. Pri tome dolazi u obzir *ograničenje* (vidi sliku 8):

1. po čestoći,
2. po prostoru,
3. po intenzitetu,
4. po vremenu.

Ograničenje kratkog spoja po čestoći (a) znači da treba poduzeti odgovarajuće mjere kako bi pojavu kratkog spoja načinili što rjeđom. Danas se otprilike računa da se na 100 km voda pojavi jedan kratki spoj godišnje. To je sasvim gruba informacija o tome što činimo da čestoću kratkih spojeva svodimo na razumnu mjeru. Smanjiti broj kratkih spojeva godišnje na manje zahtijevalo bi veće investicije, a manja ulaganja u kvalitet elemenata naše mreže dovela bi do razmjerno većeg broja kratkih spojeva. Ograničenje kratkih spojeva, pa i njihovih štetnih djelovanja po čestoći, vezano je na odgovarajuću kvalitetu i dimenzioniranje izolacije, a isto tako na adekvatnu zaštitu od prenapona. Kratki spojevi u mrežama najčešće se pojavljuju na dalekovodima, zato što se oni po terenu protežu na stotine kilometara, pa su izloženi mnogim vanjskim utjecajima. Osim toga kratki spoj na dalekovodu ne dovodi do većih oštećenja pa se lakše pomirimo s mišlju da se na dalekovodu dogodi kratki spoj, nego što bi bilo kod kratkog spoja na nekom drugom elementu mreže, gdje bi oštećenja bila mnogo neugodnija zbog većih troškova i dužeg vremena za popravak (kao što su to na primjer transformatori i druga oprema). Ograničenje kratkih spojeva po čestoći na razumnu granicu obuhvaća se ispravnim projektiranjem mreže u pogledu izolacije i zaštite od prenapona.

Ograničenje djelovanja kratkog spoja po prostoru (b) znači da nastojimo smanjiti na što je moguće manju mjeru onaj dio mreže koji stoji pod štetnim utjecajem za vrijeme trajanja kratkog spoja. U slučaju zamkaste mreže teći će struje kratkog spoja preko više staza i veći broj čvorova imat će smanjeni napon. Ako je mreža naprotiv zrakasta, struja kratkog spoja će teći samo kroz jedan vod, a smanjenja napona nastupit će samo na čvorovima koji se nalaze na tom potezu. Slično vrijedi i za dugi dvostruki vod koji u sredini ima poprečnu vezu. Ako nastane kvar na jednoj trojki onda će se preko te poprečne veze slom napona proširiti i na drugu trojku, a struja kvara teći će i kroz jednu i kroz drugu trojku. Ako nemamo poprečne veze, slom napona ograničit će se samo na jednu trojku a isto tako i velika struja kratkog spoja teći će samo kroz jednu trojku. Ograničenje štetnog djelovanja kratkog spoja po prostoru može se postići odgovarajućom konfiguracijom mreže. Općenito



Sl. 8. Ograničenje djelovanja kratkog spoja

možemo reći da poprečne veze loše djeluju u pogledu direktnih štetnih posljedica kratkog spoja. Kao što se vidi, konfiguracija mreže može utjecati da se djelovanje kratkog spoja ograniči po prostoru.

Ograničenje djelovanja kratkog spoja po intenzitetu (c) znači da struje kratkog spoja i slom napona bude što manji. Ograničenje po intenzitetu može se također postići odgovarajućom konfiguracijom mreže. Dobro je poznati primjer blok-spoj generator - transformator u elektrani, za razliku od sheme u kojoj postoje i generatorske sabirnice. U slučaju kratkog spoja na stezaljkama jednog generatora, u blok-spoju će taj kratki spoj direktno napajati samo jedan generator, a ostali generatori preko dvaju transformatora u seriji čime će struja biti znatno ograničena. Kad bismo imali generatorske sabirnice, svi generatori bi direktno radili na kratki spoj. I ovdje se opet vidi da je poprečna veza neugodna s obzirom na djelovanje kratkog spoja.

Drugi način je *uvođenje prigušnica* kroz koje teče struja kratkog spoja, pa se na taj način struja smanji po intenzitetu. Takav primjer su prigušnice koje se umeću u odvojke za vlastitu potrošnju unutar elektrana. Međutim kroz te prigušnice ne samo da teče struja kratkog spoja (pa one pri tome povoljno djeluju), nego kroz njih teče i struja u normalnom pogonu kod zdrave mreže, (što je nepovoljno jer prigušnice stvaraju razmjerno veliki pad napona). Zbog toga se nastoji da se prigušnice tako postave u mreži da kroz njih u normalnom pogonu, po mogućnosti, teče što manja struja, a da tek kod pojave kratkog spoja dolazi do veće struje koja kroz njih teče.

Primjer tako postavljenih prigušnica su prigušnice umetnute u sabirnice generatora, dakle umetnute u poprečne veze između generatora. Ima posebnih izvedaba prigušnica koje su podijeljene u dvije polovine. U normalnom pogonu struje u pojedinim polovinama teku jedna drugoj nasuprot, pa se njihovo djelovanje poništava, i ne dolazi do prigušenja, a u slučaju kratkog spoja struja u obje polovine teče u istom smjeru pa prigušnica dolazi do izražaja.

I u pogledu smanjena intenziteta kratkog spoja mogu se *pomoću prikladne konfiguracije mreže* postići povoljni rezultati. Pri tome je općenito povoljno da za vrijeme kratkog spoja putevi između izvora i mjesta kratkog spoja budu što duži. I ovdje se općenito poprečne veze pokazuju kao nepovoljne.

Ograničenje djelovanja kratkog spoja po vremenu (d) znači da sam kratki spoj eliminiramo što prije. Kao što smo već spomenuli, tu mjeru u svakom slučaju moramo poduzeti, jer bi duže trajanje kratkog spoja dovelo do većih oštećenja. Kao što je rečeno, današnja praksa eliminira spoj pomoću iskapčanja veza između kratkog spoja i izvora. Prema tome kratki spoj treba iskopčati u veoma kratko vrijeme, danas se radi o redu veličine jedne desetinke sekunde, pa i manje.

Zaključno možemo reći da ograničenje djelovanja kratkog spoja po čestoći, po prostoru i po intenzitetu, treba obuhvatiti *unutar projekta same mreže,* pa se ispravnim projektiranjem mreže tu može mnogo postići. Što se tiče ograničenja po vremenu, to se postiže pomoću automatskog iskapčanja i zato moramo mrežu opremiti odgovarajućom relejnom zaštitom. *Relejna zaštita* obuhvaća mjerne transformatore pomoću kojih se mjere električne prilike u pojedinim tačkama mreže, zatim releje koji ocijenjuju treba li izvršiti iskapčanje i to na kojem mjestu u mreži, te konačno sklopke (prekidače) koje dobivaju nalog od releja, i u stvari vrše iskapčanja. Nažalost ova mjera, tj. iskapčanje kratkog spoja, dovodi i do sekundarnih štetnih posljedica. Nakon iskapčanja pojedini elementi mreže ne sudjeluju više u pogonu, pa to može dovesti do poteškoća u pogonu mreže i do prekida u napajanju potrošača.

Ograničenje djelovanja iskapčanja

Kao što smo vidjeli, kratki spoj u svakom slučaju moramo iskopčati da spriječimo teža oštećenja u pojedinim elementima mreže. To iskapčanje dovodi *do sekundarnih štetnih posljedica,* jer pojedini elementi mreže ne sudjeluju u pogonu. Očito je da je mreža tako projektirana da se izgrađeni elementi mreže koriste u pogonu, pa će pogon bez nekih elemenata biti nepovoljni. To može dovesti ne samo do loših naponskih prilika nego i do prekida napajanja pojedinih potrošača, a u krajnjem slučaju i do gubitaka stabilnosti elektroenergetskog sistema. Štetne posljedice uslijed iskapčanja su slijedeće:

1. neekonomični način pogona mreže, tj. veći gubici u pogonu,
2. loše naponske prilike tj. loši režim napona,
3. prekid napajanja pojedinih potrošača,
4. raspad mreže u dva dijela, zbog ispada iz pogona elementa koji inače ta dva dijela povezuje, s lošijim režimom pogona u odvojenim dijelovima, pa čak i s eventualnim pomanjkanjem snage u jednom dijelu mreže da se pokriju potrebe potrošača,
5. raspad čitavog elektroenergetskog sistema zbog gubitka stabilnosti.

Moramo dakle poduzeti mjere za ograničenje ovih štetnih posljedica.

Ograničenje se može provesti:

1. po čestoći,
2. po prostoru,
3. po vremenu,
4. po broju faza.

Ograničenje djelovanja iskapčanja *po čestoći,* znači da trebamo iskapčanje vršiti samo onda kad je zaista došlo do kratkog spoja, i da relejna zaštita ne smije djelovati, ako do kratkog spoja nije došlo.

Ograničenje djelovanja iskapčanja *po prostoru* znači da iskapčanje treba ograničiti samo na najnužniji dio, s tim npr. da se iskopča samo onaj elemenat mreže na kojem se nalazi kratki spoj. Pri tom treba analizirati prilike s obzirom na oblik mreže i utvrditi koji je to najnužniji dio koji treba iskopčati. Princip ograničenja djelovanja iskapčanja po prostoru poznat je po imenu selektivnost.

Ograničenje djelovanja iskapčanja *po vremenu* znači da iskopčano stanje treba da traje što kraće vrijeme. Danas se to radi pomoću automatskog ponovnog ukapčanja, i iskopčano stanje drži se samo tako dugo dok se na mjestu kvara ugasi električni luk. To dakako vrijedi samo za slučaj kad se radi o prolaznom kratkom spoju koji će sam od sebe iščeznuti za vrijeme dok traje iskapčanje. U slučaju trajnog kratkog spoja mora iskopčano stanje trajati tako dugo dok ekipe za održavanje mreže ne izvrše potrebni popravak.

Ograničenje djelovanja iskapčanja *po broju faza* znači da u slučaju jednopolnog kratkog spoja ne iskapčamo sve tri faze, nego samo bolesnu fazu. Ovo je interesantno zbog toga, jer su jednopolni kratki spojevi najčešći. Za vrijeme iskopčanog stanja ostale dvije faze su ukopčane i ipak prenose neku sinhronizacionu silu, pa teže dolazi do gubitka stabilnosti. Dakako da ovo jednopolno iskapčanje ne može biti trajno, nego samo privremeno, pa može doći do izražaja samo pri prolaznom kratkom spoju. Ako je kratki spoj trajne naravi onda moramo izvršiti trajno tropolno iskapčanje. I ovo jednopolno iskapčanje vezano je dakle s automatskim ponovnim uklapanjem i u posljednje vrijeme se sve više upotrebljava u mrežama za prijenos električne energije.

Relejna zaštita

Pod relejnom zaštitom podrazumijevamo uređaje koji automatski upravljaju iskapčanjima u mreži ako u njoj nastane kratki spoj. Tipični njezin dio su releji, pa prema njihovim osebinama i čitava zaštita dobiva svoje djelovanje.

Iz prijašnjih razmatranja na relejnu zaštitu koja treba vršiti iskapčanje kratkog spoja stavljaju se slijedeći *zahtjevi:*

1. osjetljivost,
2. kritičnost,
3. brzina,
4. selektivnost,
5. pouzdanost.

Osjetljivost relejne zaštite znači da releji moraju osjetiti svaki kratki spoj u mreži i djelovati tj. dati nalog sklopkama da iskopčaju. Ne može se dozvoliti da u mreži nastane kratki spoj, a da ga relejna zaštita ne osjeti i ne dovede do iskapčanja, jer bi u tom slučaju nastala velika oštećenja u mreži, prvenstveno uslijed termičkog djelovanja struje koja teče kroz pojedine elemente mreže.

Kritičnost je zahtjev da relejna zaštita dovede do iskapčanja samo u slučaju kratkog spoja i da ne dovede do nepotrebnih iskapčanja. To je potrebno za to da se izbjegnu štetne posljedice iskapčanja onda kad to nije potrebno.

Brzina je zahtjev da do iskapčanja dođe u najkraće moguće vrijeme. To je naročito važno u visokonaponskim mrežama gdje iole duže trajanje kratkog spoja dovodi u pitanje stabilnost pogona. Suvremeni releji iskapčaju kratki spoj u vremenu od jedne desetinke sekunde ili još manje.

Selektivnost znači da zaštita treba dovesti do iskapčanja samo najnužnijeg dijela mreže. O tome ćemo kasnije nešto više reći, kad budemo govorili o smještaju relejne zaštite u mreži.

Pouzdanost je osobina relejne zaštite koja kaže da niti u slučaju nekog kvara na relejnoj zaštiti ne smije kratki spoj ostati neiskopčan. Budući da do kvara može doći ne samo na releju nego i na mjernim transformatorima pa i sklopki, pouzdanost rada relejne zaštite rješava se pomoću rezerve i to ne samo rezerve u samim relejima nego i pomoću rezerve u ostalim dijelovima relejne zaštite. Najčešće se radi tako da relejna zaštita smještena u jednoj tački mreže služi kao rezerva za relejnu zaštitu u drugoj tački mreže. To je dakako najjeftinije rješenje iako pri tome redovito ne mogu biti ispunjeni svi oni prije spomenuti zahtjevi koji se stavljaju na relejnu zaštitu.

Spomenuti zahtjevi stavljaju se *na zaštitu u cjelini* a ne na same releje, prema tome na zajedničko djelovanje mjernih transformatora, releja i sklopki. Tu može biti obuhvaćen i pomoćni izvor struje, pomoćni vodovi i sve što je vezano sa radom spomenutih elemenata mreže.

U razvoju zaštite od kratkog spoja relejna zaštita predstavlja danas uobičajeno tehničko rješenje. U tom razvoju možemo razlikovati pet generacija, koje su zajedno s nekim osebinama prikazane u tablici 3:

Generacije uređaja za zaštitu od kratkog spoja

Tablica 3

Generacija	Uređaj	Način mjerenja	udešavanje vremenskog zatezanja	kriterij za djelovanje
1	osigurači	primarno	donekle	nadstrujni
2	okidači	primarno	grubo	nadstrujni ili podnaponski
3	elektromehanički releji	sekundarno	dobro	složen
4	statički releji	sekundarno	fino	složen
5	kompjutori	daljinsko	egzaktno (po potrebi)	proizvoljno

Za ograničenje *djelovanja iskapčanja,* i to po vremenu i po broju faza upotrebljava se dodatna automatika za automatsko ponovno uklapanje koje djeluje nakon što su releji doveli do iskapčanja. Dakako da i nju možemo obuhvatiti u sklop relejne zaštite. Zahtjevi koji se na tu automatiku postavljaju jasno slijede iz prijašnjih razmatranja i njihova je problematika veoma jednostavna.

Smještaj relejne zaštite u mreži ovisi o mjeri u kojoj treba udovoljiti selektivnosti. Najjednostavniji je princip da se relejna zaštita stavlja na početak svakog elementa koji želimo selektivno iskapčati. Pri tome pod početkom smatramo onaj kraj elemenata mreže, na kojem se nalazi izvor. To ujedno znači da kod obostranog napajanja treba relejnu zaštitu postaviti na oba kraja. Ipak se pri svemu tome ne smije postupiti šablonski, nego treba provesti analizu do koje mjere treba provesti zahtjev selektivnosti. Tako npr. kod blok-spoja generator-transformator ne treba iskopčati posebno generator i posebno transformator, nego se iskopča čitav blok. Slično se može postupiti kod bloka vod-transformator. Transformatorske stanice s 2 voda i 2 transformatora u visokonaponskoj mreži Engleske imaju standardnu izvedbu sa 3 sklopke, odnosno s 1 sklopkom na visokonaponskoj strani.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Božidar Stefanini
Elektrotehnički fakultet, Zagreb

PODUZEĆE ZA IMPREGNACIJU DRVA
I PROIZVODNJU KOMPRIMIRANIH PLINOVA
KARLOVAC

Obavlja kemijsku zaštitu (kotlovsku impregnaciju) svih vrsti željezničkih pragova, pragova za smještaj kranskih dizalica, stupova za TT i EV vodove, kocaka za hale, rudno drvo i ostali građevinski materijal od drveta.
Impregnira po najsuvremenijim metodama.
Proizvodi komprimirane plinove: kisik, disuplin i dušik.

METODOLOGIJA ZA DONOŠENJE INVESTICIONIH ODLUKA U ELEKTROPRIVREDI

Jadranko Bendeković, Zagreb

Rad tretira problem donošenja investicionih odluka uz prisustvo eksternih ekonomija i disekonomija. Te se odluke donose na osnovi benefit-cost analize. Nakon izlaganja osnovnih definicija, kojima se služi u tekstu, autor opisuje primjenu analize kroz diskusiju problema definiranja projekta, procjene koristi i troškova, i problema kriterija za izbor između investicionih varijanata. Na kraju rada se govori o nekim praktičnim poteškoćama u analizi.

DK 621.31.003

Jedna od osnovnih karakteristika investicionih odluka u elektroprivredi je prisustvo znatnih eksternih ekonomija i disekonomija, koje dovode do velikih razlika između individualne i društvene rentabilnosti investicionih ulaganja u elektroprivredi.[2] Ako se želi postići optimalan razvoj elektroprivrede sa stanovišta društva, onda te odluke treba donositi na osnovi benefit-cost analize.

I. Definicije pojmova

Benefit-cost analiza je analiza svih koristi i troškova jednog ili više projekata, i njihova usporedba. Upotrebljava se da bi se ocijenilo da li projekat treba realizirati ili ne, ili koji je od nekoliko projekata najpovoljniji za realizaciju.[3]

Pod pojmom projekat podrazumijevamo određenu metodu postizavanja neke svrhe, koja u elektroprivrednoj djelatnosti može biti ili proizvodnja električne energije ili proizvodnja neke usluge (prijenos, transformacija . . .).

Program razvoja obuhvaća nekoliko projekata, od kojih se svaki ne realizira, već se analizom svakog od njih određuje jedan ili odeđen broj projekata za realizaciju.

Koristi se definiraju kao svi pozitivni efekti nekog projekta, tj. oni predstavljaju ukupan output iz nekog projekta ili programa. Oni se dijele u slijedeće kategorije:

a) Primarne ili direktne koristi. Tu se podrazumijevaju koristi koje imaju potrošači proizvoda ili usluga čiju proizvodnju omogućuju projekat ili program. U slučaju elektroprivredne djelatnosti oni su predstavljeni tržnom vrijednosti električne energije, koja se dobije množenjem količine energije isporučene potrošačima sa cijenom koju su potrošači voljni platiti da bi dobili energiju iz najekonomičnijeg alternativnog izvora.

b) Sekundarne ili indirektne koristi su one koje indirektno proizlaze iz primarnih koristi.[4] Povećanje poljoprivredne proizvodnje zbog reguliranja tokova vode pri izgradnji hidroelektrana, predstavlja sekundarnu korist. Njenu veličinu možemo mjeriti porastom dohotka poljoprivrede toga područja.

c) Nemjerljive koristi se razlikuju od prve dvije kategorije po tome što su to usluge i u načelu se ne mogu kupiti ili prodati po nekoj određenoj cijeni, niti se njihova vrijednost može odrediti pomoću cijene proizvoda koji rezultiraju iz obavljanja tih usluga. Iako se njihova vrijednost ne može odrediti, neke od tih koristi se mogu izraziti u novčanom obliku, ali tako da im se vrijednost procjenjuje. Očuvanje prirode i historijskih vrijednosti su samo dva od mnogo primjera ove kategorije koristi. Kako je mjerenje takvih koristi vrlo teško ili nemoguće, njih se ne uzima direktno u obzir u toku analize, već se njihova procjena svodi na to

---

[1] Autor je naučni suradnik Ekonomskog instituta u Zagrebu. Ovaj rad je koncipiran na osnovu studije »Metode za donošenje investicionih odluka« istog autora, koju je izdao Ekonomski institut Zagreb 1970.

[2] Ovaj rad se odnosi samo na krupne, investicione odluke u elektroprivredi. Na primjer kod izbora elektrane, jer se eksterne ekonomije i disekonomije javljaju uglavnom kod takvih odluka. Investicione odluke manjeg značaja, i one koje se donose uglavnom na osnovi tehnoloških kriterija (npr. nabavka opreme), donose se metodama za investicione odluke kod kojih je izrazito dominantna individualna rentabilnost ulaganja, tj. gdje se ne javljaju eksterni efekti. Eksterne ekonomije i disekonomije možemo definirati prema: T. Scitovsky: »*Two concepts of external economies*«, Journal of Political Economy, The University of Chichago, April 1954, str. 143—151. Taj je članak objavljen i u T. Morgan — G. W. Betz — N. K. Choudry: »*Readings in Economic Development*«, Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont, California, 1963. Scitovsky govori o dvije osnovne kategorije eksternih ekonomija i disekonomija: ». . . ekstrena ekonomija postoji kad god output (x_1) nekog poduzeća zavise ne samo o faktorima proizvodnje (l_1, c_1, . . .) koje to poduzeće upotrebljava već i o outputu (x_2) nekog drugog poduzeća ili grupe poduzeća, kao i o načinu na koji ovi posljednji koriste te faktore (l_2, c_2, . . .). Odnosno

$$x_1 = F\,(l_1,\ c_1, \ldots;\quad x_2,\ l_2, \ldots)$$

gdje pojava simbola u desnoj polukoloni ukazuje na prisustvo eksternih ekonomija. Budući da je F proizvodnja funkcija, ovako definirane eksterne ekonomije su osobitosti proizvodnje funkcije. Zbog toga ih zovemo *'tehnološkim eksternim ekonomijama'*«. ». . . eksterne ekonomije postoje i kad se profit nekog poduzeća nalazi pod utjecajem drugih poduzeća. To možemo izraziti funkcijom

$$P = G\,(x_1,\ l_1,\ c_1, \ldots;\quad x_2,\ l_2,\ c_2, \ldots)$$

koja pokazuje da profit poduzeća ne ovisi samo o njegovom vlastitom outputu i inputima, nego također i o outputu i o inputima drugih poduzeća . . . Ovaj tip međuovisnosti poduzeća možemo nazvati 'novčanim eksternim ekonomijama'«. Kao ilustracija prve kategorije eksternih ekonomija i disekonomija može poslužiti ovisnost mogućnosti plovidbe na rijekama o režimu iskorištavanja vode akumulacionog jezera hidrocentrala ili ovisnosti ribara o ulovu ostalih ribara koji love u tim vodama. Prema tome, u otom slučaju se radi o direktnoj ovisnosti koja se ne realizira na tržištu. Drugu kategoriju predstavlja ovisnost nekog poduzeća o investicijama nekog drugog poduzeća, što vodi povećanju proizvodnje i snižavanju troškova. U tom slučaju prvo poduzeće dobiva jeftinije inpute i njegov se financijski uspjeh povećava. Bez obzira na to o kojoj se kategoriji eksternih ekonomija radilo, njihova pojava se temelji na razlici između individualne efikasnosti pojedinog poduzeća i društvene međuovisnosti poduzeća i cijele ostale privrede, tj. odnos individualne i društvene efikasnosti. Upravo ta razlika između individualne i društvene efikasnosti predstavlja uzrok koji dovodi do pojave eksternih ekonomija i disekonomija. Pri tom eksterne ekonomije postoje onda, kada je marginalni društveni trošak manji od marginalne društvene koristi, a eksterne disekonomije kada je veći.

[3] Naziv analize potječe od riječi benefit, odnosno cost, koje u engleskom jeziku znače prinose (koristi), odnosno troškove. Rješe se ova analiza sreće pod nazivom »*planiranje investicija*« (investment planning) i »*ocjena projekata*« (project appraisal).

[4] Detaljnije izlaganje o sekundarnim koristima u elektroprivredi može se naći u studiji prof. D. Gorupić — J. Bendeković, Ž. Pauković: »Ekonomski odnosi u elektroprivredi«, Ekonomski institut, Zagreb 1969.

da li su pretežno pozitivni ili ne, i u tom smislu se kvalitativno korigiraju rezultati analize ostalih kategorija koristi.

Troškovi projekta obuhvaćaju sve negativne efekte nekog projekta tj. oni predstavljaju ukupan input nekog projekta ili programa. Mogu se raščlaniti na nekoliko vrsta:

a) Primarni ili direktni troškovi sadrže vrijednost proizvoda ili usluga kojih se moramo odreći da realiziramo cilj projekta ili programa, i da mu omogućimo funkcioniranje. Osim onih najočitijih koji su direktno utjelovljeni u objekt koji nastaje realizacijom projekta, u ovu grupu spadaju i troškovi nabavke zemljišta, obučavanja kadrova, premještanje postojećih postrojenja i svi ostali bez kojih ne bi mogli dobiti primarne koristi.

b) Pridruženi troškovi su oni koji se pojavljuju kod uživaoca primarnih koristi, a nastaju radi ostvarenja pune vrijednosti primarnih koristi. Ako su u projektu sadržani irigacioni radovi, poljoprivredno stanovništvo će imati neke troškove u toku pripreme za korištenje vode za navodnjavanje. Ove troškove treba uključiti u analizu i u slučajevima kad ih snose fizičke osobe, jer oni postoje i za njihov iznos se smanjuju primarne koristi koje projekat daje fizičkim licima.

c) Sekundarni ili indirektni troškovi su oni koji nastaju u proizvodnji sekundarnih koristi.

d) Nemjerljivi troškovi su oni čija se vrijednost ne može odrediti na tržištu. Ako je izgradnja akumulacionog jezera djelovala na gubitak rekreacionih mogućnosti ili promjenu krajolika, gubitak se ne može utvrditi na tržištu. Ipak, kad god je to moguće, potrebno je taj trošak izraditi u novčanom obliku, a to znači procijeniti vrijednost koja je s njim povezana. Ako to nije moguće, treba kao i kod takvih koristi dati kvalitativnu ocjenu koja će služiti korigiranju kvantitativnih rezultata.

e) Prošli troškovi su nastali u prošlosti i ne mogu se smanjiti. Oni imaju uticaj na budući razvoj, ali njihov iznos ne može utjecati na izbor projekta. U obzir treba uzeti samo nove dodatke troškova. Prošli troškovi moraju biti isključeni iz analize.

f) Vezani troškovi su oni kod kojih se ne može ustanoviti određena specifična svrha, već se moraju podijeliti na sve svrhe projekta. Za razliku od vezanih troškova dijeljivi troškovi su oni koji se mogu identificirati s jednom jedinom svrhom. Ako projekat izgradnje hidroelektrane uključuje i stvaranje uvjeta za navodnjavanje, onda troškovi izgradnje brane predstavljaju vezane troškove, a troškovi turbina i generatora dijeljive, jer su nastali isključivo radi proizvodnje električne energije.

II Postupak analize

Benefit-cost analiza se odvija u nekoliko etapa, o kojima će biti riječi u nastavku.

A) Definiranje projekta

Prvi korak analize se sastoji u tome da se definira projekat ili program, što znači da se identificiraju koristi i troškovi koji nastaju tokom tog vijeka.

U toku ove etape je potrebno kategorizirati sve koristi i troškove prema kategorijama o kojima je bilo riječi, kako bi se znalo:

— koje koristi i troškove treba uzeti u obzir u analizi, i
— tko su uživaoci pojedinih koristi i tko treba snositi pojedine troškove.

B) Procjena koristi i troškova

Osnovni princip procjene koristi i troškova jest da se njihova vrijednost, ako je to ikako moguće, odredi prema njihovoj tržišnoj vrijednosti, i da se izrazi u novčanom obliku radi usporedbe. Zato je pri vrednovanju potrebno, kadgod je to moguće, upotrijebiti tržne cijene. Ako se u okviru projekta pojavljuju nemjerljive koristi i troškovi, koje se rijetko mogu valorizirati na tržištu, onda je potrebno da im se vrijednost odredi procjenom. Kod nekih se vrijednost ne može odrediti (narušavanje izgleda krajolika, gubitak mogućnosti korištenja rijeka za rekreaciju . . .).

Kako procjena obuhvaća i sadašnje i buduće koristi i troškove, to je radi uporedivosti, potrebno svesti buduće koristi i troškove na sadašnju vrijednost i pribrojiti ih sadašnjim koristima, odnosno troškovima, da bi dobili ukupne koristi i troškove tokom cijelog ekonomskog vijeka trajanja projekta izražene u jednom iznosu. To znači da je

$$K = \sum_{i=1}^{n} \frac{k_i}{(1+r)^i} + \frac{s}{(1+r)^n}$$

gdje je

K = ukupna korist projekta
i = redni broj godine u ekonomskom vijeku trajanja projekta
n = ekonomski vijek trajanja projekta izražen u godinama
k = godišnji iznos koristi
r = diskontna stopa
s = vrijednost projekta na kraju ekonomskog vijeka trajanja.

Analogno

$$T = \sum_{i=1}^{n} \frac{t_i}{(1+r)^i}$$

gdje su

T = ukupni troškovi projekta
t_i = troškovi projekta u i-toj godini.

Na taj način dobivamo i koristi i troškove izražene u jednom jedinom vrijednosnom izrazu, što omogućuje usporedbu ukupnih koristi s ukupnim troškovima, koja se provodi da bi se vidjelo koji je projekat optimalan za donosioca investicione odluke.

C) Izbor projekta za izgradnju

Nakon što su i koristi i troškovi procijenjeni i svedeni na sadašnju vrijednost, potrebno je donijeti definitivnu odluku o poželjnosti pojedinih projekata sa stanovišta donosioca investicione odluke. Tu se radi o usporedbi nekoliko projekata da bi se ocijenio najrentabilniji ili odluka o tome da li da se priđe realizaciji, ili ne, jednog jedinog projekta, imajući u vidu njegove koristi i prihode.

Da bi se izvršio izbor projekta kojeg treba realizirati, treba postaviti kriterije za izbor, tj. kriterije za donošenje investicione odluke. Na temelju njih treba ocijeniti koji je projekat najpovoljniji za realizaciju, odnosno da li je upotrebljiv ili ne. Izbor projekta za realizaciju se može izvršiti prema kriterijima koji su navedeni u nastavku.

1. Uspoređivanje neto koristi

Pod neto koristima (K_n) se podrazumijeva višak koristi nad troškovima, tj. $K_n = K - T$. Po ovom kriteriju je najpovoljniji onaj projekat koji ima najveći K_n, a zatim ostali projekti poredani po veličini K_n.

Tako se dobiva redoslijed kojim treba prići realizaciji projekta, ako je potrebno da se realizira više od jednog projekta. Međutim, ovaj kriterij ne uzima u obzir aspolutni nivo troškova koji su potrebni da bi se došlo do tih neto koristi. Zato dva projekta izgledaju jednako povoljna ako su im neto koristi jednake, iako su troškovi jednog nekoliko puta veći od troškova drugog. To ćemo ilustrirati u tablici 1.

Tablica 1

	Projekat A u din	Projekat B u din
Ukupni troškovi (*T*)	1,000.000	15,000.000.—
Ukupne koristi (*K*)	2,000.000	16,000.000.—
Neto koristi (K_n)	1,000.000	1,000.000.—
Stopa *K/T*	2,0	1,06

Podaci u tablici 1. pokazuju da su kod oba projekta neto koristi din 1,000.000, ali da za to treba potrošiti kod projekta A din 2.000.000, a kod projekta B din 15,000.000. Prema tome, kriterij neto koristi omogućuje optimalan izbor samo ako se uspoređuju projekti koji su slični po karakteristikama, tj. po strukturi koristi i troškova, i u pogledu veličine projekta, tj. da su im koristi i troškovi sličnih redova veličina. On daje realnu sliku i u odluci da li prići realizaciji nekog projekta ili ne, jer je u tom slučaju za ekonomsku efikasnost projekta važan apsolutni višak koristi nad troškovima.

2. Uspoređivanje stopa povrata investiranih sredstava

Ovu stopu (*S*) definiramo izrazom

$$S = \frac{K_n}{I}$$

gdje su K_n neto koristi, a *I* investicije u projektu.

Upotrebu ovog kriterija ilustrirat ćemo primjerom u tablici 2.

Tablica 2

	Projekat A u din	Projekat B u din
Investicije (*I*)	15,000.000	2,000.000.—
Troškovi eksploatacije	2,000.000	15,000.000.—
Ukupni troškovi	17,000.000	17,000.000.—
Ukupne koristi	25,000.000	25,000.000.—
Ukupne neto koristi (K_n)	8,000.000	8,000.000.—
Stopa K_n/I	0,6	4,0
Stopa *K/T*	1,44	1,44

Prema ovom kriteriju projekat B je povoljniji, jer ima veću stopu povrata investicionih sredstava, tj. svaka jedinica investicija daje 4,0 jedinica koristi, dok je taj odnos kod projekta A 0,4. Ovaj kriterij prikazuje povoljnim one projekte kod kojih su početna ulaganja mala, a ne uzima u obzir troškove eksploatacije. Kod projekta koji imaju velike troškove eksploatacije ovaj kriterij, prema tome, ne uključuje u analizu velik dio troškova i ne može poslužiti za realnu ocjenu projekta. Isto tako, on ne daje realnu sliku ni pri usporedbi projekata koji su kapitalno intenzivni, ako postoji velika razlika nivoa intenzivnosti.

Znači, da ovaj kriterij može poslužiti za ocjenu onih projekata kod kojih početna ulaganja predstavljaju veći dio ukupnih troškova (tj. koji su kapitalno intenzivni) i to pod uvjetom da ne postoji velika razlika u stupnju intenzivnosti između ta dva projekta.

3. Uspoređivanje stope koristi prema troškovima

Stopa koristi prema troškovima (S_0) je određena omjerom *K/T* gdje su K ukupne koristi, a *T* ukupni troškovi projekta. Ovaj kriterij se najviše upotrebljava, jer bez obzira na karakteristike projekata između kojih se vrši izbor, daje realne rezultate. U prvom redu on uzima u obzir ukupne troškove (investiciona ulaganja i troškove eksploatacije) i pokazuje koliko je potrebno potrošiti da bi se dobila određena korist. Zato je pogodan za izbor između nekoliko projekata, a nije pogodan za donošenje odluke da li treba prići realizaciji nekog projekta ili ne, jer je u toj odluci važan apsolutni nivo koristi. U tablici 2, prema ovom kriteriju, oba su projekta jednako povoljna, a u tablici 1. projekat A je povoljniji. U izboru kriterija za donošenje investicione odluke treba se odlučiti za kriterij vodeći računa o karakteristikama projekta, o tome da li se radi o izboru među nekoliko projekata, ili o odluci da li projekat treba realizirati ili ne. Nadalje, primjena kriterija ovisi i o preferecijama donosioca investicione odluke, tj. da li je za njega povoljnije da ima mala investiciona ulaganja i kasnije veće troškove eksploatacije, ili da li teži maksimiziranju apsolutnog iznosa neto koristi ili maksimizira koristi po jedinici ukupnih troškova. U svakom slučaju donosilac

investicione odluke mora voditi računa o kriteriju koji upotrebljava, jer on utječe na konačan izbor objekta za realizaciju.

D) Određivanje veličine objekta za realizaciju

Nakon izbora projekta kojeg treba realizirati potrebno je odrediti koja je optimalna veličina tog projekta sa stanovišta donosioca, investicione odluke. Pod pojmom veličine projekta se podrazumijeva veličina koristi i troškova koji su svojstveni tom projektu. Problematika izbora optimalne veličine projekta je prikazana u Grafikonu 1.

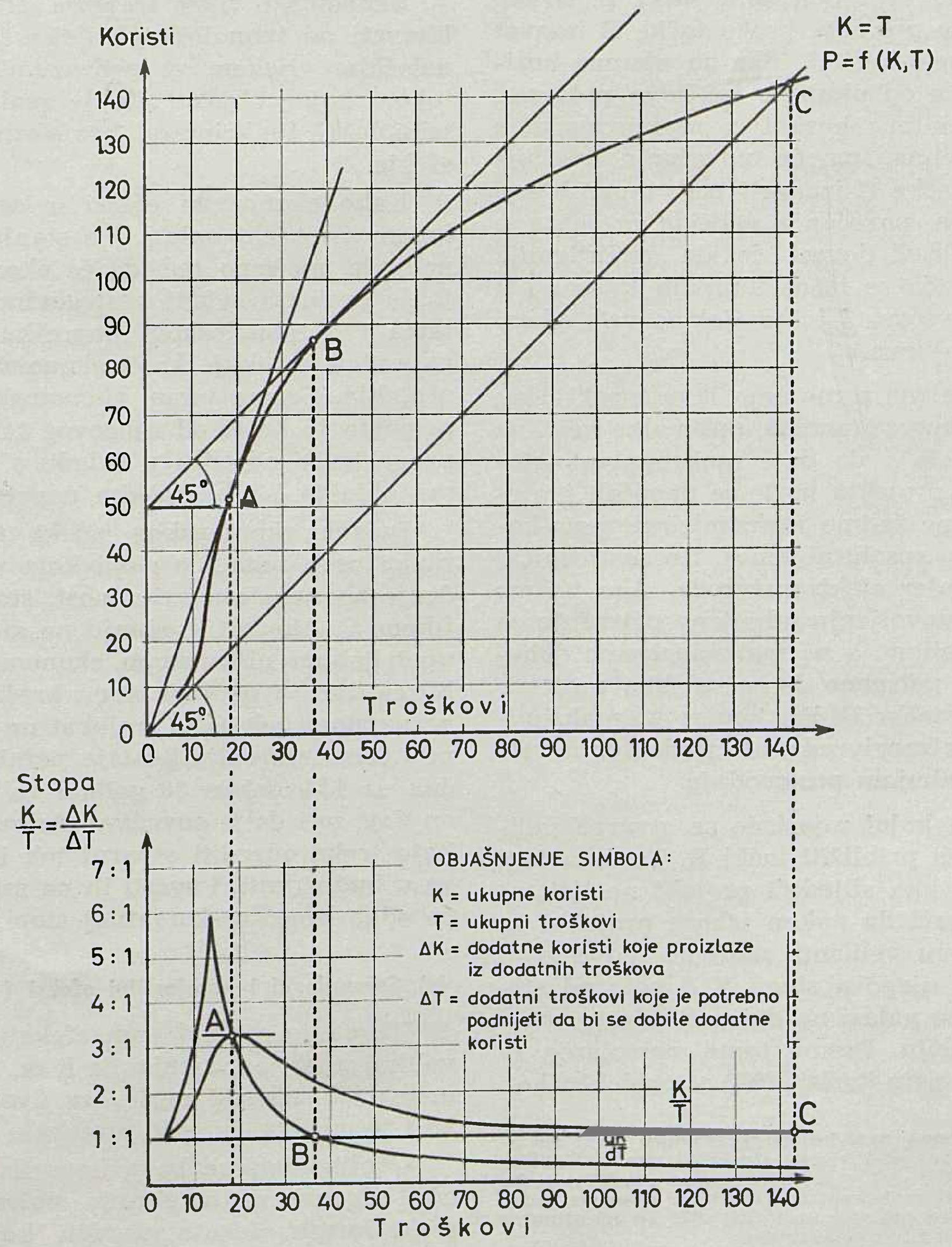
Iz Grafikona 1 se vidi da su tri tačke kritične za izbor optimalne veličine projekta: A, B i C.

U tački A je stopa K/T maksimalna, tj. iznos koristi po jedinici troškova je maksimalan. To još očitije pokazuje drugi grafikon u kojem je stopa K/T za razne veličine projekta prikazana posebnom krivuljom. Ta krivulja dostiže svoj maksimum u tački A, a zatim pada i u tački C siječe pravac koji označava vrijednosti $K/T = 1$. Tj., nakon tačke C ukupne koristi su manje od ukupnih troškova. Prema tome, želimo li maksimizirati stopu K/T, tj. želimo li da iznos koristi projekta po jedinici bude maksimalan, projekt mora biti veličine koja odgovara tački A.[5]

Međutim, u tački A ekonomski potencijal projekta još nije u potpunosti iskorišten, jer i nakon te tačke svaki dodatni trošak daje marginalne koristi koje su veće od tog troška. To se vidi iz kri-

[5] U ovom slučaju maksimiziramo stopu K/T. Neophodan uvjet za to je $(K/T)' = 0$. Deriviranjem ovog razlomka dobijemo $K'T-K/T^2 = 0$. Ovaj izraz je jednak nuli kad je $K'T-K=0$. Slijedi da je $K'T = K$ odnosno $K' = K/T$. Prema tome stopa K/T će postići najveću vrijednost kad se ona izjednači s marginalnim koristima tj. kad su prosječne koristi jednake marginalnima. To se događa u onoj tački u kojoj je pravac kroz ishodište tangenta na krivulju $K = f(T)$ a to je upravo tačka A.

Odnosi koristi i troškova zc razne veličine projekta



Grafikon 1.

vulje dK/dT u donjem grafikonu, koja prikazuje kretanje stope marginalnih koristi prema marginalnim troškovima, kad se mijenja veličina projekta. Ta krivulja siječe pravac $K = T$ u tački B, tj. nakon tačke B vrijednost stope je manja od 1, a zatim dalje pada i asimptotički se približuje apscisi. Zbog toga je opravdano da dalje povećavamo veličinu projekta, da se krećemo po krivulji od A prema B. U tački B je marginalni trošak projekta jednak marginalnoj koristi koju on izaziva, a i višak ukupnih koristi nad ukupnim troškovima (neto koristi koje označavamo $K_n = K—T$) je maksimalan. Ako želimo maksimizirati neto-koristi tj. razliku $K—T$, onda projekt mora biti veličine koja odgovara tački B.[6]

Nakon tačke B marginalni trošak je veći od marginalne koristi, što djeluje na smanjenje iznosa K_n, i dolazi do smanjenja viška ukupnih koristi nad ukupnim troškovima. Prema tome, povećanje veličine projekta preko tačke B nije opravdano s ekonomskog stanovišta. Odnosno, ako želimo maksimizirati ukupne neto-koristi (K_n), projekt treba biti veličine koja odgovara tački B. Svako povećanje veličine projekta preko tačke B izazvat će smanjivanje neto-koristi, iako su ukupne koristi još uvijek veće od ukupnih troškova projekta. Tek u tački C ukupne koristi će se izjednačiti s ukupnim troškovima, pa će povećanje veličine projekta nakon tačke C izazvati pad ukupnih koristi. Prema tome, povećanje veličine projekta u intervalu od B do C dovest će do smanjivanja neto-koristi, premda se iznos ukupnih koristi i u tom intervalu povećava i još uvijek je veći od iznosa ukupnih troškova.

Iz ovog razmatranja možemo izvući zaključak da je, s ekonomskog stanovišta, optimalna veličina projekta u tački B, i da daje maksimalne neto-koristi. Veličina projekta može se povećati i preko tačke B, ako ne želimo maksimizirati neto-koristi, nego njezin apsolutni iznos. Za ovaj slučaj pruža dobar primjer elektroprivreda. Ako težimo u prvom redu zadovoljenju određene potražnje za električnom energijom, a ne maksimiziramo dohodak, onda će biti potrebno da se veličina projekta povećava i preko tačke B. Pri tom se ne maksimizira dohodak elektroprivrede, ali se dobivaju veći kapaciteti i veći obujam proizvodnje.

Pitanje je i u kojoj mjeri će se stvarna veličina projekta moći približiti tački B. To će ovisiti o stopi K/T koju ima slijedeći projekt na listi za realizaciju. To znači da nakon izbora projekta za realizaciju, njegovu veličinu možemo povećavati sve dotle, dok je njegova stopa K/T veća od stope projekta koji se nalazi na drugom mjestu redoslijeda za realizaciju. Prema tome, nastojanja za maksimiziranjem neto-koristi (K_n) u projektu koji će se realizirati, tj. kretanje u intervalu od A do B, ovise o stopi K/T idućeg, najboljeg projekta.

Sve dok je stopa K/T projekta za realizaciju veća od stope idućeg najboljeg projekta, može se povećavati veličina projekta za realizaciju. Sve dotle, dok se te dvije stope ne izjednače.

III Neke praktične poteškoće u benefit-cost analizi

U procesu benefit-cost analize pojavljuju se poteškoće praktične naravi, koje imaju veliki odraz na rezultate analize. U nastavku se govori o tim poteškoćama.

a) Određivanje ekonomskog vijeka trajanja projekta

Ekonomski vijek trajanja projekta se može definirati kao vremensko razdoblje u kojem projekt daje koristi. On se određuje za svaki projekt posebno, jer se inače ne može provesti analiza. Naime, to je ujedno razdoblje u kojem se razgraničuju troškovi što ih izaziva realizacija projekta, ali i vrijeme u kojem se uzimaju u obzir koristi.

Ekonomski vijek trajanja projekta treba razlikovati od tehnološkog vijeka trajanja. Pod tehnološkim vijekom se podrazumijeva onaj period tokom kojeg objekat što je realiziran projektom, tehnološki funkcionira, bez obzira na ekonomske efekte.

Kako ekonomski efekti ovise, pored stanja u kojem se objekt nalazi, i o stanju i napretku tehnologije, možemo reći da će ekonomski vijek trajanja projekta ovisiti o njegovim fizičkim kvalitetama i o tehnološkom napretku. Brži tehnološki napredak uzrokuje kraći ekonomski vijek trajanja projekta. Prema tome, ekonomski vijek trajanja projekta je kraći od njegovog tehnološkog vijeka, pa ga treba odrediti u skladu s fizičkim osobinama objekta i tehnološkim napretkom.

Dužina ekonomskog vijeka trajanja projekta zavisi osim toga i o stopi koja se koristi za svođenje na sadašnju vrijednost, što se vidi na Grafikonu 2. Ako pri svođenju na sadašnju vrijednost upotrijebimo nisku stopu, ekonomski vijek projekta bit će duži, a uz višu stopu kraći. Nakon 30 godina uz stopu od 10 % projekat ne daje više značajne koristi (krivulja postaje paralelna s apscisom), dok uz 4 % nakon 30 godina veličina koristi koje on daje se i dalje povećava (krivulja i dalje raste). Zato treba odrediti stvarni tok i koristi i troškova u budućnosti, i svesti ih na sadašnju vrijednost po odgovarajućoj kamatnoj stopi.

b) Sekundarni i nemjerljivi efekti (koristi i troškovi)

Uzimanje sekundarnih efekata u obzir ovisi u velikoj mjeri o činjenici da li se, ili ne, na temelju primarnih efekata može bez dvoumljenja odlučiti koji je od dva, ili više projekata, povoljniji.

Ukoliko usporedba primarnih efekata ne daje očit odgovor na to pitanje, potrebno je analizom sekundarnih efekata utvrditi koji projekt treba realizirati. Općenito govoreći, kad su projekti tehnološki slični i daju usporedive efekte i njihovi

---

[6] Sada maksimiziramo neto-koristi tj. razliku K-T. Neophodan uvjet za to je $(K\text{-}T)' = 0$. Deriviranjem se dobije $K'\text{-}1 = 0$ odnosno $dK/dT — 1 = 0$. Slijedi da je $dK/dT = 1$. To znači da će $(K\text{-}T)$ biti maksimalno u tački u kojoj su marginalne koristi jednake jedinici, u tački gdje su marginalne koristi jednake marginalnim troškovima.
To se dešava u onoj tački u kojoj paralela sa simetralom prvog kvadranta tangenta na krivulju $K = f(T)$, a to je tačka B.

Kumulativ sadašnjih vrijednosti koristi i troškova
uz različite stope za svođenja na sadašnju vrijednost

Grafikon 2.

sekundarni efekti će biti slični, pa ih nije potrebno uspoređivati. Ali, kad ti projekti daju efekte koji se ne mogu direktno uspoređivati i nisu locirani na istom mjestu, treba uzeti u obzir sekundarne efekte. Procjena sekundarnih efekata je naročito važna s regionalnog ili lokalnog stanovišta. S nacionalnog stanovišta je teško identificirati i mjeriti sekundarne efekte, jer se oni izgube u cijeloj nacionalnoj privredi, a često se i međusobno potiru. Gledajući s regionalnog stanovišta, ti se efekti lakše identificiraju i mjere, pa se u principu ne potiru na teritorijalnom obuhvatu regije.

Nemjerljivi efekti mogu se znatno odraziti na izbor projekta za realizaciju, ali se teško izražuju u novčanim veličinama. Ipak, radi usporedivosti s ostalim efektima treba nastojati, ako je moguće, da se mjere i izraze u novčanom obliku, a ako to nije moguće, onda se oni sintetiziraju u kvalitativnoj ocjeni, koja se svodi na to da se ocijeni da li su oni povoljni ili nepovoljni. Ako je mjerenje nemoguće, treba odrediti stopu K/T projekta bez njih, i tako dobivenu stopu uspoređivati sa stopom projekta koji dolazi na red za realizaciju. Ako je i pored isključenja nemjerljivih efekata projekt znatno povoljniji nego drugi, onda nije potrebno ispitivati nemjerljive efekte koji se očekuju, jer oni ne mogu bitno mijenjati odnose.

Ako je ta stopa manja od stope projekta koji je slijedeći na redu za realizaciju, onda se moraju u analizi uzeti u obzir i nemjerljivi efekti, pa makar samo u kvalitativnom izrazu.

c) Štete i kompenzacije

U toku realizacije projekta često dolazi do toga da se moraju isključiti iz upotrebe razna postrojenja, poljoprivredno zemljište, mostovi, ceste i drugi privredni objekti. Time se prouzrokuju štete, koje treba uzeti u obzir pri benefit-cost analizi. Štete se sastoje od dvije komponente:

— veličine dohotka koji se gubi napuštanjem proizvodnje, i
— stvarnih troškova lociranja te proizvodnje na drugom mjestu.

Zbog tako nastalih šteta treba fizičkim i pravnim licima dati kompenzaciju, koja time približno predstavlja štete što ih je realizacija projekta prouzrokovala. Drugim riječima, veličina šteta će se ocijeniti veličinom kompenzacija i iznos kompenzacija će se koristiti u analizi kao procjena vrijednosti šteta.

d) Cijene

Od izuzetne važnosti je pitanje koje se cijene upotrebljavaju pri ocjeni koristi i troškova, jer upotreba različitih cijena daje i različite koristi, odnosno troškove. Osnovno je da se, bez obzira na to da li se upotrebljavaju sadašnje ili buduće cijene, i koristi i troškovi ocijenjuju po istim cijenama.

Preporuča se da se procjena koristi i troškova izvrši po konstantnim sadašnjim cijenama, ali treba nastojati da te cijene predstavljaju prosječne ili tipične, a ne ekstremne za sadašnje uvjete. Koliko god je moguće treba predvidjeti i svako buduće kretanje individualnih cijena koje bi mogle utjecati na rezultate analize. Tako na primjer, kod termoelektrana, gdje su troškovi goriva velika stavka u ukupnim troškovima, treba vršiti procjenu na temelju budućih cijena goriva, tj. treba predvidjeti kretanje budućih cijena, koje će u velikoj mjeri ovisiti o tehnološkim promjenama u pogledu korištenja izvora primarne energije.

S obzirom na činjenicu da je ekonomski vijek trajanja elektroenergetskih objekata dug, teško će se predvidjeti kretanje cijena, ako se radi o nestabilnoj privredi u kojoj dolazi do čestih i naglih promjena cijena. Prema tome, stabilnost privrede će imati utjecaj na vjerodostojnost rezultata cost--benefit analize. Zato treba na temelju kretanja cijena u prošlosti projicirati kretanja cijena u budućnosti, vodeći računa o faktorima koji djeluju na promjenu cijena, da bi se miniziralo odstupanje od predviđenih cijena.

e) Rizik

Dugi ekonomski vijek trajanja elektroenergetskih objekata otežava predviđanje koristi i troškova. Zato postoji fizički, ekonomski i financijski rizik kojeg treba preuzeti prilikom realizacije projekta. Jedan se rizik može predvidjeti, dok drugi ne. Eventualne pojave koje su vezane uz fizičke karakteristike projekata: poplave, vremenske nepogode, vatru i slično, moguće je s izvjesnom vjerojatnošću predvidjeti. Rizike treba uzeti u obzir na taj način da se koristi umanje ili troškovi povećaju za očekivani iznos rizika.

Rizici koji su vezani uz tehnološke promjene ili uz promjene privrednih aktivnosti ne mogu se predvidjeti s određenom sigurnošću, ali oni postoje i mogu znatno umanjiti pozitivne efekte koje projekat daje. Njih je teško i uzeti u obzir pri analizi. Jedan od načina da ih se uključi u analizu je taj, da se pesimističnije ocjenjuju koristi uz koje su vezani. Drugi, da se koristi nakon određenog roka u budućnosti, jednostavno zanemare, jer su skopčane s prevelikim stupnjem rizika.

Treći, da se stopa za svođenje na sadašnju vrijednost poveća, što dovodi do smanjivanja ekonomskog vijeka trajanja projekta, tj. smanjuje se rizik. Međutim, ovaj način smanjuje preciznost analize onih efekata koji se mogu očekivati s više sigurnosti, jer se veća stopa primjenjuje na sve efekte. Zato se preporuča da se koristi jedan od prva dva načina tretiranja rizika.

Veoma je korisno provesti benefit-cost analizu s nekoliko različitih stopa za svaki projekat. Tako se može vidjeti da li je rangiranje projekata tako očito da se problem stope može zapostaviti, ili da ne postoje velike razlike među projektima, pa problemu stope treba posvetiti punu pažnju.

f) Stopa za svođenje na sadašnju vrijednost

Koristi i troškovi se pojavljuju tokom određenog vremenskog razdoblja, a ne u jednom trenutku. Troškovi su obično koncentrirani za vrijeme izgradnje objekta, dok se koristi pojavljuju kasnije, kada taj objekt djeluje. Sve te veličine treba svesti na određeno vrijeme, kako bi se mogle uspoređivati. Drugim riječima, buduće veličine se moraju svesti na sadašnju vrijednost, koja bi, ako bi je ulagali uz kamatnu stopu počevši od danas, dosegla iznos koji očekujemo da će se pojaviti u određenom vremenu u budućnosti. Sadašnja vrijednost zavisi o iznosu budućeg efekta, ali isto tako i o kamatnoj stopi, odnosno stopi po kojoj se budući trošak ili koristi svode na sadašnju vrijednost. To se vidi iz Grafikona 2.

Zbog toga je važno pitanje koju stopu treba upotrijebiti pri svođenju na sadašnju vrijednost, jer o tome ovise i rezultati analize. Od velikog izbora u obzir za praktičnu primjenu dolaze dvije stope:

— stopa po kojoj su dobiveni zajmovi za financiranje izgradnje. Pri tom je potrebno upotrijebiti onu stopu koja dominira s dobivenim zajmovima,
— stopa koja odgovara uobičajenom prinosu koji daju investicije na teritoriju regije, jer bi se ti prinosi mogli dobiti ako bi se umjesto u elektroprivredu investiralo u neku drugu granu. Odnosno, oni bi se mogli dobiti alternativnom upotrebom.

Osnovno je da se u toku analize ista stopa primjenjuje za svođenje na sadašnju vrijednost i koristi i troškova, jer će na taj način ona djelovati jednako i na sadašnju vrijednost budućih koristi i sadašnju vrijednost budućih troškova, pa će relativni odnosi koristi i troškova ostati nepromijenjeni, a to je bitno za benefit-cost analizu.

Iz svega što je naprijed rečeno vidi se da benefit-cost analiza sadrži dosta elemenata koji nisu dani nekim »*objektivnim*« zakonitostima, već ovise o ocjeni donosioca investicione odluke. Zato je teško vjerovati u to da će benefit-cost analiza, ili bilo koja druga metoda za donošenje odluka, automatski dati rješenje koje se smatra najpovoljnijim. U procesu analize treba donositi niz odluka koje se u suštini uvijek svode na izbor među nekoliko varijanata, a da pri tom ne postoje univerzalni kriteriji koji će omogućiti donošenje odluke bez učešća donosioca investicione odluke (cijene, kamatna stopa, ekonomski vijek trajanja objekata . . .).

Drugim riječima, već u toku analize dolazi do punog izražaja svijesna akcija donosioca investicione odluke, a ne precizno određene »objektivne« veličine. Zato i rezultate analize treba shvatiti kao odnos među projektima, koji ne počiva na preciznim određenim veličinama, već u redu veličina. U tom smislu i treba interpretirati rezultate te analize.

Naslov pisca: Jadranko Bendeković, mgr. ekon.
Ekonomski fakultet, Zagreb

DISKRIMINACIJA POTROŠAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE PRIMJENOM RAZLIČITIH CIJENA

Tomislav Ždajić, Sarajevo

Autor članka obrazlaže opravdanost diferenciranja cijena električne energije ovisno o načinu angažiranja elektroenergetskih kapaciteta i potrošnje energije.

DK 621.311

Uvod

Diskriminacija potrošača provodi se putem diferenciranja cijena i dumping-cijena. Razlog za provođenje diskriminacije potrošača sastoji se iz nastojanja za što boljim korištenjem proizvodnih kapaciteta i ostvarivanja povoljnijeg poslovnog rezultata.

»Pod diferenciranjem cijena podrazumijeva se takvo određivanje prodajnih cijena pri kome se planski i istovremeno za jednu istu robu ili uslugu istog kvaliteta određuju različite prodajne cijene pojedinim kategorijama potrošača«.[1] »Za diferenciranje cijena, odnosno diskriminaciju, potrebna su dva uslova. Prvo, diskriminator mora da je monopolist. Što je jači, što lošije supstitute ima njegov proizvod i što je manje stvarnih i potencijalnih ponuđača, to su veće mogućnosti diskrimininiranja cijena. Drugi je uslov njegova sposobnost da razbije tržište na dijelove različite elastičnosti«.[2] Poduzeće koje vodi takvu politiku mora na odgovarajući način spriječiti prelaženje kupaca sa skupljeg na jeftinije tržište. U praksi se najčešće provodi diskriminacija potrošača putem diskriminacije cijena.

Termini diskriminacije, odnosno diferencijacija potrošača i cijena, na koje nailazimo u ekonomskoj literaturi su identičnog značenja, a upotrebljavaju se kao sinonimi. Dumping-cijena je jedna vrsta diferenciranja cijena. Teoretičari se kod tumačenja pojma dumpinga često razmimoilaze iz suštinskih razloga. Jedni smatraju da su dumping-cijene vezane samo za inozemno tržište, a drugi misle da postoji i domicilni dumping.

Po Bouldingu je u »međunarodnoj trgovini politika diskriminacije cijena između dva tržišta poznata pod imenom dumping«.[3]

Po D. Radunoviću dumping-ciene su »one cijene koje su rasterećene fiksnih troškova koje preduzeće prebacuje na domaće potrošače ako je u pitanju inostrani dumping, odnosno na druge proizvode iz svog proizvognog programa ako je u pitanju dumping na domaćem tržištu«.[4] Prodaja proizvoda na domaćem tržištu ni u kom slučaju se ne može smatrati kao prodaja po dumping-cijenama, jer prebacivanje troškova sa jednog proizvoda na drugi spada u oblast diferenciranih cijena.

Interesantan prikaz monopolističke diskriminacije cijena dala je u svojoj teoriji ograničene konkurencije i Joan Robinson, prema kojoj

> »Obim proizvodnje monopolističkog preduzeća, koje ima mogućnost da vrši diferencijaciju tržišta i cijena, određen je presjecištima u kojima se marginalni trošak agregatnog outputa izjednačuje sa marginalnim prihodom na pojedinim diferenciranim tržištima.
> Poenta je na tome da krivulje potrošnje na diferenciranim tržištima, prema tome i krivulje marginalnih prihoda, mogu imati različite elasticitete, te da od toga zavisi do kakvih će promjena doći u obimu proizvodnje, ako poduzeće od jedinstvene cijene pređe na diferencirane cijene, uz pretpostavku da su elasticiteti potrošnje poznati. Monopolista može onda izvršiti takvo stepenovanje cijena, da će najvišu cijenu odrediti za najmanju elastičnu potrošnju, nižu cijenu za elastičniju potrošnju i najnižu cijenu za najelastičniju potrošnju. Mada u određenim slučajevima može dovesti do boljeg iskorištavanja kapaciteta, diferencijacija cijena ima tu negativnu stranu što vodi ka lošoj društvenoj raspodjeli i nije moguće dati neku opću ocjenu da li je diferencijacija društveno korisna ili nije«.[5]

Diferenciranje cijena prema različitim troškovima proizvodnje i kvalitetu usluga ne može se smatrati diferenciranjem u pravom smislu riječi. Pravim diferenciranjem cijena može se nazvati diferenciranje prema kupovnim mogućnostima pojedinih potrošača. Diferenciranje na toj osnovi kvalificira se obično kao diskriminacija onih potrošača koji za istu uslugu i kvalitetu plaćaju više cijene. Prilično je teško povući granicu između ekonomskog i diskriminatorskog diferenciranja cijena, jer se troškovno diferenciranje zasniva na marginalnoj tehnici koja u mnogim slučajevima omogućuje da poduzeće u cjelini snizi troškove i nivo cijena, i na taj način podmiri veći obim potrošnje nego što bi to bilo moguće pri jedinstvenoj cijeni.

Prilikom donošenja odluke o diskriminaciji potrošača radi maksimizacije poslovnog rezultata, diskriminator mora odlučiti koja je to najniža cijena po kojoj se isplati prodaja određene količine proizvoda na nekom odvojenom tržištu. I ovom prilikom granični troškovi će biti od velike koristi jer oni »čine donju najnižu granicu cijene ispod

---

[1] Dr Dimitrije Perović: *Teorija troškova*, Sarajevo 1964, str. 166.
[2] Prof. Aleksandar Bajt: »*Osnovi ekonomike*«, Zagreb, 1967. str. 206
[3] Kenneth Buolding: *Economic Analysis*, str. 666
[4] Grupa autora u redakciji Milisavljević Dr Momčila: *Poslovna politika preduzeća*, Beograd 1967.
[5] Joan Robinson: »*The Economics of Imperfect Competition*«, London 1954, str. 159—208.

koje poduzeće ne smije ići na niže, pri određivanju dumping-cijena. Znači, ovdje se uzimaju troškovi diferencije dopunskog sloja proizvodnje, tj. onog graničnog sloja koji čini proizvodnju namijenjenu za vanjsko tržište. Prihod od graničnog sloja mora pokrivati granične troškove graničnog sloja jer inače poduzeće nema računa da prodaje svoje proizvode na vanjskom tržištu po cijeni koja leži ispod graničnih troškova«.[6]

Ako ove zakonitosti primijenimo na diferencirane cijene u elektroprivredi, za različite upotrebne svrhe električne energije, u prodaji na inozemnom tržištu cijena nikako ne smije biti manja od marginalnih troškova električne energije.

Ako je cijena električne energije manja od marginalnih troškova, tada će elektroprivredna organizacija doći u situaciju da prodajom određene količine smanjuje dobitak, ili, ako je ranije poslovala sa gubitkom, ona će u ovom slučaju mati kao rezultat povećanje gubitaka.

Također se prilikom diferenciranja cijena električne energije na domaćem tržištu, elektroprivredne organizacije moraju držati osnovnog načela da cijena ne može biti manja od marginalnih troškova ponuđene količine energije.

Diferenciranje cijena električne energije

Budući da »Diferenciranju cijena pristupaju uglavnom ona preduzeća koja imaju izvjestan monopolistički položaj na tržištu . . .«[7], a takav slučaj imamo u elektroprivredi, zadržat ćemo se posebno na specifičnostima diferenciranja cijena električne energije.

Specifičnost elektroprivrednih organizacija sadržana je u intenzivnosti osnovnih sredstava, i prema tome visokim ukupnim fiksnim troškovima koji ne reagiraju na oscilacije stupnja zaposlenosti, odnosno visina ukupnih troškova je pri postojećem kapacitetu stalna i nezavisna o obimu proizvodnje električne energije, tako da je stupanj reagibilnosti jednak nuli. To daje elektroprivredi mogućnost da vrši diskriminaciju kupaca, odnosno diferenciranje cijena električne energije na domaćem tržištu, jer je kod troškova i hidro i termoenergije izražena intezivna degresija troškova. U težnji da se najpovoljnije iskoriste instalirani elektroenergetski kapaciteti, na pojedine vrste potrošača primjenjuju se različite cijene koje trebaju stimulativno utjecati na veću potrošnju električne energije.

»Diferenciranja između potrošača mogu počivati samo na tehničkim kriterijima (veličina isporuke, mjesto, dijagram opterećenja itd) a u tom slučaju će potrošač vrlo lako shvatiti da isporuku plaća po njezinoj proizvodnoj cijeni, ili po kriterijima koji se odnose na ekonomiku potrošnje: elastičnost, korist potrošača (ili čak i višak) za potrošača itd«.[8]

[6] Dr Dimitrije Perović: Op. Cit. str. 164/165.
[7] Dr Dimitrje Perović: Op. cit. str. 168.
[8] Opći principi tarifiranja električne energije: UNIPEDE Skandinavski kongres — juni 1964. str. 57.

Tarifiranje i određivanje cijena električne energije

Sadašnjim zakonskim propisima reguliran je način tarifiranja i određivanja cijena električne energije za potrošače koji se napajaju na prijenosnoj mreži. Postoje različiti tarifni stavovi koji prouzrokuju i različite cjene za angažiranu snagu kW, za radnu energiju kWh, za previše preuzetu reaktivnu energiju kVArh, ovisno o naponu, sezoni, dobi dana, mjestu predaje i tarifnom stepenu.

Cijena za angažiranu snagu koju plaća potrošač po tarifi za električnu energiju, predstavlja ekonomski instrument koji ima zadatak da potrošača usmjeri u pravcu što racionalnijeg korištenja elektroenergetskih kapaciteta, tj. da potrošaču sa što manje angažirane snage omogući što veću proizvodnju, prijenos, distribuciju i potrošnju kWh. Kad taj elemenat cijene u tarifi ne bi postojao, onda potrošač ne bi bio stimuliran na racionalnije korištenje kapaciteta. To bi elektroprivredi nametalo potrebu za izgradnjom daleko većih kapaciteta nego što je to potrebno u režimu dvojne tarife, gdje se angažirani kapacitet odvojeno plaća u cijeni, bilo da je individualno mjeren, bilo da je odmjeren za neku grupu potrošača.

Cijenu za angažiranu snagu koju potrošač plaća elektroprivredi opravdavaju specifični uvjeti koji postoje u tehnološkom procesu proizvodnje i raspodjele električne energije. U trenutku kad potrošač električne energije upali sijalicu, ili uključi neki aparat, odnosno elektromotor, on istovremeno angažira i odgovarajući dio elektroenergetskog kapaciteta.

Takav tehnološki proces ne omogućuje elektroprivredi da proizvodi za skladište i da ovaj kapacitet koristi po svojoj volji, već to ovisi o volji potrošača, čije potrebe za električnom energijom i preko godine nisu ravnomjerne, već se po količini i vremenu potrošnje znatno razlikuju.

Cilj diferenciranja tarifnih stavova po stepenima je da potrošači racionalnije koriste energiju i snagu ovisno o njihovim tehnološkim karakteristikama i mogućnostima elektroprivrede. Postojanje dvaju stepena predstavlja u izvjesnoj mjeri zadržavanje namjenskog principa tarifiranja, tako da onaj potrošač koii ima loš dijagram angažiranja snage, odnosno nisko vrijeme korištenja angažirane snage (distribucija i proizvodna poduzeća koja nemaju proizvodni ciklus od 24 sata rada), bira II tarifni stepen, u kome je cijena snage zastupljena sa 30% u prosječnoj cijeni koštanja kWh. Prvi tarifni stepen obično odabiru kupci koji angažiranu snagu koriste duže vrijeme (preko 550 sati mjesečno), u kome je cijena bila zastupljena sa svega nešto više od 50% prosječne cijene kWh, kao što je slučaj sa velikim specijalnim potrošačima.

Po nižim sezonskim tarifnim stavovima obračunava se kupcima električne energije najmanje u osam mjesečnih obračunskih razdoblja (siječanj -lipanj i studeni-prosinac), a po višim sezonskim stavovima najviše u četiri mjeseca (srpanj-listopad). Ovako određeni mjeseci više sezone trebali su da kroz veću cijenu utječu na racionalniju po-

trošnju električne energije. Međutim, radi različitih prirodnih uvjeta, odnosno režima dotoka voda po pojedinim regionima, striktna primjena mjeseca više sezonske tarife nije opravdana, jer bi pojedini regioni bili u boljem, odnosno u gorem položaju, bez obzira na njihove rezultate rada..

Izraziti primjer za ovaj slučaj predstavlja inverzan režim dotoka voda na Dravi s jedne strane, i režim na skoro svim ostalim vodotocima s druge strane. Da bi se otklonila ova nelogičnost i stvorili, približno isti uvjeti privređivanja, za međusobne isporuke u međusobnoj razmjeni obračunavaju se siječanj, veljača srpanj i kolovoz na osnovi tarifnih stavova koji predstavljaju srednju vrijednost između nižih i viših sezonskih tarifnih stavova. Prema dobi dana tarifni stavovi su veći dnevni stavovi (od 6—13 i od 17—21 sat) i manji dnevni stavovi (od 14—16 i od 22 do 6 sati).

Prema tome potrošač plaća za preuzetu električnu energiju mjesečni iznos na osnovu slijedećeg obrasca:

$$W_d \times C_d + W_n \times C_n + P_{max} \times C_p + R_{d1x} \times C_{d1} + R_{n1} \times C_{n1}$$

gdje je:

W_d i W_n — mjesečno preuzeta dnevna, odnosno, noćna radna energija,

P_{max} — najveće (vršno) opterećenje u toku mjeseca,

R_{d1} i R_{n1} — mjesečna dnevna, odnosno noćna reaktivna energija za naplatu,

C_d i C_n — tarifni stavovi za veću i manju dnevnu potrošnju električne energije, ovisno o sezoni i odabranom stepenu,

C_p — tarifni stavovi za vršno opterećenje, ovisno o sezoni i odabranom stepenu,

C_{d1} i C_{n1} — tarifni stavovi za veću i manju dnevnu potrošnju reaktivne energije i odabranog stepena.

Odstupanja od ovog obrasca su moguća ako kupac i prodavač ugovore druge uvjete, tolerancije u energiji i snazi, penale i dr.

Utjecaj diferenciranih cijena na pojedine potrošače

Na osnovu prezentiranog tarifnog sistema koji se nalazi u primjeni objasnit ćemo kako se diferenciraju cijene električne energije kod dva potrošača, A i B, što se snabdijevaju na 35 kV naponu. Potrošač A preuzima energiju po cijenama I tarifnog stepena, a potrošač B po cijenama II tarifnog stepena. Primjenjujući elemente i tarifne stavove potrošač A ostvario je u toku godine ukupnu prosječnu cijenu za nabavljenu energiju od 9,80 para/kWh,, uz odnos VT i MT 42 % : 58 % i vremenom korištenja 580 sati. Potrošač B ostvario je ukupnu prosječnu cijenu od 11,20 para /kWh, uz odnos TV i MT 54 % : 46 % i vremenom korištenja 450 sati.

Ovi primjeri nam pokazuju da, iako imamo dva potrošača koja se snabdijevaju na istom naponu, ipak dobijamo različite konačne prosječne godišnje cijene električne energije. Zašto dolazi do ovakvih razlika?

Osnovni razlog predstavlja neravnomjeran način korištenja angažiranja snage, jer je potrošač A prosječno mjesečno angažirao snagu sa 580 sati (ukupno preuzete godišnje količine električne energije u odnosu na ostvareno ukupno godišnje vršno opterećenje), a potrošač B 450 sati. Prema tome, potrošač A je racionalnije koristio kapacitet elektroprivrede i zato je dobio jeftiniju cijenu električne energije. Uzrok nižoj cijeni leži i u tome što je potrošač A preuzimao energiju većim dijelom (580) u manjoj dnevnoj tarifi, kad je cijena niža, a vjerojatno su i drugi relativni odnosi (podjela po sezonama, odnosi u stepenima i dr.) utjecali na formiranje takve cijene, ali svakako u manjoj mjeri.

Ako bi se analizirale ostvarene cijene po mjesecima, odnosno po sezonama, i ovdje bismo dobili odgovarajuće diferencijacije u cijenama.

Zaključak

Elektroprivreda je zainteresirana za diferenciranje cijena među potrošačima, jer na taj način ekonomskim instrumentom usmjerava potrošača k što racionalnijem i ravnomjernijem korištenju elektroenergetskih kapaciteta, i sa što manje angažirane snage omogućuje veću proizvodnju, prijenos, distribuciju i potrošnju kWh. Potrošači A i B imaju iste mogućnosti da ostvare identičnu prosječnu cijenu, ali je ne ostvaruju. Ova cijena na odgovarajući način stimulira potrošače da svoj dijagram potrošnje poboljšavaju i da koriste kapacitete elektroprivrede kada to njoj najbolje odgovara. Što ga više poboljšavaju, cijena će biti niža. Osim toga, interes elektroprivrede je da se povećava potrošnja električne energije jer se time povećava prosječan stepen zaposlenosti hidro i termoelektrana, čime se snizuju prosječni godišnji troškovi nabave (proizvodnje) električne energije i povećava ekonomičnost.

Budući da su troškovi po kWh u hidroelektranama fiksni — »godišnji troškovi su praktički neovisni o proizvodnji, dok u termoelektranama značajan dio troškova ovisi o proizvodnji i o načinu korištenja postrojenja«[9] — veća proizvodnja a time i potrošnja utječe na snižavanje prosječne cijene.

Elektroprivreda nastoji da proda što više energije, jer stalne troškove svakako mora platiti. Da bi se ova energija mogla prodati, treba da se potrošači stimuliraju tarifnim sistemom, da snizuju visoka dnevna vršna opterećenja sistema i koriste što više energiju po manjim dnevnim stavovima, u nižoj sezoni i dr.

---

[9] Dr. Hrvoje Požar: Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima, Beograd, 1966. str. 101.

Naslov pisca: Tomislav Ždajić, dipl. ek., »Elektroprenos« — Sarajevo

DEFEKTI NAMOTA GENERATORA U TERMOELEKTRANI-TOPLANI ZAGREB, I POTREBA KONTROLE IZOLACIJE

Franjo Černohous, Zagreb

DK 621.313.12.002

Uvod

U nas se još uvijek nije uvriježila praksa redovite kontrole izolacije namota generatora, iako neminovan proces starenja smanjuje izolacionu sposobnost i dovodi do defekta i ispada iz proizvodnje najčešće u najnezgodnije vrijeme. Učestali proboji ne nameću pogođenim pogonima samo brigu oko uvida u eksploataciono starenje izolacije, već i potrebu da se dogovore ne samo obavezne metode, već i obavezni termini kontrole izolacije. U Termoelektrani-Toplani Zagreb, koja je u pogonu od 1962. godine, relativno kratko vrijeme nije bilo problema vezanih za izolaciju namota generatora. Naime, već je 1966. godine uslijedio proboj statorskog namota jednog generatora, a tada je oštećen i namot rotora. Do danas su registrirana ukupno četiri proboja statorskog namota.

Osnovne karakteristike turbogeneratora

U elektrani su instalirana dva trofazna sinhrona turbogeneratora, proizvodnje »Rade Končar«, ovih karakteristika:

Snaga	40 MVA
Napon	10,5 kV
Faktor snage	0,8
Struja	2,2 kA
Frekvencija	50,0 Hz
Struja uzbude	550 A
Napon uzbude	195 V
Nominalni broj okretaja	3000 o/min.

Izolacija dvoslojnog statorskog namota izvedenog sa polusvicima je klase B. Na ravnom dijelu štapa izolacija je izvedena od mikafolija, dok su glave bandažirane s više slojeva mika-kompaudne, uljne i staklene vrpce. Primjenjena je dakle tzv. diskontinuirana izolacija. Uzgred neka bude spomenuto, da je tvornica »Rade Končar« napustila taj postupak izolacije i prešla na tzv. kontinuiranu izolaciju (trake bez veziva ili sa sadržanim vezivom).

Kronologija defekata s analizom

Kronologija defekata je obuhvaćena u tablici 1, i daje nam cjeloviti uvid u okolnosti pod kojima je došlo do kvara, o djelovanju zaštite, vrsti i opsegu kvara, uzroku kvara i vremenu popravka. Ako isključimo defekte rotorskih namota, od kojih je jedan posljedica djelovanja električnog luka kod proboja statorskog namota, a drugi nelociranog spoja među zavojima rotora, moramo konstatirati da se uglavnom radi o defektima statorskih namota u uvjetima normalnog pogona (generator priključen na mrežu i opterećen) ili kod ispitivanja, kao što je prikazano u tablici 2. Prema djelovanju zaštite može se zaključiti, da je u slučajevima međufaznih proboja dolazilo istovremeno do proboja obih faza, što je uvjetovalo dvopolni kratki spoj, a time i reagiranje isključivo diferencijalne zaštite. Opseg kvara, trajanje popravka, kao i šteta su različiti, ovisno o vrsti kvara. Najveći su u slučajevima proboja u uvjetima normalnog pogona, manji kod rada generatora u praznom hodu, a najmanji kod proboja za vrijeme ispitivanja. Defektna mjesta nalaze se isključivo u utorskom dijelu, a nisu se uvijek mogla locirati samo vizuelnim putem. Sretna je okolnost, što su najčešće oštećeni vanjski štapovi. Sam popravak je obuhvaćao zamjenu uništenih štapova rezervnim ili novim štapovima, preizoliranje oštećenih štapova, i sanaciju oštećenja limova statora uz obaveznu kontrolu.

U tvornici »R. Končar« ispitivala se probojna čvrstoća i kut gubitaka izolacije na izvađenim štapovima. Štapovi su izdržali napon 30 kV kroz 60 sekundi bez proboja, a kut gubitaka je iznosio 0,08—0,15, iznimno i 0,20 kod nominalnog napona. Kod posljednjeg proboja, kontroliran je kut gubitaka izolacije pojedinih faza, i koeficijent apsorpcije triju faza paralelno, a dobivene vrijednosti su uobičajene za namot s cca 45.500 sati rada.

Naponsko ispitivanje namota nakon popravka

Tablica 1.

Datum ispitivanja nakon popravka	Generator br.	Namot	Ispitivanje vršeno sa	Probojni napon i broj štapova
18. 10. 66.	Generator 2	stator	0,8 $U_{isp.}$	—
19. 7. 68.	Generator 1	stator	0,6 $U_{isp.}$	14,4 kV 1 vanjski štap faze R
5. 2. 69.	Generator 2	stator	0,6 $U_{isp.}$	12.0 kV 1 vanjski štap faze R 13,5 kV 1 vanjski štap faze S 15,0 kV 1 vanjski štap faze T
5. 6. 70.	Generator 2	stator	0,6 $U_{isp.}$	—

$U_{sip.} = 2\,U_{nom.} + 3$ (kV)

Kronologija defekata generatora

Tablica 2.

Datum defekta	Generator broj	Namot	Pogon	Djelovanje zaštite	Vrsta kvara	Opseg kvara	Uzrok kvara	Trajanje popravka	Opaska
19. 9. 66.	Generator 2	Statorski i rotorski	Normalan	Diferencijalna	1. Proboj između faza R i S 2. Proboj rotorskog namota	1. Potpuno ili djelomično oštećeno 7 štapova 2. Oštećena izolacija rotorskog namota (ispod klina) 3. Oštećeni rukavci i ležajevi na strani turbine i uzbudnog stroja 4. Oštećene brtvene trake na poklopcima 5. Oštećeni limovi statora	Prenapon	do 26. 10. 66. (17 dana)	Proboj rotorskog namota je posljedica djelovanja el. luka kod proboja statorskog namota
17. 6. 68.	Generator 1	Statorski	Prazni hod	Diferencijalna	1. Proboj između faza S i T i prema zemlji	1. Potpuno ili djelomično uništena 3 štapa 2. Oštećeni limovi statora 3. Jedan štap oštećen kod ispitivanja (proboj kod napona 7,5 kV)	Prenapon	do 28. 7. 68. (21 dan)	Ukupno izvađeno 14 štapova. — Kod demontaže oštećen ventilator
26. 1. 69.	Generator 2	Statorski	Normalan	Zaštita od dozemnog spoja statora	1. Proboj faze S prema zemlji	1. Oštećen 1 štap	Prenapon	do 13. 2. 69. (18 dana)	—
1. 9. 69.	Generator 1	Rotorski	Normalan	—	1. Spoj među zavojima	1. Oštećena izolacija namota 2. Oštećen rukavac na strani turbine	Neutvrđen	do 20. 1. 70. (140 dana)	Preizoliran cijeli namot
20. 5. 70.	Generator 2	Statorski	Normalan	Zaštita od dozemnog spoja statora	1. Proboj faze T prema zemlji	1. Oštećen 1 štap	Prenapon	do 5. 6. 70. (6 dana)	

Rezultati profil. ispitivanja u ovisnosti o nominalnom naponu generatora

Tablica 3.

	Nominalni napon generatora	
	6 kV	10 kV
Broj ispitanih generatora	283	121
Broj proboja generatora	25 (8,8 %)	12 (9,9 %)
Broj probijenih štapova	38 (13,4 %)	17 (14,0 %)
Broj generatora, koji su izdržali ispitivanja	258 (91,2 %)	199 (90,1 %)

Postotak defekata na raznim dijelovima namota u odnosu na ukupan broj defekata pri profilaktičkom ispitivanju

Tablica 4

Utvrđeno mjesto proboja	Proboji u % kod ispitivanja sa	
	U=	U~
Čeoni dio	20,0	12,7
Utorski dio	10,9	21,8
Na izlazu iz utora	18,2	16,4

Uzrok kvara

Na osnovu pregleda limova statora na mjestima proboja je utvrđeno, da nema vidno istaknutih limova, da su limovi čvrsti i neoštećeni, i da o eventualnom aksijalnom pomicanju limova nema nikakvih indikacija. Zato se isključuje mehaničko oštećenje izolacije, osim onog do kojega je, eventualno, moglo doći prilikom ulaganja. Rezultati ispitivanja pokazuju da je starenje izolacije normalno s obzirom na broj sati rada. Proboji prilikom naponskog ispitivanja upućuju na slaba mjesta u izolaciji. Da bi se eliminirala opasnost proboja od prenapona uslijed pojave ferorezonancije, koja kako je utvrđeno može nastupiti, dodatno će se opteretiti mjerni naponski transformatori omskim potrošačima.

Praksa i iskustvo u kontroli izolacije

Praksa pokazuje, da do defekata najčešće dolazi u najnepovoljnije vrijeme, u kritičnom razdoblju, ili u toku ogrjevne sezone, i da se tako nastale štete nepovoljno reflektiraju, ne samo na pogođeni pogon, već i na širu društvenu zajednicu. Zato se obično pristupa u remontnom razdoblju profilaktičkim ispitivanjima, koja se u nekim zemljama razlikuju po broju i vrsti upotrebljenih metoda. Napominjemo da ispitivanja obuhvaćaju mjerenje dielektričkih gubitaka i njihovih porasta ovisno o naponu, kontroli vlažnosti izolacije, i kontroli s visokim istosmjernim i izmjeničnim naponom.

Kako ne postoji nedestruktivna metoda za kontrolu izolacije, kojom bi se mogao utvrditi probojni napon izolacije bez opasnosti proboja, u SAD i SSSR je uobičajeno naponsko ispitivanje s visokim istosmjernim ili izmjeničnim naponom, ili kombinirano. U Sloveniji je do 1965. g. mjeren kut gubitaka na skoro svim proizvodnim jedinicama. Mjerenje je obuhvatilo i naponsko ispitivanje do nominalnog napona, što predstavlja veću sigurnost za nastavak pogona. Zanimljiva su i poučna iskustva i rezultati profilaktičkih ispitivanja u SSSR-u, u razdoblju od 1956—1966. godine. Ukupno su s istosmjernim naponom iznosa 3 U_n i izmjeničnim naponom frekvencije 50 Hz iznosa 1,7 U_n ispitana 404 generatora. Ispitivanje je vršeno u 40 % slučajeva najprije s istosmjernim naponom, a nakon toga s izmjeničnim naponom frekvencije 50 Hz, a u 60 % slučajeva obrnuto. Rezultati profilaktičkih ispitivanja ovisno o nominalnom naponu generatora, izraženi brojčano i u postocima prikazani su u tablici 3, a postotak defekata na raznim dijelovima namota u odnosu na ukupan broj defekata pri profilaktičkim ispitivanjima, prikazan je u tablici 4. Kao što je prikazano na tablici 5, većina proboja kod ispitivanja uslijedila je na vanjskim štapovima (63,6 %). Interesantno je još spomenuti, da je najčešći krivac oštećenja izolacije poremećeni sistem ventilacije i starenje izolacije, a zatim oslabljenje limova statora, lom zadnjeg zuba statorskog paketa, deformacija svitaka, strana tijela i slično.

Broj proboja štapova ovisno o naponu

Tablica 5.

Broj probijenih štapova	Nominalni napon generatora		
	6 kV	10 kV	6 kV i 10 kV
Vanjskih	24 (63,2 %)	11 (64,7 %)	35 (63,6 %)
Unutarnjih	14 (36,8 %)	6 (35,3 %)	20 (36,4 %)

Zaključak

Briga o eksploatacionom starenju izolacije namota generatora i zalaganje za naponsko ispitivanje ne smije biti samo briga ugroženih pogona, već elektroprivrede u cjelini. Iako još uvijek ne raspolažemo s dovoljnom rezervom proizvodnih kapaciteta, što je, vjerojatno, i razlog da do sada nismo prihvatili uspješnu i redovitu praksu ispitivanja u nizu zemalja svijeta, dosadašnja iskustva u našim elektranama, pa i ovo u Termoelektrani-Toplani Zagreb, s nizom proboja statorske izolacije, velikim štetama i u nepovoljno vrijeme, upućuju na brzu odluku. Nema razloga da se ne prihvate obavezni termini i metode ispitivanja, to više što i vlastita iskustva govore, da je broj proboja kod profilaktičkih ispitivanja relativno malen. Redovita ispitivanja, koja bi se provodila u remontnom razdoblju, dala bi ne samo uvid u broj proizvodnih jedinica kojima treba mijenjati izolaciju, nego bi smanjila i broj havarija i pravovremeno i u najpovoljnije vrijeme osigurala nabavu i zamjenu zastarjele izolacije.

Literatura:

1. E. Höfler: *Kontrola statorske izolacije sinhronih generatora,* Energija 1966, br. 1—2.
2. B. I. Kozirev: *Rezultati profilaktičkih ispitivanja statorskih namota visokonaponskih generatora povišenim naponom,* Električeskije stancii 1969, br. 2.
3. »Rade Končar«: *Ispitni nalazi.*

Franjo Černohous, dipl. ing.
»Elektroprivreda« Zagreb, Pogon Termoelektrana-Toplana, Zagreb, Kuševačka b.b.

TOKOVI REAKTIVNE SNAGE I NAPONI NA PODRUČJU SJEVEROZAPADNE HRVATSKE

Tomislav Pavlović, Zagreb

DK 629.3.01

Momentalno stanje u elektroenergetskom sistemu SFRJ u pogledu potreba za reaktivnom snagom, a proizlaze iz tog stanja, veoma je konfuzno. Takvo stanje je rezultat politike izgradnje elektroprivrednih postrojenja, koja nije osnovana na stvarnom sagledavanju dugoročnijeg razvoja, a isto tako i neusklađene tarifne politike i odnosa potrošač — distribucija i distribucija — proizvođač (isporučilac). Moramo napomenuti da posljedice takve neusklađene politike ne trpe podjednako sva zaokružena energetska područja SFRJ. Ona područja koja su suficitarna izvorima aktivne energije, imaju u pravilu na svom području dovoljno reaktivne energije. S druge strane, ona područja koja su deficitarna izvorima aktivno energije (radne energije), redovito trpe i zbog manjka reaktivne energije, a radi toga i loših naponskih prilika.

Razlozi neuravnoteženom stanju bilance reaktivnih snaga

Do takvog stanja došlo je zbog toga što se od samog početka razvoja elektroprivrednih postrojenja zanemarivala potreba kompenzacije reaktivnih snaga, a napon u područjima deficitarnim reaktivnom snagom, ponekad je bio više loš nego dobar. Pri tom se mora napomenuti da često nisu pokazali dovoljno razumijevanja za takve probleme ni oni koji su vodili investicionu politiku elektroprivrede. Kampanjski su se odobravale investicije za reaktivne izvore, koji zapravo nisu uvijek bili ni tehnički ni ekonomski, najoptimalniji. Bilo je slučajeva da su se sinhroni kompenzatori postavljali tamo, gdje bi mnogo svrsishodniji bili statički kondenzatori, i slično.

Osim toga ni tarifni sistem za prodaju električne energije ni tehnički propisi za priključak novih potrošača, nisu izrađeni. Već se nekoliko godina radi na tarifnom sistemu koji bi trebao više stimulirati potrošače na kompenzaciju vlastitih potreba, ali se dalje od prijedloga, nažalost, nije stiglo. Naponi u mnogim točkama u mreži trajno su loši. Same proizvodnoprijenosne organizacije elektroprivrede redovito nemaju dovoljno sredstava da investiraju u uređaje za kompenzaciju. Distribucija također nema sredstava, a sam potrošač lakše plaća reaktivnu energiju nego da ulaže u investicije za kompenzaciju vlastitih potreba. I dok su naponi u granicama snošljivosti, nitko se ne buni, bez obzira što su gubici u mreži prilično visoki. Međutim i manji poremećaj u prijenosu energije (ispad ili remont nekog agregata) dovodi do rušenja napona u prijenosnoj mreži što se neminovno odražava i na niže naponskim nivoima.

Posljedice nekvalitetnog napona u elektroenergetskom sistemu

Vrlo je teško govoriti o veličini štete koja nastaje zbog lošeg napona. Međutim, ako znamo da kod mnogih potrošača vrijednost kWh u finalnom proizvodu doseže čak stostruku vrijednost prodajne cijene, možemo naslutiti kakve štete nastaju kada zbog lošeg napona izgori neki elektromotor, što izaziva prekid radnog procesa, ili je napon tako loš da mora doći do privremene obustave pogona. Statističari kažu, da bi se gubitkom narodnog dohotka, koji nastaje zbog loših napona u mreži kroz jednu godinu, mogla izvršiti kompenzacija mreže nivoa 35/30 kV, i nižeg. Na žalost, iako je to svima dobro poznato, ne bi se moglo reći da se poduzimaju odgovarajuće mjere.

Osim industrije i zanatstva zbog loših napona trpi i kućanstvo, kako zbog nekvalitetne rasvjete, tako isto i zbog poteškoća pri upotrebi kućanskih aparata, specijalno televizora. Kod lošeg napona (ispod 190 V u mreži 220 V) prijem kvalitetne slike je nemoguć, pa vlasnici, da bi poboljšali prijem kupuju stabilizatore napona. Računa se da u Jugoslaviji ima oko 200.000 stabilizatora napona u koje je investirano oko 60,000.000 novih dinara. S tim iznosom moglo bi se postaviti u mreži oko 500 MVAr kondenzatorskih baterija, što bi riješilo najveći dio naponskih problema, bar onih koji dolaze zbog loših napona na višim naponskim nivoima.

Iako upotreba mognetskog stabilizatora pomaže potrošaču (televizoru), ona zapravo traži veću reaktivnu snagu u mreži, što pogoršava ionako lošu naponsku situaciju, i još više narušava ravnotežu reaktivnih snaga.

Nadalje, nesigurni i loši naponi prisiljavaju vlasnike elektromotora da primjenjuju motore veće snage od potrebne, kako bi i kod lošijih napona, mogli dati potrebnu snagu. Poznato je da i upotreba predimenzioniranog elektromotora izaziva veću potrebu za reaktivnom snagom od one koju bi trebali da je elektromotor pravilno dimenzioniran. Tako nedovoljne investicije u kompenzaciju mreže lančano pogoršavaju situaciju, odnosno povećavaju potrebu za kompenzatorskim uređajima. Kad bi se mreže mogle pravilno razvijati od samog početka, investicije koje su nastale radi nesigurnosti napona mogle bi u cjelosti financirati sve potrebe za kompenzatorskim uređajima. Iz ovoga proizlazi zaključak, da je naše siromaštvo investicijama samo prividno, da je investiciona politika od samog početka napravila propuste koji su doveli do ovakvog stanja u elektroenergetskoj mreži. Da je tada bilo više discipline i reda, ne bismo danas trpjeli od nedostatka reaktivne energije, a svi gubici koji su time kroz ovo vrijeme naneseni potrošačima predstavljali bi čisti dobitak.

Neekonomska proizvodnja reaktivne energije kao posljedica nedostatka ekonomičnijih izvora

Manjak izvora reaktivne snage na pojedinim područjima često nas je prisiljavao na ne baš ekonomska rješenja u proizvodnji reaktivne energije. Još prije nekoliko godina »Elektroprivreda« Zagreb, da bi podmirila potrebe za reaktivnom energijom na svom području, morala je držati u pogonu stare termoelektrane

(TE Jertovec) uz minimalnu proizvodnju radne energije. Veliki je napredak u ekonomskom pogledu učinjen time, što su adaptirani postojeći generatori, da bi mogli raditi u čisto kompenzatorskom pogonu. Time je cijena proizvedene reaktivne energije, u odnosu na prvobitni generatorski rad, pala na cca 30 %, ali je još uvijek dvostruko veća od cijene koju bi imali kada bi reaktivnu energiju proizvodili u statičkim kondenzatorima.

U toku je i adaptacija nekih hidrogeneratora (HE Gojak), a generatori u HE Rijeka već rade u kompenzatorskom pogonu.

Potreba za novim izvorima reaktivne snage vezanim uz proširenje mreže 220 kV

U posljednje vrijeme došlo je do znatnijeg razvoja 220 kV mreže, a broj i snaga transformatorskih jedinica 220/110 kV također je znatno veća. Time se javila i veća potreba za reaktivnom energijom na 220 kV nivou, kako za potrebe samih 220 kV vodova, tako i za potrebe transformatora 220/110 kV. Usput napominjemo da sinhroni kompenzator u TS 220/110 kV Mraclin, deklarirane snage 50 MVAr, ali stvarne snage 42 MVar (uz reducirani tlak vodika od 50 %), odnosno 30 MVAr uz hlađenje zrakom, jedva može zadovoljiti potrebe samih transformatora snage 2 × 150 MVA. Jasno je da u kompenzatoru ne preostaje višak reaktivne snage koju bi dao u mrežu 110 kV za potrebe samih potrošača, odnosno u mrežu 220 kV za potrebe regulacije napona i tokova reaktivne snage, dakle u svrhe kojima bi trebao biti namijenjen. Upravo radi toga se i dešava da u slučaju ispada nekog većeg agregata u zapadnom dijelu sistema napon na sabirnicama 220 kV u TS Mraclin padne čak i do 175 kV. Kod takvog napona na nivou 220 kV, napon na strani 110 kV padne čak na 80 kV, a na 30 kV nivou na 26 kV. Poznato nam je, da kod takvih napona u mreži veliki dio potrošača ne može raditi, a elektrane na ovom području rade sa znatno sniženom snagom, što pogoršava i već tešku situaciju u mreži. Ponekad se dešava da se neke elektrane odvajaju od sistema, i da u otočnom (izoliranom) pogonu napajaju vlastite konzume kako bi se bar pojedinačno mogla potpuno iskoristiti snaga nekih elektrana (slučaj TE—TO Zagreb).

Skoro povezivanje mreže 220 kV naše zemlje sa mrežom 220 kV Austrije i Italije zahtijeva još snažnije čvorne točke 220 kV, specijalno TS Mraclin kao najsnažnije čvorne točke na zapadnom dijelu sistema. To više, ako se želi realizirati izvoz električne energije u zemlje UCPT. Ako TS Mraclin ne bude čvrsta naponska točka 220 kV mreže, to uopće neće biti moguće.

Navedene činjenice govore u prilog potrebi za još jednim kompenzatorom u čvornoj točki TS Mraclin, odnosno u blizini TS Mraclin.

Kombinacija sinhronog kompenzatora i vršne elektrane

Analizirajući ovaj problem sama od sebe se nametnula misao da se razmotri kombinacija sinhronog kompenzatora i vršne elektrane. I jedno i drugo je neophodno potrebno užem području Zagreba, a konstruktivno se može izvesti tako, da se generator u samom pogonu tj. priključen na mrežu odvoji od turbine i nastavi pogon kao čisti kompenzator. Isto se tako ponovno u samom pogonu može spojiti sa turbinom i nastaviti raditi kao vršna elektrana. Ovakva rješenja u svijetu nisu nikakva novost. Postoji već cijeli niz agregata koji uspješno rade na tom principu.

Nužnost rješavanja kompenzacije na svim nivoima napona

Kada bi problem kompenzacije na 220 kV nivou bio u potpunosti riješen, time ne bi bio manji problem reaktivnih snaga na nivoima 110 kV, i nižim. Analiza potreba (optimiranje) reaktivnih snaga provedena je na elektronskom računalu. Rezultati koje smo dobili pokazali su, da bi širem području Zagreba za stanje mreže VII mjesec 1970. godine, pored iskorištenja svih postojećih izvora, trebalo dodati 140 MVAr izvora reaktivne snage. Pri tom se pretpostavlja da nema doticanja reaktivne snage iz 220 kV mreže i da napon u najnepovoljnijoj točki mreže 110 kV iznosi 105 kV.

Iz ove analize može se naslutiti kakva je situacija na ovom području. Ako nemamo dovoljno potrebnih izvora reaktivne snage, reaktivna snaga mora dolaziti iz onih područja koja imaju višak, odnosno koja imaju više napone. Međutim kako se manifestira tok reaktivne snage vodovima 220 kV dobro nam je poznato. Gubici u vodu se zbog toga znatno povećavaju, smanjuje se prenosna moć voda, a uz sve to imamo naponska stanja koja ne zadovoljavaju.

Mjere za poboljšanje sadašnjeg stanja

Prijedlog tarifnog sistema, što ga je usvojio Upravni odbor Jugoslavenske elektroprivrede predviđa i nešto drukčiji tretman reaktivne energije u odnosu na postojeći tarifni sistem. Među ostalim se predviđa (alternativno) da se za područja deficitarna izvorima reaktivne snage (područja koja uvoze električnu energiju, pa na svom području nemaju izvora radne energije, tj. generatora) da faktor snage ispod čije se vrijednosti preuzeta reaktivna energija plaća, iznosi 0,95. To znači da bi prema novom tarifnom sistemu uz jedan kWh potrošač besplatno dobivao samo 0,33 kVArh umjesto dosadašnjih 0,48 kVArh, odnosno 0,15 kVArh manje po svakom preuzetom kWh. Ostala područja, gdje situacija nije tako kritična mogla bi zadržati sadašnje stanje, tj. cos fi 0,9. Osim toga se predlaže da nova cijena reaktivne energije u VT bude cijena iz dosadašnje više sezone tj. 2 pare/kVArh kroz cijelu godinu, jer tretiranje reaktivne energije po sezonama zaista nema nikakvog opravdanja. Smatra se da bi navedene mjere prisilile potrošača da više razmišlja o vlastitim potrebama kompenzacije, što bi, u krajnjoj mjeri, rezultiralo poboljšanjem napona na svim naponskim nivoima.

Kao druga mjera koja bi također dala pozitivne rezultate, iako ne odmah nakon donošenja, jesu tehnički propisi o priključenju novih potrošača, u kojima bi trebalo predvidjeti da se može uskratiti dozvola za novi priključak svakom potrošaču čiji faktor snage preuzimanja energije bude ispod 0,95.

I treće, nepotpuno definirani odnosi distributivnih i proizvodno-prijenosnih poduzeća u pogledu odgovor-

(Nastavak na str. 351)

ELEKTRIČNI PRIKLJUČCI, POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE I RAST INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE

Vladimir Hudin, Zagreb

DK 621.311

1. Želimo da iz statističkog sistema Saveznog zavoda za statistiku neke od objavljenih podataka osposobimo za proučavanje rasta industrijske proizvodnje. kako bi se dobila još jedna čvrsta poluga za vršenje uzajamne projekcije. Radi se o podacima instalirane snage električnih priključaka kojima raspolaže industrija, o njihovom radu uključivanjem u »strujni krug«.

2. Pod električnim priključcima ovdje podrazumijevamo sve potrošačke kapacitete: elektromotore, elektropeći i druge termičke aparate, elektrolize, galvanizaciju, rashladne uređaje i ostalo. Ovakvi se podaci prikupljaju već gotovo dva desetljeća i objavljuju detaljno po granama i užim grupama industrije u Statističkom godišnjaku Jugoslavije i seriji Stastističkih biltena Saveznog zavoda za statistiku pod nazivom »Industrijska poduzeća«.

3. S druge strane, rad tih električnih priključaka (trošila) prati se putem potrošnje električne energije, prema vrstama potrošačkih uređaja. Na taj način, može se izračunati i prosječna duljina eksploatacije, tj. godišnji broj sati iskorištenja, kao koeficijent iz odnosa potrošnje (kWh) i instalirane snage (kW).

4. Kad smo već kod koeficijenata, u navedenim statističkim publikacijama objavljuju se još dva interesantna koeficijenta: raspored radnika u proizvodnji prema radnim mjestima po smjenama i snaga pogonskih motora za rad u smjenama. Oni su dobili naziv koeficijent smjena radnika, odnosno koeficijent smjena motora. Koeficijent smjena radnika izračunat je kao odnos ukupnog broja radnika i radnika u najvećoj smjeni, dok je koeficijent smjena motora izračunat kao odnos zbroja snage pogonskih motora korištenih za rad u smjenama i stanja njihovog instaliranog kapaciteta. Oba koecifijenta se iskazuju za jedan karakterističan dan u mjesecu najveće proizvodnje poduzeća određene godine.

Pomoću koeficijenata smjena motora može se analizirati da li se kretanje potrošnje električne energije na elektromotorima (u stvari duljina njihova rada) odvija u uvjetima intenzivnijeg korištenja u jednoj smjeni, ili povećavanjem rada u smjenama. Nadalje, kombinacijom (množenjem) koeficijenata smjena radnika i prosječnog broja »odrađenih« sati rada jednog radnika, može se dobiti raspoloživi fond sati za rad energetskih kapaciteta, pa iz ostvarenog broja sati rada izračunati postotak iskorištenja.

5. Nažalost, objašnjenja treba još proširiti, i tumačenjem pojma indeksa fizičkog obujma industrijske proizvodnje, koji je »fizički« više po svojem nazivu. U stvari, količine pojedinih proizvoda skupljaju se u granske i skupne indekse uz pomoć vrijednosnih faktora. Ovi faktori, vrijednost društvenog proizvoda (prodajna cijena umanjena za materijalne troškove) po jedinici proizvoda iz određene godine, prosječno za grupu proizvoda nomenklature na čitavom području Jugoslavije, ujedno su i prepreka potpunoj usporedivosti kretanja skupnih indeksa proizvodnje i indeksa

Prosječne godišnje stope rasta

	1960—1964.	1965—1969.
1. Fizički obujam proizvodnje	11,2	6,8
2. Društveni proizvod, po cijenama 1966. godine	11,1	7,0[1]
3. Snaga elektromotora	10,0	6,8
4. Pogonska snaga motora	9,5	7,2
5. Snaga svih električnih priključaka	10,5	5,8
6. Ukupna energetska snaga	10,1	6,2
7. Prosjek za redove 3 do 6	10,0	6,5
8. Potrošnja električne energije	9,7	6,9
9. Fizički obujam proizvodnje na 1 kWh utrošene električne energije (red 1 : red 8)	1,3	0,0
10. Utrošak električne energije[2] na 1 kW elektromotora	1,3	0,5
11. Utrošak ukupne električne energije na 1 kW svih električnih priključaka	—0,7	1,0
12. Broj zaposlenog osoblja	4,3	0,0
13. Proizvodnost rada (red 1 : red 12)	6,6	6,8
14. Pogonska snaga po 1 zaposlenom[3]	5,0	7,2
15. Ukupni električni priključci po 1 zaposlenom[3]	6,0	5,8
16 Ukupna energetska snaga po 1 zaposlenom[3]	5,5	6,2
17. Prosjek za redove 14 do 16	5,5	6,4
18. Potrošnja električne energije po 1 zaposlenom	5,2	6,9

[1] 1964—1968; prethodni podatak, u provjeravanju zbog 1968/67.
[2] specifična potrošnja na elektromotorima
[3] odnos redova 4, 5 i 6 sa redom 12

(Nastavak sa str. 350)

nosti za kvalitet isporučene električne energije potrošačima, također u sebi sadržavaju jedan od razloga ovakvog stanja u mreži. Suvremena tehnologija proizvodnje ne podnosi nered u kvaliteti isporuke električne energije, pa će se i proizvodno-prijenosna a i distributivna poduzeća uskoro naći u situaciji da će potrošačima morati dati veće garancije u pogledu kvalitete električne energije. Potrošač će za veću cijenu koju će morati platiti tražiti i bolju kvalitetu, odnosno u slučaju odstupanja od utvrđene kvalitete i određenu odštetu. Taj će zahtjev u svakom slučaju ubrzati proces zajedničkog rješavanja problema kvalitete električne energije, jer će u tome morati tražiti svoj interes i distribucija, a i proizvodno prijenosne organizacije.

Tomislav Pavlović, dipl. ing.
»ELEKTROPRIVREDA« ZAGREB

količinskih podataka potrošnje električne energije i instalirane snage električnih priključaka, dajući određenoj vrsti proizvodnje značenje koje ima po utrošku živog rada, što može dovesti do divergentnih kretanja. Zato se može preporučiti, gdje god je moguće, da se proizvodnja agregira u čisto fizičkim jedinicama, u uvjetno-naturalnim jedinicama ili da se uzimaju samo reprezentativni proizvodi.

6. Potrebno je istaknuti da se ovdje izvodi dinamička analiza, jer očekivana korelaciona (stohastička) veza među prikazanim pojavama može postojati samo u njihovim kretanjima, a ne i u njihovom obujmu, zbog toga što energetski kapaciteti industrije imaju samo neznatan udio u sredstvima na kojima se odvija proizvodnja (4—5% od vrijednosti opreme), a potrošnja električne energije u industriji samo je jedan dio, i to manji — 15% od ukupnih bruto kalorija, ukupne potrošnje energije. Jer, porast aktivnosti poduzeća uvjetuje i porast potrošnje električne energije (odnosno uvjetovan je porastom obujma energetskih kapaciteta), čak i tamo gdje je njezina (njihova) uloga neznatna.

7. Slijede osnovni (sumarni) podaci za ukupnu industriju SR Hrvatske koji bi trebali ukazati na usku

Instalirana snaga elektromotora — tisuća kW

	1959.	1960.	1061.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
U k u p n o	455,9	503,6	556,0	599,7	659,6	720,8	760,0	. . .	834,3	950,3	995,4
Elektroindustrija	14,6	15,6	17,2	30,0	30,8	31,3	32,7	. . .	29.2	25,3	28,9
Ugljen	47,5	52,7	53,3	49,0	49,6	49,8	56,5	. . .	43,3	42,6	38,9
Nafta	(19,0)	(19,4)	19,9	21,7	25,1	26.5	28,6	. . .	40,8	39,6	42,2
Crna metalurgija	26,6	33,8	33,3	33,8	34,5	52,0	51,6	. . .	58,1	58,7	59,3
Raznobojna metalurgija	21,9	23,4	25,5	27,5	29,2	30,5	30,8	. . .	35,7	36,4	39,8
Nemetali	12,6	13,3	14,8	15,9	16,0	18,6	18,4	. . .	16,1	18,7	21,6
Metalna industrija	48,1	54,8	64,0	61,8	75,6	78,6	84,1	. . .	95,6	95,5	100,2
Brodogradnja	41,3	43,9	44,6	47,8	50,0	46,4	46,4	. . .	67,2	87,9	90,3
Elektroindustrija	13,9	15,7	16,1	16,4	17,2	19,0	19,8	. . .	19,6	20,5	21,3
Kemijska industrija	14,9	18,8	21,5	23,1	30,0	47,9	51,5	. . .	59,9	127,4	132,2
Ind. građ. materijala	54,1	57,1	67,2	71,2	77,6	82,3	83,9	. . .	83,6	88,5	97,3
Drvna industrija	29,7	33,4	41,0	42,6	43,2	46,5	46,5	. . .	45,7	52,2	54,1
Industrija papira	11,2	11,4	18,0	23,6	31,8	34,4	38,8	. . .	40,3	49,9	50,2
Tekstilna industrija	33,4	34,0	36,0	43,6	49,2	51,5	53,7	. . .	58,5	65,9	67,0
Ind. kože i obuće	(9,2)	(10,0)	(10,2)	10,5	10,6	11,2	11,4	. . .	13,0	12,5	12,6
Industrija gume	(11,5)	(12,5)	(14,4)	16,2	16,2	17,8	20,9	. . .	21,6	20,7	21,5
Prehrambena industrija	38,8	44,8	49,8	55,1	60,1	63,4	70,2	. . .	86,0	86,3	94,7
Grafička industrija	2,1	2,4	2,5	2,6	3,1	4,2	4,5	. . .	7,7	8,4	9,2
Industrija duhana	0,6	0,5	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	. . .	1,0	1,2	1,6
Filmska industrija	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	. . .	0,3	0,3	0,3
Rudarsko-geološka istraž.	(3,5)	(4,0)	(4,3)	4,7	4,6	6,0	6,8	. . .	8,8	9,6	9,7
Raznovrsna industrija	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	1,8	1,8	. . .	2,3	2,2	2,5

Instalirana snaga svih električnih priključaka[1] — tisuća kW

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
U k u p n o	562,2	631,6	701,1	757,7	835,4	910,8	966,3	. . .	1009,9	1157,1	1202,0
Elektroenergija	15,3	16,3	17,9	31,7	33,0	33,5	35,4	. . .	31,4	28,0	31,8
Ugljen	48,2	53,4	54,6	49,1	49,8	50,0	57,0	. . .	46,8	42,9	39,2
Nafta	21,5	21,8	21,6	23,5	26,9	30,2	32,3	. . .	42,2	45,8	48,4
Crna metalurgija	32,6	40,1	39,6	40,3	41,0	58,5	60,1	. . .	57,4	58,7	59,3
Raznobojna metalurgija	61,8	73,8	77,2	83,4	93,5	97,6	99,0	. . .	100,2	97,4	100,9
Nemetali	15,0	16,8	18,1	20,4	20,6	24,7	25,3	. . .	24,1	27,0	30,6
Metalna industrija	56,3	65,1	79,0	76,1	94,9	99,4	108,1	. . .	120,0	128,1	133,3
Brodogradnja	42,4	45,0	46,3	50,0	52,7	48,9	49,6	. . .	62,7	90,7	93,1
Elektroindustrija	15,6	18,2	18,7	20,3	22,1	25,5	26,5	. . .	30,9	34,6	35,8
Kemijska industrija	47,5	55,1	67,7	82,2	81,9	101,6	112,8	. . .	119,1	182,2	183,4
Ind. građ. materijala	54,9	61,4	70,0	73,6	80,7	83,8	86,0	. . .	84,2	90,7	99,6
Drvna industrija	30,0	33,9	41,7	43,5	44,2	48,0	48,0	. . .	45,1	53,0	55,0
Industrija papira	11,3	11,5	18,2	23,9	32,1	34,7	39,0	. . .	37,3	50,4	50,5
Tekstilna industrija	34,3	35,0	37,6	45,8	51,7	53,9	56,8	. . .	59,2	68,3	69,8
Ind. kože i obuće	9,4	10,2	10,4	10,8	10,9	11,5	11,8	. . .	13,4	13,4	13,5
Industrija gume	12,0	13,0	15,0	16,9	17,0	19,0	21,7	. . .	22,1	21,6	22,6
Prehrambena industrija	45,9	51,7	56,2	64,0	69,9	74,5	81,0	. . .	94,5	101,1	110,6
Grafička industrija	2,5	3,0	4,3	4,0	4,9	6,3	5,8	. . .	7,6	9,5	10,3
Industrija duhana	0 6	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	. . .	1,0	1,3	1,6
Filmska industrija	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	. . .	0,2	0,3	0,3
Rudarsko-geološka istraž.	3,5	4,0	4,3	4,7	4,6	6,0	6,8	. . .	8,1	9,6	9,6
Raznovrsna industrija	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	1,9	2,1	. . .	2,4	2,5	2,8

[1] Elektromotori, elektropeći i drugi termički aparati, elektrolize, galvanizacija, rashladni uređaji i drugi električni priključci

povezanost kretanja industrijske proizvodnje i pokazatelja opremljenosti industrije energetskim uređajima odnosno potrošnje električne energije. Kao podloga poslužila je šira statistička dokumentacija iz navedenih izvora, uz privatne procjene koje su bile potrebne za ujednačavanje i dopunjavanje serija. Isto takva tablica mogla bi se izraditi za svaku granu djelatnosti industrije, ali bi se iz rezultata mogli izvući manje čvrsti zaključci.

8. Prvo na što želimo upozoriti, jest gotovo paralelno kretanje stopa rasta proizvodnje, svih agregiranih oblika instalirane snage energetske opreme, i potrošnje električne energije. Ovo ukazuje na vrlo usku korelacijsku vezu među tim pojavama, pa možemo reći da je kretanje ukupne industrijske proizvodnje, za dulje razdoblje, vezano na kretanje veličine energetske opreme i potrošnju električne energije. Stopama rasta energetske opreme zadana je i donja granica stope rasta industrijske proizvodnje.

9. Kratkoročno, zbog razdoblja aktivizacije, ali i zbog različitog značenja energetske opreme i potrošnje električne energije za pojedine grane industrijske

Potrošnja električne energije (za elektromotore) — milijuna kWh

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
U k u p n o	706,1	. . .	819,6	880	1021	1200	1302,3	. . .	1420,2	1573,6	1712,7
Elektroenergija	39,4	. . .	33.4	35	72	75	73.5	. . .	58.0	62,2	55.7
Ugljen	63.7	. . .	80,2	79	88	86	95,5	. . .	82,3	70,2	61,5
Nafta	37,7	. . .	44,6	45	52	65	74,7	. . .	109,1	127,3	129.4
Crna metalurgija	42,1	. . .	59,0	61	62	75	79,8	. . .	96,2	105,3	108,6
Raznobojna metalurgija	37,1	. . .	30,6	28	29	39	40,0	. . .	40,3	34,4	35,7
Nemetali	19.1	. . .	18,0	21	24	33	27,3	. . .	33,9	33,3	28.9
Metalna industrija	39,0	. . .	49,6	57	68	79	86,3	. . .	89,7	87,4	105.3
Brodogradnja	34,5	. . .	44,7	43	45	45	50,6	. . .	54,9	60,6	69.8
Elektroindustrija	12.8	. . .	14,5	14	17	22	21,3	. . .	27,3	26,8	28,5
Kemijska industrija	34,4	. . .	30,7	36	51	89	117,9	. . .	121.0	220,2	326.4
Ind. građ. materijala	124,5	. . .	133,1	140	147	156	159,3	. . .	164,8	179,6	196,4
Drvna industrija	34,1	. . .	50,3	48	52	55	57,3	. . .	61,2	62,0	70,0
Industrija papira	22,0	. . .	30,1	48	57	65	92,3	. . .	110,9	110,7	86,5
Tekstilna industrija	69.7	. . .	84,9	96	123	143	134,0	. . .	158.4	168,9	181,1
Ind. kože i obuće	(7,5)	. . .	7,1	12	11	12	16,4	. . .	12,5	14,7	14,5
Industrija gume	(20,0)	. . .	18,3	18	22	26	15,9	. . .	25,7	25,7	29,4
Prehrambena industrija	60,8	. . .	82,2	90	91	107	128,4	. . .	138,4	145,1	147,3
Grafička industrija	4,4	. . .	4,5	5	6	8	9,9	. . .	10,0	10,3	10.5
Industrija duhana	0,6	. . .	1,0	1	1	1	1.0	. . .	1.9	2,6	1,8
Filmska industrija	0,1	. . .	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	. . .	0,1	0,1	0,2
Rudarsko-geološka istraž.	1,0	. . .	1,0	1	1	16	18,5	. . .	20,2	23,6	23,0
Raznovrsna industrija	1,6	. . .	1,8	2	2	2	1,7	. . .	3,4	2,6	2,2

Potrošnja električne energije (ukupno) — milijuna kWh

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
U k u p n o	1161,6	1261,8	1401,2	1517,0	1706,0	1848,0	1954,7	2112,5	2246,6	2424,9	2577,4
Elektroenergija	40,3	32,1	35,0	45	80	83	83,7	75,0	74,8	80,1	68,3[1]
Ugljen	74,5	81,7	81,4	80	90	90	97,7	93,4	85,0	72,7	62,9
Nafta	39,9	39,8	47,7	48	54	68	82,6	107,5	119,7	138,5	139,8
Crna metalurgija	58,5	61,9	63,6	66	70	85	90,2	120,2	123,0	134,6	141,0
Raznobojna metalurgija	239,8	272,1	314,2	238	355	321	258,3	270,1	329,3	308,7	317,4
Nemetali	30,0	(31,4)	32,4	37	40	53	43.4	49,5	55.0	74,9	65,9
Metalna industrija	57,8	72,6	79,5	90	112	131	146,3	137,8	143,8	140,0	168,3
Brodogradnja	36,9	41,6	47,7	47	51	52	57,5	60,3	61,1	67,0	78,4
Elektroindustrija	17,1	22,0	21,8	24	29	35	33,7	34,8	39,9	40,7	43.2
Kemijska industrija	191,9	219,6	220,6	235	255	269	350,7	403,6	431,0	538,4	631,8
Ind. građ. materijala	128,1	(127,4)	139,9	152	157	163	165,5	175.4	174,7	188.8	204,7
Drvna industrija	39,2	39,6	57,2	54	57	62	64,5	65,1	68,1	70,2	79,1
Industrija papira	24,3	24,3	31,6	51	60	71	99,9	112.6	117,4	119,8	101,6[2]
Tekstilna industrija	76,1	86,7	95,8	108	142	165	159,4	170,6	180,3	189,8	201,7
Ind. kože i obuće	(7,6)	(7,0)	7,6	13	12	13	18,5	19.8	13,8	16.4	17,1
Industrija gume	(20,7)	(19,6)	22,2	24	25	32	23,6	24,9	30,3	31,2	40,6
Prehrambena industrija	68,8	74,1	91,8	99	103	122	142,9	152,7	156,7	165,1	168,9
Grafička industrija	5,6	6,0	5,9	7	9	12	13,9	13,8	14,4	15.5	15.8
Industrija duhana	0,8	1,0	1,0	1	1	1	1,3	2,3	2,1	3.1	2,4
Filmska industrija	0,3	0,3	0,5	0	0	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4
Rudarsko-geološka istraž.	(1,0)	(1,0)	(1,0)	1	1	16	18,6	(20,0)	21,5	25,9	25,1
Raznovrsna industrija	2,4	2,0	2,8	3	3	3	2,2	2,7	4,3	4,2	3,0

[1] Pad zbog smanjenja u proizvodnji termoelektrana (69%)
[2] Pad u Plaškom

Prosječan broj zaposlenih[1]
(u industrijskoj djelatnosti poduzeća)

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
UKUPNO	269567	290345	302152	305665	312575	332266	344090	339134	331134	326340	331157
Elektroenergija	7974	7887	8008	7241	7189	7481	7922	8155	8275	8396	8620
Ugljen	17680	16811	15553	14177	12328	11501	11909	11170	8465	7171	5907
Nafta	4788	5078	5369	5565	6161	6656	7402	7716	7935	7975	7849
Crna metalurgija	5055	5296	5461	5778	5755	5972	5678	5719	5702	5731	5878
Raznobojna metalurgija	5512	6036	6133	5682	5526	5278	5380	5429	5376	5157	4856
Nemetali	5196	5209	5451	5562	5831	6465	6668	6623	6623	6276	6544
Metalna industrija	37687	43278	46332	46643	48144	52803	54771	52182	49593	49749	51768
Brodogradnja	16421	16848	17536	17610	17461	17647	18167	18019	17963	18167	18576
Elektroindustrija	12039	13172	13938	14844	16099	17597	17388	16744	17127	16778	17423
Kemijska industrija	12363	13657	14512	15016	16331	19554	20935	20737	20255	20408	21921
Ind. građ. materijala	19939	21404	21839	20315	20473	22077	22532	21285	20869	20236	19800
Drvna industrija	32423	34894	35979	35919	35467	34773	34532	33056	31067	29922	30133
Industrija papira	4057	4293	4573	4952	5151	5430	6288	6412	6424	6182	6213
Tekstilna industrija	41050	45085	47190	51050	53155	56780	59938	61107	60347	58829	58476
Ind. kože i obuće	8715	9014	9381	9585	10115	11271	12617	12794	12998	13120	13596
Industrija gume	4175	4499	4554	4432	4683	5214	5679	5899	5838	5850	6113
Prehrambena ind.	24580	26996	28860	29723	30621	32796	32796	33245	33555	33659	34522
Grafička industrija	6156	6739	7172	7331	7631	8099	8620	8488	8514	8647	8832
Industrija duhana	2104	2049	1915	1804	2018	2351	2474	2207	2049	2064	2189
Filmska industrija	334	492	634	626	474	370	340	305	290	278	270
Rud. geološka istraž.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Raznovrsna industrija	1319	1608	1762	1810	1962	2151	2054	1941	1869	1745	1670

[1] Preračunato iz indeksa kretanja po godinama i poznatih veličina za 1969. godinu

Društveni proizvod industrijske djelatnosti poduzeća, po »čistoj« djelatnosti i samo za proizvode iz IND-1 nomenklature (po cijenama 1967)[1]

milijuna dinara

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
U k u p n o	3950	4471	4765	5078	5753	6615	7254	7838	7858	8337	9200
Elektroenergija	157	188	175	264	340	329	408	518	506	588	651
Ugljen	186	180	180	174	176	168	163	157	126	115	96
Nafta	157	214	284	310	330	384	450	557	613	617	618
Crna metalurgija	77	83	88	86	85	116	137	155	154	169	178
Raznobojna metalurgija	53	65	71	73	83	74	88	101	108	102	113
Nemetali	47	56	61	74	88	106	119	140	145	158	185
Metalna industrija	659	768	821	811	865	1129	1187	1171	1104	1110	1263
Prodogradnja	97	101	112	126	157	145	175	191	217	302	333
Elektroindustrija	202	254	266	284	314	348	350	379	434	484	532
Kemijska industrija	256	294	316	343	422	522	707	805	787	955	1233
Ind. građ. materijala	289	325	343	329	376	419	428	442	470	502	547
Drvna industrija	234	269	280	302	328	383	404	398	384	390	433
Industrija papira	37	44	59	88	106	128	151	158	166	182	191
Tekstilna industrija	580	676	655	740	847	959	1016	1090	1045	1070	1113
Industrija kože i obuće	137	169	178	176	209	247	263	265	258	254	270
Industrija gume	62	76	78	80	95	106	108	121	115	113	133
Prehrambena industrija	438	505	566	575	660	739	787	876	906	874	938
Grafička industrija	126	138	157	160	173	202	202	205	217	244	255
Industrija duhana	29	30	32	32	36	43	40	36	37	48	50
Filmska industrija	2	2	2	5	4	2	4	5	5	4	3
Raznovrsna industrija	25	34	41	46	59	66	67	68	61	56	65

[1] Izračunato na bazi indeksa fizičkog obujma proizvodnje i poznatih veličina za 1969. god.

djelatnosti, ovakve analize (o paralelizmu kretanja opreme i proizvodnje) vrlo su otežane. Na to upućuje i koeficijent linearne korelacije prosječnih indeksa kretanja tih pojava u 5-godišnjim razdobljima iz tablice (od oko 0,70) za sve grane industrijske djelatnosti zajedno. Ipak, time se ne treba obeshrabriti, jer se uspoređivanjem kretanja potrošnje električne energije, veličine energetske opreme i obujma proizvodnje za pojedine grane, uže grupacije, pa i pojedine značajnije vrste proizvodnje ili proizvođača, i to čak vrlo često — od jedne godine do druge, ako ništa drugo, mogu dobro »provjeriti«.

10. Drugo na što se može upozoriti u tablici, jesu općenito niske stope rasta (do 1% godišnje) koeficijenata što izražavaju duljinu rada (upotrebe) električnih trošila (redovi 10. i 11.). U stvari, otprilike toliko se povećavaju i koeficijenti smjena, pa je očito da, eventualno, produljenje rada električnih trošila ide na

račun boljeg smjenskog iskorištenja, dakle ekstenzivno. Zato možemo zaključiti da se i ubuduće može vrlo malo očekivati od »povećanog iskorištenja postojećih kapaciteta«, kako se to obično kaže. Jedini izlaz za povećanje industrijske proizvodnje je u proširenju kapaciteta energetske opreme i opreme uopće. Naravno, uz istovremeno uvođenje nove tehnike i modernizaciju postojećih kapaciteta.

11. Na osnovi prosječnog koeficijenta što izražava duljinu rada elektromotora (oko 1700 sati/god.) i fonda radnog vremena u kojem su mogli raditi (2950 sati, uzevši u račun samo prosječno »odrađene« sate radnika[1] i prosječan broj smjena u kojima su oni radili), dobivamo i u postotku izraženo prosječno iskorištenje od 55—60% u raznim godinama, a po granama industrije čak od 23% na više.

12. Ovi apsolutni računi usporedbe između obujma proizvodnje i energetske opreme mogu se svesti na relativne usporedbe po 1 zaposlenom. Materijalno ništa ne dobivamo, ali nam se pruža neuobičajena slika poznatih veličina. Naime, proizvodnju po 1 zaposlenom poznajemo kao proizvodnost rada, a veličinu opreme na jednog zaposlenog nazovimo opremljenost rada. Budući da su sada stope rasta proizvodnosti rada slične stopama opremljenosti rada, to bi značilo da su one, suprotno mnogim teorijama, dvije strane iste medalje: niti može radnik biti produktivniji dok nije bolje opremljen, niti može veća opremljenost dati veći efekat, dok je radnik ne savlada. Ako bi željeli protumačiti kako je uopće moguće toliko značajno i stalno povećavanje proizvodnosti rada, onda možemo iz iskustva reći da to nije zbog povećanog intenziteta (napora) pri radu, pa moramo pretpostaviti da se radi o novoj tehnici, modernizaciji i automatizaciji na strani opreme, i poboljšanju kvalifikacione strukture na strani rada. Zato nam se čini logičnom preporuka da od povećane proizvodnosti rada podjednaku korist moraju imati oba »partnera«, jer bi to bio najracionalniji put proširene reprodukcije.

13. I na kraju, budući da stope proizvodnosti rada nisu potpuno jednake, uz pomoć odnosa (koeficijenta) kojih smo većinu već upoznali, moguće je raščlaniti stopu proizvodnosti rada i otkriti odakle dolaze razlike:

$$P/Z = E_p/Z \cdot \text{kWh}/E_p \cdot P/\text{kWh} \qquad (1)$$

ili stezanjem po dva faktora u jedan:

$$P/Z = \text{kWh}/Z \cdot P/\text{kWh} \text{ ili } E_p/Z \cdot P/E_p \qquad (2) \text{ i } (3)$$

Z = indeks fizičkog obujma proizvodnje
P = indeks zaposlenosti
E_p = indeks ukupnih električnih priključaka
kWh = indeks potrošnje električne energije
P/Z = indeks proizvodnosti rada
E_p/Z = indeks opremljenosti 1 radnika svim električnim priključcima
kWh/E_p = indeks duljine rada svih električnih priključaka
P/kWh = indeks fizičkog obujma proizvodnje po 1 kWh utrošene električne energije
kWh/Z = indeks potrošnje električne energije po 1 zaposlenom
P/E_p = indeks fizičkog obujma proizvodnje po 1 kW ukupnih električnih priključaka.

Uvrstimo li podatke iz tablice, vidimo da npr. u razdoblju 1965—1969. (po prvoj formuli) prosječni godišnji porast proizvodnosti rada od 106,8% postižemo: povećanjem opremljenosti rada za 105,8%, povećanjem duljine rada svih električnih priključaka za 101,0% i uz paralelno kretanje industrijske proizvodnje i potrošnje električne energije (100%) — ovaj posljednji faktor uključuje sve »ne-električne« razloge na strani proizvodnje (počevši od neadekvatnosti njena izraza, do utjecaja ostalih vrsta primijenjenih izvora energije).

Naslov pisca: Vladimir Hudin, dipl. ing., Zagreb

[1] SGJ — 1969, str. 101

20-GODIŠNJICA PODUZEĆA »ELEKTROISTRA« PULA

Sl. 1 Direktor Ivan Braus podnosi izvještaj

U Puli je 26. rujna 1970. godine održana proslava 20-godišnjice postojanja poduzeća »Elektroistra«, koja se poklapa sa jubilarnom 20-godišnjicom samoupravljanja. Time je obilježena značajna obljetnica u životu i radu ovog kolektiva.

Program proslave je bio zanimljiv i raznolik. U velikoj dvorani poduzeća otvorena je prigodna izložba sa vrlo slikovitim prikazom razvoja poduzeća i njegovih dostignuća. Izložba je popraćena grafikonima, fotografijama i primjercima materijala i opreme upotrebljavanih nekad i danas. Istovremeno je prikazan i film iz života i rada kolektiva.

Svečani dio proslave održan je u velikoj dvorani Doma JNA. Prisustvovalo je oko 600 članova kolektiva i uzvanika. Među uzvanicima su se nalazili: predstavnici svih Skupština općina sa područja Istre i društveno-političkih organizacija, predstavnici svih elektrodistributivnih poduzeća SR Hrvatske i Beograda, zatim predstavnici naših većih potrošača, poslovnih partnera, i predstavnici Sjevero-moravske energetike iz Moravske Ostrave (ČSSR) s kojima vrlo dobro surađujemo na području rekreacije radnika. Svečanim dijelom proslave rukovodilo je radno predsjedništvo sastavljeno od predsjednika Radničkih savjeta svih radnih jedinica na čelu s predsjednikom Radničkog savjeta poduzeća, drugom Ružić Vazmoslavom.

Početak proslave je bio obilježen prigodnim referatom direktora poduzeća Braus Ivana o postanku, razvitku i djelovanju radne organizacije, kao i izlaganjem predsjednika Skupštine općine Pula, Josipa Lazarića. Svečani skup su pozdravili: direktor Biroa Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske drug Marušić Anđelko i predstavnik Sjevero-moravske energetike iz Moravske Ostrave, Josef Bureš.

Povodom jubileja, dodijeljene su i nagrade radnicima ovog kolektiva za 10-godišnji i 20-godišnji rad u poduzeću. Nagrade je primilo 25 radnika. Nakon toga su pojedini sastavi Srednje muzičke škole »Ivan Matetić - Ronjgov« iz Pule izveli umjetnički program. Na kraju svečanog dijela proslave upućen je pozdravni telegram predsjedniku Titu.

Poslije podne je za sve članove kolektiva i uzvanike priređen ručak u Hotelu »Splendid« na Verudi.

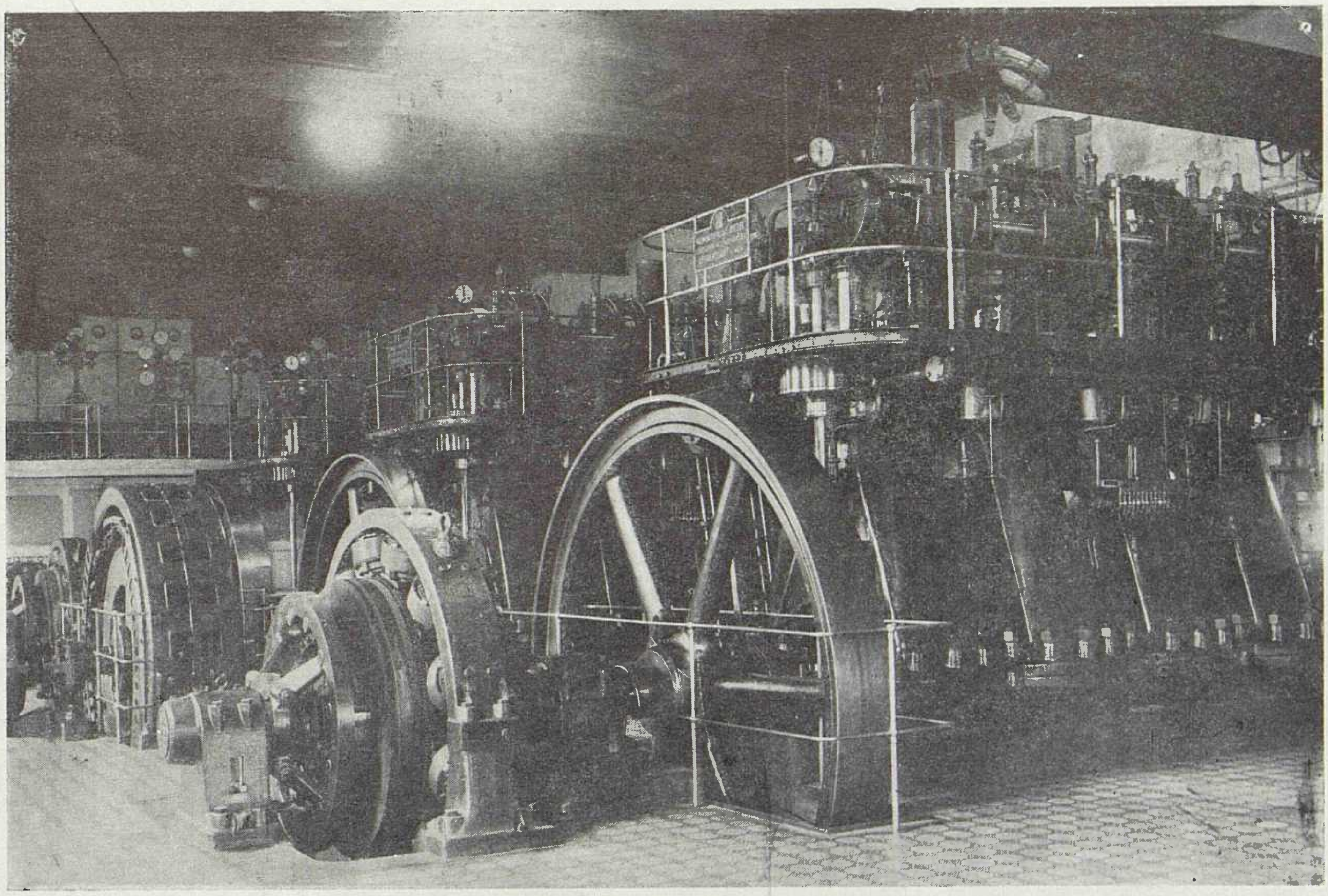
Povodom proslave 20-godišnjice poduzeća i radničkog upravljanja izdana je i spomen knjiga o rezultatima rada i djelovanja u proteklih 20 godina.

Izdane su i jubilarne značke i plakete. Za uspješan rad i zalaganje plakete je primilo 124 radnika.

Povodom ovog jubileja potrebno je da se osvrnemo na uspjehe i rezultate rada ovog kolektiva, što ih je postigao na unapređenju energetike u Istri i elektrifikaciji, uopće.

Počeci elektrifikacije Istre zabilježeni su još 1898. godine, kada je u Puli zasvijetlila prva električna žarulja. Prva dizel — elektrana izgrađena je također u Puli, a radila je sve do 1925. Prvi električni tramvaj pušten je u promet 1903. godine. Kasnije je centralna tačka snabdijevanja električnom energijom područja Istre bila transformatorska stanica Općine kod Trsta. Godine 1926. izgrađen je i dvostruki dalekovod 50 kV od Općine do Pule dužine 80 km, sa stanicama u Karojbi, Sv. Vinčentu i Puli. Izgrađena je i termoelektrana »Vlaška« u Raši 1939. godine s dva agregata od 6.500 i 3.470 kVA za snabdijevanje rudnika Raša, a izgrađen je i novi dalekovod od Matulja do Podlabina.

Najintenzivnija akcija na elektrifikaciji Istre započela je poslije oslobođenja, nakon preuzimanja električne mreže od talijanskog poduzeća »Selveg« iz Trsta.



Sl. 2 Prva dizel-elektrana

Nakon rata čitavo ovo područje opskrbljivalo se električnom energijom iz 4 transformatorske stanice 50/10 kV i to: Karojbe, Sv. Vinčenta, Pule (Gregovica) i Vlaške. Ove stanice su bile povezane sa 50 kV dalekovodima na TS Divača i Matulji. I vodovi i stanice bile su dotrajali, jer su građeni još 1925. godine, pa njihovi kapaciteti nisu više mogli udovoljavati naglom porastu potrošnje električne energije.

Najveći problem tog vremena bio je i nestandardni napon od 50 kV i frekvencija od 42 Hz, pa je bilo dosta poteškoća da se napon i frekvencija standardiziraju radi uklapanja u jugoslavenski elektroenergetski sistem.

Elektrificiranost Istre bila je u to vrijeme relativno niska (58 %). Tada se je to, u odnosu na druga područja Hrvatske, smatralo kao elektrificiranost višeg stupnja. Od vremena preuzimanja električne mreže 1947. godine od »Selveg-a«, pa do 1950. godine, na elektrifikaciji se malo radilo izuzev nekih manjih akcija odbora za seosku elektrifikaciju, koji su gradili uglavnom tzv. divlju mrežu.

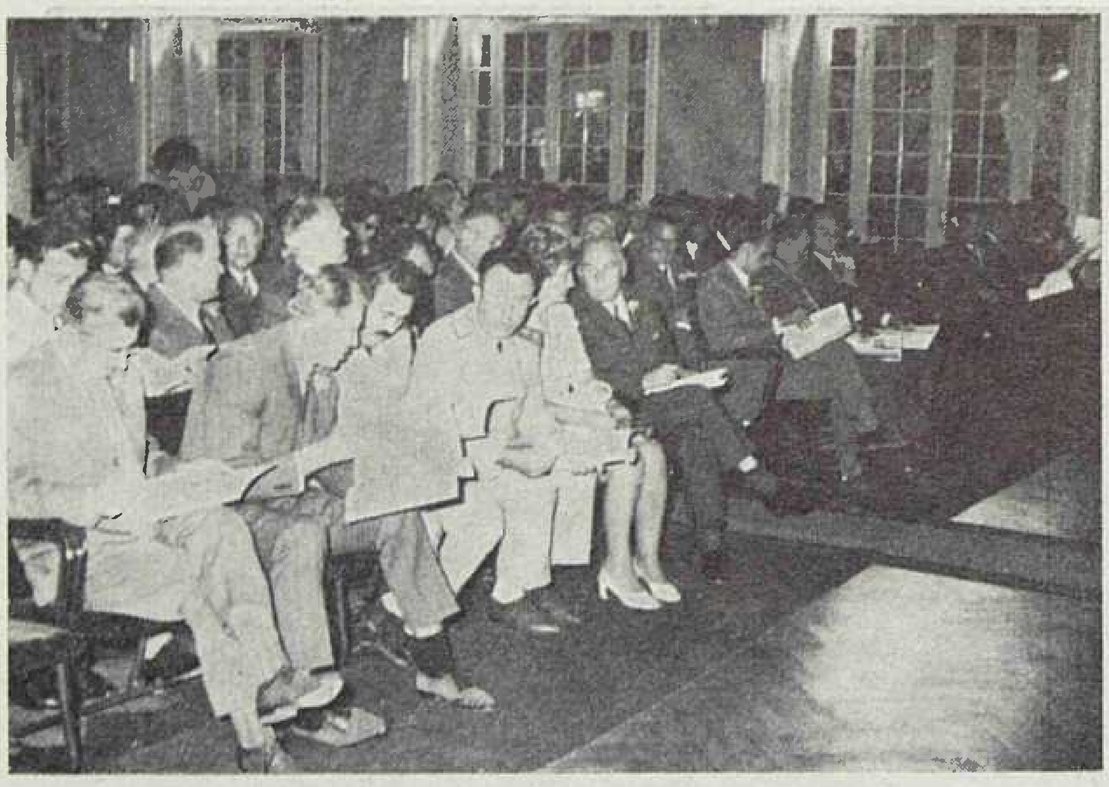
U to vrijeme nisu postojali planovi i programi energetskog razvoja područja, pa se mreža gradila dosta stihijski, prema momentalnim lokalnim potrebama i mogućnostima. Kao posljedica takvog stanja bili su nestručno građeni objekti i neracionalno trošena sredstva.

Da bi se ti nedostaci otklonili trebalo je pristupiti proučavanju planova razvoja privrede, uopće, i u tom smislu prilagođavati i energetske planove. Na taj način se je došlo do prvih energetskih planova koji su bili odraz daljnjeg privrednog razvitka Istre i široke elektrifikacije, tako da se može s pravom reći da planska elektrifikacija počinje tek od 1950. godine, tj. nakon osnivanja poduzeća »Elektroistra«.

Poduzeće »Elektroistra« osnovano je rješenjem Predsjedništva Vlade SR Hrvatske izdvajanjem iz organizacionog sklopa poduzeća »Elektroprimorje«, Rijeka. Dvije godine kasnije, tj. 1952. godine osnovano je i samostalno poduzeće »Elektra« — Buje za područje Bujštine. Kasnije je na osnovu Zakona o elektoprivrednim organizacijama rješenjem Izvršnog Vijeća Sabora SR Hrvatske iz 1963. godine došlo do spajanja tih dvaju poduzeća, tako da danas u Istri djeluje samo jedno distributivno poduzeće »Elektroistra« sa sjedištem u Puli. U svom sastavu ima 4 distributivna pogona: Pulu, Pazin, Labin i Buje, i radne jedinice: bažd arnicu, traforadionu, mehaničku radionu, projektni ured i zajedničke službe.

Energetski planovi razrađeni u vrijeme osnivanja poduzeća, i njihova realizacija trebali su poslužiti kao osnova za razvoj privrede, ali se privreda u to vrijeme razvijala brže nego njena energetska osnova, pa je u tom pogledu postojao raskorak, jer financijske mogućnosti elektroprivrede nisu mogle pratiti taj rast. Radi toga je nastalo u energetici takvo stanje, da je ona, umjesto da potiče razvoj privrede i društvenog standarda, postala njegova kočnica.

Potrošači su dobivali električnu energiju loše kvalitete. Napon je bio slab, količine električne energije nedovoljne. Sigurnost napajanja bila je minimalna. Da bi se to stanje sredilo bilo je potrebno uložiti sve snage, i povezati se s ostalim poduzećima i financijskim ustanovama radi pronalaženja mogućnosti za



Sl. 3 Učesnici proslave

izgradnju takve energetske baze, koja će zadovoljavati potrebe potrošača. Na tom planu postignuti su i određeni rezultati, tako da je danas energetska situacija daleko povoljnija, iako ne i zadovoljavajuća.

Velike promjene koje su u proteklom razdoblju nastale mogu se najbolje uočiti prikazom stupnja elektrificiranosti koji je iznosio:

1947. godine	58%
1950. godine	60%
1955. godine	64%
1960. godine	76%
1965. godine	95%
1969. godine	98%
1970. godine	100%

Ovdje iznosimo i nekoliko karakterističnih podataka, koji predstavljaju današnju veličinu poduzeća (podaci se odnose na 1969. godinu):

1.	površina područja	2.820 km²
2.	broj stanovnika	190.967
3.	broj naselja	636
4.	broj zaselaka	1.820
5.	broj potrošača	59.697
6.	prodaja el. energije	216.436 MWh
7.	broj zaposlenih	514
8.	dužina mreže svih napona	3.792 km
9.	broj transformatorskih stanica	698
10.	instalirana snaga	191.500 kVA
11.	vršno opterećenje	48,3 MW
12.	nabavna vrijednost osn. sredstava	175.001.633 d
13.	ukupni prihod	83.991.553 d

Današnju energetsku osnovu Istre čini TE Plomin kao izvor energije, dok se napajanje vrši iz 3 stanice 110/35 kV i to: Pule, Buja i Raše s instaliranom snagom od 100 MVA. TS 110/35 kV Pula i Raša povezane su dvostrukim dalekovodom 110 kV Matulji — Raša — Pula, a TS 110/35 kV Buje jednostrukim dalekovodom 110 kV Divača — Kopar — Buje.

Osim toga na području Istre, za potrebe razvoda energije do krajnjih potrošača, postoji 11 transformatorskih stanica 35/10 kV (vlasništvo »Elektroistre«) s instaliranom snagom od 87,1 MVA, i 248 km zračnih i kabelskih vodova 35 kV. Rekonstruirane su i tri stare stanice 50/10 kV, a paralelno s time izgrađeni su i 10 kV vodovi, stanice i niskonaponska mreža.

Ovaj energetski potencijal izgrađen je uglavnom poslije 1950. i 1955. godine, što se može najbolje vidjeti iz podataka o razvoju električne mreže od 1947. godine:

Godina	Dužina u km	Indeks
1947.	943	100
1950.	1.285	136
1955.	1.686	179
1960.	2.212	235
1965.	3.192	338
1969.	3.792	402

To znači da je opseg mreže porastao za preko 4 puta.

Analogno tome u približno istim relacijama zabilježen je i porast potrošnje električne energije (uključujući i potrošnju Istarskih ugljenokopa Raša):

Godina	Potrošnja u MWh	Indeks
1950.	76.356	100
1955.	90.501	119
1960.	137.893	181
1965.	208.796	273
1969.	261.478	342

Na taj se način potrošnja električne energije po stanovniku povećala od 440 kWh u 1950. godini na 1.370 kWh u 1969. godini, ili za preko 3 puta.

U strukturi potrošnje danas učestvuje:

— potrošnja na 35 kV naponu sa	8 %
— potrošnja na 10 kV naponu sa	35 %
— domaćinstvo sa	37 %
— ostala potrošnja na niskom naponu sa	20 %

Porast energetskih postrojenja u proteklom razdoblju mogu ilustrirati i podaci o instaliranoj snazi i to:

		1950.	1969.	Indeks
— na transformaciji	35/10 kV	15 MVA	87 MVA	580
— na transformaciji	10/04 kV	14 MVA	94 MVA	671

Ukupni privredni potencijal poduzeća i ogromne promjene koje su u proteklom razdoblju nastale vide se iz ovih podataka:

	1955.	1969.	Indeks
— Osnovna sredstva (10^3 d.)	27.657	175.000	633
— Ukupni prihod (10^3 d.)	13.080	83.992	642
— Broj radnika	240	514	214

Svi ovi podaci govore o tome, koliko je učinjeno na poboljšanju energetike na ovom području.

Međutim, stanje mreže, sigurnost napajanja i kvalitet napona još uvijek ne zadovoljavaju. Uzroke za to nalazimo u prvom redu u historijskom razvoju energetike poslije rata, zatim u ekstenzivno izvođenoj elektrifikaciji, i u samom ekonomskom položaju poduzeća, odnosno nisko podržavanoj cijeni električne energije, čiji nivo nije osiguravao potrebna sredstva za investicije i rekonstrukcije. Zato su se u proteklom razdoblju nagomilale zaostale investicije, što sada odjednom zahtijevaju ogromna ulaganja kao posljedicu neadekvatne ekonomske politike u elektroprivredi.

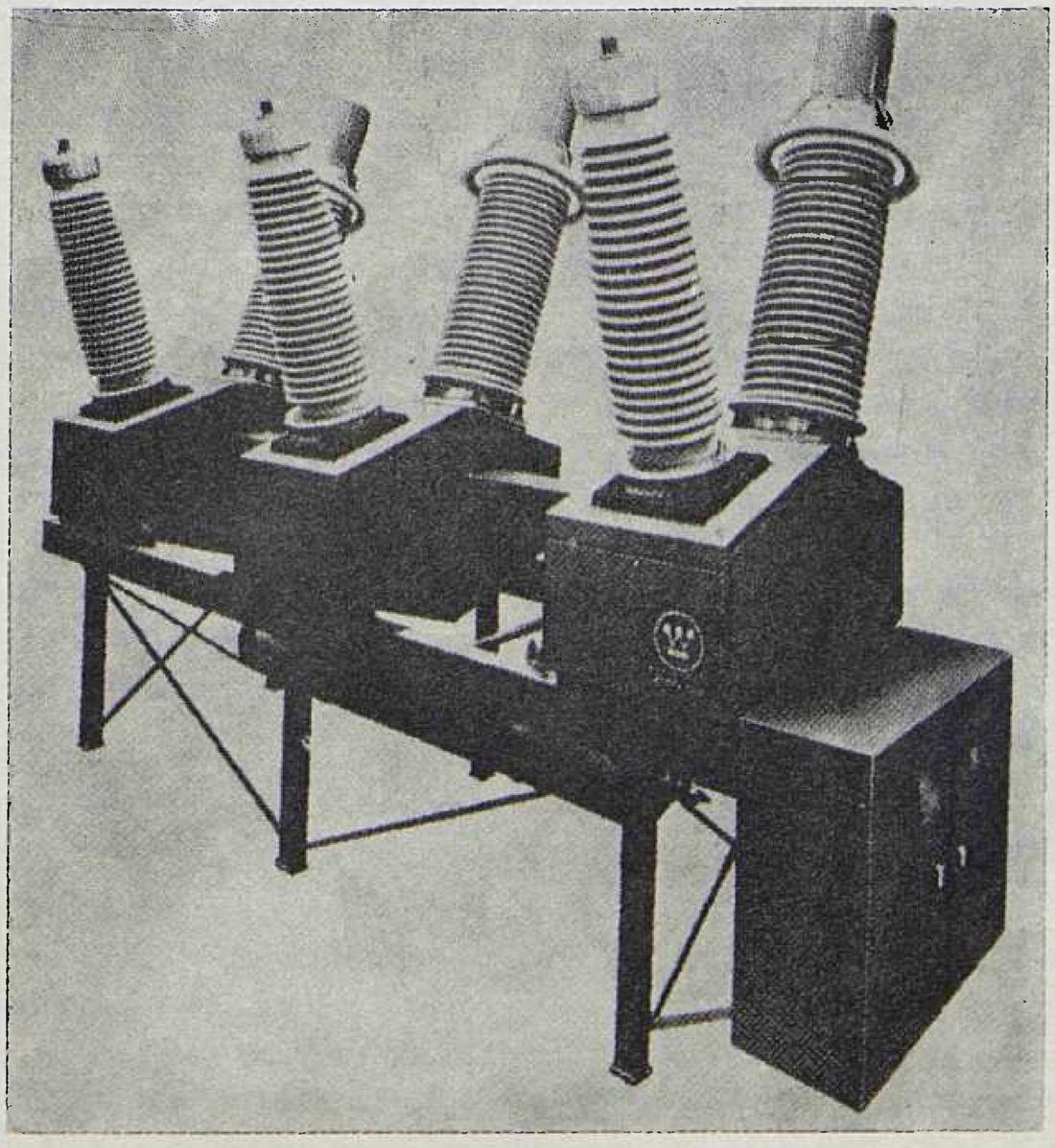
Mrvoš Žarko, dipl. ecc.

Učinske sklopke sa sumpornim heksafluoridom

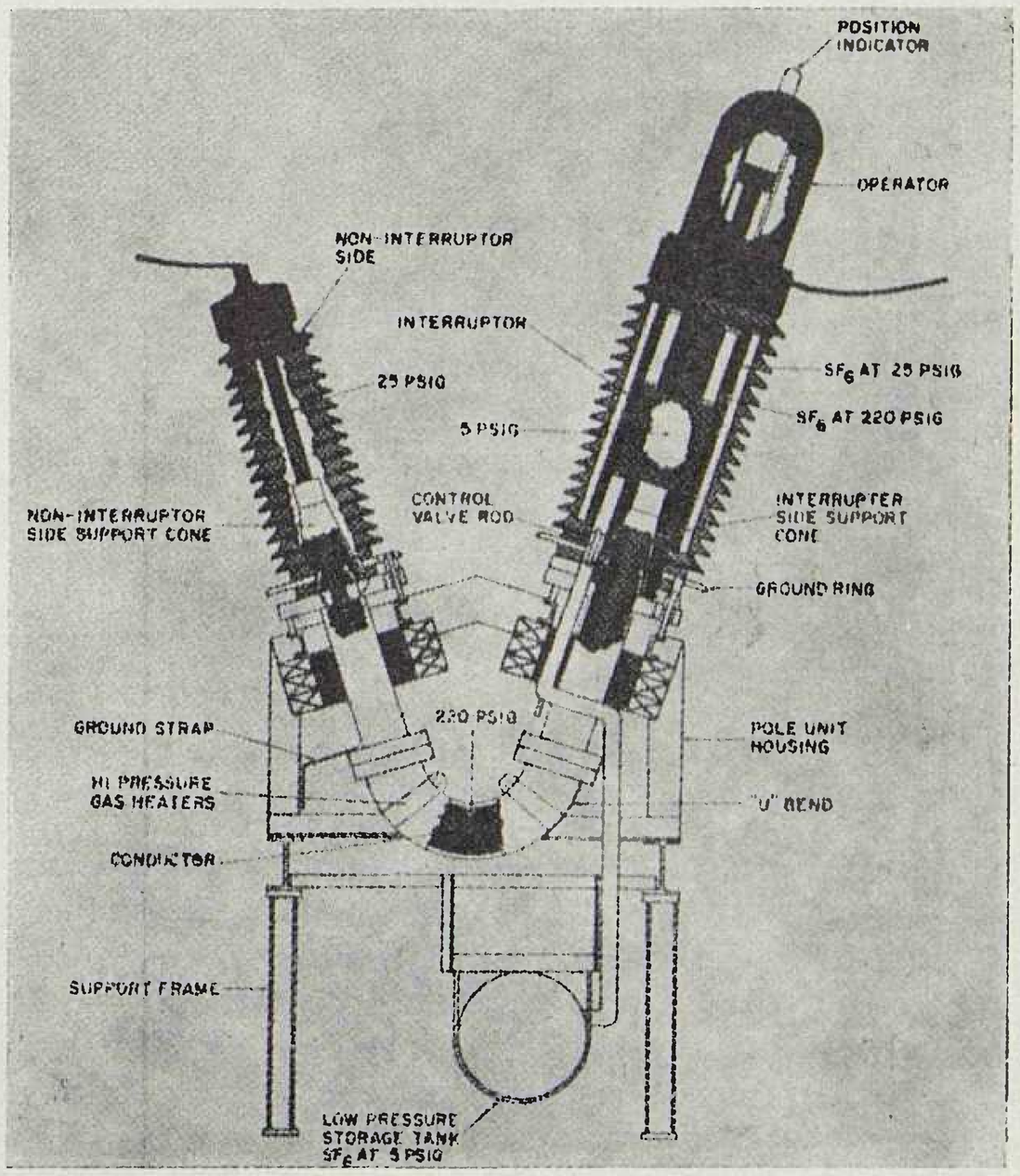
Odlična dielektrična svojstva sumpornog heksafluorida SF_6 poznata su već više od 30 godina. Ovaj plin ima tri puta bolja dielektrična svojstva od zraka. Njegova vrlo značajna sposobnost gašenja strujnog luka počela se koristiti tek u toku posljednjih deset godina. Kod prekidanja električnih lukova manjih struja sa SF_6 to se prekidanje postiže 100 puta brže nego pomoću zraka, a kod prekidanja lukova velikih struja oko 10 puta brže nego pomoću zraka. Prva primjena SF_6 za prekidanje strujnog luka u visokonaponskoj sklopki ostvarena je 1955. godine kada je napravljena prva učinska sklopka 115 kV, 1000 MVA sa SF_6. Za napone 115 i 230 kV uobičajeno je da se sklopke sa SF_6 izvode s uzemljenim cilindrima u kojima se nalazi plin SF_6 pod vrlo visokim tlakom. Na taj način povećava se snaga prekidanja do 20 000 MVA.

Princip strujanja sredstva za gašenje luka radi otpuhavanja luka iz prostora između kontakata, prvi puta je uspješno primijenjen kod SF_6 1960. godine za napone 34,5 i 69 kV. Strujanje plina pod vrlo visokim tlakom kod sklopki vrlo visokih napona upotrebljeno je kod izrade prve 500 kV sklopke u USA 1964. godine. Od tada je napravljeno mnogo takvih sklopki za napone od 345 do 500 kV.

Korist upotrebe SF_6 za visokonaponske oklopljene sklopke za ugradnju na sabirnice i odvode najbolje pokazuju iskustva Electricité de France. One omogućuju izgradnju zidanih stanica 225/20 kV u gradovima,



Sl. 1. Učinska sklopka 138 kV, 10.000 MVA sa SF_6 tipa SFV



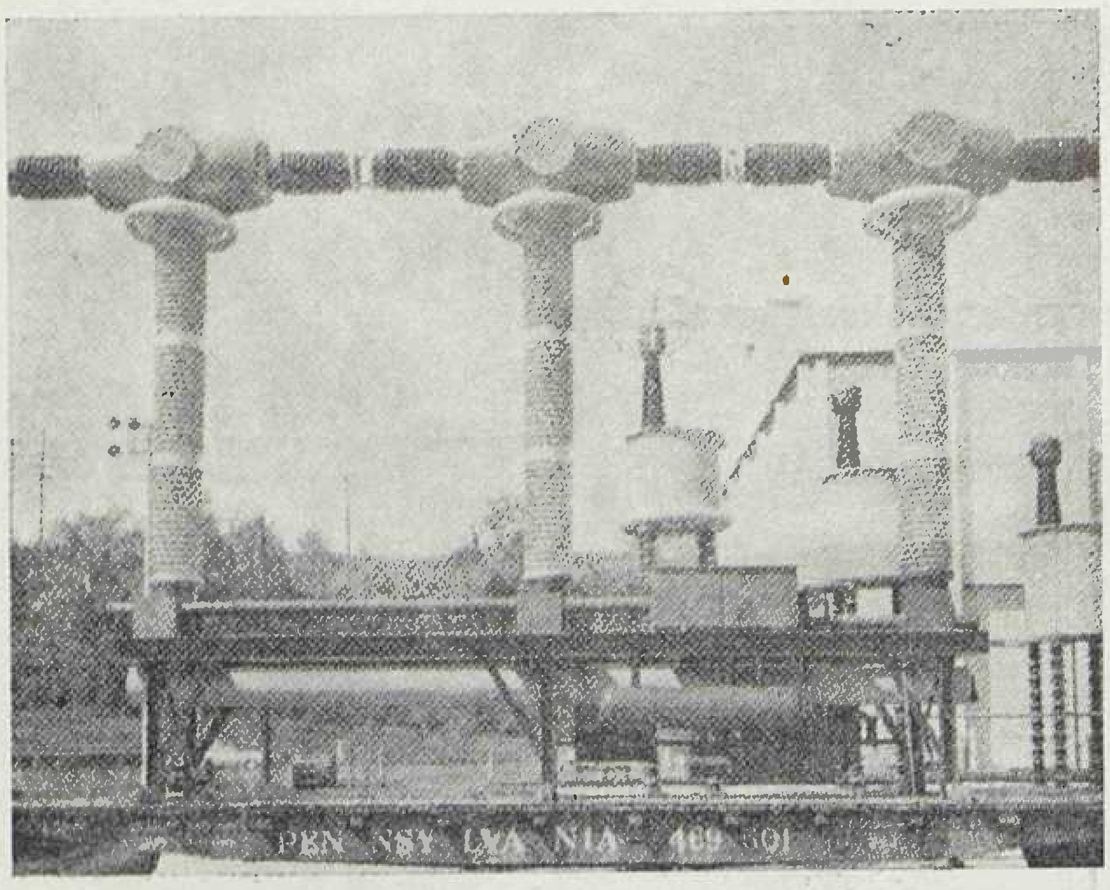
Sl. 2. Presjek jedne faze SF_6 sklopke

gdje je velika potražnja električne energije. U Velikoj Britaniji se učinske sklopke sa SF_6 upotrebljavaju u sistemu 275 kV.

Postoji nekoliko osobina SF_6 koje omogućuju njegovu sposobnost gašenja luka. U prvom redu to je njegov »elektronegativitet«, mogućnost molekule SF_6 da lagano prihvaća elektrone u obliku negativnog iona. Kako je poznato, plazma luka se sastoji od jednakog broja pozitivnih i negativnih iona, a električna struja je gibanje vrlo mobilnih, slobodnih elektrona. U trenutku prolaza vrijednosti izmjenične struje kroz nulu, dolazi do ekstremno brzog procesa deionizacije poništenjem negativnih i pozitivnih iona. Tako za vrijeme reda veličine jedne mikrosekunde dolazi do poništenja uvjeta koji su omogućili postojanje luka i nema mogućnosti da se luk ponovo pojavi.

Drugo svojstvo je manji dijametar luka određene struje u SF_6 nego što bi bio kod iste takve struje u zraku. Takav luk ima onda veću gustoću struje i veću temperaturu jezgre luka. Luk se gasi time što se strujanjem plina vrlo brzo smanjuje temperatura sa nekoliko tisuća stupnjeva, pogotovo ako se mali luk svede u SF_6 na vrlo veliku plohu. Pri tom treba znati da SF_6 ima vrlo visok koeficijent prijenosa topline.

Sposobnost svakog aparata za prekidanje luka velikih struja pomoću strujanja plina je direktno proporcionalan tlaku plina koji struji oko kontakata, i



Sl. 3. Jedna faza 765 kV 54.000 MVA SF_6 sklopke u visokonaponskom laboratoriju

obrnuto proporcionalan porastu struje. Sposobnost prekidanja može se odrediti iz formule:

$$TRV = K \frac{P^{5/4}}{I^{3/2}} (V\mu/s)$$

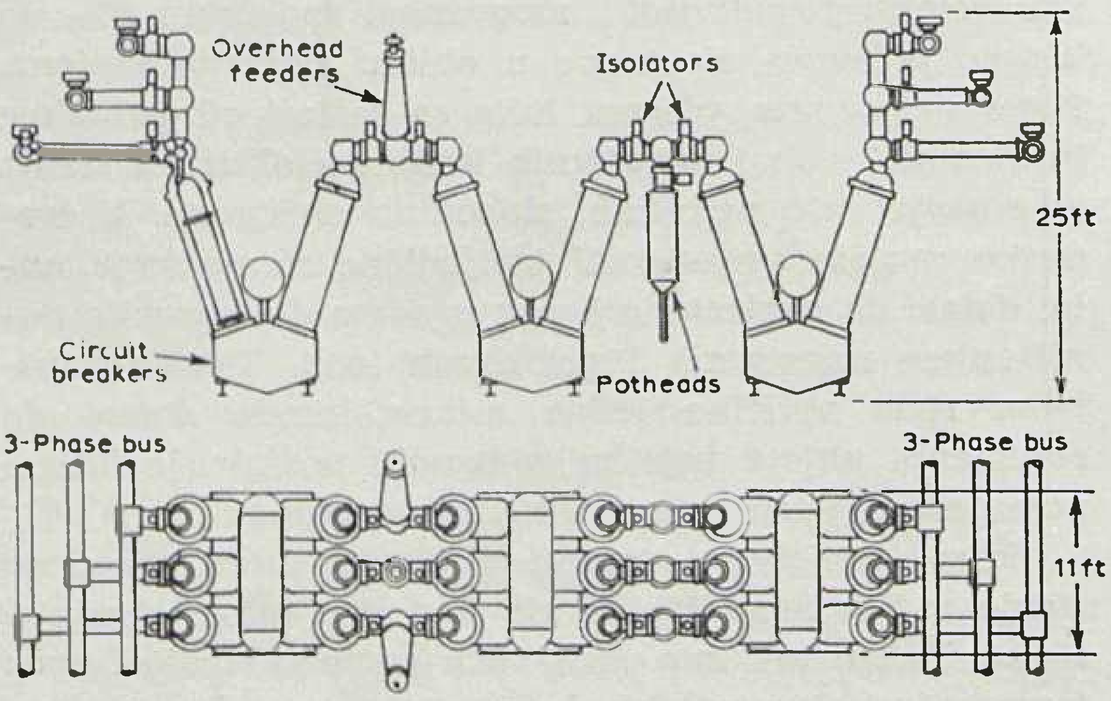
po kojoj se iznos napona određuje preko tlaka P na kojem radi sklopka, i struje prekidanja *I*. Koeficijent *K* je za SF_6 8 do 10 puta veći nego kod komprimiranog zraka. Ako se želi povećati iznos struje *I* koju želimo prekidati prekidačem sa strujanjem sredstva, onda je potrebno ili povećati pritisak struje sredstva ili smanjiti napon pomoću otpora. Napon se može smanjiti i postavljanjem više sklopki u seriju.

Jedan od načina povećanja mogućnosti prekidanja sklopke u pogonu sa SF_6 u svakom trenutku je, da se na linijsku stranu svakog pola ugradi kondenzator. Taj kondenzator utječe na oblik napona kratkog spoja. Na taj način je omogućeno da se lakše uspostavi stanje kada se sprečava ponovno paljenje luka. Ovakvom ugradnjom kondenzatora postignuto je da sklopka SF_6 ima povećanu sposobnost isklapanja sa 15 000 MVA na 20 000 MVA kod napona 230 kV. Tada je na svaki pol bio priključen kondenzator od 4500 pF.

Na sl. 1 je prikazan najnoviji tip sklopke SF_6, tipa SFV. To je linijska sklopka za 115 kV 5000 MVA do 345 kV 25000 MVA. Prekidač je smješten u jednu ili dvije porculanske komore, a kontakti otvaraju i zatvaraju cilindar u obliku klipa s plinom SF_6. Presjek kroz takav prekidač pokazuje sl. 2. Plin SF_6 pod visokim tlakom okružuje kontakte i tako izolira metalni plašt koji okružuje vodič u savijenom dijelu u obliku slova U. Kada se kontakti otvore plin struji u unutrašnjost tog savijenog dijela gdje je niži tlak i time otpuhava luk i onemogućuje mu da se ponovo pojavi. Iskorišteni plin se skuplja u rezervoaru niskog tlaka, koji se nalazi ispod sklopke, i pomoću kompresora se ponovo pumpa u sistem visokog tlaka. Prednost ovog tipa sklopke je u dvocikličkom vremenu rada pomoću jednog jedinog kompresora.

Mogućnost sastavljanja više sklopki ovog tipa dovela je do konstrukcije sklopki za vrlo visoke napone. Tako se za 500 kV koriste po fazi dva modula (četiri sklopke), a za 765 kV tri modula (šest sklopki). Jedna faza takve sklopke za 765 kV 54 000 MVA pokazana je na sl. 3. Često se za smanjenje napona koriste i otpori. Pokazalo se da sklopke sa strujanjem zraka ne mogu prekidati tolike snage tako visokog napona sa tako malo paralelnih sklopki, kao što je to moguće pomoću SF_6.

Da bi se što je moguće više smanjilo visokonaponsko postrojenje u transformatorskim stanicama u gradskim područjima, potrebno je provesti minimiziranje svih dijelova postrojenja 230 i 345 kV. Ovi naponi su postali neophodni kod napajanja velikih urbanih anglomeracija. S ovim naponima može se kabelskim i zračnim vodovima doći do centra potrošnje električne energije, a tamo često nema mjesta za velike konstrukcije, i teren je vrlo skup. Kompletnim oklopljavanjem sabirnica, prekidača, osigurača i mjernih aparata metalnim konstrukcijama izoliranim sa SF_6, omogućeno je da se izgrade stanice reducirane na svega 10 do 15 % površine konvencionalnih stanica.



Sl. 4. Izgled oklopljene SF_6 stanice 230 kV

Ovakve oklopljene konstrukcije u upotrebi su već par godina za 110 kV u Zapadnoj Njemačkoj, za 225 kV u Francuskoj, a za 275 kV u Velikoj Britaniji. Jedno takvo postrojenje za 230 kV pokazuje sl. 4. Na slici su i dimenzije pa se može uočiti kako je to postrojenje malo. U ovom postrojenju upotrebljene su sklopke SF_6. Posebno je interesantno spomenuti da je upotreba sklopki SF_6 u primjeni u Japanu, gdje je velika nestašica korisnog prostora za gradnju postrojenja. Tamo se ovakve konstrukcije koriste za napone 150, 275 i 500 kV.

(Prema: W. H. Leeds, SF_6 swichgear Comes of age, Electrical Review, 14 august 1970)

J. Moser

Pregled elektroprivrede Austrije

Izgradnja elektrana, transformatorskih stanica i mreže dosegla je posljednjih godina u Austriji zavidan nivo. Karta električne mreže u Austriji pokazuje vrlo gustu mrežu 110 kV koju napaja mreža 220 kV. U zapadnom dijelu zemlje započela je i izgradnja 380 kV mreže, radi spoja sa SR Njemačkom. Istina u ovom trenutku 380 kV vod radi na naponu 220 kV. U projektu je dvostruka veza 380 kV sa Italijom.

Austrija obiluje značajnim prirodnim bogatstvima. Poznata su nalazišta željezne rudače u Eisenerzu i Hüttenbergu a u Zistersdorfu se nalaze veće količine nafte. Rezerve magnezita u Loebenu čine polovicu svjetskih rezervi ove rude. Osim toga Austrija ima u manjim količinama olovne, cinkove, bakrene, antimonove i manganove rudače, kaolina, gipsa i lignita. Nedostaje joj mrkog ugljena, koksa i kvalitetnih željeznih ruda, te oko 1/4 svojih potreba uvozi.

U Austriji se 27 % stanovništva bavi poljoprivredom. Ona je vrlo intenzivna. Kao ilustraciju navodimo da je u poljoprivredi bilo registrirano 1964. god. 332 678 elektromotora.

Površina Austrije je 83 849 km², a ima 7 343 000 stanovnika. Godine 1964. bilo je 6600 km željezničkih pruga, od toga je 36 % elektrificirano. Smatra se da do 1975. mora biti završena kompletna elektrifikacija željezničke mreže.

Potrebe za električnom energijom u Austriji nakon drugog svjetskog rata zahtjevale su nove hidroelektrane. S obzirom da je Austrija bogata hidroizvorima, oko 64 % električne energije proizvede se u hidroelektranama. Preko 70 % površine Austrije pokriva planinski masiv Alpa, s vrhuncima višim od 2500 metara, pokrivenim snijegom. To je omogućilo izgradnju akumulacija koje se pune u razdoblju topljenja snijega, kada se inače akumulacije najviše prazne. Za dobijanje električne energije koristila se voda Dunava, Emmsa, Drave, Inna, Mure i drugih. U veoma povoljnim hidrološkim godinama postotak električne energije proizvedene u hidroelektranama je mnogo veći od 64 %, a termoelektrane se koriste za pokrivanje ostatka potreba.

U Austriji još nema nuklearnih elektrana. U izgradnji je prva nuklearna elektrana od 600 MWe.

Evo nekoliko podataka o elektroprivredi Austrije. Podaci pokazuju stanje na 31. XII 1969. god.

U svim generatorima u Austriji bilo je instalirano 6318 MW, od toga u hidroelektranama 4681 MW, a u termoelektranama 1631 MW. Te godine proizvedeno je ukupno 26358 GWh električne energije, od toga u hidroelektranama 16736 GWh, a u termoelektranama 9622 GWh.

Austrija je 1969. uvezla 1582 GWh, a izvezla 5045 GWh. U prosjeku je proizvedeno, po stanovniku, 3590 kWh/god., a specifična potrošnja električne energije po stanovniku iznosi godišnje 3040 kWh/god. S ovakvim iznosom specifičnog potroška po stanovniku Austrija spada u red zemalja kao što su SR Njemačka, Francuska, Italija, Velika Britanija, Belgija i Holandija. Austrija ima svega deset termoelektrana veće instalirane snage od 50 MW. To su:

St. Andrea (I, II)	177,5 MW
ZeltWeg	130 MW
Voitsberg (I, II)	125 MW
Perneg	102 MW
Kornberg	80 MW
Linz	80 MW
Hohe Wand	80 MW
Graz	70 MW
Timelkam	60 MW

Glavni dio izvora električne energije su protočne i akumulacione elektrane. Na Dunavu su izgrađene ove protočne elektrane:

Jochenstein	130 MW
Aschach	282 MW
Ybbs-Persenberg	200 MW
Wallsee	205 MW

a u projektu su: Ottensheim, Linz, Mauthausen, Melk, Rossatz, Grafenwörth, Tulln, Klosternenburg, Wien, Petronell i Wolfshal. Planira se da će na cijelom toku Dunava u Austriji biti instalirano 2347 MW sa proizvodnjom 14518 GWh električne energije. Na drugim austrijskim rijekama izgrađeno je:

Emms	281 MW	u planu još tri elektrane 161 MW
Drava	234 MW	u planu još tri elektrane
Inn	464 MW	
Ill	861 MW.	

Na rijeci Ill nalaze se ove značajnije elektrane:

Vermumunt	148 MW
Rodund	179 MW
Lünersee	263 MW
Kops	232 MW.

Značajnije akumulacione elektrane su:

Kaprun	332 MW
Schwarzach	120 MW
Durlassboden	85 MW
Zeumkraftswerke-Rosshag	230 MW
Zeumkraftswerke-Mayrhofen	287 MW
Riesseck-Kreuzeck	137 MW
Kolbnitz	461 MW

Električna mreža Austrije dobro je povezana sa susjednim zemljama: Švicarskom, SR Njemačkom, Mađarskom, Jugoslavijom i Italijom, pa je tako omogućena značajna međunarodna razmjena energije. Tu povezanost najbolje ilustriraju transformatorske stanice i naponski nivo preko kojih se provodi razmjena energije sa pojedinim zemljama. To su transformatorske stanice:

Bürd	(SR Njemačka	45, 110, 380 kV)
Brederis	(Švicarska	110 kV)
Bregenz	(SR Njemačka	110 kV)
Westtirol	(Italija	220, 380 kV)
Zirl	(SR Njemačka, Italija	110 kV)
Kirchbichl	(SR Njemačka	110 kV)
Branau	(SR Njemačka	110 kV)
Raushofen	(SR Njemačka	110 kV)
St. Peter	(SR Njemačka	110, 220 kV)
Obernberg	(SR Njemačka	110 kV)
Passau	(SR Njemačka	110 kV)
Bissamberg	(ČSSR	220 kV)
Wien-Südort	(Mađarska	220 kV)
Lavamünd	(Jugoslavija	110 kV)
Obersielach	(Jugoslavija	220 kV)
Lienz	(Italija	220 kV)
Dorfental	(Italija	220 kV)

(Prema: ÖZE, No. 3, 1970; Energetika, No. 7, 1970)

J. Moser

IZ POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA PROIZVODNJU I PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

XXXI sjednica Upravnog odbora održana 2. IV 1970. u Splitu

Nakon izvještaja o zaključcima XXX sjednice Upravnog odbora, prešlo se na raspravu:

O osnovnim elementima »Plana razvoja elektroprivrede SRH a period 1971—1975.«

Rad na izradi srednjoročnog plana razvoja 1971—1975. godine u punom je toku. Materijal za ovu raspravu dao je Zavod za privredno planiranje SRH. Prema ranije donesenim zaključcima ovo Poslovno udruženje dobilo je zaduženje da Republičkom zavodu za privredno planiranje SRH dade osnovne elemente plana razvoja elektroprivrede SRH za razdoblje 1971 — 1975. da radi sagledavanja i stavovi elektroprivrede budu prisutni na prvim raspravama o planu.

U dogovoru s poduzećima izrađen je i dostavljen materijal pod naslovom: *»Neki osnovni elementi plana razvoja elektroprivrede SRH za period 1971 — 1975. godine.* U ovaj elaborat za članove Sabora uneseni su svi bitni podaci i konstatacije iz ovog materijala.

Iz materijala proizlazi da:

1. Postoje velike razlike u visini planirane potrošnje električne energije za razdoblje 1971 — 1975. između materijala Zavoda za privredno planiranje i predviđanja elektroprivrede. Potrebno je da se odredi realan nivo porasta potrošnje električne energije na prioritetne pravce razvoja privrede SRH kao i realne materijalne mogućnosti.

2. Ne postoje mogućnosti izgradnje novih ekonomičnih proizvodnih kapaciteta na našem području na bazi ugljena, a mogućnosti izgradnje povoljnih hidroelektrana su još male. Već danas, i u neposrednoj budućnosti postoji mogućnost izgradnje termoelektrana na bazi tekućeg goriva i plina, kao i nuklearnih elektrana. Međutim, neuobičajeno visoki porezi na tekuće gorivo kao i porez na investicije u objekte koji upotrebljavaju ovo gorivo, praktično onemogućavaju izgradnju ovakvih energetskih objekata, a oni koji su već izgrađeni dovedeni su u težak položaj. Postoje tendencije da se sličnim mjerama onemogući izgradnja nuklearnih elektrana koje bi bez takvih nameta mogle biti racionalno rješenje i u našim prilikama. Zato se predlaže da se traži ukidanje novih poreza i da se planira izgradnja nuklearnih elektrana, ako ekonomski račun bez posebnih fiskalnih opterećenja daje prednost ovakvom objektu.

3. Elektroprivreda je dužna, da za usvojeni nivo potrošnje električne energije utvrdi neophodni opseg izgradnje proizvodnih i prijenosnih objekata, a prema tome i potrebna financijska sredstva za realizaciju takvog plana izgradnje. Ovo treba učiniti tako da se uvaže mogućnosti koje u pogledu veličina i tempa izgradnje novih objekata pruža rad u elektroenergetskom sistemu zemlje.

4. Dosadašnje analize ukazuju na neznatne mogućnosti samofinanciranja izgradnje novih objekata elektroprivrede u narednom razdoblju, dok planirani porast potrošnje električne energije zahtijeva izgradnju velikih objekata za koja su potrebna značajna financijska sredstva. Zato je potrebno već sada zajednički dogovoriti mogućnosti koje bi se mogle koristiti za osiguranje potrebnih sredstava, kao na primjer:

— da se prolongiraju obaveze vraćanja sredstava privrede koja su se na osnovu republičkih zakona za potrebe elektroenergetskih objekata u periodu od 1966 — 1970. odvajala u tu svrhu, ili da se ova sredstva pretvore u zajedničko ulaganje. Obaveza elektroprivrede (otplate i kamati) u periodu 1971 — 1975. iznose cca 500 milijuna dinara;
— da postojeći republički zakoni o oročavanju sredstava za potrebe elektroenergetskih objekata budu protegnuti i na naredno 5-godišnje razdoblje. Na taj način bi se osigurala sredstva u iznosu od 1.000 milijuna dinara;
— da se razmotri mogućnost korekcije cijene električne energije, kao i etape u kojima bi se to realiziralo.

Nakon diskusije o daljnjem radu na planu razvoja za razdoblje 1971 — 1975. godine, doneseni su zaključci:

1. Prima se na znanje da su već dobiveni podaci o mogućnostima i uvjetima nabave električne energije iz BiH. Potrebno je prije izrade prijedloga plana razvoja elektroprivrede za naredno razdoblje utvrditi ovisno o uvjetima i mogućnostima, i dugoročno ugovoriti nabavu električne energije iz drugih područja.

U skladu s postignutim dogovorom udruženih poduzeća, »Elektroprivreda« — Zagreb će zajedno s Poslovnim udruženjem utvrditi mogućnosti i uvjete nabave električne energije iz SR Srbije za razdoblje do 1977. godine.

Nakon preliminarnih pregovora sa Združenim poduzećem SR Srbije, »Elektroprivreda« — Zagreb upoznat će ostale udružene članove o rezultatima razgovora. Tada će se formirati zajednička grupa koja će voditi pregovore, i eventualno zaključiti dugoročni ugovor o nabavi električne energije iz drugih područja.

2. Izrada srednjoročnog plana izgradnje novih elektroenergetskih objekata u SR Hrvatskoj, ovisna je, pored ostalog, i o energetskoj bazi tekućeg goriva i plina, koji bi se mogli koristiti u električnim centralama. Na osnovi višekratnog traženja Poslovnog udruženja, poduzeće »INA« je preuzelo obavezu da će elektroprivredi dostaviti preciznije podatke o raspoloživosti i cijenama ovih goriva.

3. Zadužuju se udružena poduzeća da dostave Birou Poslovnog udruženja svoje stavove o potrebama i načinu reguliranja odnosa između udruženih poduzeća oko eksploatacije elektroenergetskih objekata, prema pismu Poslovnog udruženja od 3. III o. g.

4. Zadužuju se udružena poduzeća da prema dogovoru od 24. II o. g. dostave Birou Poslovnog udruženja podatke (proračune) o svom ekonomskom položaju u narednom razdoblju, do 15. o. mj., a što je neophodno radi sagledavanja realnih mogućnosti samofinanciranja plana izgradnje elektroenergetskih objekata u petogodišnjem razdoblju.

5. Zadužuje se Biro Poslovnog udruženja da izradi prijedlog konstrukcije financijskog plana izgradnje elektroenergetskih objekata u narednom petogodišnjem razdoblju. Ovaj prijedlog bit će, pored ostalog, predmet predstojeće rasprave u Saboru SRH.

Program rada Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije i program novih studijskih radova za 1970.

Prema zaključku Upravnog odbora na XXX sjednici trebala su udružena poduzeća do 1. III o. g. dostaviti svoje primjedbe na tada predloženi program rada. Do 20. III stigle su samo primjedbe »Elektroprivrede« — Zagreb.

Nakon diskusije Upravni odbor je program, iznesen u materijalu uz neke manje izmjene, prihvatio.

Isto tako prihvaćen je i program studija koji je izradila komisija Upravnog odbora, u iznosu od dinara 1,947.600, pa je Biro zadužen da, po uobičajenoj proceduri, pristupi ugovaranju pojedinih predviđenih studija u okviru dinamike financiranja koja je utvrđena zaključkom o financijskom planu za 1970. godinu.

Financijski plan za 1970. godinu

Financijski plan koji se predlaže Upravnom odboru sastoji se iz dva dijela:

— financijskog plana stručnih službi Biroa Poslovnog udruženja, i
— financijskog plana Poslovne zgrade elektroprivrede.

Odvojena izrada spomenutih planova uvjetovana je različitim načinima financiranja troškova, odnosno rashoda. Dok se troškovi i dohodak stručnih službi Biroa financiraju u najvećem dijelu doprinosima udruženih poduzeća, troškovi i dohodak Poslovne zgrade pokrivaju se realizacijom najamnine i drugih usluga od korisnika poslvnih prostorija.

Upravni odbor zaključio je slijedeće:

1. Prihvaća se financijski plan za financiranje troškova i dohotka stručnih službi Biroa Poslovnog udruženja za 1970. godinu u iznosu od 3,006.600. d.

2. Prihvaća se financijski plan za financiranje predloženog plana studija u skladu sa donijetim zaključkom u prethodnoj točki dnevnog reda, u ukupnom iznosu od 1,947.600. d.

U 1970. godini Biro Poslovnog udruženja kroz doprinose udruženih članova treba realizirati iznos u prošlogodišnjoj veličini, odnosno 952.600 d.

3. Na temelju ovih zaključaka Biro Poslovnog udruženja će utvrditi doprinose udruženih članova za 1970. godinu kroz koji će se osigurati ukupni iznos od 3,959.200. d za financiranje troškova i dohotka stručnih službi, kao i za djelomično financiranje prihvaćenog plana studija.

4. Prihvaća se financijski plan Poslovne zgrade elektroprivrede u Zagrebu, ulica Proleterskih brigada 37 s planiranom realizacijom u ukupnom iznosu od 2,224.783. d kao i predloženom raspodjelom ukupnog prihoda.

Informacija o aktuelnim problemima u elektroprivredi

Direktor Biroa Poslovnog udruženja informirao je Upravni odbor o aktuelnim problemima u elektroprivredi Jugoslavije i elektroprivredi SR Hrvatske.

Biro Poslovnog udruženja zadužuje se da elaborat »Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njenog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«, (drugo dopunjeno izdanje) dostavi udruženim članovima i svim zainteresiranim organima.

XXXII sjednica Upravnog odbora održana 9. VI 1970. u Plominu

Izvještaj o izvršenju zaključaka sa XXXI sjednice primljen je na znanje, nakon nekih traženih objašnjenja, pa se prešlo na raspravu o

Izvršenju programa razvoja elektroprivrede SRH 1966—1970. i prijedlogu za razrješavanje problema oko programa

Budući da su članovi Upravnog odbora već prije ove sjednice primili vrlo opširan materijal za ovu tačku dnevnog reda, drugarica Zorić je ukratko izložila njegov sadržaj.

Izvršene analize pokazuju da u SR Hrvatskoj od procijenjene ukupne visine ulaganja 1.725,722.000.— dinara postoji manjak sredstava od 123,644.000.— dinara za izvršenje predviđenog plana razvoja elektroprivrede u razdoblju od 1966—1970.

U prijedlogu za razrješavanje svih nastalih problema izneseno je, da se uzme u razmatranje kako visina

ulaganja, tako i procijenjeni priliv sredstava, jer kod tako velikog manjka sredstava teško da bi se mogla predlagati rješenja koja bi se odnosila isključivo na njezinu preraspodjelu.

Nakon čitanja pismenih primjedbi poduzeća iz Rijeke i Zagreba, te usmene primjedbe poduzeća iz Splita, Upravni odbor je donio slijedeće zaključke:

1. Odlaže se razmatranje i donošenje zaključaka o izvršenju programa razvoja elektroprivrede SRH 1966—1970. godine i prijedlog za razrješavanje problema oko izvršenja programa, za slijedeću sjednicu Upravnog odbora.
2. Zakazuje se sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja za 23. VI 1970. na kojoj će se razmotriti pitanja iz tačke 1, i donijeti zaključci.
3. Konstatira se da je materijal koji je o tome bio prezentiran članovima Upravnog odbora potpuno dovoljan da se mogu donijeti zaključci, ali je potrebno da ga članovi Upravnog odbora detaljno prouče.
4. Isto tako je konstatirano i u diskusiji naglašeno, da su stavovi o ovim pitanjima između poduzeća neusaglašeni, pa se zadužuje Biro Poslovnog udruženja, da do slijedeće sjednice Upravnog odbora, na kojoj će se razmatrati ovaj materijal (do 23. VI 1970.) obavi potrebne kontakte sa udruženim poduzećima, i nastoji da usaglasi stavove između poduzeća koliko god je to moguće.

Način financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata u razdoblju 1971—1975.

S obzirom na predstojeći plan razvoja republike za razdoblje 1971—1975, neposredno predstoji donošenje programa razvoja elektroprivrede Hrvatske za isto razdoblje. Stoga se nameće neophodna potreba da se utvrdi prijedlog načina financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata.

Sistem financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata je kompleksan problem čije je rješenje najuže povezano sa sadržajem i načinom planiranja razvoja elektroprivrede općenito. U konkretnom slučaju, budući da se radi o konstrukciji financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata u Hrvatskoj u razdoblju 1971—1975, pošlo se pri izradi ovog prijedloga od usvojenog planiranja razvoja za to razdoblje, kao i preliminarnih podataka o potrebnim ulaganjima u elektroenergetske objekte.

Plan izgradnje elektroenergetskih objekata u SRH za to razdoblje nije još u potpunosti definiran, ali se na osnovu odgovarajućih energetskih veličina mogla utvrditi veličina potrebnih ulaganja u proizvodno-prijenosne objekte. Prema današnjim približnim sagledavanjima ona se kreću oko iznosa od 3 milijarde dinara za cijelo ovo razdoblje. Po vrstama ulaganja radi se o približnim iznosima:

— za dovršenje objekata koji su već u izgradnji	645,0 mln d
— za ulaganja u nove elektrane	950,0 „ „
— za ulaganja u objekte prijenosne mreže	750,0 „ „
— za ulaganja u objekte kontinuiteta izgradnje	655,0 „ „

Ako se ima u vidu da će udružena poduzeća u promatranom razdoblju ostvariti sredstva od samo 112,0 milijuna dinara za vlastito učešće u financiranju izgradnje, može se vidjeti financijski položaj proizvodno-prijenosne djelatnosti za financiranje proširene reprodukcije, tj. da skoro cjelokupan iznos potrebnih investicionih ulaganja (2.888 mln dinara) treba osigurati odgovarajućim mehanizmom financiranja proširene reprodukcije. Budući da je zakon o obaveznom oročavanju sredstava ostale privrede za financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata već prestao važiti, odnosno da će prestati 31. XII 1970. godine, kao i na slabu mogućnost vlastitog učešća elektroprivrede, može se sagledati položaj elektroprivrede Hrvatske. Stoga je prijeko potrebno da se pitanje sistema financiranja i izvoza sredstava pravovremeno riješi, odnosno poduzmu mjere za njihovo rješavanje.

Budući da postoji intenzivna ovisnost između plana izgradnje i konstrukcije financiranja, neophodno je utvrditi osnovne postavke planiranja razvoja, koje je prihvatila elektroprivreda Hrvatske, odnosno udružena poduzeća. Te su postavke:

— prijedlozi programa razvoja i planova izgradnje trebaju polaziti od samih elektroprivrednih poduzeća, kao predstavnika proizvođača električne energije, potrošača i od društveno-političkih zajednica, što znači da planiranje razvoja počinje na nivou samog elektroprivrednog poduzeća i treba predstavljati društveni dogovor na području koje pokriva proizvodno-prijenosno poduzeće;

— na nivou Republike treba postojati zajednički program razvoja i plan izgradnje elektroenergetskih objekata od zajedničkog interesa za poduzeća i privredu Republike;

— neovisno o zajedničkom programu svako poduzeće može imati i realizirati svoj dopunski plan izgradnje, ali tek nakon što je izvršilo obaveze prema zajedničkom planu;

— kao rezultat ovakvog načina programiranja i donošenja planova izgradnje treba doći do optimalnog zajedničkog plana izgradnje u Republici. Plan treba sadržavati odluke o vrsti i veličini objekata, dinamici izgradnje, i izvorima i načinu financiranja;

— kao objekti od zajedničkog interesa smatraju se elektrane iznad 20 MW, dalekovodi i transformatorske stanice s gornjim naponom od 220 kV i više, kao i 110 kV priključci novih izvora iz zajedničkog programa na prijenosnu mrežu;

— da se izbor i utvrđivanje prioriteta izgradnje elektroenergetskih objekata od zajedničkog interesa obavi po određenim objektivnim kriterijima, odnosno metodologiji. Po toj će metodologiji u okviru realno raspoloživih sredstava u razdoblju za koje se vrši izbor imati prednost oni objekti koji osiguravaju snabdijevanje potrošača uz najmanje troškove proizvodnje u za-

jedničkom elektroenergetskom sistemu udruženih poduzeća, neovisno o tome da li će objekti biti locirani na području republike, ili izvan njega, i bez obzira da li poduzeće koje objekt gradi ima dovoljno sredstava, ili potrebna sredstva treba osigurati zajednički, bez obzira na njihove izvore.

Ovi principi i postavke imaju određeni utjecaj i u izvjesnoj mjeri predodređuju financiranje izgradnje. Smatra se, da u odnosu na financiranje izgradnje treba usvojiti:

a) da zajednički program razvoja odnosno program razvoja objekata od zajedničkog interesa zahtijeva zajedničko korištenje određenih sredstava, i

b) da zajedničko korištenje sredstava pretpostavlja njihovo korištenje prema prioritetu i dinamici radova iz usvojenog zajedničkog programa.

Konkretan prijedlog sistema financiranja i konstrukcije financiranja koji se predlaže za razdoblje 1971—1975. za elektroenergetske objekte u Hrvatskoj temelji se na pretpostavkama:

— potrebna sredstva za ulaganje u elektroenergetske objekte u Hrvatskoj u razdoblju 1971—1975. ocijenjena su sa 3,0 mlrd dinara;

— elektroprivredi Hrvatske treba omogućiti, u skladu sa opće prihvaćenim načelom o trećinskom principu financiranja, ostvarenje učešća vlastitim sredstvima u financiranju izgradnje u visini od 30% potrebnih sredstava;

— da potrošači električne energije obavezno učestvuju u financiranju izgradnje s daljnjih 30% potrebnih sredstava, i

— da se ostatak potrebnih sredstava osigura kreditima banaka i, eventualnim, inozemnim kreditom.

Osiguranje vlastitog učešća elektroprivrede u financiranju izgradnje pretpostavlja odgovarajuće povećanje cijena električne energije već od 1. I 1970. Prema izvršenim proračunima, i uz pretpostavku da ostali instrumenti koji predodređuju ekonomski položaj elektroprivrede, a prvenstveno instrumenti sekundarne raspodjele, ostanu isti, prosječna cijena električne energije na prijenosnom naponu u SR Hrvatskoj koja je na snazi od 1. IV 1970. treba da se poveća za oko 24% tj. da iznosi 13,72 pare/kWh. Ukupna sredstva elektroprivrede koja bi se realizirala u razdoblju 1971—1975. kroz navedeno povećanje cijena električne energije iznosila bi oko 818 mln dinara.

Obavezno učešće u financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata onih potrošača koji će u razdoblju 1971—1975. trošiti veće količine električne energije, odnosno angažirati veću snagu elektroprivrednih postrojenja, trebalo bi utvrditi dogovorom zainteresiranih partnera. Povećana potrošnja, odnosno veća angažirana snaga potrošača utvrdila bi se u odnosu na startnu 1970. godinu.

Kroz obavezno učešće potrošača trebalo bi osigurati oko 900 mln dinara za preliminarni plan ulaganja od 3,0 mlrd dinara. Prema tome izlazi da bi obavezno učešće potrošača iznosilo oko 30 para po kWh, ako se kao osnovica uzme povećana potrošnja električne energije, odnosno 1,72 mln din po MW veće angažirane snage.

Kreditna sredstva koja bi elektroprivreda trebala osigurati za financiranje izgradnje, a koje bi se realizirala kod banaka, trebalo bi osigurati i stimulirati određenom kreditno-monetarnom politikom.

Kao mogući izvori kreditnih sredstava pojavljuju se inozemni krediti, direktni ili indirektni. U slučaju eventualne realizacije inozemnog kredita smanjila bi se potreba za kreditima banaka, pa možda i obavezno učešće potrošača.

Sredstva za financiranje izgradnje u razdoblju 1971—1975. koja bi trebalo osigurati kreditima iznose oko 1.200 mln dinara.

Upravni odbor je nakon diskusije donio zaključke:

1. Prima se na znanje informacija, kao i materijal, koji su podneseni u vezi s prijedlogom konstrukcije financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata u razdoblju 1971—1975. Konstatira se da je to početak u razrješavanju ovih problema.

2. Zadužuje se Biro Poslovnog udruženja, da na temelju primjedbi i prijedloga, kao i eventualnih pismenih primjedbi poduzeća, materijal doradi, pa će to biti predmet ponovne rasprave na jednoj od narednih sjednica Upravnog odbora.

Informacija o odnosima između poduzeća »Elektroprivreda« Rijeka i »Elektroprivreda« Zagreb

Drug Karlović, direktor »Elektroprivrede« Rijeka dao je kratku informaciju da nakon svih pokušaja, kao i posljednjeg sastanka koji je održan u Sekretarijatu za privredu, da se srede odnosi između poduzeća Rijeka i Zagreb, do ugovora neće doći. Naime, nije više bilo sporno ni pitanje cijene energije, ali je rečeno da Zagreb ne može pristati na višu cijenu električne energije zbog svog ekonomskog položaja. Prema tome stvar je poduzeća u Rijeci, odnosno radničkog savjeta, da u duhu elaborata i zacrtanih koncepcija, traži izlaz na drugoj strani. Za sada se još ne zna kakva će biti konačna odluka.

Drug Medvedec iznosi da se i u poduzeću Zagreb pripremio materijal za radnički savjet u vezi s ovim poteškoćama koje su se pojavile, ne samo prema poduzeću Rijeka, već i prema distribuciji i drugim dobavljačima. Nakon toga će biti odlučeno što će se učiniti. Stav poduzeća Zagreb je, da pod ovakvim uvjetima kakvi su mu nametnuti, nije u stanju da radi, nego da ostane kod ponuda jediničnih cijena iz 1969.

XXXIII sjednica Upravnog odbora održana dne 3. VII 1970. u Zagrebu

Nakon prihvaćanja dnevnog reda prešlo se na raspravu o:

Radu na programu razvoja udružene elektroprivrede SR Hrvatske za razdoblje 1971—1975.

Već na nekoliko prethodnih sjednica razmatralo se pitanje izrade srednjoročnog programa razvoja udružene elektroprivrede za razdoblje 1971—1975. i doneseni su odgovarajući zaključci. Predvidjelo se da treba do kraja lipnja o. g., odnosno prije početka godišnjih odmora izraditi nacrt programa, da bi se mogao dati na razmatranje republičkim institucijama.

Što je do sada učinjeno i što je još potrebno riješiti da bi se mogao donijeti zajednički program razvoja za spomenuto petogodišnje razdoblje, upoznat je Upravni odbor:

1. Udružena poduzeća izradila su drugu razradu svoga programa razvoja i krajem lipnja dostavila Republičkom zavodu za plan i ovom udruženju. Prema dobivenim materijalima poduzeća predlažu da u navednom petogodišnjem razdoblju bruto investicije u elektroprivredi iznose:

»Elektroprivreda« Rijeka	1.011,578.000.— d.
»Elektroprivreda Dalmacije« Split	1.344,848.000.— ,,
»Elektroprivreda« Zagreb	2.385,825.000.— ,,
Ukupno SR Hrvatska	4.742,251.000.— d.

2. U toku IV i V mj. stigle su ponude o mogućnostima i uvjetima dugoročne nabave električne energije iz SR BiH, i to:

   — »Elektroprenos« Sarajevo nudi za razdoblje 1971—75. godine snagu od 640 do 235 MV (različito po godinama) uz cijenu od 324.000 d/MW godišnje i 5,2 para/kWh;

   — TE Tuzla nudi za razdoblje od 5 do 15 godina 200 MW, počevši od siječnja 1971. i daljnjih 200 MW od siječnja 1973. godine po cijeni od 271.000 d/MW god. i 5,5 para/kWh.

3. U svibnju je poduzećima dostavljena studija optimalne strukture izgradnje nuklearnih i drugih energetskih objekata u zapadnom dijelu SFRJ do 1985. Rezultati ove studije mogu biti korisni kod donošenja konkretnih odluka o izboru izgradnje novih elektrana.
   Početkom lipnja poduzećima su dostavljeni rezultati analize redoslijeda izgradnje elektrana u SRH od 1971—75. kao i prijedlog izbora novih objekata (elektrana) za isto razdoblje, što ga je izradilo Poslovno udruženje.

4. Izrađena je analiza ekonomskog položaja udružene elektroprivrede SRH za razdoblje od 1971—75. godine, prema kojoj ukupna sredstva s kojima bi raspolagala sama elektroprivreda za neto investicije u slijedećem petogodišnjem razdoblju iznose 110 milijuna dinara. Analiza je razrađena na osnovu ranije ponude o isporuci viškova iz SR BiH. Na osnovu podataka iz ponude »Elektroprenosa«, Sarajevo koji su već prije navedeni, ukupna sredstva iznosila bi 80 milijuna dinara.
   »Elektroprivreda« Rijeka i »Elektroprivreda Dalmacije«, Split izradile su ekonomski položaj svojih poduzeća za isto razdoblje i dostavila ovom Poslovnom udruženju. Ekonomski položaj »Elektroprivrede«, Zagreb za vrijeme od 1971—1975. još nije primljen.

5. Izrađen je i na Upravnom odboru Poslovnog urdruženja 9. VI prihvaćen prijedlog konstrukcije financiranja programa razvoja elektroprivrede u narednom petogodišnjem razdoblju.

6. Do danas nisu riješeni dugoročni ugovorni odnosi među udruženim poduzećima o korištenju kapaciteta, što je preduvjet za donošenje zajedničkog programa razvoja.
   Također nisu riješeni ni ugovorni odnosi unutar cijelog elektroenergetskog sistema zemlje među učesnicima u paralelnom radu, radi korištenja prednosti rada u zajedničkom sistemu.

7. Nije ugovorena nabava električne energije iz područja SR BiH, iako postoje konkretne ponude koje su trebale biti baza za pregovore. Eventualna nabava električne energije ima znatan utjecaj na dinamiku potrebne izgradnje novih elektrana.

8. Problemi zajedničkog ulaganja (prava i obaveze ulagača) nisu se razmatrali, pa prema tome nisu donijeti prijedlozi za konkretno rješenje. Međutim bez prethodnog reguliranja odnosa kod ulaganja nema zajedničke izgradnje objekata, a prema tome ni zajedničkog programa razvoja.

9. Nije riješen problem režima nivoa cijene električne energije za petogodišnje razdoblje, a konstrukcija financiranja programa elektroprivrede nije do danas razmatrana na nadležnim republičkim i saveznim organima.

10. ZJE je izradila »Globalnu projekciju dugoročnog razvoja udružene elektroprivrede Jugoslavije do 1985. godine« i »Ekonomski položaj i uslove privređivanja udružene elektroprivrede Jugoslavije«.

Tačke 6, 7. i 8. koje do danas nisu riješene, isključivo su u nadležnosti elektroprivrednih organizacija, dok je tačka 9, koja također nije riješena, u nadležnosti društveno-političkih zajednica.

Preduvjet za donošenje realnog zajedničkog programa razvoja udružene elektroprivrede SRH je svakako rješavanje problema navedenih u tačkama 6, 7. i 8. U toku prošlih godina Poslovno udruežnje je

izradilo više prijedloga o mogućim rješenjima odnosa među udruženim poduzećima u eksploataciji elektroenergetskih postrojenja, a u posljednje vrijeme bilo je više pokušaja da se na zajedničkim sastancima udružena poduzeća dogovore o tim pitanjima. Međutim dosadašnja iskustva pokazuju da nije realno očekivati da se ova pitanja brzo riješe, ako im poduzeća ne posvete naročitu pažnju.

Radi ovih neriješenih pitanja nije se još ni započelo s usklađivanjem programa razvoja poduzeća i izradom zajedničkog programa. Prema tome se Republičkom zavodu za planiranje ne može predložiti usklađeni program razvoja elektroprivrede SRH za razdoblje 1971—1975.

Ako Upravni odbor, s obzirom na izneseno stanje, smatra potrebnim, treba poduzeti efikasne mjere koje bi osigurale da se ubrzaju radovi na izradi programa razvoja.

Nakon diskusije je zaključeno:

1. Zadužuje se Biro Poslovnog udruženja da na temelju podataka s kojima raspolaže, izradi prvu projekciju programa razvoja udružene elektroprivrede Hrvatske za razdoblje od 1971—1975.
   Ovlašćuje se Biro Poslovnog udruženja da od udruženih poduzeća zatraži, eventualno, dopunske podatke.

2. Prvu razradu programa razvoja Biro treba izraditi do 10. IX 1970. godine, a materijal dostaviti poduzećima, koja trebaju do 25. IX 1970. dostaviti svoje primjedbe. Primjedbe i prijedlozi poduzeća uklopit će se u definitivan materijal za sjednicu Upravnog odbora, koja će se održati 30. IX 1970. Tada će se razmatrati prva razrada programa razvoja.

3. Program razvoja elektroprivrede Hrvatske od 1971—1975. treba orijentaciono obuhvatiti:

   — elektroenergetsku bilancu do 1977. godine;

   — plan potrebnih investicionih ulaganja do zaključno 1975;

   — ekonomski položaj udružene elektroprivrede SRH do 1977, na temelju sadašnje cijene;

   — projekciju i režim cijene električne energije od 1971—1975;

   — ekonomski položaj elektroprivrede SRH na temelju nove planirane cijene;

   — sistem i konstrukciju financiranja izgradnje planiranih elektroenergetskih objekata (zajednička ulaganja, konverzija starih kredita, mehanizam osiguranja dopunskih sredstava i sl.);

4. Program razvoja treba raditi pod pretpostavkom da su riješeni svi unutarnji odnosi između udruženih poduzeća (ugovori između poduzeća o eksploataciji elektroenergetskih objekata do 1977, ugovori o zajedničkim ulaganjima, i dr.), kao i ugovor o nabavi električne energije iz SR BiH do 1977;

5. Paralelno sa radom na izradi programa razvoja udružene elektroprivrede Hrvatske treba intenzivno raditi na:

   — dugoročnim ugovornim odnosima između udruženih poduzeća o korištenju postojećih kapaciteta;

   — ugovornim odnosima unutar cijelog elektroenergetskog sistema zemlje među učesnicima u paralelnom radu, radi korištenja prednosti rada u zajedničkom sistemu;

   — ugovoru o nabavi električne energije iz SR BiH do 1977. god.;

   — zajedničkim ulaganjima u financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata.

Realizacija programa razvoja elektroprivrede SRH od 1966—1970. i prijedlozi za razrješavanje problema oko iznošenja programa

Prema zaključku na prošloj sjednici Upravnog odbora odgođena je rasprava i donošenje zaključaka na današnju sjednicu, a Biro Poslovnog udruženja bio je zadužen da izvrši potrebne kontakte s udruženim poduzećima i da nastoji uskladiti stavove između poduzeća koliko je to moguće.

Održana su dva sastanka, no do usaglašavanja stavova nije došlo, tako da je danas stanje isto kao što je bilo na XXXII sjednici Upravnog odbora.

U međuvremenu je primljen i pismeni stav poduzeća iz Splita, dok su poduzeća iz Rijeke i Zagreba svoje pismene stavove dala već ranije.

Prijedlog za razrješavanje problema programa razvoja od 1966—1970. koji je izradio Biro Poslovnog udruženja za prošlu sjednicu, ostaje i dalje na snazi i u njemu se ne mijenjaju stavovi.

Nakon svestrane diskusije Upravni odbor je donio zaključke:

1. Zadužuju se direktori udruženih poduzeća da do 15. VII 1970. pokušaju uskladiti odnose među poduzećima oko izvršenja programa razvoja od 1966—1970.
   Ukoliko takav pokušaj ne uspije, treba da se o tome obavijeste nadležni organi (Sabor SRH i SDK). Na jednoj od narednih sjednica informirat će se o tome Upravni odbor.

2. Na prijedlog druga Anđelka Marušića, direktora Poslovnog udruženja distributivnih poduzeća SR Hrvatske, prihvaća se zaključak, da se u onom dijelu izvještaja koji govori o aktuelnim problemima elektroprivrede, i podnijet je Saboru SR Hrvatske, o ostvarenju izgradnje elektroenergetskih objekata u razdoblju 1966—1969, unesu ispravke i dade detaljna specifikacija onog dijela izvještaja koji se odnosi na izgradnju objekata prijenosne mreže. Dopunu izvještaja izradit će Biroi oba Poslovna udruženja.

INFORMACIJA O STANJU I POLOŽAJU INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB

U informaciji je izneseno da Institut za elektroprivredu, premda djeluje već skoro 20 godina nije uspio postati u pravom smislu riječi »elektroprivredni«, tj. nije ga elektroprivreda Hrvatske koristila kao svoj centar za stručni i znanstveni rad s određenom politikom razvoja, iako ga je s tom namjenom svojevremeno osnovala.

Institut ne dobiva dovoljno zadataka od elektroprivrede, tako da neke stručne grupe Instituta uopće ne rade za elektroprivredu. Nedostatak dugoročnih ugovora između Instituta i elektroprivrede za konkretne studijske radove, izaziva velike poteškoće u radu, a naravno i stalne krize financijske i kadrovske naravi.

Bilo bi neophodno ustanoviti takve odnose između elektroprivrednih poduzeća SRH i Instituta, koji bi uklonili sve poteškoće u radu Instituta kako bi u punoj mjeri mogao služiti elektroprivredi.

To znači:

— sklapanje dugoročnih ugovora za suradnju i financiranje dugoročnih programa znanstveno-istraživačkog rada;

— razrada zajedničkih stavova o potrebama i profilu kadrova za elektroprivredu.

Na taj način bi Institut stvarno postao razvojni centar elektroprivrede SR Hrvatske, jer bi bili stvoreni uvjeti pod kojima bi Institut mogao raditi ono zbog čega je i osnovan. Valja spomenuti još i to, da se ne zagovara nikakav budžetski odnos elektroprivreda-Institut.

Sva konkretna rješenja i način provođenja, iznesene koncepcije trebali bi biti predmet dogovaranja predstavnika elektroprivrede i Instituta.

Upravni odbor je razmatrajući ovu informaciju o radu i problemima Instituta za elektroprivredu, Zagreb, konstatirao slijedeće:

1. Institut kao naučna institucija potreban je elektroprivredi Hrvatske;
2. Imenuju se članovi komisije koji će zajedno sa članovima iz distributivnih poduzeća i samog Instituta za elektroprivredu izraditi prijedlog o karakteru Instituta s obzirom na potrebe elektroprivrede, odnosno koje djelatnosti Instituta su potrebne elektroprivredi.

   Za članove komisije imenuju se:

   1. Drago Ružić, dipl. ing., »Elektroprivreda«, Rijeka;
   2. Drago Stanić, dipl. ecc., »Elektroprivreda Dalmacije«, Split;
   3. Zorko Cvetković, dipl. ing., »Elektroprivreda«, Zagreb;
   4. Drago Mijić, dipl. ing., Biro Poslovnog udruženja.

3. Rok za izradu prijedloga je 30. IX 1970.

V. Horvat

ATM

PODUZEĆE ZA AUTOMATIZACIJU I TEHNIKU MJERENJA U INDUSTRIJI

ZAGREB, HEINZELOVA 70 A

KONZULTACIJE, PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJA, MONTAŽA, SERVIS I ODRŽAVANJE
MJERNO REGULACIONIH UREĐAJA ZA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA I RAZVOD ENERGETSKIH FLUIDA

— TERMOELEMENTI
— OTPORNI TERMOMETRI
— POKAZIVAČI TEMPERATURE
— MJERAČI PROTOKA
— MJERAČI UTROŠKA TOPLINE (KALORIMETRI)
— MJERENJE PRITISKA
— ANALIZA DIMNIH PLINOVA
— AUTOMATSKE STANICE ZA REDUKCIJU PRITISKA I TEMPERATURE PARE
— AUTOMATSKA REGULACIJA NIVOA, TEMPERATURE, PRITISKA, PODTLAKA, PROTOKA
— DALJINSKA KOMANDA (SERVOMOTORI I REGULACIONI VENTILI)
— SIGNALIZACIJA

TELEFONI: 514-122, 515-713, 515-050
TELEX: 21364, PP 466

FINANCIJSKI PROBLEMI ELEKTRIČNE ENERGIJE U SLAVONIJI

Financiranje programa izgradnje prijenosne mreže na području Slavonije do 1970. godine

Program izgradnje i razvoja prenosne mreže na području Slavonije od 1966. do 1970. godine iznosi 99,458.000 din. Predviđeno oročavanje privrede iz 2 % na tom području do kraja 1971. god. iznosi 51.200.000. Do 31. XII 1969. godine od ovih sredstava je prikupljeno kod Komunalne banke i štedionice Osijek dinara 49.540.373.

Osim ovih sredstava prikupljeno je na području Slavonije do 31. XII 1969. godine na ime 2,5 % i 10 % zakonom oročenih sredstava 26,977.921. d. Za razdoblje od 1. I 1970. god. do 31. III 1970. godine još je prikupljeno d 5,252.655, odnosno ukupno 32,230.576 d. Poslije 31. III 1970. godine prestaje obaveza oročavanja ovih sredstava. Sredstva se prikupljaju na čitavom području SR Hrvatske i zakonom su usmjerena na određene objekte (HE Senj i TE Plomin) pa se mogu upotrijebiti samo za njihovo financiranje.

Do kraja ove godine se na području Slavonije iz zakonom oročenih sredstava mogu prikupiti:

— sredstva 2,5 % i 10 % do zakonskog roka prikupljenja (31. 3. 1970)	32,230.576 d
— sredstva 2 % do kraja 1970. god.	51,200.000 d
Ukupno sredstva	83,430.570 d

Do 31. XII 1970. godine investiciona izgradnja na području Slavonije je slijedeća:

— program izgradnje objekata	99,458.000 d
— sklopljeni ugovori s bankom za izgradnju objekata Slavonije	88,206.000 d

U iznosu od 99,458.000 d, sadržana je i dopuna programa izgradnje elektroenergetskih objekata u SR Hrvatskoj do 1970. godine za područje Slavonije i to:

— DV 110 kV Osijek II — Beli Manastir	5,444.000 d
— DV 110 kV Našice — Podrav. Slatina	6,213.000 d
Svega	11,657.000 d

Ukupni program investicija do 1970. godine za cijelo područje Elektroprivrede Zagreb nije u potpunosti pokriven, jer nedostaje 106,552.000 dinara. Ovaj se iznos treba pokriti iz bankarskih sredstava ili učešća korisnika, pa je zato zatraženo od Elektroslavonije — Osijek da u izgradnji ovih dopunskih objekata učestvuje s 50 % vrijednosti objekata, odnosno s 5,829.000 dinara. Elektroslavonija-Osijek ne pristaje na ovo učešće jer smatra da se ovi objekti trebaju financirati iz konski oročenih sredstava 2 % i 2,5 %. Međutim oročena sredstva iz 2,5 % zakonom su utvrđena za financiranje određenih objekata i ne mogu se upotrijebiti za druge svrhe.

Program izgradnje na području Slavonije predviđa dakle 99,458.000 d, dok će se iz sredstava 2 % moći prikupiti 51,200.000 dinara, odnosno manje će se prikupiti u odnosu na program radova 48,258.000 dinara.

Problemi cijene električne energije

Elektroprivreda-Zagreb za pokriće potrošnje cijelog područja koje ona opskrbljuje energijom, proizvodi energiju u vlastitim elektranama, a ostatak potreba nabavlja od Rijeke, Splita, Sarajeva i Slovenije.

Energija se ne nabavlja posebno za Slavoniju od Bosne i Hercegovine, već se Slavonija kao i ostali potrošači Elektroprivrede-Zagreb snabdijeva miješanom energijom iz sistema. Pri tome se kako kod izrade usklađene elektroenergetske bilance SR Hrvatske, tako i kod ostvarenja bilance, naročito vodi računa da se izvori u SR Hrvastkoj koriste tako da cijena nabave od susjednih republika bude što niža. Ovo se može postići na taj način da se energija od Sarajeva preuzima sa što većim korištenjem snage, što pokazuju i ostvarena mjesečna upotrebna vremena od 623 sati u 1968. godini i 616 sati u 1969. godini.

Ovakav režim preuzimanja energije od Sarajeva zahtijeva nepovoljnije korištenje vlastitih izvora i povećane troškove za kupnju energije od Rijeke.

Tako je na primjer vrijeme korištenja snage u 1969. godini bilo:

— TE-TO Zagreb	242 sata	nabava od Rijeke	420
— TE Jertovec	139 sati		
— HE Gojak	386 sati		
— HE na Trebišnjici	525 sati	nabava od Splita	480

Dijagram potrošnje električne energije područja Slavonije ima distributivni karakter s mjesečnim upotrebnim vremenom od oko 420 sati. (1968. god. 418 sati, u 1969. god. 430 sati). Troškovi proizvodnih i prijenosnih postrojenja po kWh rastu sa smanjenjem vremena korištenja. Očito je da je dijagram Elektroslavonije sa 420 sati korištenja snage potpuno različit od dijagrama povlačenja energije i snage Zagreba od BiH-a (620 sati), pa je neopravdano računati s istom jediničnom cijenom po kWh za oba dijagrama potrošnje.

Međutim Elektroslavonija zahtijeva da se obračunska snaga ne utvrđuje na osnovi postignutog vršnog opterećenja, kako je Uredbom o tarifnom sistemu propisano, već da se ona utvrđuje na osnovi vremena korištenja snage kupnje energije Elektroprivrede Zagreb od Sarajeva. Uz pretpostavku da će vrijeme korištenja snage u 1970. godini prema Sarajevu biti približno isto kao i u 1969. godini, to jest 616 sati mjesečno, Elektroslavonija bi za snagu platila:

Opis	Prema prijavi potrošnje za 1970. godinu		Obračun za 616 sati		Razlika 3—5
	MW	Din 103	MW	Din 103	
1	2	3	4	5	6
VS	440	8.624	308	6.037	2.587
NS	902	11.952	617	8.175	3.777
Ukupno	1.342	20.576	925	14.212	6.364

NAPOMENA: U tablici se računalo sa starim cijenama za snagu, da bi zahtjevi Slavonije bili usporedivi.

Prema tome ukupno smanjenje realizacije Zagreba u 1970. godini po zahtjevu Elektroslavonije bi iznosilo 11,080.000 dinara (4,710.000 + 6,364.000) odnosno *1,94 pare/kWh.* *B. B.*

JUGOSLAVENSKA ELEKTROPRIVREDA — UKRATKO

Elektroprivreda Jugoslavije u prethodnom razdoblju imala je vrlo dinamičan razvoj. Dok je 1960. godine proizvedeno 8.928 GWh u 1969. godini 23.375 GWh, u 1970. godini se predviđa 25.800 GWh.

Bruto potrošnja električne energije u razdoblju od 1947. do 1967. godine rasla je po stoji od 13,6%. Ista stopa rasta ostvarena je u 1969. godini u odnosu na 1968. godinu, dok se u 1970. godini planira stopa rasta od 15,5%.

Elektroenergetskom bilancom jugoslavenske elektroprivrede za 1970. godinu planirana je proizvodnja:

— hidroelektrana	— 14.043 GWh
— termoelektrana	— 9.574 GWh
— industrijskih i ostalih elektrana	— 2.183 GWh
Ukupno	25.800 GWh

Na kraju 1969. godine instalirane snage na pragu iznosile su:

— protočne hidroelektrane	1277 MW
— akumulacione hidroelektrane	1766 MW
— termoelektrane	1476 MW
— industrijske i ostale elektrane	540 MW
Ukupno:	5059 MW

U prvom polugodištu 1970. godine ušle su u pogon:

— protočne hidroelektrane	—
— akumulacione hidroelektrane	23 MW
— termoelektrane (Plomin, Obrenovac I, Kosovo III)	486 MW

Do kraja 1970. godine planira se ulazak u pogon:

— protočne hidroelektrane (HE Đerdap sa smanjenom snagom zbog snižene kote)	— 2 × 50	— 100 MW
— akumulacione hidroelektrane		—
— termoelektrane (Obrenovac II, Tuzla III, Sisak I)		— 572 MW

Elektroprijenosna mreža napona 110 kV i 220 kV razvijala se u skladu s razvojem proizvodnje, odnosno potrošnje električne energije.

Pored dalekovoda napona 220 kV koji elektroenergetski sistem Jugoslavije povezuje u SUDEL prsten zajedno sa sistemom Italije, i Austrije krajem 1970. godine ostvarit će se i povezivanje s elektroenergetskim sistemom Rumunjske preko HE Đerdap 400 kV dalekovodom. U fazi priprema izgradnje nalazi se dalekovod 400 kV kojim će se povezati elektroenergetski sistem Jugoslavije i Bugarske.

U slijedećem razdoblju se očekuje relativno visok porast ukupne proizvodnje, odnosno bruto potrošnje električne energije. Stopa rasta u tom razdoblju planira se oko 12,1 %, tako da će ukupna proizvodnja iznositi u 1975. godini 44.000 GWh.

U 1971. godini planira se ulazak u pogon novih 1375 MW ukupno, od čega na hidroelektrane dolazi oko 900 MW a za podmirenje konzuma nalaze se u izgradnji proizvodni kapaciteti snage još 1400 MW.

Prema dosadašnjim istraživanjima ukupni iskoristivi hidroenergetski potencijal Jugoslavije cijeni se na oko 65000 GWh od čega je u 1969. iskorišteno 21 % a u 1975. se predviđa iskorišćenje od oko 35 %. Nadalje se procjenjuje da Jugoslavija raspolaže rezervama ugljena od 21,5 milijardi tona (do sada utvrđenim) od čega su rezerve prema bilanci 8,9 milijardi tona, što omogućuje godišnje korištenje od oko 70.000 GWh. *B. B.*

POSLOVANJE ELEKTROPRIVREDE SRH ZA 1969. GODINU

Poslovanje triju elektroprivrednih proizvođača — prijenosnih regionalnih poduzeća u SRH, poduzeća Elektroprivrede Rijeka, Split i Zagreb, prikazuje se u okviru Udružene elektroprivrede SRH.

Energetski rezultati

Godišnji porast vlastite proizvodnje električne energije iznosi 11 %. Rezultira manjim dijelom iz nove proizvodnje, jer je u 1969. godini HE Rijeka bila prvi puta cijele godine u pogonu, a većim dijelom radi izrazito povoljnijih hidroloških prilika prema 1968. godini. Potrošnja električne energije na području SRH veća je za 11,9 % od potrošnje u 1968. godini. Porast vlastite proizvodnje od 11 % nije bio dovoljan da podmiri povećanu potrošnju. Ukupna potrošnja potrošača u SRH podmirena je:

	1968.	1969.
vlastitom energijom	78,2%	75,6%
nabavom	21,8%	24,4%

Struktura potrošnje u okvirima Republike ostala je gotovo ista kao u 1968. godini, i to:

	1968.	1969.
distributivna poduzeća preuzela su	78,5%	78,8%
direktni potrošači preuzeli su	21,4%	21,1%

dok je struktura potrošnje ukupno raspoložive energije znatno povoljnija

	1968.	1969.
prodaja izvan SRH	13,4%	7,4%
prodaja u Republici	86,6%	92,6%

Ekonomsko-financijski rezultati

Realizacija za električnu energiju

Ostvarena prosječna cijena isporučenog kWh iznosi 10,31 prema 10,22 u 1969. godini. Kod toga treba na-

glasiti da su potrošači u SRH dobivali električnu energiju gotovo po istim cijenama kao i u 1968. godini, i to:

	1968.	1969.
distribucija	11,11%	11,07%
direktni potrošači	8,06%	8,08%

ali je daleko manje energije isporučeno područjima izvan SRH, i to po 8,75 prema 8,66 u 1968. godini, što je znatno utjecalo na bolji rezultat ukupne prosječne cijene.

Ukupni prihod i njegov raspored

Udružena elektroprivreda ostvarila je svojom sveukupnom privrednom aktivnošću slijedeći ukupni prihod:

	grana 111	ostale djelatnosti	Ukupno
		— u 000 dinara —	
a) 1968.	503.057	82.370	585.427
b) 1969.	548.201	95.720	643.921

uz napomenu da je u Završnim računima za 1969. godinu pored gore iskazanih iznosa izvršen obračun i raspored onog dijela ukupnog prihoda, koji nije bio naplaćen u 1968. godini. Drugim riječima, ukupni prihod utvrđen završnim računima za 1969. godinu veći je za daljnjih

	grana 111	ostale djelatnosti	Ukupno
		— u 000 dinara —	
c) 1969 — nenaplać. dio iz 1968.	94.549	18.329	112.878
1969 — prema podacima ZR (b+c)	642.750	114.049	756.799

Napominje se, da se daljnja analiza poslovanja za 1969. godinu temelji na promatranju svih relevantnih veličina koje se odnose isključivo na 1969. godinu (dakle bez dijela pod tačkom c), kao i to da je i 1968. godina obrađena po sistemu fakturirane realizacije. Zato su podaci jedne i druge godine usporedivi i kao takvi omogućuju da doneseni zaključci budu pravovaljani. Osim toga se napominje, da se u kvantitativnom dijelu ove analize može naći raspored ukupnog prihoda navedenog pod točkom c). Međutim on nije predmet analitičkog razmatranja.

Ukupni prihod Udružene elektroprivrede SRH ostvaren je u %

	1968.	1969.
u grani 111	86,4	85,1
u ostalim djelatnostima	13,6	14,9

s tim da stopa porasta od 1968. na 1969. godinu iznosi

u grani 111	= 10,9%
u ostalim djelatnostima	= 16,2%
ili ukupno	11%

Četrdeset dva posto ostvarene vrijednosti ukupnog prihoda utrošeno je na ime materijalnih troškova poslovanja za proizvodnju i prijenos električne i toplinske energije. Tu su obuhvaćeni slijedeći troškovi:

Vrsta troška	Jedinične vrijednosti troškova	1968.	1969.
Materijal za preradu u grani 111	para/kWh termoenergije	8,55	9,05
Materijal za preradu u ostalim djelatnostima	N. din po toni proizvedene pare	nema podataka	
Nabava električne energije iz područja izvan SRH	para/kWh nabavljene energije	8,67	8,95
Ostali materijalni troškovi s investicionim održavanjem	% od ukupne nabavne vrijednosti osnovnih sredstava	1,68	2,15

Za nabrojene troškove bilo je u 1966. godini izdvojeno 45,3 % od ostvarene vrijednosti ukupnog prihoda. Prema tome rezultati rada u 1969. godini su apsolutno povoljniji, što potvrđuje i pokazatelj ekonomičnosti:

	Ostvareni ukupni prihod na 1 d materijalnih troškova poslovanja		
	1968.	1969.	index 1968=100
u grani 111	2,3	2,5	109
u ostalim djelatnostima	1,9	1,9	100
u k u p n o	2,2	2,4	109

Međutim treba naglasiti da bolji rezultati poslovanja, kao i veća ekonomičnost, rezultiraju iz povoljnije strukture proizvodnje (radi izrazito povoljnih hidroloških prilika od prilika u 1968) i potrošnje (količine prodane električne energije područjima izvan SRH, za koje se postiže znatno niža cijena od prodaje potrošačima u SRH, znatno su manje od prodaje u 1968) a ne iz boljeg ekonomiziranja u području troškova.

Kako je pokazano 42 % od ostvarenog ukupnog prihoda utrošeno je za materijalne troškove poslovanja. Ostatak od 58 % predstavlja ostvarenu vrijednost društvenog proizvoda. Stopa porasta ostvarene vrijednosti društvenog proizvoda iznosi po zaposlenom radniku u elektroprivredi 16,2 % u odnosu na 1968.

Ostvareni društveni proizvod je raspoređen u %

	1968.	1969.
a) amortizacija	32,2	27,8
b) dohodak	67,8	72,2
b_1) zakonske i ugovorne obaveze	24,4	23,1
b_2) osobna potrošnja (bto OD i FZP)	24,0	22,5
b_3) poslovni fond	14,6	20,3
b_4) razni ostali fondovi	4,8	6,3

a) Amortizacija	1968.	1969.	Index 1968=100
Prosječna stopa amortizacije na nabavnu vrijednost osnovnih sredstava iznosi	3,88%	3,71%	96

Prema tome proizlazi, da je na ime amortizacije u 1969. godini izdvajano manje nego li u 1968. godini. Detaljnim uvidom u izdvajanja ove vrste u pojedinim elektroprivrednim organizacijama konstatirano je da su HE Zakučac i HE Peruća smanjile tempo ubrzane

amortizacije, a Elektroprivreda Zagreb, tj. Elektroprijenos Zagreb i toplinska mreža aktivirali su znatan dio prijenosnih objekata tek pod kraj 1969.

b) Dohodak

Dohodak kao funkcija uloženih sredstava i uloženog rada bilježi ove jedinične vrijednosti:

	1968.	1969.	Indeks 1968.
Ostvareni dohodak na 100 dinara uloženih sredstava	7,44%	8,78%	118
Ostvareni dohodak na 1 zaposlenog u 000 d.	105,5	130,6	124

Iz toga slijedi zaključak da veći dohodak u 1969. godini pripada i osnovnim sredstvima i ljudskom faktoru. Međutim zbog boljih hidroloških uvjeta koji su vladali u 1969. godini, kao i utjecaja bolje strukture potrošnje, veličine koje ne možemo uvrstiti u račun, gornji indeksi od 118, odnosno 124 su samo mali putokaz u raspodjeli, a nikako ne predstavljaju krajnji domet raspodjele.

b_1) Zakonske i ugovorne obaveze

Ako su zakonske i ugovorne obaveze najvećim dijelom funkcija osnovnih sredstava, onda prosječna stopa tih obaveza na nabavnu vrijednost osnovnih sredstava iznosi 3,08%, prema 2,95 u 1968. Drugim riječima obaveze su neznatno veće od istih u 1968. godini, jer su se povoljno odrazile na strukturu u raspodjeli društvenog proizvoda.

b_2) Osobna potrošnja

Osobna potrošnja koja obuhvaća bruto osobne dohotke i fond zajedničke potrošnje iznosi po zaposlenom radniku:

	1968.	1969.	1968=100
neto OD - u 000 d.	20,59	23,44	114
doprinosi na OD - % na neto	49,2	47,0	96
fond zajed. potrošnje u 000 d.	6,7	6,3	94
u k u p n o u 000 d.	37,4	40,7	109

Zaključak o ovom dijelu daje se nakon uvida u pokazatelje o raspodjeli dohotka na fondove.

b_3 i $_4$ F o n d o v i

	1968.	1969.	Indeks 1968=100
izdvojeno u poslovni fond - u % od uloženih sredstava	1,59	2,47	155
izdvojeno u ostale fondove (bez fonda zajed. potrošnje) od uloženih sredstava	0,53	0,77	145
U k u p n o	2,12	3,24	153

Rezultati pokazuju da je raspodjela dohotka za g. 1969. u Udruženoj elektroprivredi SRH bila takva da je znatan dio ostvarenog dohotka pripao osnovnim sredstvima za buduću investicionu potrošnju. Manjim dijelom dohodak je upotrebljen i za povećanje osobnih dohodaka, s čime nije poremećena struktura raspodjele društvenog proizvoda iz 1968. godine, već naprotiv poboljšana.

Zaključci o poslovanju u 1969. godini

Retrospektivnim osvrtom na cjelokupno poslovanje Udružene elektroprivrede SRH u 1969. godini konstatira se da su rezultati zadovoljavajući, i to:

Povećana je efikasnost uloženih sredstava. Dok je u 1968. godini trebalo 9,1 godinu da se ukupno uložena sredstva vrate u obliku društvenog proizvoda, dotle se u 1969. godini taj broj smanjio na 8,2.

Povećana je ekonomičnost, doduše kao rezultat bolje *hidrologije* i bolje strukture potrošnje, ali su ti rezultati pridonijeli da fondovi za investicije budu relativno bogatiji.

Povećana je i produktivnost. Prodaja električne energije po zaposlenom čovjeku u elektroprivredi iznosila je u 1968. godini 2.370, a u 1969. godini 2.472 MWh. (Za toplinsku djelatnost nema podataka).

Rentabilnost je također veća. Sredstva izdvojena za buduću investicionu potrošnju zajedno sa cijelom amortizacijom iznose 5,9% od uloženih sredstava, dok su u 1968. iznosila 5,1%. Međutim ne treba zaboraviti da iz tih sredstava treba vršiti i otplate dugoročnih zajmova koje su u 1969. godini zabilježile daljni porast. Prema tome sredstva raspoloživa za bruto investicije u elektroprivredi iznose:

	% od ukupno uloženih sredstava		
	1968.	1969.	Indeks 1968=100
— ukupna izdvajanja za investicije	5,1	5,9	116
— otplate dugoročnih zajmova	1,1	1,6	145
— raspoloživo za bruto investicije	4,0	4,3	107

Naglašava se, da je u ovoj godini situacija relativno povoljna, jer sve preuzete obaveze iz programa 1969-1970. još nisu dospjele na plaćanje. Dospjevaju u 1971. godini, kada će zarobiti gotovo sva raspoloživa sredstva za investicije.

Investiciona potrošnja u 1969. godini zabilježila je znatno korištenje kreditnih sredstava tako da je stepen zaduženosti iz 1968. od 1,7 porastao na 1,9 (ovo je broj koji predstavlja odnos vlastitih i kreditnih sredstava).

B. B.

JOŠ DVA AGREGATA NA BISTRICI

»Limske hidroelektrane« izgradit će na hidroelektrani Bistrica još dva agregata, svaki od po 100 megavata. Radove na ovom objektu izvest će »Energoprojekt« iz Beograda, koji je i do sada izvodio sve radove na izgradnji »Limskih hidroelektrana«. Združeno poduzeće »Limske hidroelektrane« imaju hidroelektrane Kokin Brod, Bistricu i Potpeć i daju preko 600 milijuna kilovat sati električne energije. Ta količina bit će uskoro uvećana za još 60—70 milijuna kilovatsati izgradnjom nove hidroelektrane »Sjenica« na mjestu zvanom Rastoke, na rijeci Uvcu, gdje se završava akumulacija hidroelektrane Kokin Brod. Vrijednost građeviskih radova na »Sjenici« iznosit će 150 milijuna dinara, a sa opremom oko 250 milijuna dinara. Radove na ovom objektu izvodit će »Hidrotehnika« iz Beograda, koja će dati i kredit od 60 milijuna dinara.

(Privredni pregled, Beograd)

NOVE TRANSFORMATORSKE STANICE 220/110 kV U DALMACIJI

Poduzeće »Elektroprenos« — Split pristupit će u toku 1971. gradnji transformatorske stanice 220/110 kV u Bilicama, kod Šibenika. Zadatak je ove stanice napajanje električnom energijom aluminijske industrije područja Šibenik. Prijenos energije vršit će se dvostrukim vodom 220 kV iz HE Orlovac (u izgradnji) i jednim vodom 220 kV iz HE Zakučac.

Radovi na izgradnji trajat će dvije godine. U prvoj etapi ugradit će se tri transformatora po 150 MVA, dok će u konačnoj izgradnji postrojenje raspolagati s četiri transformatora jednake snage. Poduzeće »Elektroprenos« Split razrađuje plan izgradnje kompletne mreže 220 kV u Dalmaciji. Programom je planirano da se prvenstveno pristupi gradnji transformatorske stanice u Solinu koja će služiti kao čvorna tačka mreže 220 kV u Dalmaciji. Izbor lokacije za stanicu zavisit će o budućoj splitskoj željezari, čija će izgradnja uskoro otpočeti.

I. R.

»ELEKTRA« ZAGREB — PROSLAVA 20-GODIŠNJICE SAMOUPRAVLJANJA

Poduzeće za distribuciju električne energije »Elektra« iz Zagreba 30. listopada 1970. je na svečan način proslavilo 20-godišnjicu samoupravljanja.

U okviru proslave održana je svečana sjednica Radničkog savjeta kojoj su predsjedali predsjednici radničkih savjeta svih samostalnih pogona, a prisustvovali predstavnici Gradske konferencije SK, Gradskog sindikalnog vijeća, Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SRH i gosti iz Bjelovara, Čakovca, Koprivnice, Križa, Varaždina i Zaboka.

Referat je podnio predsjednik Radničkog savjeta Nikola Vučetić o razvoju i rezultatima samoupravljanja u proteklom razdoblju. Glavni direktor ing. Petar Kuzele opširno je govorio o poslovanju poduzeća u proteklih 20 godina.

Nakon referata je predsjednik RS-a Stjepan Smolčić predao prigodne nagrade prvom predsjedniku Krešimiru Čaniću, prvom predsjedniku UO-a Vladimiru Marhoferu i tadašnjem direktoru poduzeća Anti Lučevu.

Na kraju svečane sjednice Radnički savjet je prihvatio prijedlog sindikalne organizacije da se 17. rujna, dan osnivanja prvog Radničkog savjeta »Elektre«, proglasi danom poduzeća, i svake godine obilježi posebnim svečanostima.

Svečana proslava 20-godišnjice samoupravljanja nastavljena je uvečer u hotelu »Sport«, gdje je održano drugarsko veče za članove kolektiva.

Tom prilikom primila su 453 člana kolektiva spomen-diplome i novčane nagrade za 10, 15 i više godina rada u »Elektri«.

I. R.

GRADNJA TRANSFORMATORSKE STANICE 110 kV IVANIĆ GRAD

Područje »Elektra« — Križ napaja se danas iz postojećih prilično udaljenih stanica 110/35 kV, većinom dotrajalim dalekovodima 35 kV (Medjurić-Popovača, Sisak—Ivanić, Ivanić—Križ—Popovača i Ivanič—Šumečani—Čazma). Budući da je konzum toga područja u stalnom porastu nametnula se potreba ubrzane izgradnje transformatorske stanice 110/35 kV na lokaciji Graberje kod Ivanić Grada.

Transformatorska stanica 110/35 kV Ivanić Grad priključit će se na dalekovod 110 kV Mraclin—Bjelovar uz prekid voda s uvođenjem oba kraja u buduću transformatorsku stanicu u Ivaniću. Kako je stanica 110/35 kV locirana blizu mjesta ukrštanja dalekovoda 110 kV Mraclin—Bjelovar sa dalekovodima 35 kV Ivanič—Križ Popovača i Ivanić—Šumečani—Čazma, lako će se izvršiti rasplet vodova uz manju rekonstrukciju.

U četvrtom tromjesečju 1969. otpočeli su radovi na gradnji ovog prijenosnog postojenja koje će u konačnoj izgradnji imati dva transformatora snage po 20 MVA. Investitor »Elektroprenos« iz Zagreba s tvornicom »Rade Končar« ugovorio je isporuku transformatora i veći dio ostale elektroopreme. Predviđeno je da postrojenje 110 kV bude otvorenog tipa, a komanda i postrojenje 35 kV zatvorenog tipa. U planu je da postrojenje proradi krajem 1971.

I. R.

N. M. IVOŠEVIĆ: **Elektroenergetika — osnovni principi i energetsko-ekonomske informacije.** Recenzija i redakcija: DUŠAN ČUČKOVIĆ, dipl. inž., direktor Tehničko-energetskog sektora Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Izdavač: INSTITUT ZA NAUČNO-TEHNIČKU DOKUMENTACIJU I INFORMACIJE, Beograd, 1970, format 17×24 cm, 589 strana, 343 slike, 68 tablica, 1225 navoda referentne literature, cijena 98,00 dinara.

Ova je knjiga rezultat, s jedne strane, dugogodišnjeg rada autora kao vodećeg inženjera u oblasti studija i planiranja elektroenergetskih sistema u poduzeću »Energoprojekt« u Beogradu i njegovih predavanja kao docenta iz predmeta »Elektroprivreda« i predmeta »Planiranje elektroenergetskih sistema« na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, kao i predmeta »Energetske infrastrukture« na Arhitektonskom fakultetu u Beogradu. S druge strane, s obzirom na ličnost redaktora, korišteno je njegovo iskustvo od skoro tri i po decenija u oblasti elektroprivrede, tako da je pri metodološkoj i praktičnoj obradi knjige stavljen značajan akcent na tretiranje problema koji se pojavljuju u elektroprivrednoj praksi.

Knjiga obuhvaća tri glavna dijela: opće elektroenergetske osnove, eksploataciju i planiranje elektroenergetskih sistema, i na veoma pristupačan način prikazuje skoro cjelokupnu oblast elektroenergetike. Po karakteru obrade može se upotrijebiti kao osnovni fakultetski udžbenik i kao priručnik za primjenu u praksi. Ova knjiga, pored osnovnih pojmova i definicija, općih pitanja elektroenergetike i njene veze sa ostalim granama energetike i privrede, obrađuje detaljno i pojedine posebne oblasti, kao elektroeneregtske sisteme i neke njihove elemente, matematičku statistiku i teoriju vjerojatnosti u oblasti elektro-energetike, elektroenergetske ekonomske osnove, elektroenergetske bilance i proračune, i organizaciju elektroprivrede. Osim toga izloženi su detaljno osnovi tekućeg pogona i perspektivnog planiranja, uključujući pojedine elektroenergetske elemente, gradske, distributivne i industrijske mreže i elektroenergetske teme kao cjeline, odnosno velike međunarodne interkonekcije. Posebno su razrađene energetske infrastrukture pri prostornom planiranju, opće. Naročita pažnja je posvećena matematičko-statističkoj analizi aleatornih faktora u pogonu i planiranju elektroenergetike. Dane su osnove ekonomskog investicionog planiranja u oblasti elektroenergetike kao i suvremene metode u vezi s primjenom elektronskih digitalnih računskih strojeva i drugih računskih uređaja u ovoj oblasti. Osim toga, posebnu vrijednost knjige predstavlja niz najnovijih stranih i domaćih energetskih i ekonomskih informacija iz oblasti elektroenergetike i širok pregled najnovije stručne literature, sistematiski sređene po pojedinim oblastima. Treba naglasiti da knjiga ove vrste, nije dosada bila objavljena u našoj zemlji.

Može se očekivati da će ovako kompleksno obrađena knjiga o osnovnim principima i informacijama iz oblasti elektroenergetike korisno poslužiti elektroprivrednim stručnjacima i studentima elektrotehničkih i odgovarajućih fakulteta, kao i svima onima koji se interesiraju za energetske i ekonomske probleme proizvodnje, prijenosa, raspodjele, distribucije i potrošnje električne energije. Ustvari, s obzirom na prikazani materijal kao i na karakter obrade, knjiga je namijenjena veoma širokom krugu stručnjaka, od tehničara do naučno-istraživačkih radnika, koji se ne bave samo problemima jugoslavenske elektroprivrede već čitave privrede Jugoslavije.

D. Zarić

A. WECKESSER: **»Betrieb von Kernkraftwerken«;** Izdavač: Verlag Karl Thiemig K. G. — München, 1969. god., 168 stranica, 79 slika, format 11 × 17,5 cm, meki uvez, cijena DM 14,80

Knjiga obrađuje pogonska iskustva s nuklearnim elektranama sa razvijenim reaktorskim sistemima (tzv. nuklearne elektrane prve generacije).

Obrađeni su reaktori s isparavanjem u jezgri (BWR), sa vodom pod pritiskom (PWR), kao i plinom hlađeni i grafitom moderirani reaktori (GCR).

U knjizi je težište obrade na lakovodnim reaktorima, posebno na reaktorima tipa BWR, jer je i autor knjige suradnik na NE Gudremingen (BWR 250 MW).

U prvom dijelu knjige daje se pregled tehničkih izvedbi osnovnih komponenata primarnog i sekundarnog kruga nuklearnih elektrana sa specijalnim osvrtom na njihova specifična konstruktivna i tehnološka rješenja. Izvedba tlačne reaktorske posude, primarnih pumpi, mehanizama za pokretanje regulacionih šipki, turbine na zasićenu paru, osnovna termička i električna shema itd.

Drugi dio knjige obrađuje problematiku puštanja nuklearne elektrane u pogon, počevši od hladnih proba i čišćenja postrojenja do postizavanja radnih uvjeta. U ovom poglavlju se naročita pažnja poklanja metodi približavanja kritičnosti jezgre, upotrebi neutronskog izvora i mjernog sistema, te određivanju temperaturnih koeficijenata reaktivnosti.

U trećem poglavlju knjige govori se o pogonu nuklearne elektrane. Obrađuje se problem rada elektrane u mreži s obzirom na zatrovanje ksenonom, režim izmjene nuklearnog goriva, problem radiokemije, zaštita od zračenja i dr.

Na kraju je prikaz sigurnosnih aspekata jednog nuklearnog energetskog postrojenja.

Knjiga je pisana popularnim stilom i može biti vrlo korisna za inženjere praktičare u elektroprivredi.

D. Feretić

STATISTIČKI PREGLED

ELEKTROPRIVREDE SR HRVATSKE U SKLOPU ELEKTROPRIVREDE JUGOSLAVIJE

OSNOVNI PODACI

Osnovni podaci elektroprivrede Hrvatske

po stanju od 31. XII 1969.

Tablica 1

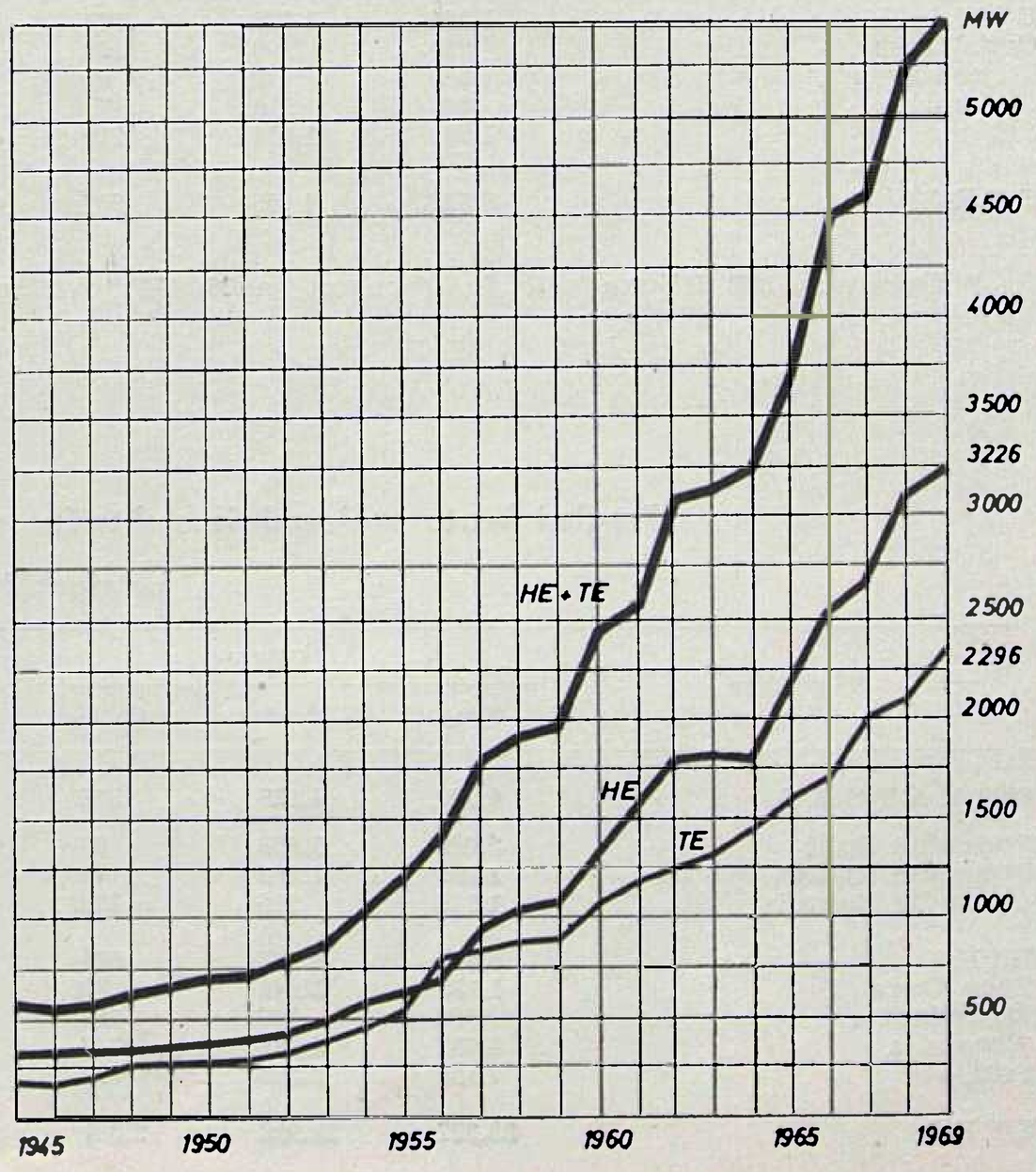
Naziv postrojenja		1945.	1959.	1968.	1969.
Hidroelektrane	broj	7	16	16	16
	snaga MW	69	233,4	775,0	775,0
	od toga Udružene MW	66	226,1	725,0	725,2
Termoelektrane	broj	10	98	41	41
	snaga MW	48	166,1	260,0	260,0
	od toga Udružene MW	33	77,9	144,4	144,4
Ukupno elektrane	MW	117	399,5	1035,0	1035,0
Transformatorske stanice					
220/110 kV	broj stanica	—	—	2	2
	broj transformatora	—	—	3	3
	snaga MVA	—	—	450	450
110/35-50 kV	broj stanica	1	13	29	34
	broj transformatora	2	23	43	48
	snaga MVA	20	538	1034	1159
30—50/3—10 kV	broj stanica	17	102	219	225
	broj transformatora	29	197	429	437
	snaga MVA	88	692	1511	1578
3—10 kV/niski napon	broj stanica	990	3659	8967	9386
	broj transformatora	1217	3940	9632	10121
	snaga MVA	187	742	1780	1879
Dalekovodi: 220 kV	km	—	—	660,6	660,6
110 kV	km	83	1100	1817,7	1963,9
50—30 kV	km	493	2090	3027	3093
10— 3 kV	km	1691	7268	15506	16512
niski napon	km	4376	15570	30972	32615
Vršno opterećenje SRH		82	365	830	911

PROIZVODNJA I SNAGE

Razvoj instalirane snage i proizvodnje električne energije u Jugoslaviji

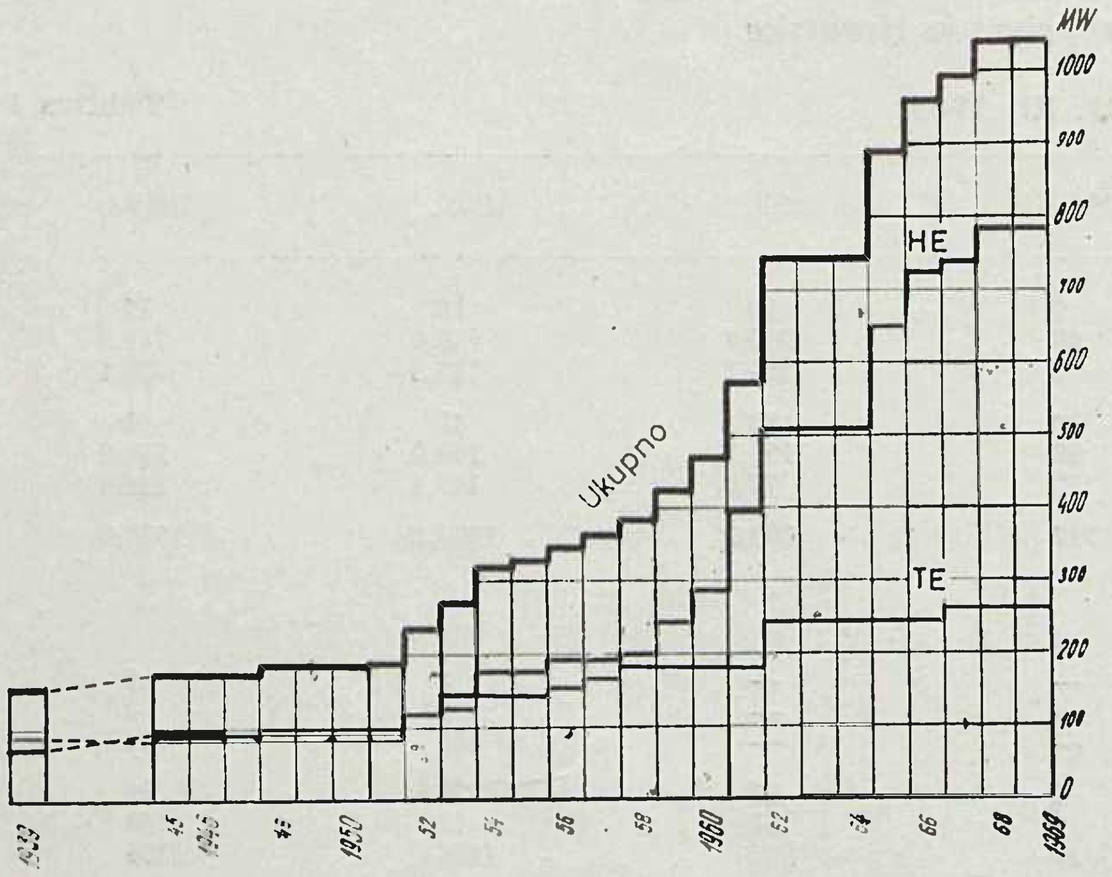
Tablica 2

Godina	Instalirana snaga u MW			Proizvodnja u GWh		
	ukupno	hidro	termo	ukupno	hidro	termo
1939.	505	174	331	1 174	567	607
1945.	524	211	313	817	316	501
1951.	693	296	397	2 551	1 358	1 193
1956.	1 488	715	773	5 047	2 869	2 178
1961.	2 662	1 536	1 126	9 925	5 659	4 266
1966.	4 243	2 533	1 710	17 174	9 880	7 294
1967.	4 527	2 589	1 938	18 702	10 655	8 047
1968.	5 155	3 094	2 065	20 641	11 768	8 873
1969.	5 522	3 226	2 296	23 375	14 732	8 643



Sl. 1. Razvoj instaliranih snaga elektrana u SFRJ 1945—1969.

Sl. 2. Razvoj instalirane snage Hrvatske u elektranama



Razvoj instalirane snage i proizvodnje električne energije u Hrvatskoj

Tablica 3

Godina	Instalirana snaga u MW			Proizvodnja u 10^6 kWh		
	ukupno	HE	TE	ukupno	HE	TE
1939.	158	72	86	419	249	170
1945.	178	97	81	171	79	92
1946.	177	93	84	266	130	136
1947.	173	89	84	378	179	199
1948.	188	89	99	497	301	196
1949.	188	89	99	524	297	227
1950.	188	89	99	577	326	251
1951.	188	89	99	596	379	217
1952.	235	117	118	628	412	216
1953.	270	149	121	716	458	258
1954.	321	173	148	815	461	354
1955.	327	179	148	1 021	587	434
1956.	347	192	155	1 006	564	442
1957.	365	196	169	1 074	638	436
1958.	381	200	181	1 168	670	498
1959.	429	248	181	1 396	851	545
1960.	470	289	181	1 671	1 197	474
1961.	576	397	179	1 555	1 103	452
1962.	746	505	241	2 339	1 913	426
1963.	746	505	241	3 000	2 224	776
1964.	746	505	241	2 914	2 068	846
1965.	890	649	241	3 391	2 609	782
1966.	962	721	241	4 000	3 257	743
1967.	999	739	260	3 963	3 184	779
1968.	1 035	775	260	4 094	3 304	790
1969.	1 035	775	260	4 528	3 980	548

Instalirana snaga elektrana 1969. po republikama u MW

Tablica 4

Republika	Ukupno			Hidroelektrane			Termoelektrane		
	Svega	Udružene	Ostale	Svega	Udružene	Ostale	Svega	Udružene	Ostale
HRVATSKA	1.035*	882	153	775	738	37	260	144	116
Područje Split	398	350	48	365	350	15	33	—	33
Područje Rijeka	375	357	18	348	340*	8	27	17	10
Područje Zagreb	262	175	87	62	48	14	200	127	73
BiH	1.254	1.129	125	722	706	16	532	423	109
Crna Gora	218	190	28	197	190	7	21	—	21
Makedonija	328	271	57	272	255	17	56	16	40
Slovenija	996	919	77	533	505	28	463	414	49
Srbija	1.691	1.474	217	728	699	28	964	775	189
SFRJ	5.522	4.865	657	3.266	3.093	133	2.296	1.772	524

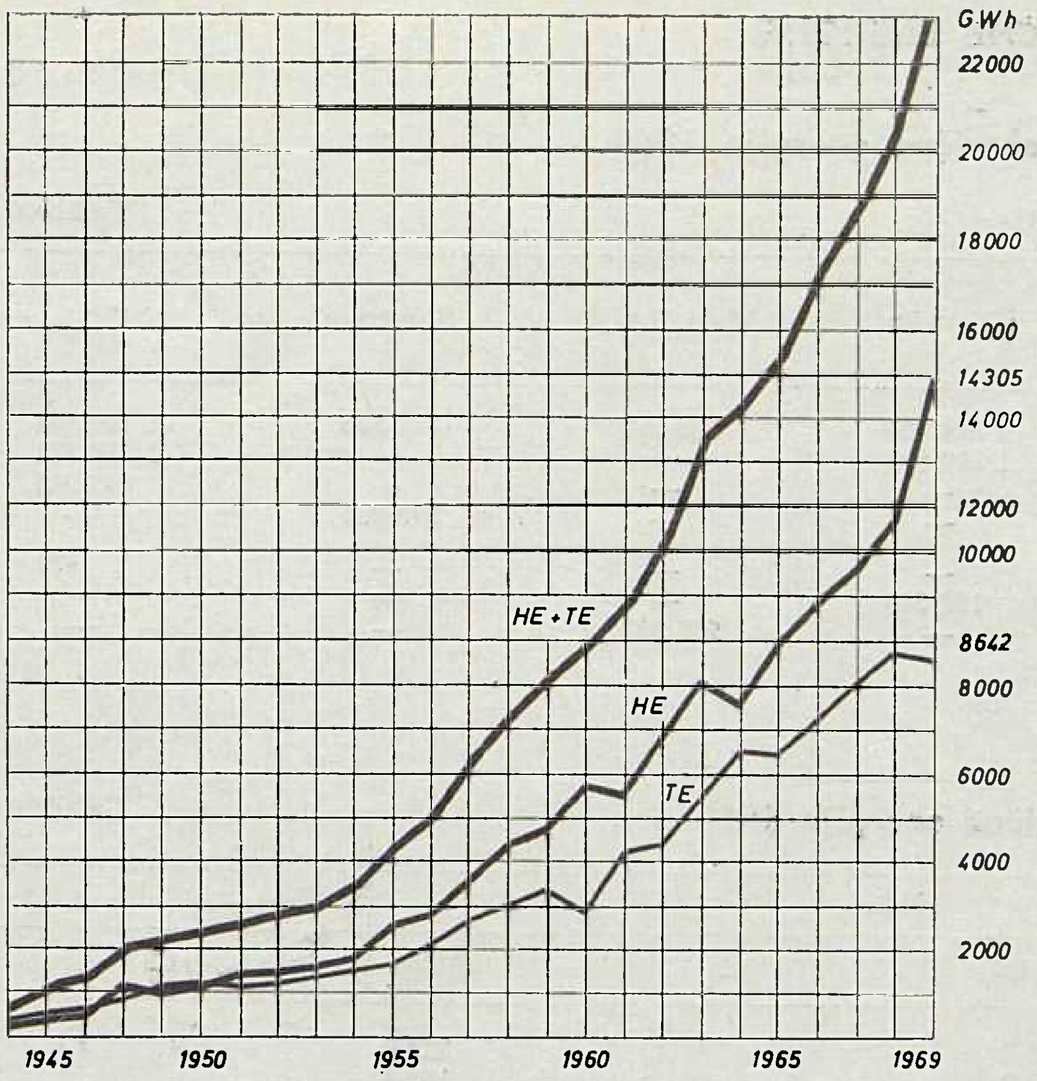
* Elektrana HE Rijeka ušla je u pogon sa 36 MW; ove snage nisu sadržane u Godišnjaku Elektroprivrede SFRJ 1969.

Pregled bruto proizvodnje električne energije 1969. po republikama u GWh

po republikama u MW

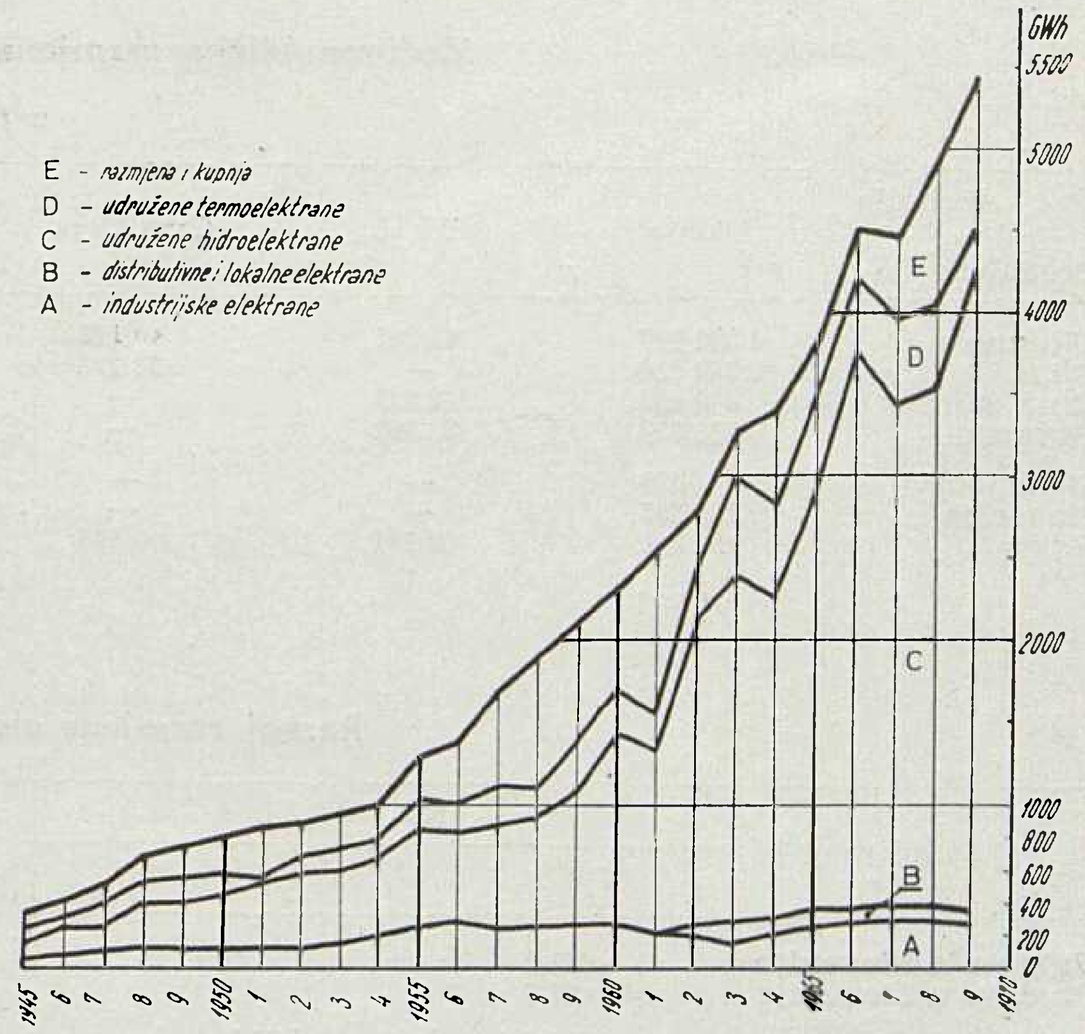
Tablica 5

Republika	Ukupno			Hidroelektrane			Termoelektrane		
	Svega	Udružene	Ostale	Svega	Udružene	Ostale	Svega	Udružene	Ostale
HRVATSKA	4.520	4.155	365	3.979	3.881	98	541	274	267
Područje Split	2.042	1.953	89	2.011	1.953	58	31	—	31
Područje Rijeka	1.363	1.286	77	1.289	1.280	9	74	6	68
Područje Zagreb	1.115	916	199	679	648	31	436	268	168
BiH	5.027	4.447	580	3.421	3.316	105	1.606	1.131	475
Crna Gora	1.139	1.040	99	1.068	1.040	28	71	—	71
Makedonija	900	747	153	799	726	73	101	21	80
Slovenija	4.632	4.284	348	2.499	2.355	144	2.133	1.929	204
Srbija	7.150	6.323	827	2.966	2.862	104	4.184	3.461	723
SFRJ	23.377	20.996	2.381	14.734	14.180	554	8.643	6.816	1.827



Sl. 3. Kretanje ukupne proizvodnje električne energije u SFRJ 1945—1969.

Sl. 4. Razvoj elektroprivrede Hrvatske u milijunima kWh



Neto specifična proizvodnja i potrošnja električne energije u Jugoslaviji 1964. do 1969.

kWh po stanovniku

Tablica 6

Područje	1964.		1965.		1966.		1967.		1968.		1969.	
	Proiz-vodnja	Potrošnja	Proiz-vodnja	Potrošnja	Proiz-vodnja	Potrošnja	Proiz-vodnja	Potrošnja	Proiz-vodnja	Potrošnja	Proiz-vodnja	Potrošnja
Hrvatske	674[r]	683[r]	771[r]	749[r]	906[r]	814[r]	890[r]	872[r]	916[r]	964[r]	1.011	1.055
Područje Split	2.365	1.169	2.845	1.294	2.541	1.444	2.430	1.609	2.210	1.639	2.460	1.632
Područje Rijeka	408	1.236	618	1.322	2.330	1.356	2.261	1.384	2.560	1.461	2.970	1.524
Područje Zagreb	291	523	287	555	308	615	326	679	398	749	341	832
B i H	790	471	850	517	915	518	1.015	526	1.201	639	1.255	659
Crna Gora	1.865	497	1.692	551	1.766	567	1.572	582	1.769	720	2.060	786
Makedonija	376	431	389	518	418	580	513	659	436	965	550	1.105
Slovenija	1.978	1.776	2.177	1.927	2.137	2.089	2.197	2.194	2.354	2.451	2.600	2.520
Srbija	477	444	506	484	587	532	694	598	778	718	807	775
Jugoslavija	736	622	796	679	870	733	937	794	1.024	883	1.100	978

Specifična proizvodnja električne energije u Jugoslaviji po stanovniku

kWh/stanovnik

Tablica 7

Godina	SFRJ	B i H	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
1939.	75	...	...	...	...	...	...
1946.	75	...	...	...	...	...	...
1947.	93	...	...	...	...	...	...
1948.	130	58	5	131	21	601	79
1949.	137	77	10	138	24	603	86
1950.	147	91	15	150	37	636	89
1951.	154	93	22	154	48	673	92
1952.	161	100	24	160	50	699	97
1953.	175	110	33	181	55	743	106
1954.	199	134	96	204	71	849	116
1955.	247	219	59	253	94	1 014	132
1956.	283	255	69	247	103	1 233	162
1957.	347	367	77	261	170	1 484	197
1958.	404	466	88	282	230	1 603	244
1959.	439	563	93	334	266	1 533	268
1960.	484	561	304	404	295	1 692	290
1961.	533	589	725	373	230	2 006	318
1962.	597	578	994	555	313	2 008	364
1963.	706	680	1 837	707	314	2 133	423
1964.	736	790	1 866	685	375	1 982	477
1965.	796	850	1 693	792	389	2 177	506
1966.	870	916	1 767	928	418	2 137	585
1967.	937	1 015	1 571	913	513	2 197	694
1968.	1 024	1 201	1 769	938	436	2 354	778
1969.	1 149	1 302	2 101	1 033	563	2 721	865

RAZMJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Međurepublička razmjena električne energije 1969.

u MWh

Tablica 8

Predala \ Primila	Ukupno	B i H	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
Ukupno	4 372 440	43 981	40 173	1 279 423	985 857	322 855	1 700 151
B i H	2 200 518	—	33 728	1 110 078	—	—	1 056 712
Crna Gora	645 085	2 075	—	—	—	—	643 010
Hrvatska	355 317	32 462	—	—	—	322 855	—
Makedonija	429	—	—	—	—	—	429
Slovenija	169 345	—	—	169 345	—	—	—
Srbija	100 746	9 444	6 445	—	985 957	—	—

Razvoj razmjene električne energije SRH

Tablica 9

Razmjena	1959.		1968.		1969.	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Nabava iz Slovenije	424,9		589,7		322,9	
Predaja u Sloveniju	87,0		263,3		169,4	
Saldo	*+337,9*	*+47,3*	*— 326,4*	*— 38,9*	*153,5*	*— 17,0*
Nabava iz Bosne	509,4		1214,9		1155,9	
Predaja u Bosnu	76,4		48,5		81,5	
Saldo	*+443,0*	*+60,7*	*+1166,4*	*+139,1*	*1074,4*	*+118,8*
Nabava iz inozemstva	9,3		8,3		1,6	
Predaja u inozemstvo	66,3		9,8		18,2	
Saldo	*— 57,0*	*— 8,0*	*— 1,5*	*— 0,2*	*16,6*	*— 1,8*
Ukupno nabava	943,6		1486,5		1326,9	
Izvoz i predaja	229,7		648,0		422,6	
Saldo razmjene	*+713,9*	*+100,0*	*+ 838,5*	*+100,0*	*903,4*	*100,0*

U tablici je sadržana razmjena na svim naponima.

Razmjena između područja unutar Hrvatske

u MWh

Tablica 10

Godina	Split			Rijeka			Dubrovnik	Zagreb
	daje	prima	saldo	daje	prima	saldo	daje	prima
1964.	—	—	—	—	—	—	—	—
1965.	—	—	—	—	—	—	53.904	53.904
1966.	688.723	16.465	672.258	309.946	184.983	124.963	174.522	971.743
1967.	763.610	19.863	743.747	452.181	222.894	229.287	156.357	1,129.391
1968.	422.680	80.823	341.857	476.431	39.679	436.752	328.697	1,107.306
1969.	541.961	9.711	532.250	666.311	1.962	664.349	425.325	1,621.924

Razmjena između područja unutar Hrvatske vodi se tek od osnivanja združenih poduzeća u Splitu, Rijeci i Zagrebu 1966. godine.

Bilanca ukupne proizvodnje i potrošnje električne energije u Jugoslaviji

u GWh

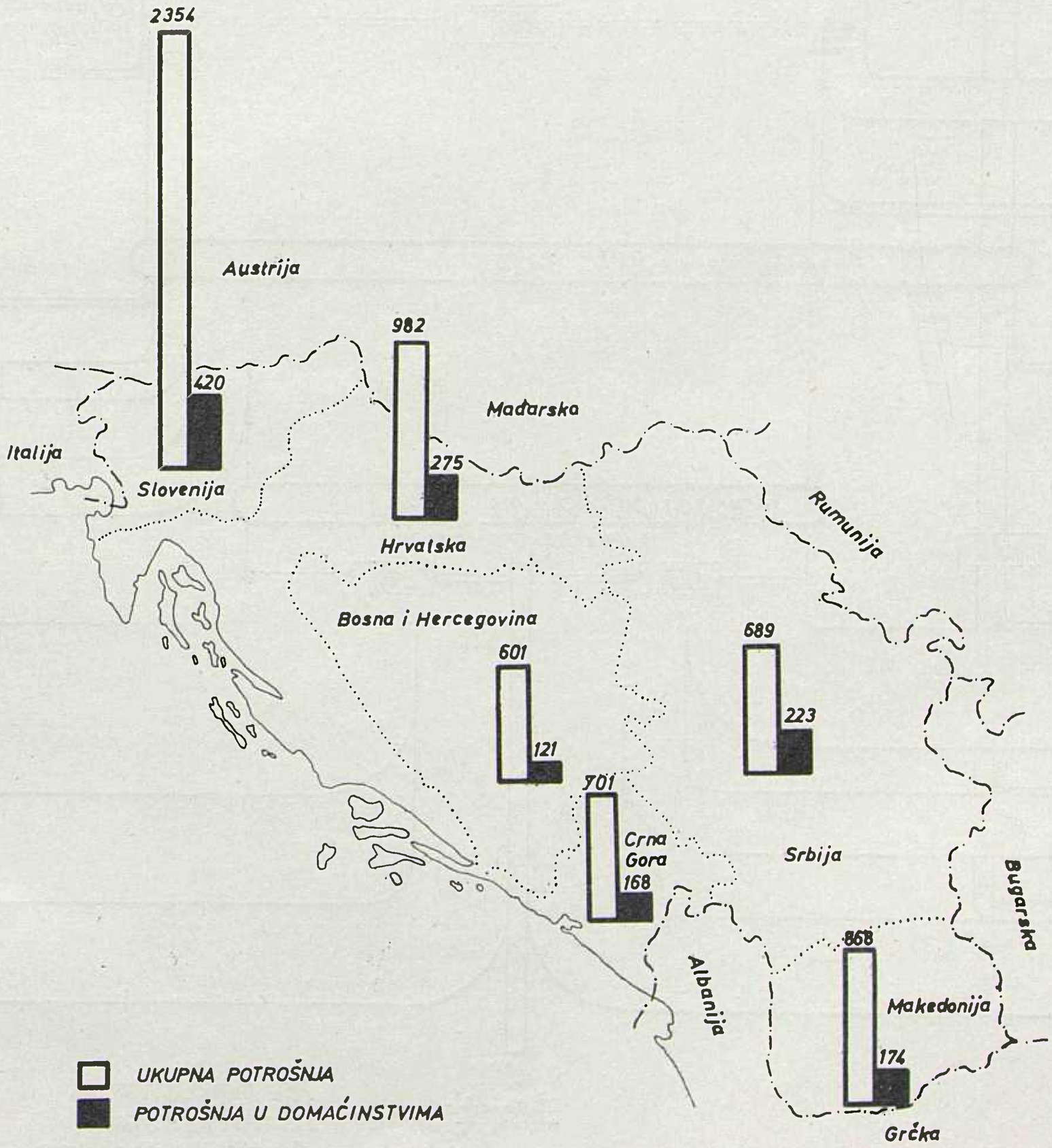
Tablica 11

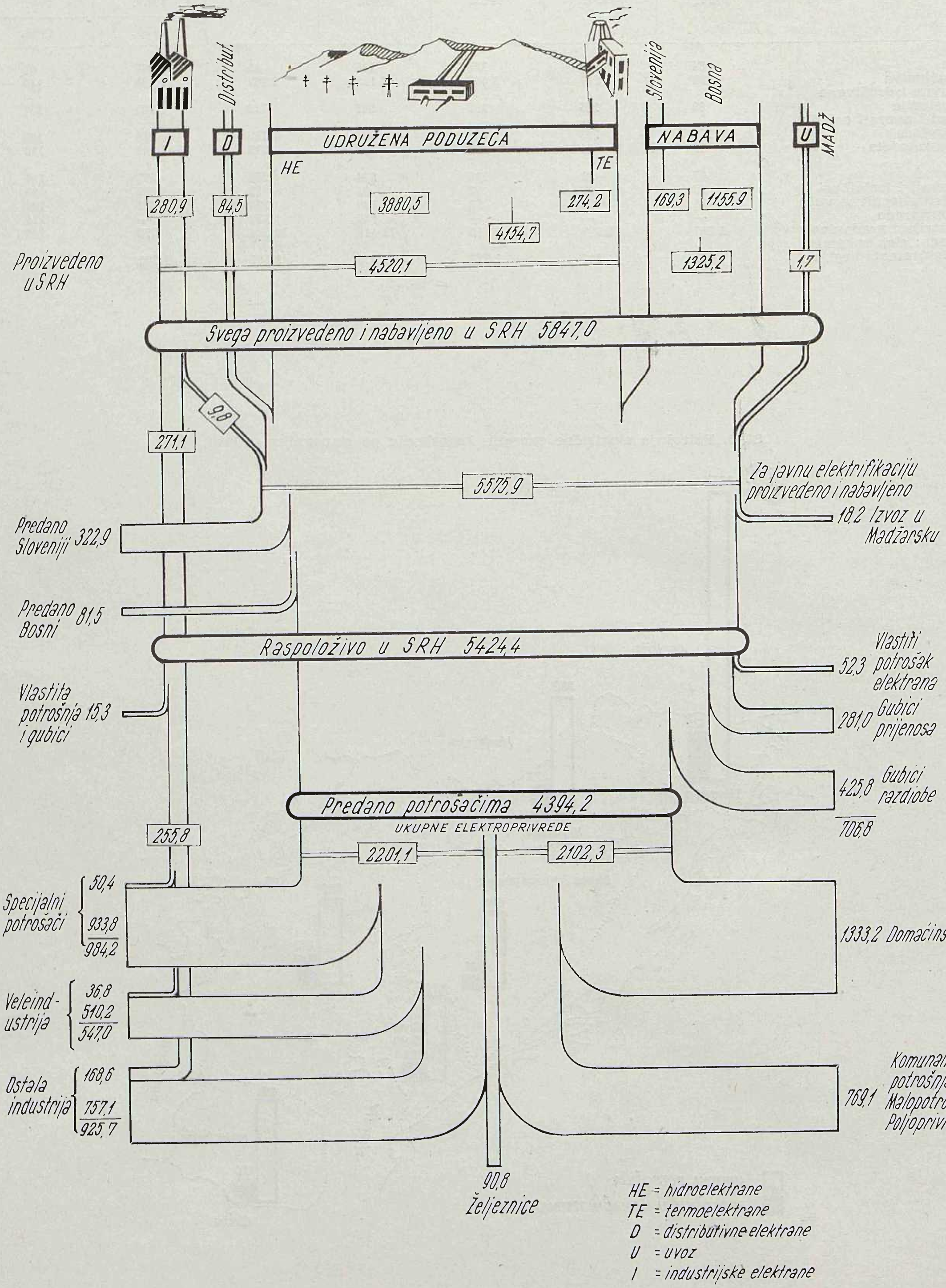
	1951.	1956.	1962.	1968.	1969.	Indeks 1969./1951.	Indeks 1969./1968.
Proizvodnja na generatoru	2 558	5 052	9 917	20 641	23 374	914	113
Potrošnja u elektranama	103	223	415	867	925	898	107
Proizvodnja na pragu elektrana	2 455	4 829	9 503	19 774	22 449	914	114
Uvoz	—	1	47	439	349	—	79
Gubici prijenosa i razvoda	243	621	1 357	2 282	2 699	1 111	118
Raspoloživo za potrošnju	2 212	4 208	8 182	17 931	20 099	941	112

Tablica 11 — nastavak

	1951.	1956.	1962.	1968.	1969.	Indeks 1969./1951.	Indeks 1969./1968.
Izvoz	34	69	125	145	91	268	63
Domaćinstva	259	643	1 503	4 525	5 267	2 034	116
Poslovne i društvene prostorije	83	185	293	549	753	907	137
Motori i aparati ostalih potrošača	111	128	301	497	798	719	160
Javna rasvjeta	19	44	95	193	229	1 205	119
Vodovod	67	81	135	234	250	373	107
Tramvaji i trolejbusi	27	37	72	91	83	307	91
Elektroželjeznička vuča	14	22	52	159	170	1 214	107
Poljoprivreda	—	—	—	120	137	—	114
Industrija i građevinarstvo	1 597	2 997	5 616	11 418	12 325	772	108
Od toga: elektrokemija i elektrometalurgija	431	817	1 727	4 575	5 181	1 202	113

Sl. 5. Potrošnja električne energije Jugoslavije po stanovniku u 1968.





Sl. 6. Tok električne energije u 1969.

POTROŠNJA I BILANCA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Bilanca proizvodnje i potrošnje električne energije Jugoslavenske elektroprivrede 1969.

u MWh

Tablica 12

	Elementi energetske bilance	SFRJ	B i H	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
Proizvodnja i nabava energije	1. Ukupna bruto proizvodnja (na generatoru)	20 977 116	4 447 575	1 040 487	4 154 663	747 282	4 283 472	6 323 637
	a) ukupna proizvodnja udružene HE	14 180 684	3 316 156	1 040 487	3 880 502	726 457	2 354 812	2 862 270
	b) ukupna proizvodnja udruženih TE	6 816 532	1 131 419	—	274 161	20 825	1 928 660	3 461 367
	2. Ukupna vlastita potrošnja	768 126	114 414	9 831	51 537	4 595	176 804	410 915
	a) vlastita potrošnja HE	67 308	21 892	9 831	13 526	2 247	11 547	8 265
	b) potrošnja za pumpanje vode u akumulacioni bazen	—	—	—	—	—	—	—
	c) vlastita potrošnja TE	700 818	92 522	—	38 011	2 348	165 257	402 680
	3. Ukupna neto proizvodnja	20 228 990	4 333 161	1 030 656	4 103 126	742 687	4 106 668	5 912 692
	a) neto proizvodnja udruženih HE	14 113 377	3 294 264	1 030 656	3 866 976	724 210	2 343 265	2 854 006
	b) neto proizvodnja udruženih TE	6 115 613	1 038 897	—	236 150	18 477	1 763 403	3 058 686
	4. Ukupno primljena energija od drugih prijenosnih poduzeća				1 279 423	985 857	322 855	1 700 155
	5. Ukupno prodana energija drugim prijenosnim poduzećima	4 372 440	2 200 518	645 085	355 317	429	169 345	1 001 746
	6. Ukupno nabavljena energija od distributivnih elektrana	20 232	3 005	—	17 227	—	—	—
	7. Ukupno nabavljena energija od industrijskih elektrana	22 985	—	3 184	6 375	—	—	13 426
	8. Ukupan uvoz energije iz inozemstva	349 345	—	—	1 653	47 097	130 132	170 458
	9. Ukupno raspoloživa energija	20 621 552	2 179 626	428 928	5 052 487	1 775 212	4 390 310	6 794 985
Raspodjela energije	10. Ukupno prodano distributivnim poduzećima	14 285 403	1 479 285	259 029	3 750 536	763 011	2 620 363	5 413 179
	11. Ukupno prodana energija direktnim potrošačima	5 077 581	498 530	129 159	1 002 755	957 677	1 590 143	899 317
	12. Ukupan izvoz energije u inozemstvo	90 981	—	—	18 203	132	52 887	19 759
	13. Ukupno isporučena energija	19 453 965	1 977 815	388 188	4 771 494	1 720 820	4 263 393	6 332 255
	14. Gubici energije u prijenosu	1 167 587	201 814	40 740	280 993	54 392	126 922	462 726

Proizvodnja i potrošnja električne energije Udružene elektroprivrede Hrvatske

u MWh

Tablica 13

Godine	1964.*	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
Proizvodnja na generatoru	2,555.703*	3,039.571	3,615.920	3,580.555	3,707.099	4,154.663
Vlastiti potrošak	82.734	78.162	62.693[r]	64.129[r]	65.489	51.537
Proizvodnja na pragu	2,472.969	2,961.409	3,553.227[r]	3,516.426[r]	3,641.610	4,103.126
Razmjena saldo	+ 555.198[r]	+ 360.938	+ 163.392	+ 505.473[r]	809.595[r]	+ 900.756
sa Slovenijom	+ 241.798	+ 389.969	— 158.216	— 249.712	— 326.471	— 153.510
sa Bosnom	+ 352.522[r]	+ 10.347	+ 337.897	+ 741.292[r]	+ 1,137.522[r]	+ 1,070.816
sa inozemstvom	— 39.122	— 39.377	— 16.289	+ 13.893	— 1.459	— 16.550
Nabava od:						
distributivnih elektrana	28.980[r]	9.109	—	—	—	—
industrijskih elektrana	14.431[r]	12.072	—	6.365	—	6.375
Razmjena i nabava, ukupno	598.609[r]	382.119	163.392	511.838[r]	809.595[r]	907.131
Ukupno raspoloživo	3,071.578[r]	3,343.528	3,716.619[r]	4,028.264[r]	4,451.205[r]	5,010.257
Predano:						
distributivnim poduzećima	2,442.725[r]	2,512.910	2,755.609	3,026.526[r]	3,319.450[r]	3,726.509
direktnim potrošačima	439.365	602.152	726.699	790.811	907.025	1,002.755
Svega predano	2,882.090[r]	3,115.062	3,482.308[r]	3,817.337	4,226.475[r]	4,729.264
Gubici u prijenosu na 220 i 110 kV	189.488[r]	228.466	234.311[r]	210.927[r]	224.730[r]	280.993
Ukupno predano	3,071.578	3,343.528	3,716.619	4,028.264	4,451.205	5,010.257

Količine označene sa »+« Udružena elektroprivreda Hrvatske prima, a označene sa »—« predaje.

* Distributivna poduzeća izdvojila su se 30. VI 1964. iz republičkih zajednica elektroprivrede. Navedena proizvodnja na generatoru 1964. sadrži godišnju proizvodnju proizvodnih i prijenosnih poduzeća, koja su ostala u Zajednici. Međutim je ukupna proizvodnja na generatoru te godine iznosila 2,661.932 kWh. Razlika prema bilanciranom iznosu 1964. Udružene elektroprivrede od 105.689 kWh jest doprinos distributivnih poduzeća u prvom polugodištu 1964.

Struktura potrošnje električne energije u Hrvatskoj 1969. po vrstama potrošnje i područjima

(uključeni gubici u distributivnoj mreži)

u MWh

Tablica 14

Područje	Industrija		Domaćinstvo	Ostali potrošak		Gubici u distribut. mreži		Ukupno
	visoki napon	niski napon		visoki napon	niski napon	MWh	%	
Potrošnja distribucije								
Elektrodalmacija	176.950	14.510	332.589	36.134	128.978	95.119	12,1	784.280
Područje SPLIT	176.950	14.510	332.589	36.134	128.978	95.119	12,1	784.280
Elektroprimorje	144.100	7.305	150.312	15.393	64.879	42.689	10,0	424.678
Elektroistra	77.600	4.280	81.012	15.424	38.120	22.215	9,3	238.651
Područje RIJEKA	221.700	11.585	231.324	30.817	102.999	64.904	9,8	663.329
Elektra, Zagreb	497.600	35.020	523.297	32.387	308.854	181.989	11,5	1,579.147
Elektra, Karlovac	53.450	2.970	51.532	27.197	26.406	14.049	8,0	175.604
Elektra, Sisak	29.450	3.630	19.634	10.889	32.192	14.460	13,1	110.255
Elektroslavonija	167.850	7.475	174.860	32.474	66.233	55.311	11,0	504.201
Područje ZAGREB	748.350	49.095	769.323	102.945	433.685	265.809	11,2	2,369.207
SRH — DISTRIBUCIJA	1,147.000°	75.190°	1,333.236	169.896°	665.662°	425.832	11,1	3,816.816
Direktni potrošači								
Područje SPLIT	621.671			1.993				623.664
Područje RIJEKA	45.040			—				45.040
Područje ZAGREB	312.233			21.818				334.051
SRH — DIREKTNI	978.944			23.811				1,002.755
Ukupna potrošnja elektroprivrede								
Područje SPLIT	798.621			38.127				1,407.944
Područje Rijeka	266.740			30.817				708.369
Područje ZAGREB	1,060.583			124.763				2,703.258
Svega	2,125.944			193.707				4,819.571
Ukupno po vrstama potroška (u %)	44,1	1,6	27,7	4,0	13,8	8,8		
Potrošak industrijskih elektrana								
Područje SPLIT		37.731						37.731
Područje RIJEKA		55.169						55.169
Područje ZAGREB		162.857						162.920
SRH — INDUSTR. ELEKTRANE		255.757						255.820
Ukupan potrošak u Republici, uključivo gubici u distributivnoj mreži								
Područje SPLIT							28,5	1,445.675
Područje RIJEKA							15,0	763.538
Područje ZAGREB							56,5	2,866.176
SVEGA	2,125.944	330.947	1,333.236	193.707	665.662	425.832		
SRH — SVEUKUPNO PO VRST. POTROŠKA	2,456.891		1,333.236	859.369		425.832		5,075.391
— u postocima	48,4		26,3	16,9		8,4		

Bilanca proizvodnje i potrošnje električne energije distributivnih poduzeća Hrvatske

u GWh

Tablica 15

Godine	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
Proizvodnja distrib. elektrana — ukupno na generatoru	105.689	89.700r	76.593r	69.691r	77.463	84.514
od toga HE	74.290	86.005r	74.021r	69.670r	77.442	84.335
TE	31.399	3.695r	2.572	21r	21	179
Vlastiti potrošak, ukupno	3.660	1.912r	1.567	989r	1.415	1.236
od toga HE	296	1.665r	1.339	987r	1.415	1.236
TE	3.364	247	228	2r	—	—
Neto proizvodnja: HE	73.994	84.340r	72.682r	68.683r	76.027	83.099
TE	28.035	3.448r	2.344	19r	21	179
Svega na pragu	102.029	87.788r	75.026	68.702	76.048	83.278

Tablica 15 — nastavak

Godine	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
Nabava od:						
udruž. poduz. (tablica 19)	2,442.725	2,512.910	2,755.609	3,026.526	3,319.450[r]	3,726.509
saldo direktne nabave	— 36.381	19.063[r]	13.298[r]	10.932[r]	10.121[r]	7.029
Ukupna nabava	2,406.344	2,531.973[r]	2,768.907[r]	3,037.458[r]	3,329.571[r]	3,733.538
Ukupno raspoloživo	2,508.373[r]	2,619.761[r]	2,843.933[r]	3,106.160[r]	3,405.619[r]	3,816.816
Predano potrošačima (tablica 21)	2,248.870[r]	2,344.869[r]	2,507.787[r]	2,722.628[r]	3,019.450[r]	3,390.984
Gubici u mreži distribucije	259.503[r]	274.892[r]	336.146[r]	383.532[r]	386.169	425.832
Ukupno predanc	2,508.373[r]	2,619.761[r]	2,843.933[r]	3,106.160[r]	3,405.619[r]	3,816.816

Razvoj neto specifične proizvodnje i neto specifične potrošnje

Tablica 16

Godina	Stanovništvo	Proizvodnja u Hrvatskoj	Potrošnja u Hrvatskoj	Specifična proizvodnja	Specifična potrošnja
	× 1000	GWh	GWH	kWh/stanovnik	kWh/stanovnik
1939.	4.062	432	422	106	104
1945.	3.674*	224	255	61	69
1946.	3.722*	273	342	73	92
1947.	3.758	379	435	101	126
1948.	3.780	497	565	131	149
1949.	3.820	524	627	137	164
1950.	3.851	556	669	144	174
1951.	3.882	591	732	152	188
1952.	3.913	623	741	159	189
1953.	3.946	716	783	181	198
1954.	3.978	810	844	204	212
1955.	4.013	1.025	1.076	255	268
1956.	4.040	1.007	1.180	249	292
1957.	4.067	1.076	1.404	264	345
1958.	4.089	1.169	1.577	268	384
1959.	4.115	1.392	1.767	338	429
1960.	4.140	1.671	1.943	404	469
1961.	4.169	1.555	2.132	373	511
1962.	4.198	2.334	2.380	555	567
1963.	4.229	2.948[r]	2.853[r]	697[r]	677
1964.	4.252	2.793[r]	2.903[r]	657[r]	683[r]
1965.	4.281	3.308[r]	3.204[r]	772[r]	749[r]
1966.	4.312	3.903[r]	3.508[r]	906[r]	814[r]
1967.	4.340	3.861[r]	3.783[r]	889[r]	872[r]
1968.	4.364	3.996[r]	4.200[r]	917[r]	964[r]
1969.	4.406	4.447[r]	4.650[r]	1.009[r]	1.055

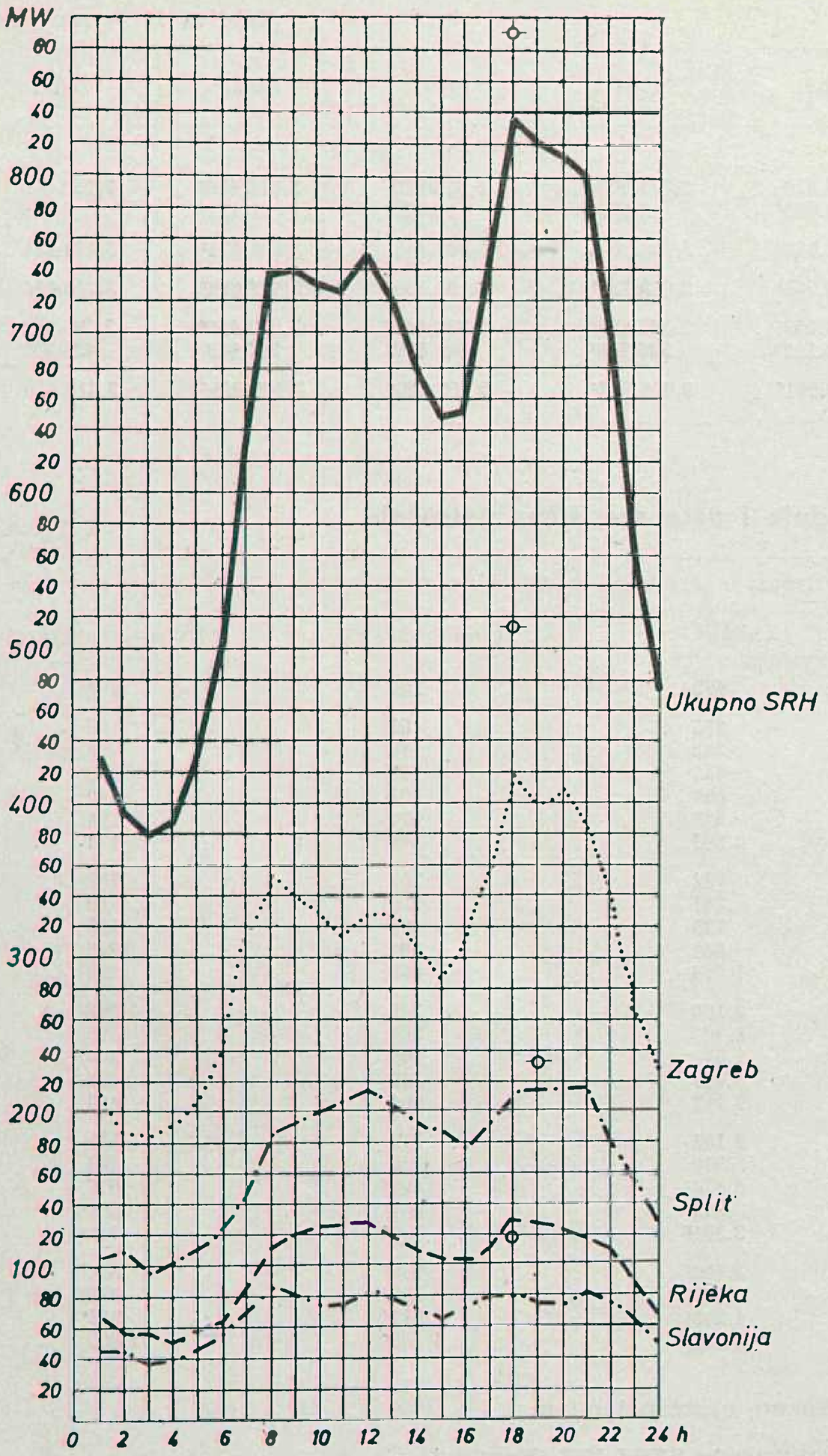
* Procjena stanovništva za ove dvije godine provedena grafičkom ekstrapolacijom.

Stanovništvo prema podacima Statističkog godišnjaka Elektroprivrede SFRJ 1968, Beograd.

Potrošnja električne energije u Hrvatskoj

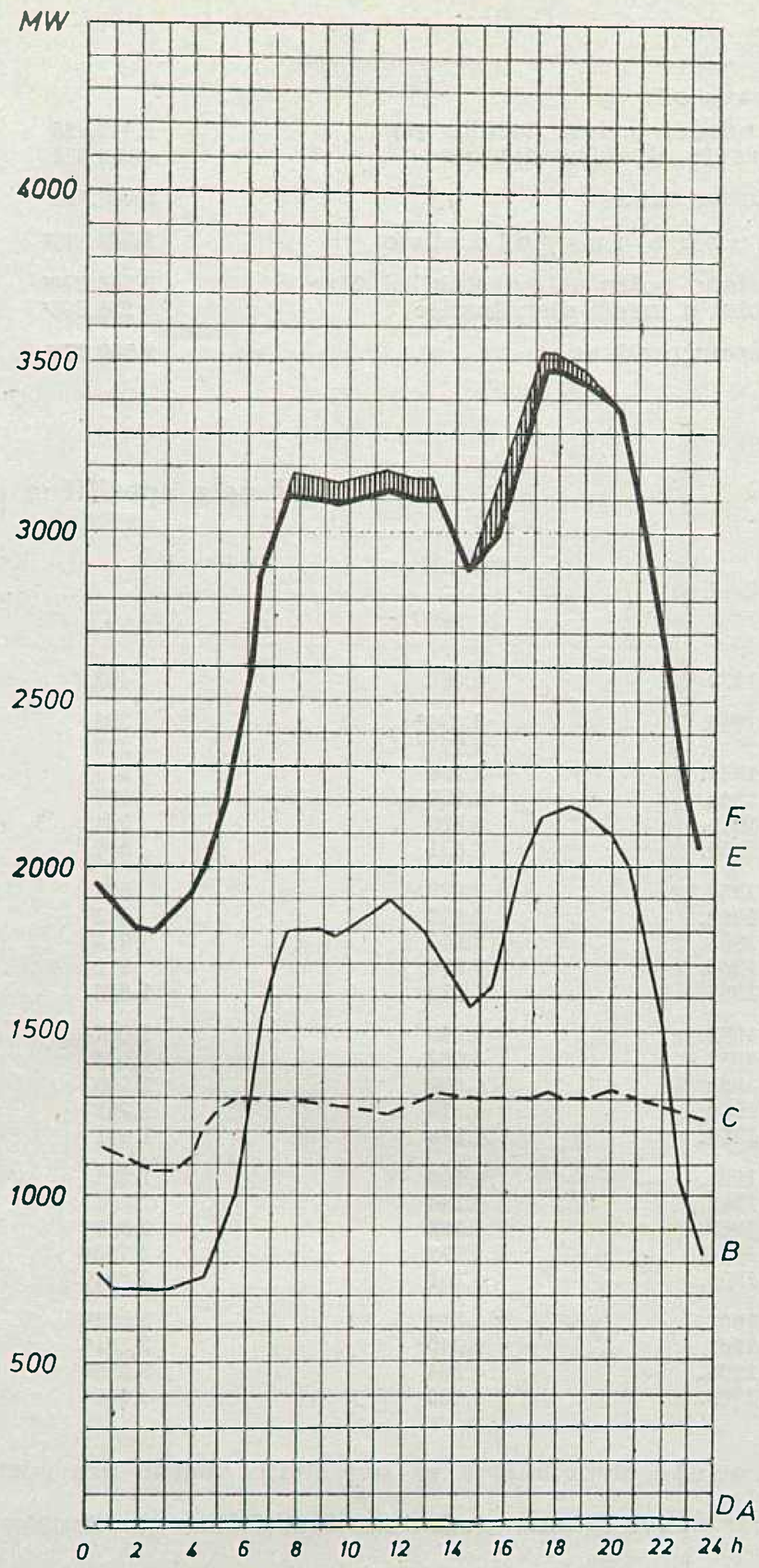
Tablica 17

Potrošači	1959.		1968.		1969.	
	GWh	%	GWh	%	GVh	%
Elektrokemija	301,0	15,0	374,8	8,0	486,8	9,4
Elektrometalurgija	129,4	6,4	195,7	4,2	328,9	6,4
Ostalo	—	—	328,9	6,9	163,2	3,2
Direkt. potroš. industrije	430,4	21,4	899,4	19,1	978,9	19,0
Ugljenokopi	75,0	3,8				
Tvornice cementa	113,3	5,6	1.088,5	23,3	1.222,2	23,8
Ostala industrija	267,1	13,2				
Industr. - vlastito snabdjevanje	232,3	11,5	273,4	5,8	255,8	5,0
Industrija sveukupno	1.118,1	55,5	2.261,3	48,2	2.456,9	47,8
Električne željeznice	29,7	1,5	56,9	1,2	90,8	1,8
Domaćinstva	426,3	21,3	1.187,2	25,2	1.333,2	25,9
Komunalna potrošnja						
Poljoprivreda	9,7	0,4	716,9	15,2	769,1	14,9
Ostali	114,7	5,7				
Široka potrošnja	619,1	30,8	1.904,1	40,4	2.102,3	40,8
Ukupno potrošači	1.766,9	87,8	4.222,3	89,8	4.650,0	90,4
Vlastita potrošnja	67,9	3,4	96,4	2,0	67,6	1,3
Gubici razvoda	177,0	8,8	386,2	8,2	425,8	8,3
Potrošnja u SRH	2.011,8	100,0	4.705,0	100,0	5.143,4	100,0
Gubici prijenosa	946		224,7		281,0	
Raspoloživo bruto	2.106,4		4.929,7		5.424,4	



Sl. 7. Dnevni dijagrami otperećenja za SRH

Sl. 8. Dnevni dijagrami opterećenja za SFRJ



A—B hidroelektrane
A—C termoelektrane
A—D kupljeno
A—E ukupno
E—F izvoz
A—F potrošnja

POTROŠNJA GORIVA U HIDROELEKTRANAMA

Potrošnja goriva u udruženim termoelektranama Jugoslavije

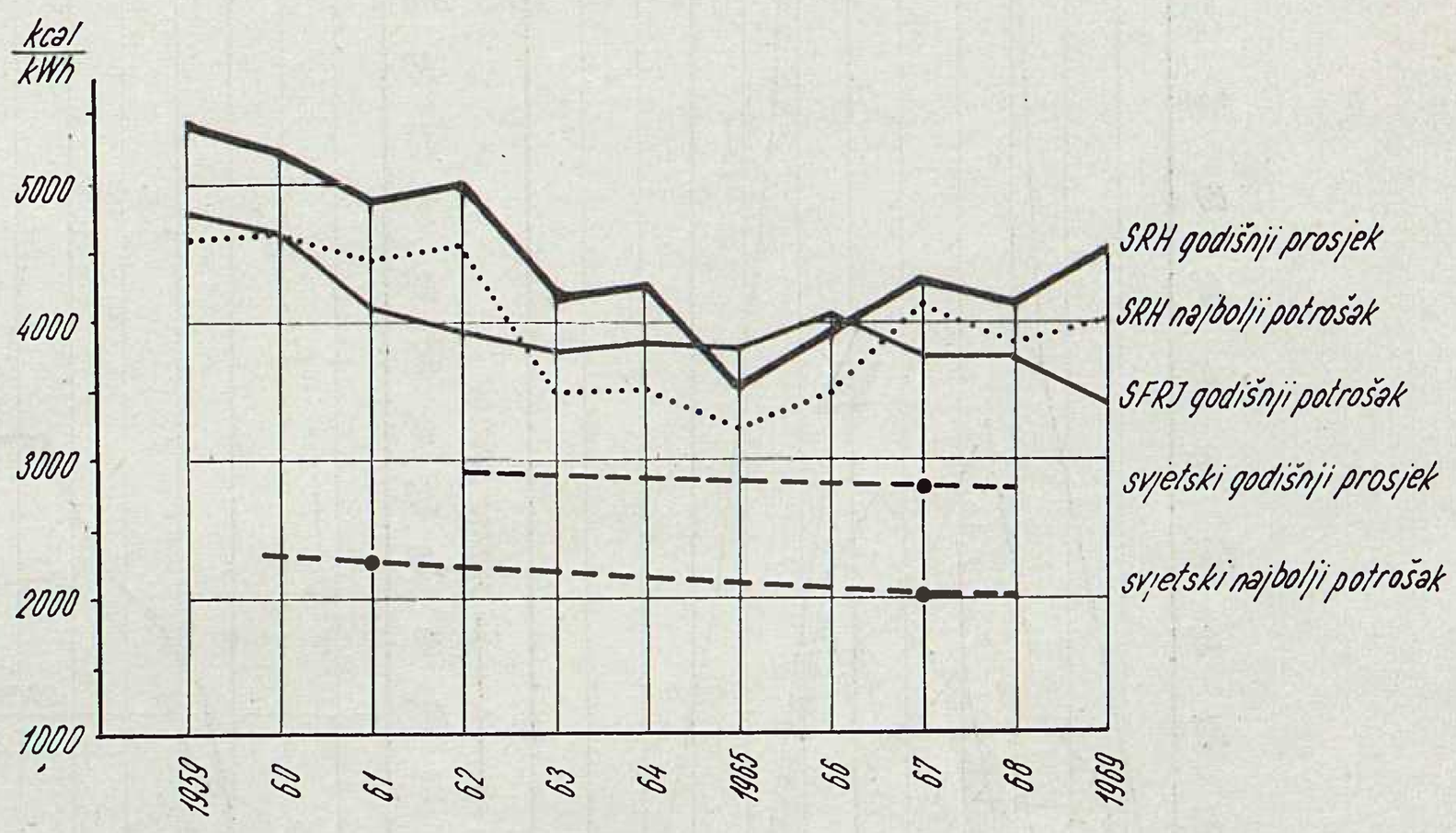
Tablica 18

	Ugljen - tona				Tekuće gorivo - tona	Industrijski plin u 000 Nm³
	ukupno	kameni	mrki	lignit		
1956.	2 571 168	62 574	1 030 162	1 478 432	14 136	—
1961.	5 326 757	29 233	1 562 264	3 735 260	2 933	69 572
1966.	9 081 378	11 712	1 496 021	7 573 645	154 938	112 849
1967.	8 936 287	13 923	1 692 459	7 229 905	148 667	76 858
1968.	9 632 102	51 811	1 957 110	7 623 181	195 487	53 571
1969.	9 192 455	26 630	1 821 527	7 344 298	102 771	35 823

Potrošnja goriva u termoelektranama Hrvatske

Tablica 19

Gorivo		1959.	1968.	1969.
Ugljen: kameni	t	44.684	12.707	6.064
mrki	t	—	—	—
lignit	t	485.360	256.806	143.156
Ukupno	t	503.044	269.513	149.220
Tekuće gorivo	t	771,0	81.712	52.018
Zemni plin	10^3 Nm^3	—	36.060	22.845
Svega kalorija	10^6	1,352.543	1,806.590	1,051.174
Kcal/kWh		4.889	4.078	3.833
kg/kWh		2,0	1,7	1,6



Sl. 9. Specifična potrošnja topline za proizvodnju električne energije, udruženih termoelektrana SRH i SFRJ sa svjetskom potrošnjom — na pragu elektrana

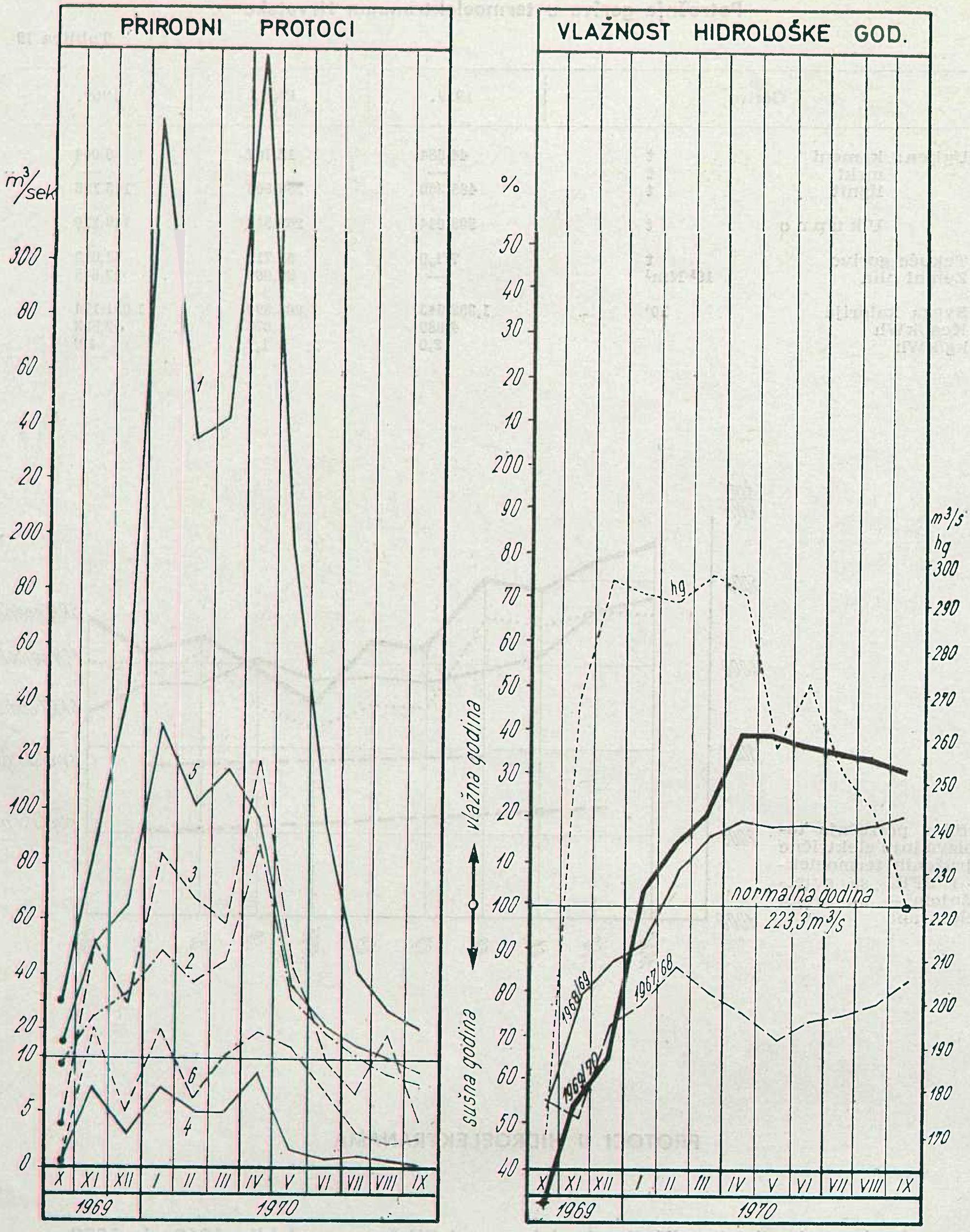
PROTOCI U HIDROELEKTRANAMA

Srednji mjesečni i godišnji prirodni protoci Rijeka, u razdoblju 1969. do 1970.

$m^3/sek.$

Tablica 20

Vodotok	Godina	Prosjek	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Cetina, profil Gard. Mlinica	1968.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39,4	182,6	198,0
	1969.	116,9	165,7	253,9	232,2	177,5	141,3	95,3	46,1	30,0	65,9	30,2	88,3	143,6
	1970.	—	348,2	234,0	242,9	369,9	194,4	94,9	42,0	28,3	22,5	—	—	—
Krka profi Mataše	1968.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,6	27,8	27,0
	1969.	31,8	23,0	79,7	57,0	50,2	30,8	32,5	13,4	9,0	18,5	9,6	24,9	33,1
	1970.	—	49,9	39,5	46,0	86,7	32,0	18,5	11,2	8,6	7,6	—	—	—
Mrežnica + Dobra	1968.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,5	44,6	50,0
	1969.	37,3	27,1	62,6	68,4	80,6	37,3	28,9	8,3	32,2	17,3	3,6	52,1	29,4
	1970.	—	83,7	69,8	59,2	118,3	46,8	9,7	6,9	18,6	4,4	—	—	—
Ličanka-Lokvarka, Križ	1968.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	3,7	2,9
	1969.	3,3	4,3	7,2	4,1	5,3	2,5	1,0	0,2	3,4	1,5	0,1	6,8	3,0
	1970.	—	7,3	5,2	5,2	8,8	1,5	0,5	0,9	0,5	0,3	—	—	—
Lika i Gacka	1968.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,2	63,3	75,1
	1969.	49,9	64,5	88,7	95,2	95,5	28,0	27,5	12.5	13.0	46,0	15,1	48,1	64,9
	1970.	—	130,4	101,4	115,8	97,4	36,7	21,0	15,3	10,2	8,7	—	—	—
Rječina	1968.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,7	19,2	7,8
	1969.	9,4	9,1	14,0	10,1	12,5	20,0	5,8	1,3	9,9	5,3	0,3	19,7	4,6
	1970.	—	20,5	6,6	10,6	19,9	14,9	6,9	2,9	2,1	2,5	—	—	—



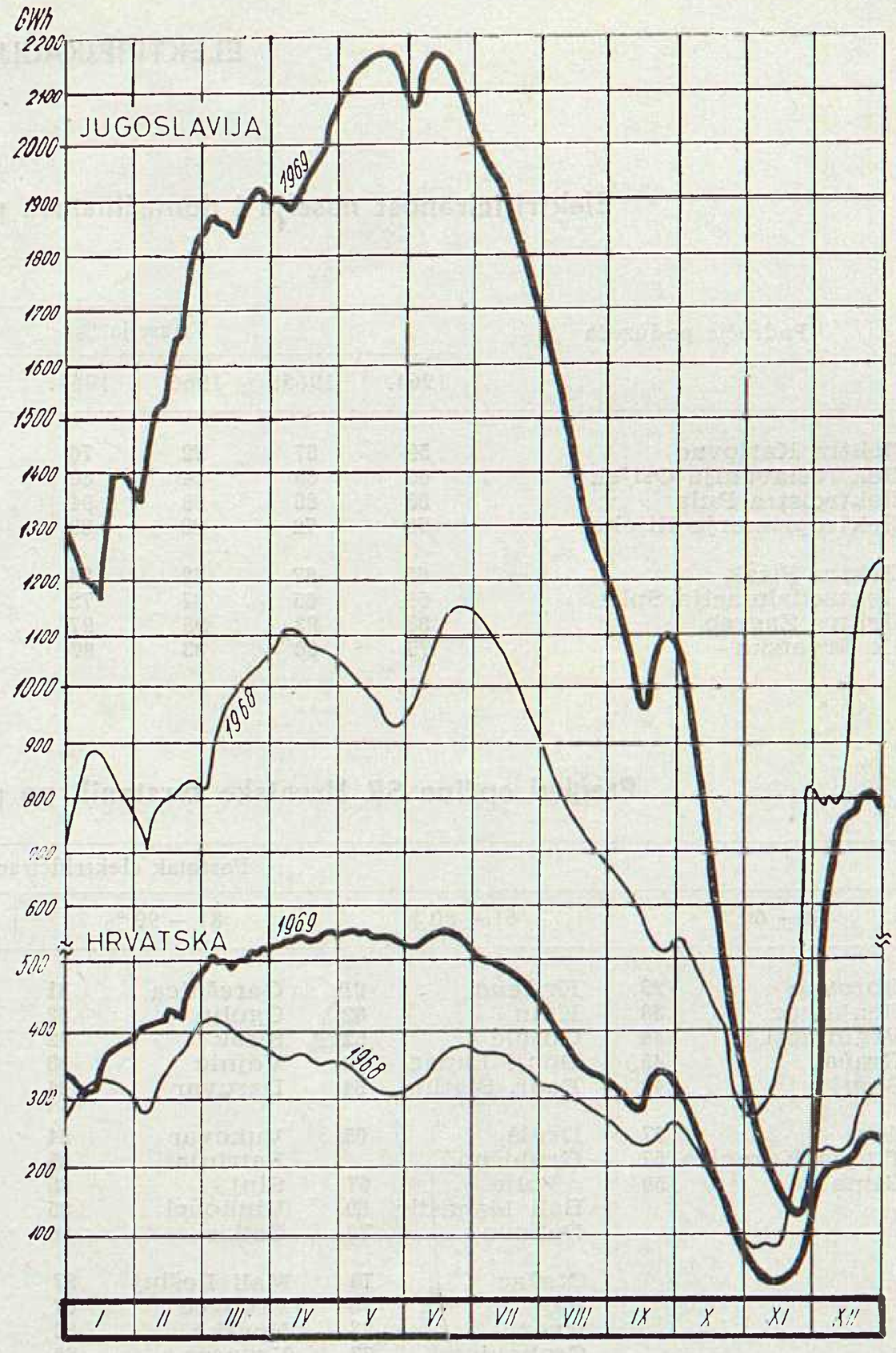
1 Cetina
2 Krka
3 Dobra - Mrežnica
4 Ličanka - Lokvarka
5 Lika - Gacka
6 Rječina

Vlažnost	Hidr. godine 1968/69.			Hidr. godine 1969/70.		
Vodotok:	Zimsko razdoblje	Ljetno razdoblje	Godišnje razdoblje	Zimsko razdoblje	Ljetno razdoblje	Godišnje razdoblje
Cetina	124,0%	127,6%	125,4%	126,6%	172,2%	142,4%
Krka	114,0%	127,4%	119,5%	102,1%	135,8%	114,7%
Dobra - Mrežnica	104,0%	156,2%	121,5%	115,7%	156,2%	129,6%
Ličanka - Lokvarka	73,0%	92,0%	77,5%	83,6%	84,0%	82,5%
Lika - Gacka	104,0%	146,6%	118,6%	128,4%	125,1%	127,5%
Rječina	100,0%	91,1%	95,3%	93,7%	81,2%	87,7%
Ukupno	115,0%	131,8%	120,5%	120,7%	149,8%	130,6%

Vlažnost se računa u postocima prosječnog hidrauliciteta, a ovaj je određen mjerenjem vodnih količina kroz 30 godina. Vlažnost se ustanovljuje za hidrološku godinu od 1. X do 30. IX iduće godine svakog mjeseca kumulativno od početka X mjeseca do razmatranog mjeseca.

Sl. 10. Hidraulicitet vodotoka u hidrološkoj godini 1969/70.

Sl. 11. Kretanje akumulacija 1968/69.



Korisni volumen akumulacionih jezera

u MWh

Akumulacija	Moguća korisna akumulacija
Bileća	778 000
Mavrovo	250 000
Bistrica - Kokin Brod	201 000
Rama	186 000
Vlasina	178 000
Slano	138 000
Vrtac	89 000
Jablanica	58 000
Perućica - Krupac	52 000
Ukupno	1 930 000

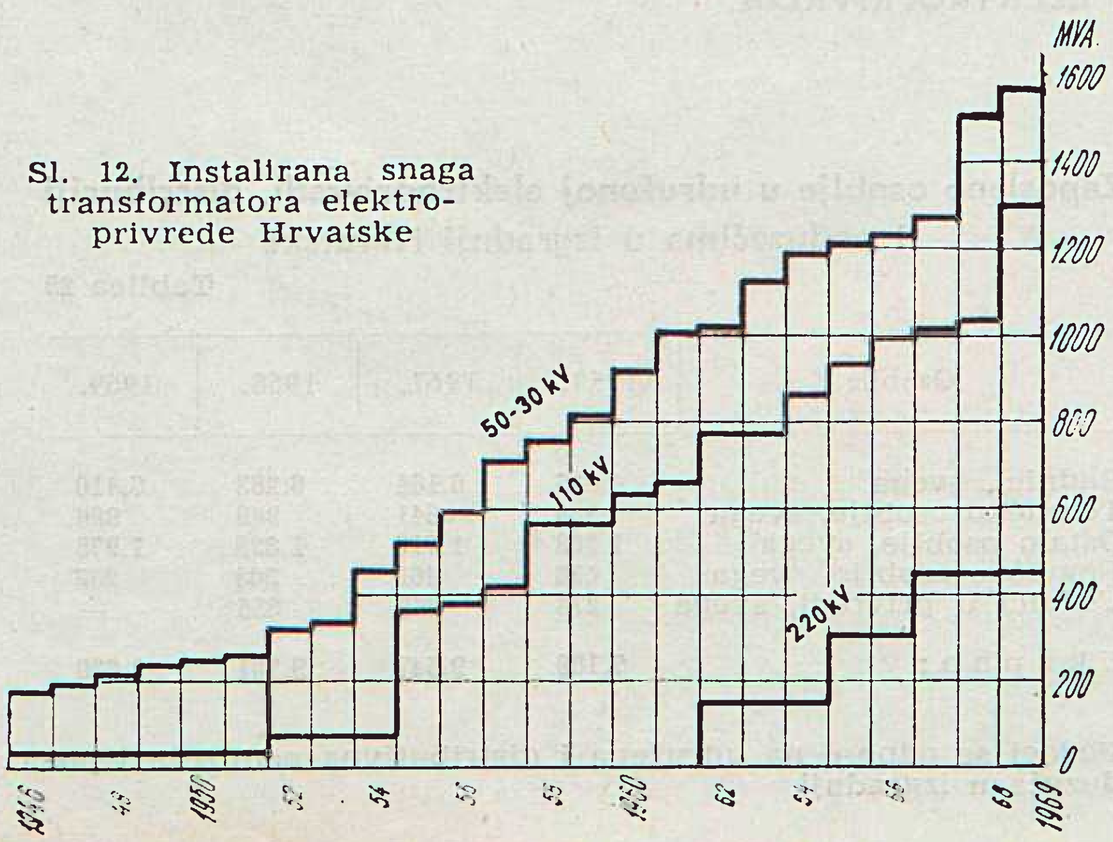
Akumulacija u SRH	Moguća korisna akumulacija
Peruća - Zakučac	340 000
Senj	129 000
Vinodol	42 000
Ukupno SRH	511 000
Ostale u SFRJ	1 930 000
Svega SFRJ	2 441 000

PRIJENOSNA MREŽA

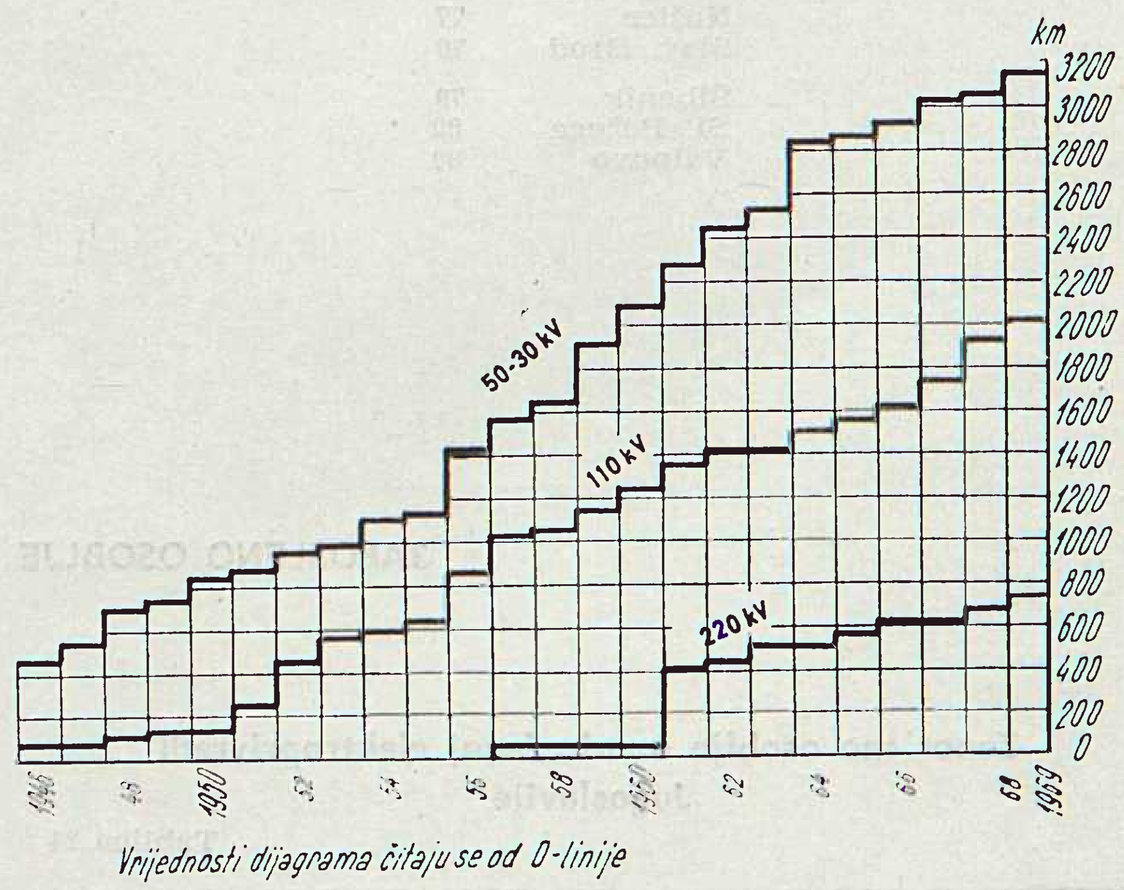
Razvoj prijenosne mreže Jugoslavije

Tablica 21

	Dalekovodi u km		Trofaznice u MVA	
	220 kV	110 kV	220 kV	110 kV
1951.	—	1 427	—	204
1956.	—	3 361	—	1 369
1961.	1 042	5 576	220	2 381
1966.	2 418	6 749	1 600	3 798
1967.	2 693	7 173	1 900	4 120
1968.	3 026	7 623	2 350	4 389
1969.	3 366	8 039	2 500	5 085



Sl. 12. Instalirana snaga transformatora elektroprivrede Hrvatske



Vrijednosti dijagrama čitaju se od 0-linije

Sl. 13. Duljina električnih dalekovoda elektroprivrede Hrvatske

ELEKTRIFIKACIJA HRVATSKE

Elektrificiranost naselja i domaćinstava po područjima distributivnih poduzeća

Tablica 22

Područje poduzeća	Postotak elektrificiranosti											
	naselja %						domaćinstava %					
	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
Elektra Karlovac	59	67	72	76	84	89	60	63	67	74	76	80
Elektroslavonija Osijek	66	69	74	80	85	89	59	64	71	76	77	80
Elektroistra Pula	83	86	88	94	95	98	94	95	95	96	97	98
Elektroprimorje Rijeka	70	72	88	89	90	91	91	94	95	95	96	97
Elektra Sisak	65	67	72	84	88	94	52	56	60	65	68	74
Elektrodalmacija Split	59	65	67	72	78	84	67	71	75	78	81	88
Elektra Zagreb	88	93	95	97	97	99	85	87	89	89	92	96
SR Hrvatska	75	80	83	87	90	93	76	81	82	83	85	89

Pregled općina SR Hrvatske svrstanih po postotku elektrificiranosti domaćinstava

Tablica 23

Postotak elektrificiranosti domaćinstava												
0 – 60 %		61 – 80 %		81 – 90 %		91 – 95 %		96 – 99 %		preko 99 %	
Obrovac	25	Križevci	61	Garešnica	81	Osijek	91	Čabar	96	Rovinj	99,01
Benkovac	38	Knin	62	Ogulin	82	Pazin	91	Novigrad	96	Makarska	99,2
Vrginmost	44	Gospić	62	Sisak	82	Poreč	91	Vis	96	Zabok	99,2
Gračac	45	Donji Lapac	63	Vojnić	83	Duga Resa	92	Čakovec	97	Bjelovar	99,4
Slunj	48	Podr. Slatina	64	Daruvar	84	Buje	93	Delnice	97	Korčula	99,5
Senj	57	Drniš	65	Vukovar	84	Čazma	93	Karlovac	97	Varaždin	99,5
Titova Korenica	57	Grubišno Polje	67	Petrinja	85	Koprivnica	93	Trogir	97	Donja Stubica	99,6
Glina	59	Beli Manastir	69	Sinj	85	Kutina	93	Biograd	98	Labin	99,7
		Đakovo	70	Vinkovci	85	Vrbovsko	93	Crikvenica	98	Dubrovnik	99,8
				Zadar	86	Metković	94	Đurđevac	98	Pula	99,95
Otočac	70	Mali Lošinj	87	Nova Gradiška	94	Imotski	98	Brač	100		
Pag	70	Vrbovec	87	Ozalj	94	Ivanec	98	Dugo Selo	100		
Dvor	73	Novska	88	Ivanić Grad	95	Klanjec	98	Jastrebarsko	100		
Orahovica	73	Vrgorac	88	Split	95	Lastovo	98	Omiš	100		
Kostajnica	75	Pakrac	99			Ludbreg	98	Opatija	100		
Županja	76	Virovitica	90			Novi Marof	98	Rab	100		
Donji Miholjac	77					Umag	98	Rijeka	100		
Našice	77					Buzet	99	Samobor	100		
Slav. Brod	78					Hvar	99	Vel. Gorica	100		
Šibenik	79					Krapina	99	Zagreb	100		
Sl. Požega	80					Krk	99	Zaprešić	100		
Valpovo	80					Zl. Bistrica	99	Zelina	100		
								Ploče	100		

ZAPOSLENO OSOBLJE U ELEKTROPRIVREDI

Zaposleno osoblje u udruženoj elektroprivredi Jugoslavije

Tablica 24

	1956.	1961.	1968.	1969.
Ukupno	20 327	33 273	38 796	39 895
HE	2 399	3 400	3 572	3 845
TE	4 797	5 545	5 855	5 911
Prijenos	4 106	1 887	2 229	2 340
Distribucija	8 557	21 750	26 463	26 729
Zajedničke službe	468	690	677	1 070

Zaposleno osoblje u udruženoj elektroprivredi, distribuciji i poduzećima u izgradnji Hrvatske

Tablica 25

Osoblje	1959.	1967.	1968.	1969.
Radnici, svega	4.626	6.164	6.283	6.410
Tehničko osoblje, svega	539	841	949	986
Ostalo osoblje, svega	1.268	1.713	1.836	1.978
Pomoćno osoblje, svega	483	460	308	256
Učenici u privredi, svega	273	369	355	—
Ukupno:	7.189	9.547	9.731	9.630

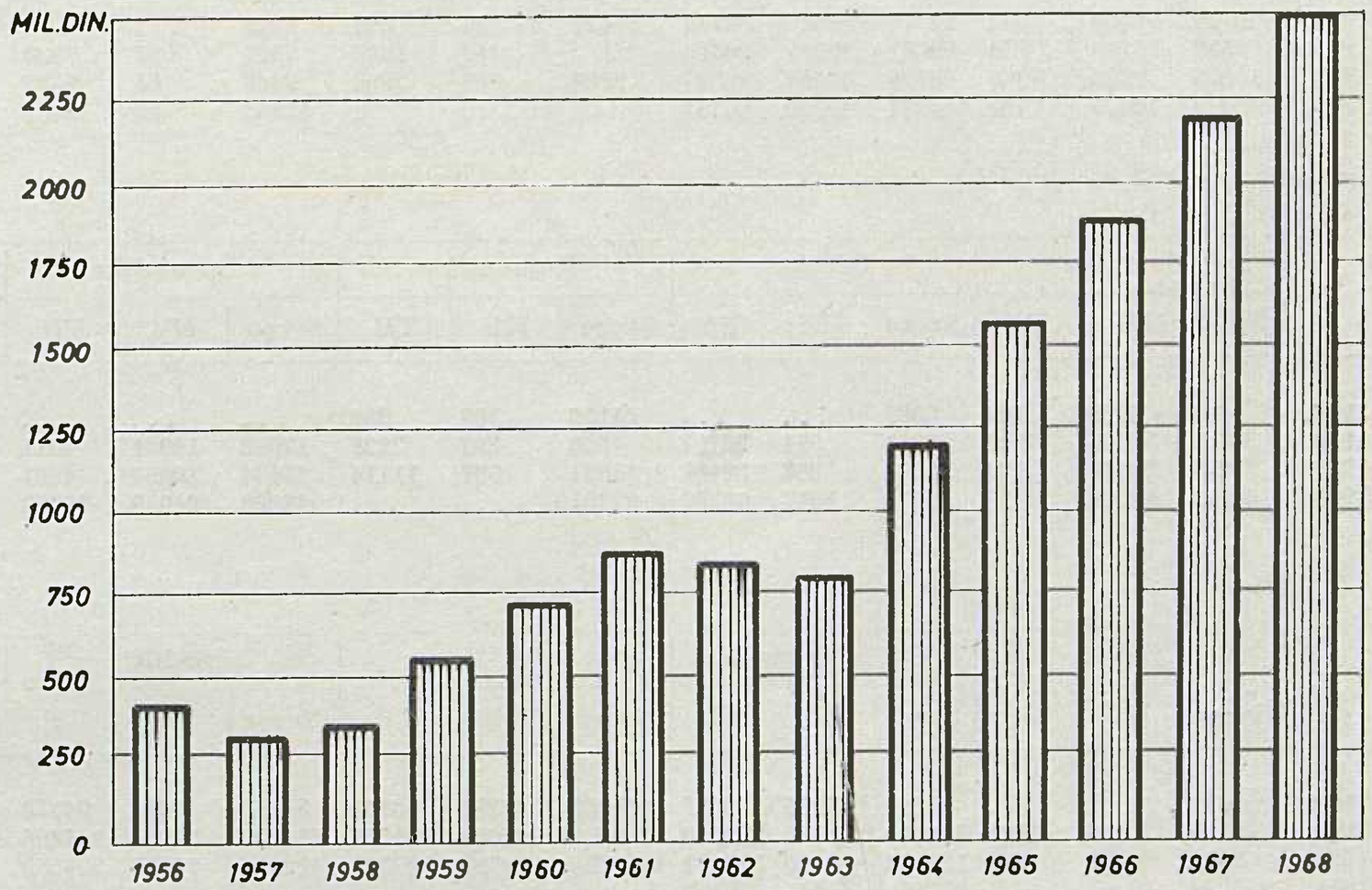
Podaci se odnose na udružena i distributivna poduzeća i poduzeća u izgradnji.

INVESTICIJE

Osnovna sredstva i investicije udružene elektroprivrede Jugoslavije

u mil. n. din. Tablica 26

	Osnovna sredstva (nabavna vrijednost)				Investicije			
	1959.	1961.	1968.	1969.	1959.	1961.	1968.	1969.
Ukupno	2 584	6 153	20 765	(14 543)	409	806	2 913	(2 035)
HE	1 133	2 544	8 041	8 677	185	308	1 031	1 030
TE	406	989	3 356	3 368	64	162	1 109	605
Prijenos	396	801	2 381	2 454	71	139	262	400
Distribucija	645	1 784	6 944	. . .	89	197	511	. . .
Zajedničke službe	4	35	43	45	—	—	—	—



Sl. 14. Investiciona ulaganja u elektroprivredu 1956—68.

NEKI PODACI IZ SVJETSKE ELEKTROPRIVREDE

Maksimalna neto snaga elektrana u nekim zemljama Evrope i SAD

— u 1938, 1952. i 1968. godini — u MW Tablica 27

Zemlja	1938.			1952.			1968.			
	Ukupno	Hidro	Termo	Ukupno	Hidro	Termo	Ukupno	Hidro	Termo	Nuklearne
Austrija	1 157	738	419	2 408	1 709	699	7 056	4 821	2 235	—
Belgija	2 152	24	2 128	2 730	24	2 706	6 077	62	6 004	11
Bugarska	85	44	41	308	96	212	3 462	771	2 691	—
Čehoslovačka	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	9 402	1 439	7 963	—
Istočna Njemačka	. . .	. . .	. . .	3 870	101	3 769	. . .	. . .	. . .	. . .
Danska	552	9	543	1 124	10	1 114	3 628	8	3 620	—
Finska	750	430	320	1 230	810	420	4 652	2 105	2 547	—
Francuska	6 300	3 000	3 300	11 940	6 303	5 637	32 002	14 268	16 588	1 146
Grčka	196	14	182	310	12	298	1 682	600	1 082	—
Italija	5 012	4 082	930	8 729	7 170	1 559	27 412	13 035	13 771	606
Mađarska	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	2 323	20	2 303	—
Holandija	1 741	—	1 741	2 730	—	2 730	8 930	—	8 880	50
Norveška	2 055	1 938	117	3 234	3 088	146	. . .	. . .	. . .	. . .
Poljska	. . .	. . .	. . .	2 543	213	2 330	11 513	454	11 059	—
Rumunjska	501	48	453	873	60	813	5 611	831	4 780	—
Španjolska	. . .	. . .	. . .	2 629	1 979	650	. . .	. . .	. . .	. . .
Švedska	1 650	1 650	—	3 820	3 820	—	13 731	10 423	3 298	10
Švicarska	2 090	1 960	130	3 200	3 000	200	9 500	8 940	560	—
Turska	. . .	. . .	. . .	437	24	413	. . .	. . .	. . .	. . .
Vel. Britanija	11 722	323	11 399	20 548	634	19 914	55 687	2 158	49 557	3 972
S A D	46 873	11 682	35 191	97 312	21 416	75 896	309 432	51 870	254 745	2 817
SSSR	8 941	1 173	7 768	25 250	3 814	21 436	142 504	27 035	115 469	. . .
Zap. Njemačka	. . .	. . .	. . .	13 426	2 470	10 956	43 810	4 630	38 360	820
Jugoslavija	505	174	331	742	342	400	4 973	2 931	2 042	—

Neto proizvodnja električne energije u nekim zemljama Evrope i SAD

u GWh

Tablica 28

	Austrija			Belgija			Bugarska			Čehoslovačka			Danska			Istočna Njemačka		
	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE
1938.	2994	2408	586	5132	44	5088	207	140	67	4052	493	3559	1144	...	...	...	...	...
1960.	15919	11844	4075	14120	172	13948	4657	1886	2771	22589	2479	20110	5242	—	5242	40305	617	39688
1963.	18432	11946	6486	17756	140	17616	6358	2079	4579	27746	2280	25466	7037	—	7037	47450	547	46903
1968.	25696	18169	7526	25062	241	24749	...	...	...	38117	3108	35009	12083	—	12083	...	...	...

	Finska			Francuska[1]			Grčka			Mađarska			Italija[1]			Holandija		
	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE
1938.	3110	2460	650	18770	10026	8744	427	25	402	1315	...	...	15544	14580	761	3472	—	3472
1960.	8339	5119	3220	69601	39591	30810	2130	442	1688	7431	93	7338	54284	45389	8895	15515	—	15515
1963.	11575	8292	3283	85509	42652	42857	3168	808	2360	9466	81	9385	65876	45433	20443	19836	—	19836
1968.	17875	10475	7400	114971	49220	65751	...	...	...	13155	88	13067	100247	43179	57068	31846	—	31846

	Norveška			Poljska			Rumunjska			Španjolska			Švedska			Švicarska		
	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE
1938.	9927	9820	107	3699	...	...	1130	148	982	...	...	...	8162	7307	855	7043	7010	33
1960.	30963	30745	218	26851	654	26197	7626	397	7229	17582	14871	2711	34794	31143	3651	20672	20504	168
1963.	39267	39089	178	33374	663	32711	11651	537	11114	24734	20053	4681	40675	38025	2650	22803	22549	254
1968.	60123	60029	94	51429	1047	50382	27791	...	...	43890	24040	19773	56324	48871	7433	30765	29441	1324

	Turska			Velika Britanija			SAD[1]			SSSR[1]			Zapadna Njemačka[1]			Jugoslavija		
	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega	HE	TE
1938.	312	...	...	31822	985	30837	141955	48395	93561	39366	5084	34282	32430	7180	25250	1173	566	607
1960.	2887	1026	1861	129700	3130	126570	840458	149063	691395	292520	51024	241496	108945	12817	96128	8917	5952	2945
1963.	3978	2109	1869	157358	3660	153698	1007896	168693	839203	412418	75859	336559	137319	12193	125126	13556	8044	5512
1968.	6832	...	...	207661	4441	203220	...	...	...	...	...	...	189701	16522	173179	20641	11768	8874

Neto specifičan potrošak električne energije, ukupno i glavnih skupina korisnika u nekim zemljama svijeta 1968.

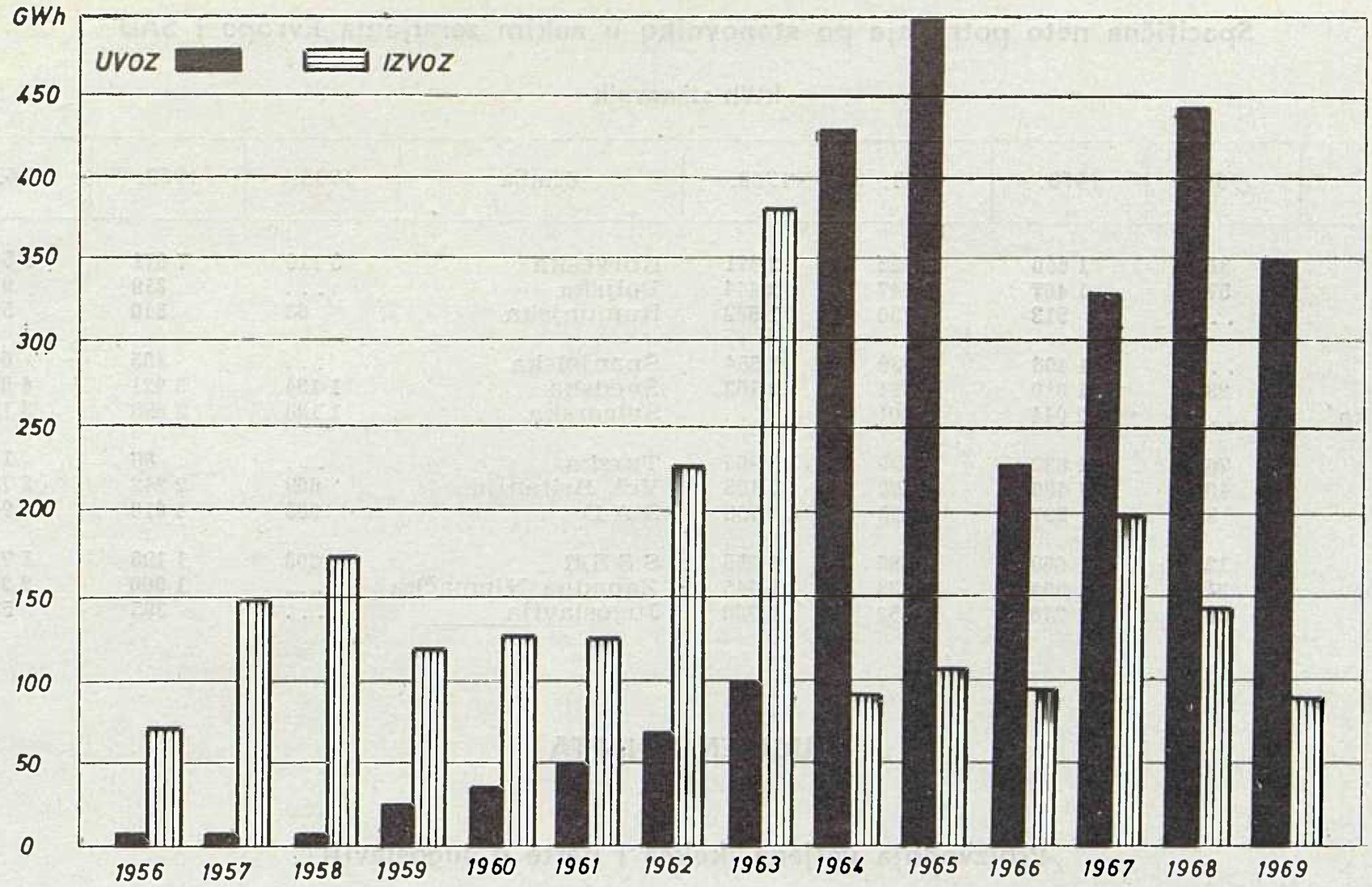
Tablica 29

Zemlja (A — J)	Ukupna neto potrošnia	Široka potrošnja	Željeznica i ostala vuča	Industrija	Zemlja (K — V)	Ukupna neto potrošnja	Široka potrošn.a	Željeznica i ostala vuča	Industrija
	u kWh po stanovniku 1968.					u kWh po stanovniku 1968.			
Jugslavija	883	305	13	565	Koreja	131	27	u	104
Hrvatska	964	423	22	519	Mađarska	1.255	341	48	866
					Malezija — Malaja*	269	145	u	124
Australija*	2.784	1.546	u	1.238	Nizozemska	2.330	261	60	1.409
Austrija	2.471	765	206	1.500	Norveška	13.010	4.490	136	8.384
Belgija	2.444	657	73	1.714	Novi Zeland*	3.628	2.644	u	984
Bugarska	1.522	427	45	1.050	Poljska	1.468	266	70	1.132
Ceylon*	42	22	u	20	Portugal	553	166	22	365
Čehoslovačka	2.554	566	136	1.852	Rumunjska	1.155	219	u	936
Danska	2.163	1.505	21	637	SR Njemačka	3.060	1.043	106	1.911
Finska	3.465	900	6	2.559	S A D	6.500	...	...	2.930*
Francuska	2.195	687	95	1.413	Sovjetski Savez	2.470	448	198	1.824
Grčka	756	268	5	483	Španjolska	1.110	287	37	786
Indija*	64	19	u	45	Švedska	6.434	2.460	238	3.736
Indonezija*	11	9	u	2	Švicarska	3.607	1.844	286	1.477
Irska	1.440	937	—	503	Turska	180	43	2	135
Italija	1.745	515	65	1.165	Velika Britanija	3.481	1.891	48	1.542
Japan	1.835	497	u	1.338					

Napomena: Kratica »u« znači da je pripadajući podatak uključen u drugu, srodnu skupinu industrije.

* Podaci se odnose na g. 1967.

Izvor: Anual Bulletin of Electric Energy Statistics for Europe 1968, UN - New York 1969. p. 18—34th,
Electric Power in Asia and the Far East 1967 — Economic Commission Bangkok - UN, New York 1969. p. 70th.



Sl. 14. Razmjena električne energije sa susjednim zemljama

Izvoz i uvoz električne energije u nekim zemljama Evrope u 1968. godini

u GWh

Tablica 30

Zemlja uvoznica / Zemlja izvoznica	Austrija	Belgija	Bugarska	Čehoslovačka	Danska	Ist. Njemačka	Finska	Grčka	Francuska	Mađarska	Italija	Luksemburg	Holandija	Norveška	Poljska	Rumunjska	Španjolska	Švedska	Švicarska	Vel. Britanija	SSSR	Zap. Njemačka	Jugoslavija
Austrija				**183**						218	**85**											**4813**	**233**
Belgija									96			**510**										**21**	
Bugarska																							**40**
Čehoslovačka	139					. . .				**92**					**118**								
Danska																		**1018**				**1234**	
Ist. Njemačka				. . .											**775**								
Finska																		**239**					
Francuska		**408**									207	2					**89**		**659**	**737**		**671**	
Grčka																							**27**
Mađarska	**90**		. . .																				**45**
Italija									**208**										**289**				**13**
Luksemburg		1																				**636**	
Holandija		110																				**325**	
Norveška							1											**3172**					
Poljska			. . .			**241**																	
Rumunjska			. . .	2007																	. . .		**81**
Španjolska									**1772**														
Švedska					1986		**506**							179									
Švicarska	145								2081		2250											4056	
Vel. Britanija									3														
SSSR			. . .				**58**			2345					576								
Zap. Njemačka	633	169			**2**				**334**			1242	29						2318				
Jugoslavija		11	. . .					**46**		**12**	**25**												

Specifična neto potrošnja po stanovniku u nekim zemljama Evrope i SAD

kWh/stanovnik

Tablica 31

Zemlja	1938.	1950.	1963.	1968.	Zemlja	1938.	1950.	1963.	1968.
Austrija	316	1 640	1.922	2 471	Norveška	3 110	7 671	9 546	13 010
Belgija	573	1 467	1 747	2 444	Poljska	...	819	975	1 468
Bugarska	...	513	730	1 522	Rumunjska	63	340	506	1 155
Čehoslovačka	...	1 496	1 830	2 554	Španjolska	...	485	646	1 100
Danska	284	1 010	1 394	2 163	Švedska	1 134	3 921	4 664	6 434
Istočna Njemačka	...	2 044	2 401	...	Švicarska	1 138	2 896	3 152	3 607
Finska	766	1 832	2 390	3 465	Turska	...	86	117	180
Francuska	400	1 436	1 692	2 195	Vel. Britanija	609	2 242	2 785	3 481
Grčka	54	227	323	756	S A D	965	4 310	4 900	6 550
Mađarska	126	669	865	1 255	S S S R	203	1 193	1 710	2 407
Italija	310	964	1 233	1 745	Zapadna Njemačka	...	1 960	2 290	3 060
Holandija	365	1 278	1 552	2 330	Jugoslavija	...	395	584	924

UGLJEN I NAFTA

Proizvodnja ugljena, koksa i nafte u Jugoslaviji

Tablica 32

	1939.	1946.	1952.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.
UGLJEN I KOKS											
Ugljen ukupno, hilj. tona	7 032	6 652	12 098	24 695	27 422	29 511	29 957	29 292	26 467	26 732	26 496
Kameni ugalj, hilj. tona	1 410	757	1 011	1 189	1 286	1 262	1 169	1 133	909	835	681
Mrki ugljen, hilj. tona	4 312	3 824	6 842	9 320	9 945	10 715	10 509	10 080	9 023	9 508	9 442
Lignit, hilj. tona	1 210	2 072	4 245	14 186	16 191	17 534	18 279	18 080	16 535	16 389	16 373
Koks koksara, hilj. tona	—	—	15	1 107	1 090	1 160	1 253	1 226	1 219	1 234	1 226
Koks plinara, hilj. tona	35	21	26	18	17	17	14	11	7	2	—
NAFTA											
Sirova nafta, hilj. tona	1,1	29	152	1 525	1 611	1 799	2 063	2 222	2 374	2 494	2 699
Prirodni plin, mil. m^3	2,6	8,5	14	95	191	274	330	402	461	584	730
Benzin, hilj. tona	65	2,2	100	322	344	386	546	788	886	935	1 003
Gazolin, tona	—	104	2 055	5 322	6 339	9 788	14 882	17 042	18 020	22 578	22 836
Petrolej za osvjetlj., tona	38 784	3 423	15 881	14 520	14 142	13 343	15 613	14 428	12 592	15 689	12 479
Petrolej za motore, tona	1 000	—	17 306	66 465	74 719	84 856	66 083	79 236	81 473	103 762	133 603
Vajt špirit, tona	—	498	4 700	10 594	12 301	16 084	15 619	16 288	16 870	17 871	18 764
Plinsko ulje, hilj. tona	49	3,1	122	532	610	701	890	1 142	1 389	1 380	1 722
Ulje za loženje, hilj. tona	36	9,1	185	492	480	683	1 148	1 764	1 816	1 847	1 967
Maziva ulja, hilj. tona	24	2,0	22	99	112	126	134	158	138	103	88
Parafin, tona	200	—	854	1 096	1 195	1 062	1 138	1 005	830	667	509
Bitumen, hilj. tona	25	0,0	22	114	120	151	112	140	771	245	314
Čađa, tona	207	215	658	3 735	4 281	4 907	5 099	6 560	12 423	8 936	15 531

Proizvodnja ugljena i nafte u Hrvatskoj

Tablica 33

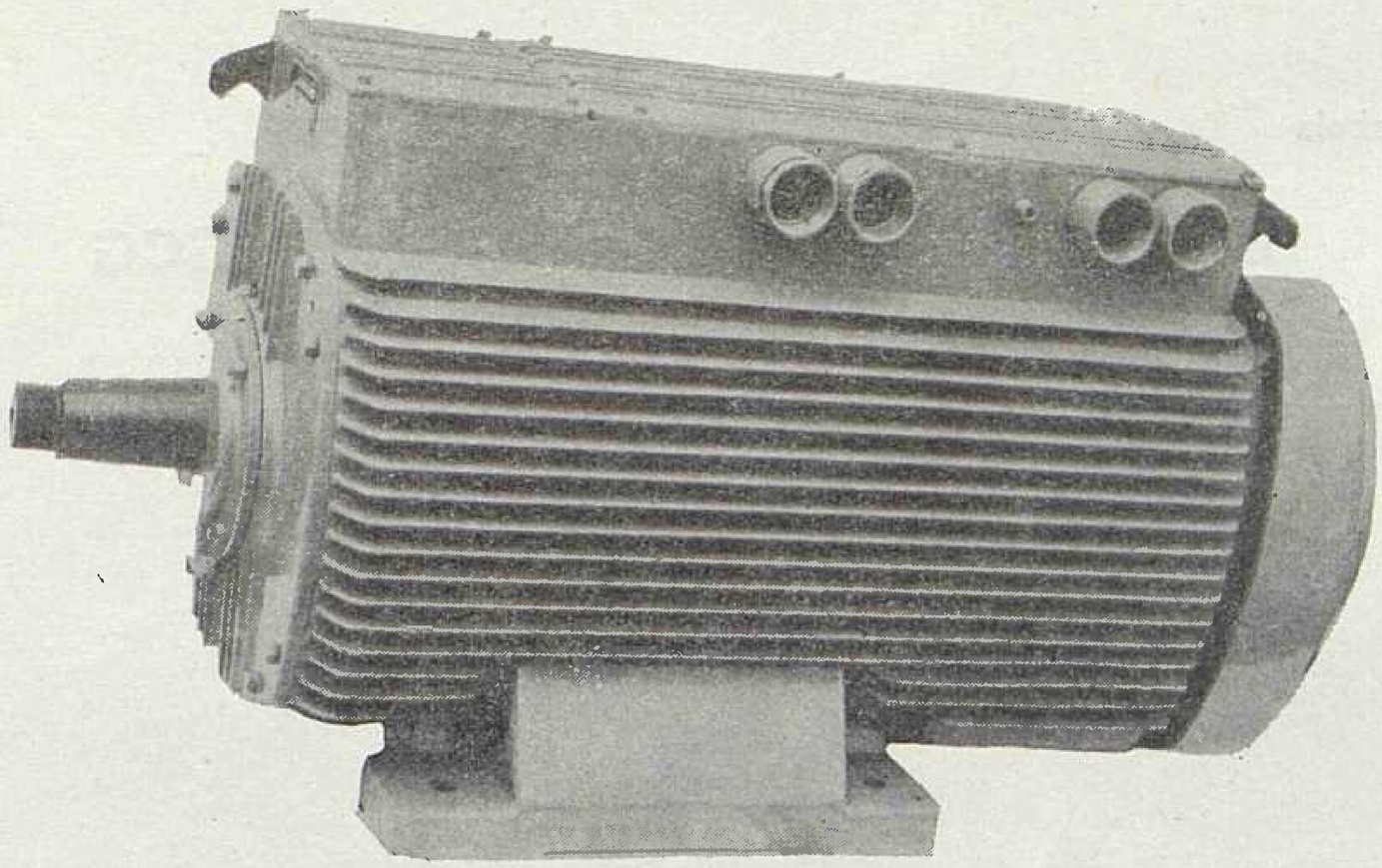
		1968. t	1969. t	Indeks 1968=100
UGLJEN				
kameni,	Raša	506.280	381.070	75,3
mrki,	Golubovec	39.605	14.197	35,8
	Pregrada	52.928	44.235	83,6
	Krapina	37.523	30.269	80,7
	M. Središče	106.576	81.788	76,7
	Koprivnica	12.040	7.982	66,3
	Siverić	32.360	13.476	41,6
	ostali	2.020	—	—
	svega mrki	283.052	191.947	67,8
lignit,	Ivanec	318.588	295.004	92,6
	Koprivnica	49.578	34.913	70,4
	Sinj	13.735	14.010	102,0
	ostali	2.540	—	—
	svega lignit	384.441	343.927	89,5
Ukupno sve vrste		1,173.733	916.944	78,2

	1968. t	1969. t	Indeks 1968=100
NAFTA			
nafta	1,819.000	1,934.000	106,3
sirova nafta	1,819.000	1,934.000	106,3
prirodni plin	330.000	404.000	122.4
benzin	755.000	667.000	88,3
gazolin	13,453.000	12,931.000	96,1
petrolej za osvjetljenje	9.022.000	9,155.000	101,4
petrolej za motore	87,906.000	105,237.000	119,7
špirit	14,836.000	14,173.000	95,5
plinsko ulje	1,108.000	1,076.000	97,1
ulje za loženje	1,252.000	703.000	56,1
maziva ulja	83.000	69.000	83,1
parafin	667.000	509.000	76.3
bitumen	198.000	215.000	108,5
čađa	8,936.000	15,531.000	173,8

Literatura:

1. Godišnjak elektroprivrede Hrvatske 1969.
2. Statistički godišnjak elektroprivrede SFRJ za 1969.
3. Statistički godišnjak SFRJ.

KOLUTNI MOTORI ZA TEŠKE UVJETE RADA



U teškim uvjetima rada na kranovima, pomoćnim pogonima željezara i drugdje, već duže vrijeme se osjećala potreba za kolutnim asinhronim motorima domaće proizvodnje, koji bi se mogli lako izmjenjivati s motorima bilo čije proizvodnje, pod uvjetom da budu sigurni u pogonu, i jednostavni za rukovanje i održavanje.

U Tvornici rotacionih strojeva poduzeća »Rade Končar« razvijen je novi niz asinhronih, trofaznih, kliznokolutnih i zatvorenih motora tipne oznake AKMd, s prigradnim mjerama u skladu s preporukama IEC — publikacija 72 i normama DIN 42681. Naponi rotora i zamašni moment također su u skladu s normama DIN 42681.

Ovi motori predviđeni su za rad u pogonima čije su karakteristike: intermitirani rad, reverziranje, podešavanje brzine vrtnje, povećane vibracije, nečistoća i sl.

Motori zadovoljavaju teškim električnim i mehaničkim zahtjevima pogona, kranovima svih vrsta, valjaoničkih strojeva, lagera i sličnih strojeva. Izolacija namota otporna je na vibracije, vlažnu atmosferu i atmosferu s manjim postotkom kemijskih agresivnih plinova i para.

Statorski namot izrađen je s klasom izolacije B, a rotorski s klasom izolacije F.

Tablični pregled s osnovnim podacima motora Tip AKMd 380 V, 50 Hz.

TABLIČNI PREGLED S OSNOVNIM PODACIMA MOTORA TIP AKMd 380 V, 50 Hz

Tip motora	Nazivna snaga za intermitencije 100/60/40/25 % (kW)		
	6-polni	8-polni	10-polni
AKMd 160 M	5,5/6/7/8		
AKMd 160 L	7,5/8,5/10/11,5		
AKMd 180 L	11/13/15/17,5	7,5/8,5/10/11,5	
AKMd 200 L	15/17,5/20/23	11/13/15/17,5	
AKMd 225 Ma	18,5/22/25/30	15/17,5/20/23	
AKMd 225 Mb	22/26/30/35	18,5/22/25/30	
AKMd 250 Ma	30/34/40/48	22/26/30/35	18,5/22/25/30
AKMd 250 Mb	37/44/50/60	30/34/40/48	22/26/30/35
AKMd 280 S	45/53/63/72	37/44/50/60	30/34/40/48
AKMd 280 M	60/70/80/93	45/53/63/72	37/44/50/60
AKMd 315 S	75/87/100/115	60/70/80/93	45/53/63/72
AKMd 315 M	90/105/120/140	75/87/100/115	60/70/80/93

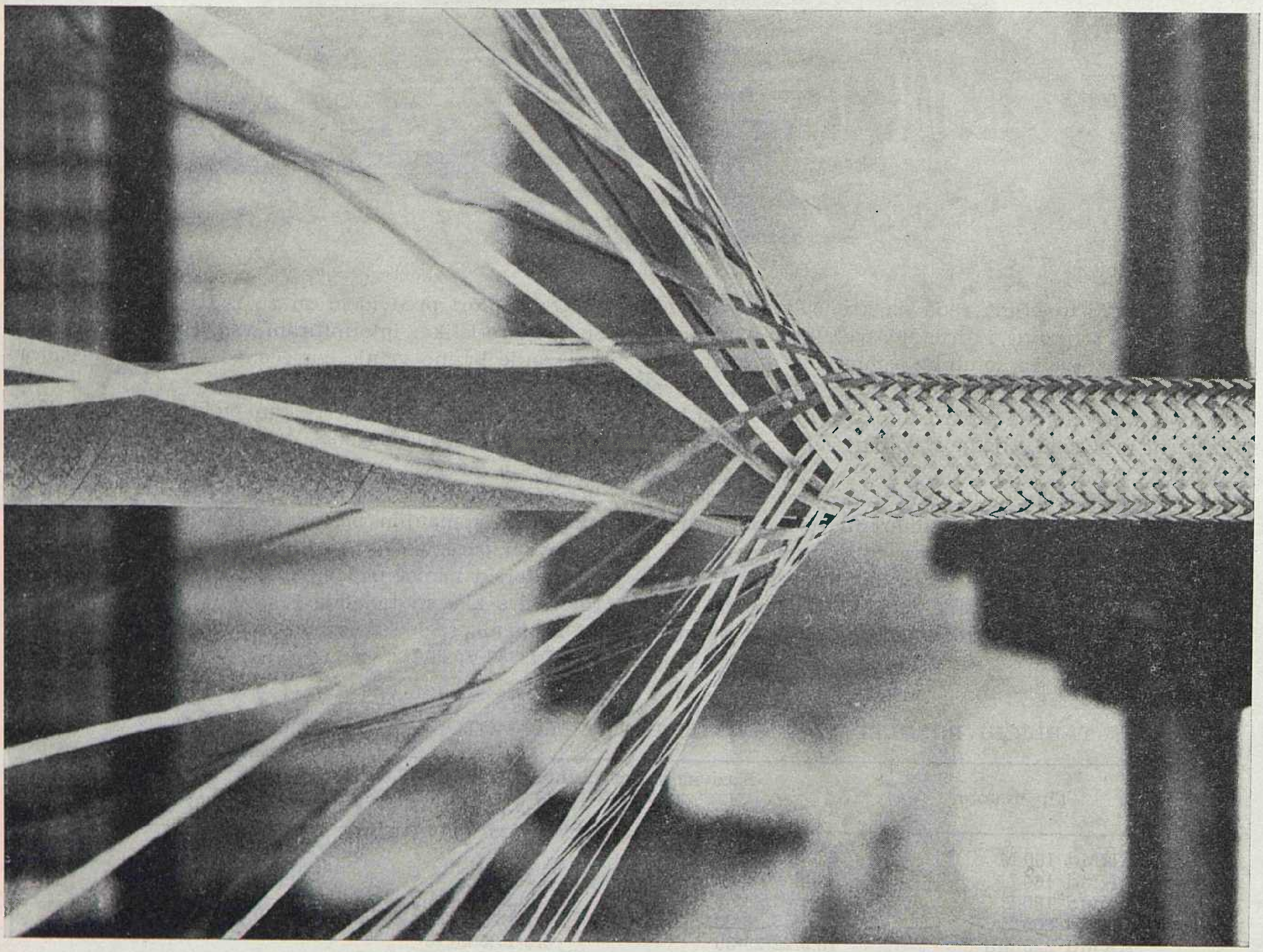
»RADE KONČAR«

PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME, PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA — ZAGREB

ELKA
ZAGREB

Novo u proizvodnji kabela

Brodski kabeli MGCG, MGG i FMGCG



Izgradnjom i puštanjem u pogon novih linija za kontinuiranu vulkanizaciju elastomera, tvornica »Elka« je otvorila vrata primjeni suvremenih izolacija za kabele i vodove. Jedan od novih proizvoda iz novoizgrađenog pogona »gumara« na Žitnjaku su brodski kabeli za energetiku i dojavne uređaje sa butilnom izolacijom.

OPĆENITO

Električne instalacije na suvremenim brodovima, plovnim objektima i lučkim uređajima doživljavaju neprestana poboljšanja svojih svojstava i kvaliteta. Osobito važnu ulogu za ispravan rad svih električnih uređaja na brodu imaju kabeli jake i slabe struje.

Razvoj novih materijala kao i tehnologija njihove prerade omogućila je izradu kabela veće strujne opteretivosti, otpornosti na starenje i niz vanjskih štetnih utjecaja.

Moderno opremljeni brod zahtijeva velike količine kabela za prijenos snage, telefoniju, signalizaciju i elektronske uređaje. S druge strane, brodski prostori su obično skučeni i nepogodni za montažu kabela.

Stoga je vrlo važno da kabeli budu što lakše izvedbe i pogodni za polaganje i montažu. Prema smanjenju težine, uštedi na vremenu kod polaganja i priključivanja, uz već spomenutu pouzdanost u radu, kabeli tipa MGCG, MGG i FMGCG predstavljaju veliki napredak u odnosu na starije izvedbe.

Raniji kabeli su se izrađivali sa izolacijama iz azbesta, lakiranog platna i raznih mješavina gume na bazi prirodnog kaučuka.

Nove mješavine iz grupe elastomera (na bazi sintetskih kaučuka, kao što su: izobutilen — izoprenski kaučuk, kratko nazvan butil, zatim polikloroprenski kaučuk — neopren i drugi), omogućuju izradu kabela koji ispunjavaju zahtjeve današnjeg nivoa tehnike i ekonomičnosti.

Jedan od rezultata tih nastojanja su kabeli tipa MGCG, MGG i FMGCG koji su uvršteni u našu novu proizvodnju.

Naša tvornica stalno prati razvoj i usavršavanja novih i kvalitetnih izolacionih materijala u svijetu. Među važnijima se u posljednje vrijeme najviše spominju etilen propilenski elastomer, koji će zbog svojih odličnih svojstava u skoro vrijeme dati još bolje izvedbe brodskih kabela.

PRIMJENA

Kabeli tipa MGCG namijenjeni su prijenosu snage, upravljanju i signalizaciji na brodovima i drugim plovnim objektima, dokovima itd., u zaštićenom ili slobodnom polaganju.

Kabeli tipa MGG se upotrebljavaju jednako kao i MGCG kabeli, s tom razlikom što nemaju električnu zaštitu od smetnji. S obzirom na to, mogu se polagati na onim dijelovima broda, gdje propisi klasifikacionih društava dopuštaju upotrebu kabela bez zaštite od radio i sličnih smetnji. Dopuštena trajna temperatura izolacije od 80° C omogućuje primjenu ovih kabela i na mjestima jake insolacije, vrućih kotlovskih prostorija, strojarnica i sl., vodeći računa o odgovarajućoj redukciji specifičnog opterećenja vodiča.

Kabeli tipa FMGCG upotrebljavaju se za dojavne uređaje na brodovima i drugim plovnim objektima, odnosno lučkim uređajima.

IZVEDBA

Bakrene žice su pokositrene radi sprečavanja međusobnog djelovanja bakra na butilnu izolaciju, odnosno brzog starenja gume.

Butilna izolacija je nanesena na vodič bešavno u postupku kontinuirane vulkanizacije na strojevima najmodernije konstrukcije. Izrađuje se u propisanim bojama.

Unutrašnji plašt koji ujedno ispunjuje prostor između žila izrađen je iz gume koju je kod montaže lako odstraniti, bez opasnosti da se oštete izolacije žila.

Odjelne folije, separatori, imaju zadaću da spriječe lijepljenje Cu-opleta za unutrašnji, odnosno vanjski plašt. Gusti bakreni oplet služi za sprečavanje ili prigušenje električnih smetnji koje izazivaju izobličenje signala u telefonskim ili VF uređajima.

Vanjski plašt štiti jezgru kabela od mehaničkih povreda, prolazne visoke temperature, kemijskih agresivnosti, vode i vlage, sunčane svjetlosti i ostalih atmosferilija.

Radi svoje glatkoće i savitljivosti kabel se dade lako uvlačiti u cijevi i prolaze, i montirati u skučenim prostorima.

Konstrukcije i izvedbe kabela MGCG, MGG i FMGCG odgovaraju preporukama IEC, Publikacije 92-3 odnosno DIN-normama 89158, 89160 i 89159, a kvalitetom zadovoljavaju zahtjeve kao što su: LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING, AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, GERMANISCHER LLOYD, DET NORSKE VERITAS.

IZOLACIJA

Butilna guma se odlikuje velikom postojanošću prema povišenoj radnoj temperaturi, odnosno starenju. Trajna temperatura vodiča od 80° C znači bolje iskorištavanje presjeka vodiča, a time i ekonomičniji kabel. Uz vrlo dobra električna svojstva posjeduje otpornost na djelovanje ozona, a praktički je neosjetljiva na upijanje vlage.

Kod kratkotrajnih preopterećenja ili kratkog spoja, temperatura butilne izolacije smije doseći i do 180° C. Mješavine na bazi butilnog kaučuka zadržavaju svoju elastičnost i kod temperature od minus 30° C, što znači da se montaže mogu obavljati, praktički, kod svih temperatura.

PROIZVODNI ASORTIMAN MGCG i MGG KABELA

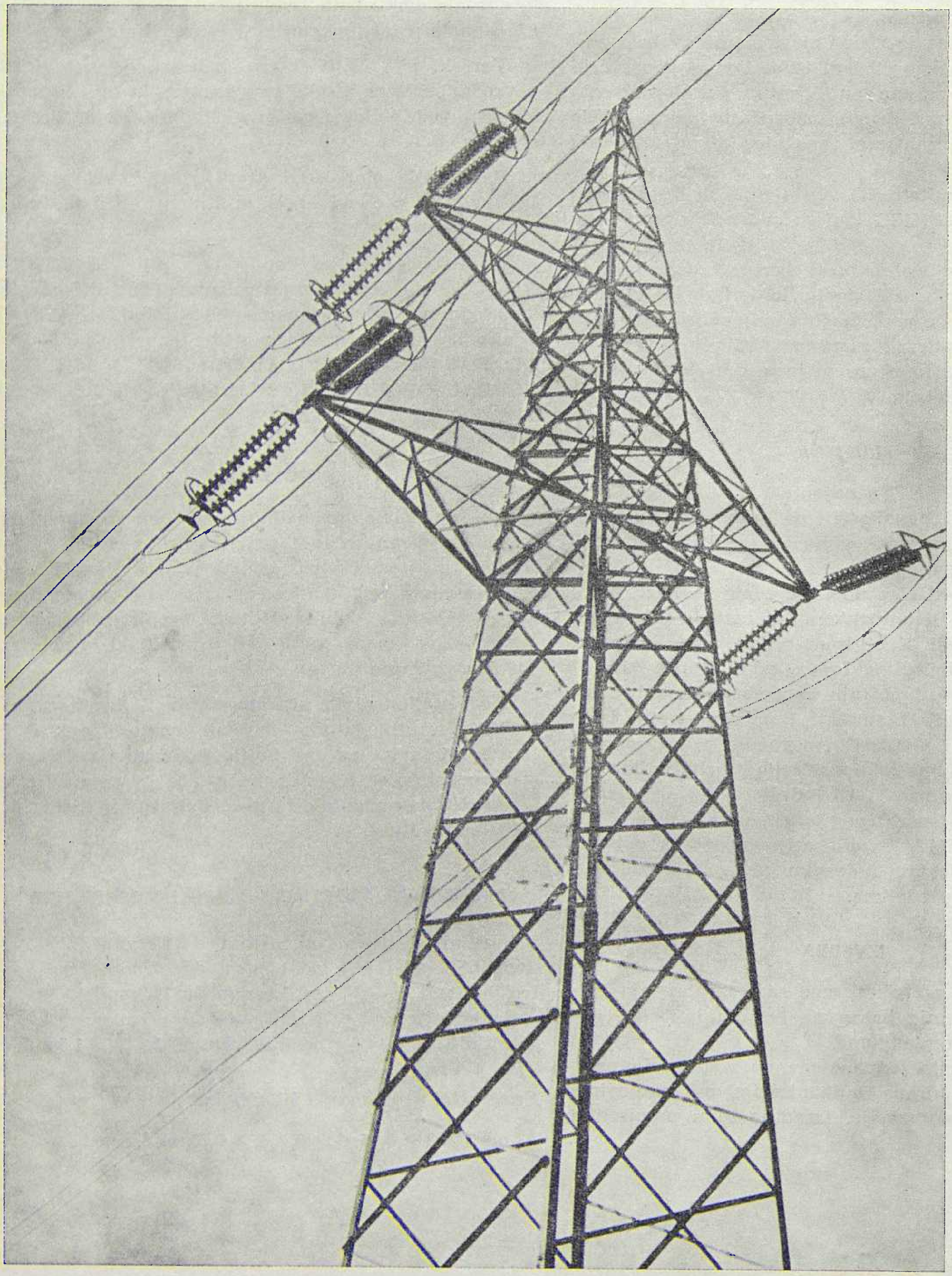
jednožilni	od 1,5 mm² do 150 mm²
dvožilni	od 1,5 mm² do 25 mm²
trožilni	od 1,5 mm² do 120 mm²
četverožilni	od 1,5 mm² do 95 mm²
višežilni	od 5 × 1,5 mm² do 25 × 1,5 mm²

Proizvodni asortiman FMGCG kabela

od 2 × 2 × 0,75 do 20 × 2 × 0,75 mm².

DALEKOVOD

DALEKOVOD
ZAGREB



ELEKTRO-PRIVREDNO PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE, GRADNJU, MONTAŽU I PROIZVODNJU

ZAGREB, PROLETERSKIH BRIGADA 37

BRZOJAV: DALEKOVOD ZAGREB • TELEFONI 513-822, 511-455 • POŠTANSKI PRETINAC 208