ENERGIJA

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

GODIŠTE 21. GODINA 1972.

SADRŽAJ »ENERGIJE« U 1972. GODINI

Studije i istraživanja

Begović K.: Rasklopna postrojenja 400 kV u cjevnoj izvedbi . . . . . Strana 80

Borojević D. — Brkanović P.: Utjecaj tonfrekventnog upravljanja u distributivnim mrežama na projektiranje kućnih elektroinstalacija 1

Čupin N.: Osnove algebre sklopova 369

Damjanović B.: Gradske distributivne transformatorske stanice 6—10/0,4 kV u nekim evropskim zemljama 159

Jelušić F.: Stavljanje u pumpni pogon grupe strojeva sa reverzibilnim pumpnim turbinama i pumpama 354

Jung M.: Rezultati ispitivanja napona opasnosti u žičanim TT-vezama, koji se mogu pojaviti u nekim distributivnim mrežama SR Hrvatske kod prijelaza na pogon s neizravno uzemljenim zvjezdištem 284

Jung M. — Hebel Z.: Maksimalne struje kratkog spoja u jugoslavenskoj mreži 220 i 380 kV, što se očekuje oko godine 1990. 205

Markovčić B.: Bilanca jalove snage područja sjeverne Hrvatske i potrebe kompenzacije u bližoj budućnosti 150

Markovčić B.: Mogućnost prijenosa električne energije u zapadni dio Jugoslavije s obzirom na pomanjkanje jalove snage 201

Matanić D.: Niskotemperaturna korozija generatora pare i njezino sprečavanje 298

Moser J.: Analiza potrošnje električne energije i strukture instaliranih kućanskih aparata u kućanstvima naselja Tenja kraj Osijeka . . 17

Nevešćanin J.: Praktični rezultati i neke specifičnosti dosadašnjeg razvoja konzuma kućanstva nove stambene izgradnje 337

Ožegović M.: Univerzalni program za proračun struja i napona u režimu kratkog spoja . . . 269

Piperski P.: Električna postrojenja za sopstvenu potrošnju TE »Kosovo« 304

Požar H., Filipović V. i Bodlović P.: Metoda konstantne i varijabilne energije za analizu prilika u elektroenergetskom sistemu prilagođena proračunu na elektroničkom računalu 61 i 135

Sekso A.: Problematika uzemljivača transformatorskih stanica na terenima većih specifičnih otpora u uvjetima otporno uzemljenog zvjezdišta 221

Škarica D.: Budućnost primjene procesnog računala kod upravljanja distributivnom elektroenergetskom mrežom 277

Šprung F.: Razmatranje o kondenzaciji vlage na rasklopnim postrojenjima u zatvorenom prostoru 33

Tropin K.: Zaštita na radu od dejstva elektromagnetskih polja industrijske učestanosti u elektroenergetskim postrojenjima vrlo visokih napona 227

Pogonska problematika

Arnold M.: Montaža mjerno-regulacijske opreme i prva iskustva s njom u TE Sisak . . . 22

Arnold M.: Neka iskustva s podešavanjem regulacijskih krugova na bloku T. u TE Sisak . . 287

Arnold M.: Zahtjevi na modernu termoelektranu lacijskih krugova na bloku I. u TE Sisak . . 287

Hangi V.: Električna zaštita postrojenja za različite slučajeve uništenja mjernih transformatora 210

Lastrić M.: Dimenzioniranje vodiča za uzemljenje i kratko spajanje vodova i sabirnica visokog napona u mreži »Elektroprivrede« Zagreb 29

Perinić V.: Kvar u TS Zabok 110/35/10 kV . . . 37

Ekonomsko-financijska problematika

Boranić V.: Svjetske rezerve nafte 216

Lešić A.: Razvoj i stanje naftovoda u svijetu s posebnim osvrtom na Evropu 170

Mijić D.: Recipročni odnosi između elektriciteta i čovjekove okoline 240

Prema publikaciji ZJE: Razvoj nuklearne energetike u svijetu 236

Prema publikaciji ZJE: Rezerve urana u Jugoslaviji 237

Strana

Šimović J.: Samoupravno i društveno usmjeravanje raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke u elektroprivrednim organizacijama SR Hrvatske 135

Vijesti iz poduzeća i elektroprivrede

Horvat V.: Iz poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije SRH (XL sjednica) 184

Horvat V.: Iz poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije SRH (XLI sjednica) 248

Lastrić N.: Pripreme za kompenzaciju jalove snage 322

——: XXXIX redovna sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, Udružene elektroprivrede SR Hrvatske 105

Savjetovanja i konferencije

Strana

Krulc Z.: Osvrt na XI međunarodnu konferenciju o zaštiti od munje 396

Krulc Z.: Osvrt na rad međunarodne gromobranske konferencije u nekoliko posljednjih godina 398

Lenac A.: Savjetovanje o tipizaciji niskonaponskih distributivnih mreža 238

Mijić D.: VIII svjetska konferencija za energiju . 41

Sekso A.: Savjetovanje o uzemljenjima u distributivnim mrežama i instalacijama u zgradama 261

Vrhovac S. — Božin I.: Izvještaj o IV ženevskoj konferenciji o mirnodopskom korištenju nuklearne energije 123

—— : Treće savjetovanje o kvaliteti električne energije 236

Zloković V.: VII međunarodna konferencija o industrijskoj energetici 402

GOD. 21 (1972) energija BROJ 1—2

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONA DRUŠTVENA PITANJA ELEKRTOPRIVREDE HRVATSKE

UTJECAJ TONFREKVENTNOG UPRAVLJANJA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA NA PROJEKTIRANJE KUĆNIH ELEKTROINSTALACIJA

Dragan Borojević — Pavao Brkanović, Zagreb

Prikazani su elementi i karakteristike mreže tonfrekventne komande (MTK). Govori se o potencijalnim mogućnostima MTK za upravljanje potrošnjom kućanstava. Analizom strukture potrošnje pokazuje se da i kod nas postoji konkretni interes za usmjeravanje potrošnje korištenjem mogućnosti koje pruža MTK. Dana su osnovna rješenja koja mogu distributivnim poduzećima koristiti pri izradi smjernica za upotrebu tonfrekventnog upravljanja u kućanstvima.

DK 621.316.1

1. Uvod

Sistem mrežne tonfrekventne komande (MTK) omogućava da se sa centralnog mjesta upravlja velikim brojem raznih aparata, što se nalaze na relativno velikoj međusobnoj udaljenosti.

Dosadašnja iskustva su pokazala da je primjena MTK posebno značajna u većim gradskim mrežama, jer pruža niz mogućnosti za ekonomičniju eksploataciju postojećih postrojenja i jer može povećati efekt investicionih ulaganja u nova postrojenja.

Ovom problematikom se već niz godina bave i naša distributivna poduzeća, pa je tako i Elektra-Zagreb u suradnji sa švicarskom firmom Landis & Gyr, kod koje je naručila opremu, razradila planove po kojima su tijekom 1971. instalirani prvi odašiljači i prijemnici tonfrekventnih signala.

Svrha ovog članka je da upozna projektante električnih instalacija s osnovnim karakteristikama MTK, zatim s karakteristikama konzuma u kućanstvu i mogućnostima njegovog usmjeravanja uz korištenje MTK, i da ukaže kako to utječe na projektiranje električnih instalacija u stambenim objektima.

2. Karakteristike i elementi mrežne tonfrekventne komande

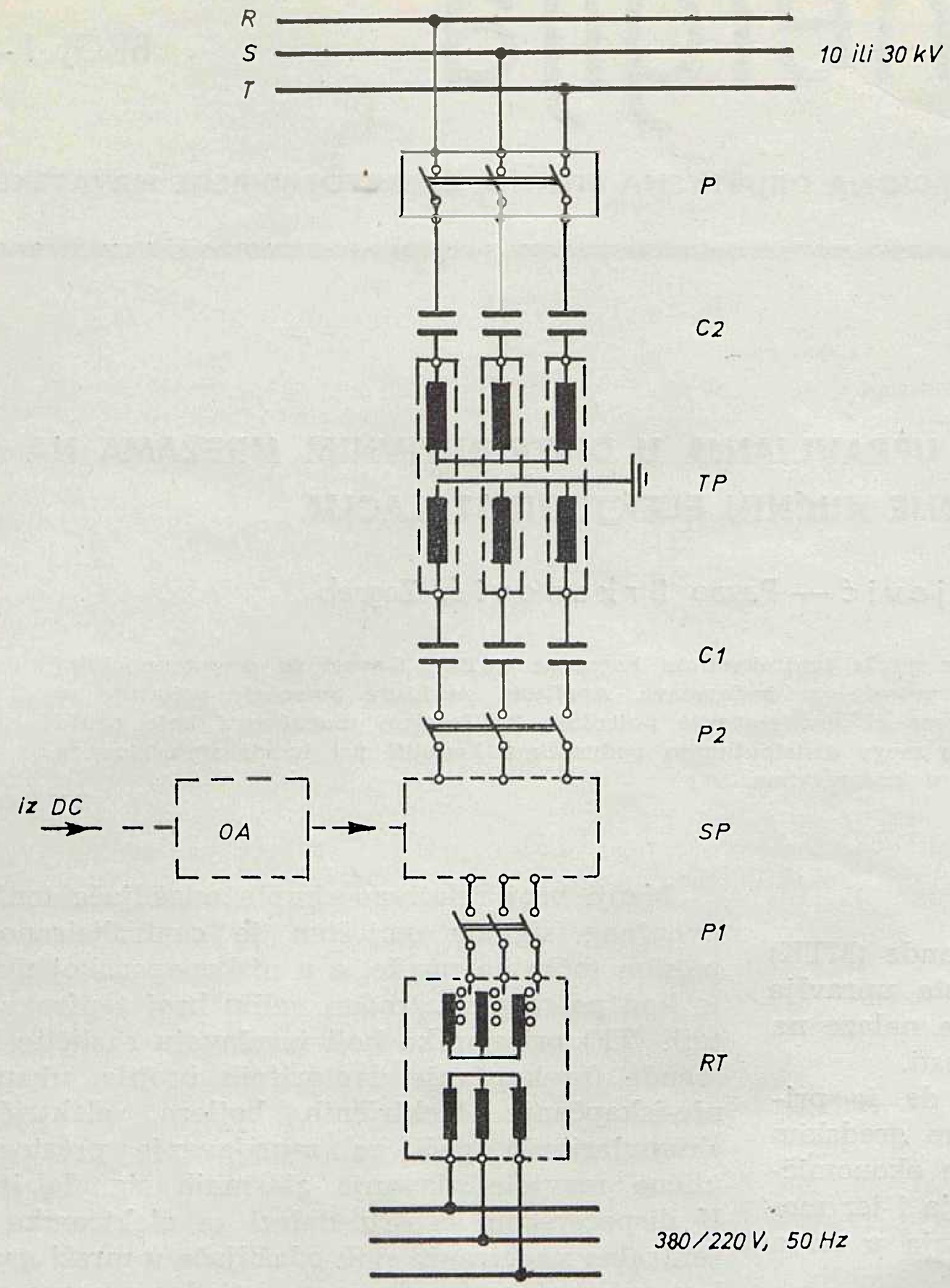
Mrežna tonfrekventna komanda je sistem daljinskog upravljanja velikim brojem malih i pogonski manje važnih aparata na jednom području, kada se može odustati od povratnog javljanja i kada se signali vremenski modulirane tonske frekvencije (impuls — interval) šire po energetskim, a ne po posebnim signalnim vodovima.

Manji broj relativno skupih odašiljača tonfrekventnog signala smješten je centralizirano u pojnim točkama mreže, a u niskonaponskoj mreži je kod potrošača ugrađen veliki broj tonfrekventnih (TF) prijemnika koji izvršavaju različite komande (prekapčanje dvotarifnih brojila, ukapčanje-iskapčanje električnih bojlera, električnih akumulacionih peći za zagrijavanje prostorija, ulične rasvjete, davanje alarmnih signala itd.). U dispečerskom centru nalazi se elektronika za centralno nadziranje svih odašiljača u mreži grada i za automatsko (po dnevnom i tjednom programu) i ručno iniciranje emisije odašiljača. Elektronika u dispečerskom centru povezana je telefonskim vodovima s odašiljačima.

Odašiljačko postrojenje (kakvih je za Zagreb naručeno više od firme Landis & Gyr) proizvodi tonfrekventne impulse (300 Hz) i dovodi ih na sabirnice (30 ili 10 kV). Sastoji se od (sl. 1):

- regulacionog transformatora RT i statičkog pretvarača SP,
- članova za povezivanje sa sabirnicama višeg napona (filtera) koji se sastoje od niskonaponske trofazne kondenzatorske baterije C1, visokonaponske trofazne kondenzatorske baterije C2, i od transformatora za povezivanje TP,
- odašiljačke automatike koja sadrži upravljačke aparate potrebne za svako postrojenje.

Pretvarač se preko regulacionog transformatora napaja sa sabirnica niskog napona. Regulacijom napona na transformatoru podešava se, prilikom puštanja uređaja u pogon, amplituda izlaznog tonfrekventnog signala. Statički pretvarač



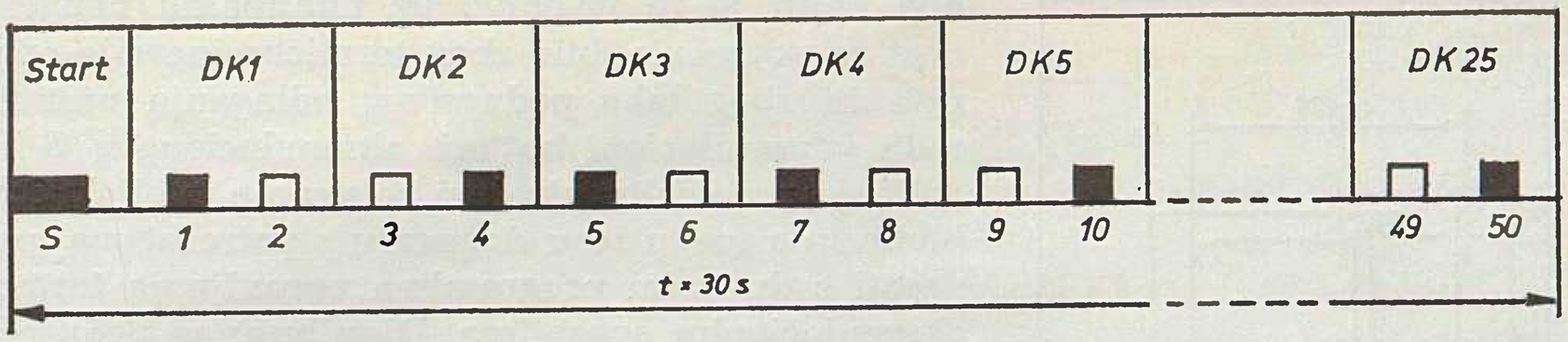
P - prekidač
C2 - visokonaponski kondenzator
TP - transformator za povezivanje
C1 - niskonaponski kondenzator
P2 - prekidač
P1 - prekidač

SP - statički pretvarač
RT - regulacioni transformator
OA - odašiljačka automatika
DC - dispečerski centar

Sl. 1 Principjelna shema odašiljačkog postrojenja

proizvodi napon tonske frekvencije i vremenski ga modulira (impuls-interval). Tonfrekventni signali dovode se na visokonaponske sabirnice preko članova za povezivanje (filter). Filter se sastoji od primarnog i sekundarnog kruga udešenih na tonsku frekvenciju. Primarni (niskonaponski) krug sadrži kapacitet niskonaponskih kondenzatora C1 i induktivitet niskonaponskog namota transformatora za povezivanje TP, a sekundarni (visokonaponski) krug kapacitet visokonaponskih kondenzatora C2 i induktivitet visokonaponskog namota transformatora za povezivanje TP. U niskonaponskom krugu teku struje samo tonske frekvencije, a u visokonaponskom krugu tonske i pogonke frekvencije. Visokonaponski krug je djelitelj napona gdje najveći dio visokog napona pogonske frekvencije preuzima kapacitet. Transformator za povezivanje TP djeluje kao izolacioni transformator između visokog i niskog napona. Visokonaponski krug je stalno pod naponom (visokonaponski prekidač P ukopčan) osim kod ulaza u postrojenje i kod prorade zaštite. Prekidači niskonaponskog kruga P1 i P2 uključuju se automatski za vrijeme emisije.

Budući da odašiljač radi na visokonaponskim sabirnicama paralelno s čitavom mrežom, treba biti dimenzioniran s obzirom na kratkotrajno opterećenje strujom tonske frekvencije, a visina tonfrekventnog signala (nakon naponskih transformacija i smanjenja zbog pada napona) u svim dijelovima niskonaponske mreže mora biti dovoljna za proradu tonfrekventnih prijemnika.



Sl. 2 Impulsni telegram

Impulsni telegram (sl. 2) što ga emitira odašiljač traje do 30 sekundi. Sastoji se od jednog dužeg startnog impulsa i kraćih komandnih impulsa sa 25 dvostrukih komandi (Uklop-Isklop). Predviđen je duži startni impuls zato da ne bi dolazilo do prorade prijemnika zbog kratkih impulsa smetnji koji nastaju u mreži. Ako je došlo vrijeme da se po dnevnom programu dade npr. komanda za iskapčanje termoakumulacionih aparata u kućanstvima, neka je to npr. DK11-Isklop, tada će odašiljač nakon start-impulsa emitirati čitav telegram od 25 DK pri čemu će emitirati DK11-Isklop, a ostale dvostruke komande će ponoviti kao u prethodnoj emisiji. Ponovljene dvostruke komande neće utjecati na aparate koji su u uklopnim stanjima koja odgovaraju ponovljenim komandama, a mogu dovesti u ispravan uklopni položaj aparate koji u prethodnoj emisiji nisu bili preklopljeni zbog preniskog tonfrekventnog signala (vršno opterećenje u mreži), ili zbog toga što je dio niskonaponske mreže bio isklopljen za vrijeme prethodne emisije.

Prijemnici tonfrekventnog signala (sl. 3) sastoje se od:

- ulaznog filterskog kruga U za selekciju tonfrekventnih naponskih impulsa,
- grebenastog birača GB za procjenu impulsa po principu impuls-interval,
- komandnih sklopnika A, B, C za prekapčanje strujnih krugova.

Ulazni filterski krug TF prijemnika je izveden tako da sigurno reagira kod tonfrekventnog napona od barem 1% nominalnog napona mreže (Lit. 3).

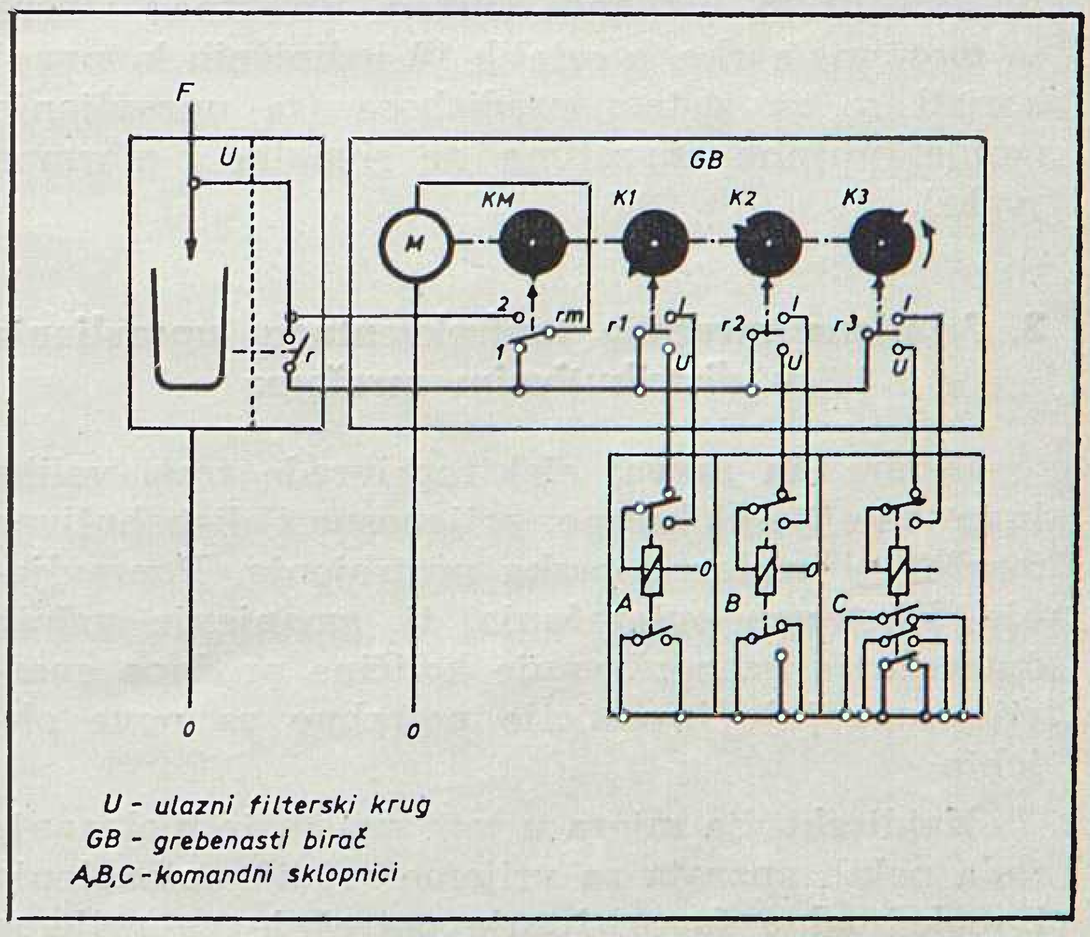
Grebenasti birač sastoji se od motora M, grebenastog kotačića KM, grebenastih kotačića K1. ..., K3 (sve na osovini motora) i pripadnih kontakta r_m, r1. ..., r3 (broj grebenastih kotačića i pripadnih kontakta je jednak broju dvostrukih komandi za koje je TF prijemnik građen. Na sl. 3. je nacrtan, a i opisuje se, TF prijemnik za tri dvostruke komande). Grebenasti kotačići K1. ... K3 imaju na sebi jedan greben i jedan žlijeb koji pripadne kontakte r1. .... r3 mehanički stavljaju u položaj Uklopljeno ili Isklopljeno.

Komandni sklopnici su preklopni releji s jakostrujnim kontaktima za direktno upravljanje nekim aparatom ili indirektno preko dodatnih vanjskih sklopnika.

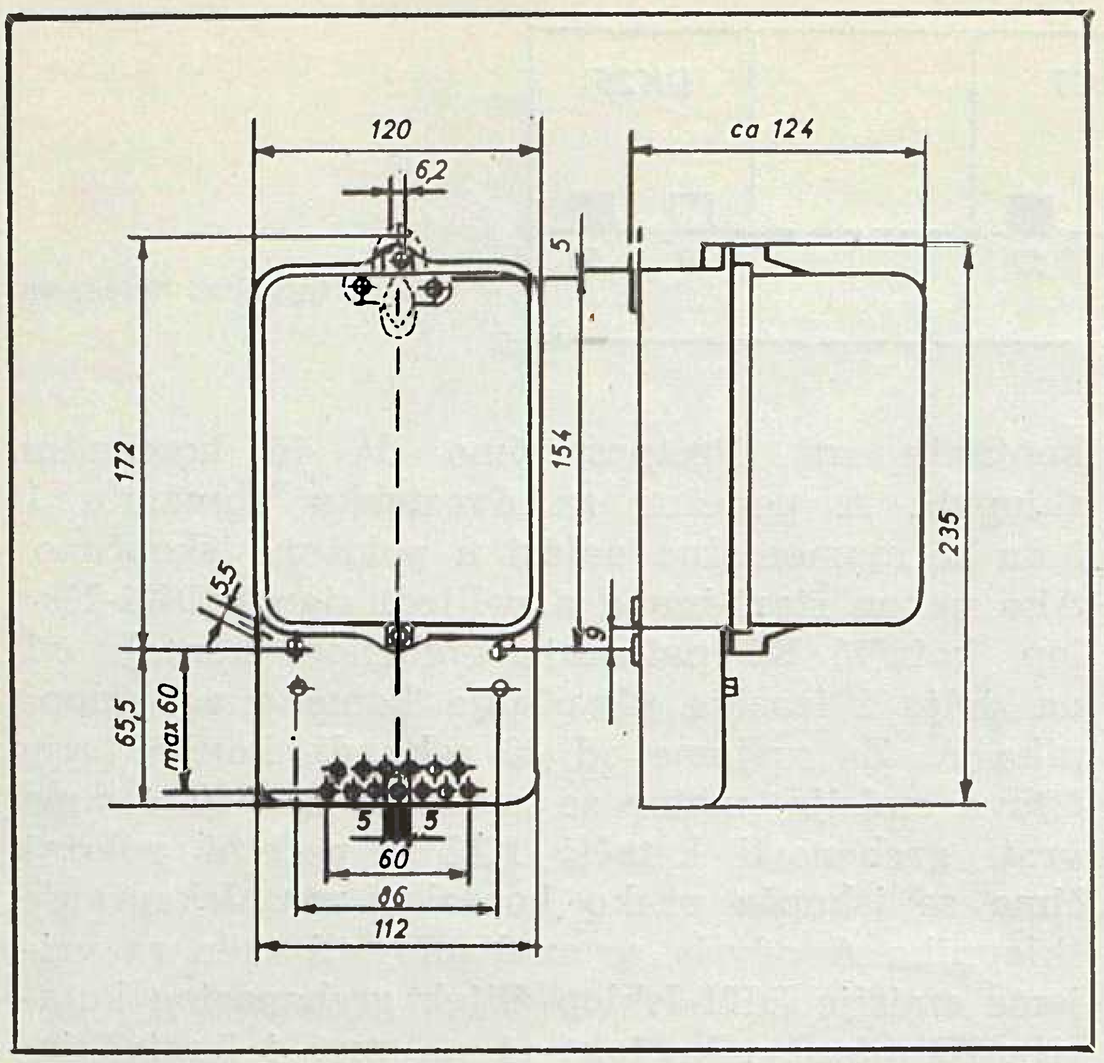
Na početku emitiranja start-impulsa zatvara se kratkotrajno kontakt r pa motor dobija napon preko kontakta rm, počinje se okretati, te se zatvara kontakt rm i motor se nastavlja okretati dok se ne zakrene za 360°, kada se iskopča preko kontakta rm. Pretpostavimo da je komandni sklopnik A podešen za dvostruku komandu 1 i da se momentalno nalazi u položaju iskopčano. Ako nakon start-impulsa uslijedi signal DK1-Uklop, kotačić K1 potiskuje grebenom kontakt r1 na dolje i izaziva ukapčanje komandnog sklopnika A. Za vrijeme od 30 sekundi, koliko traje čitava emisija, motor se zaokrene za 360° i time vrati grebenasti kotačić KM u početni položaj čime se iskopča preko kontakta rm. Iskapčanje sklopnika A odvija se analogno, ali sada za vrijeme emisije DK1-Isklop žlijeb grebenastog kotačića K1 otpušta kontakt r1 na gore i izaziva iskapčanje. Tako se ukapča i iskapča sklopnik B i C ali su grebenasti kotačići K2 i K3 zakrenuti na osovini tako da greben, odnosno žlijeb, djeluju na kontakte r2 i r3 za vrijeme emisije odgovarajućih komandi.

Ako za vrijeme trajanja emisije TF signala prijemnik ostane bez napona, izvršit će samo one komande koje je dobio prije nestanka napona. Kad se napon ponovno uspostavi, prijemnik se postavlja u nulti položaj. Ako se sada ponovi prvotna emisija komandi, prijemnik će izvršiti one komande koje prije nije izvršio zbog nestanka napona. Zato se više puta dnevno automatski ponavljaju emisije komandi.

Proizvođač Landis & Gyr proizvodi TF prijemnike s jednim, dva ili tri grebenasta kotačića tj. za jednu, dvije ili tri dvostruke komande. Za masovnu namjenu (kućanstva) preporučuju se prijemnici za 3DK (Lit. 3). Proizvode se jednopolni komandni sklopnici s radnim ili radnim i



Sl. 2 Principijelna shema tonfrekventnog prijemnika



Sl. 4 Mjerna skica TF prijemnika s izolacionim kućištem

mirnim kontaktom, te dvopolni i tropolni sklopnici. Kontakti su dimenzionirani za 20 A ($\cos \varphi = 1$) i 10 A ($\cos \varphi = 0{,}3$). Prijemnici mogu biti s pokazivačima položaja komandnih sklopnika. Mjerna skica TF prijemnika, za maksimalno 3DK, proizvodnje Landis & Gyr je prikazana na Sl. 4. Proizvode se i prijemnici za posebne svrhe: ugradnju u rasvjetne stupove, alarmiranje itd.

U praksi distributivnih poduzeća koriste se dva sistema kodiranja (Lit. 4), sistem direktnog izbora i sistem predizbora. Prvi sistem je već opisan i njime se može dobiti 25 dvostrukih komandi. Zbog jednostavne izvedbe prijemnika pogodan je za masovnu primjenu. Sistem predizbora koristi dva jedinična impulsa. Prvi impuls čini adresu, a drugi zapovijed. Najveći broj distributvnih poduzeća (Lit. 4) od ukupno 50 jediničnih komandi koristi 40 jediničnih komandi u obliku 20 dvostrukih komandi (sistem direktnog izbora za masovne svrhe, a ostalih 10 jediničnih komandi koristi se za sistem predizbora (za upravljanje manje brojnim aparatima, za signalne i alarmne svrhe).

3. Primjena mrežnog tonfrekventnog upravljanja u distributivnim mrežama

Dinamičan razvoj elektroprivrede traži velike investicije za elektrane, prijenosne i distributivne mreže i transformatorska postrojenja. Popravljanje dijagrama opterećenja, tj. smanjenje vršnih opterećenja uz održavanje količine prodane energije, smanjuje investicije potrebne za nove objekte.

Najdirektnija mjera u tom smislu je blokiranje rada nekih aparata za vrijeme vršnih opterećenja i maksimalno favoriziranje potrošnje za vrijeme malih opterećenja. To dolazi u obzir za aprate kod kojih je to izvodivo uz minimalnu neugodnost za potrošače, bilo zbog termičke inercije aparata ili zbog lako podnosivog odlaganja njihova rada (akumulacioni bojleri, akumulacione peći za grijanje prostorija, strojevi za pranje rublja). Ova blokiranja mogu se u dogovoru s potrošačima, povezati s dnevnim programima upravljanja termoakumulacionim aparatima. Distributivna poduzeća preuzimaju od pojedinačnih potrošača ukapčanje i iskapčanje termoakumulacionih aparata pri čemu prema dogovoru garantiraju 6, 9 ili 12-satnu dnevnu uključenost aprata, prije svega za vrijeme malih opterećenja u mreži (vidi Lit. 4). Grupe aparata koje se uključuju pojedinim komandama trebaju biti tako formirane da ne izazivaju dodatna vršna opterećenja u dnevnom dijagramu, odnosno ispade pojedinih dijelova mreže prilikom ukapčanja neke grupe aparata. Ovo se rješava npr. tako, da se posebnim komandama u određenim vremenskim razmacima ukapčaju grupe termoakumulacionih aparata sa 6, 8 odnosno 12-satnim dnevnim vremenom uključenja (Lit. 4), ili da se posebnim komandama ukapčaju termoakumulacioni aparati u zgradama s parnim uličnim brojem i u kućama s neparnim uličnim brojem, pri čemu se obje grupe uključuju dnevno 6 sati (Graz). Ovakvim mjerama, ostvarivim korištenjem mrežne tonfrekventne komande, distributivna poduzeća su postigla znatne efekte. Ocijenjeno je (Lit. 5) da se za vrijeme vršnog opterećenja srednje opterećenje po bojleru, svedeno na sabirnice transformatorske stanice »visoki napon/srednji napon«, kreće oko 0,4 kW. Ovaj podatak su potvrdila mjerenja provedena u velikoj mreži sa skoro 10 000 bojlera vrlo raznolike zapremine i snage (prosječna snaga 1,4 kW). Ta mjerenja na srednjenaponskim sabirnicama distributivnih stanica pokazuju da je za vrijeme dnevnog vršnog opterećenja uključeno oko 29% od ukupne instalirane snage bojlera, tj. oko 0,4 kW po bojleru. U Aarau (Lit. 4) deblokiraju se tijekom noći grupe bojlera s ukupnom instaliranom snagom 13,2 MW pri čemu prosječno opterećenje iznosi 11 MW, odnosno 1,5 kW po bojleru, a za vrijeme vršnih opterećenja se blokiraju velike električne peći i strojevi za pranje rublja s instaliranom snagom iznad 4 kW.

Indirektna mjera za popravljanje dijagrama opterećenja je primjena dvotarifnog sistema i forsiranje niže tarife. Ova mjera je kod nas već provedena u velikom broju kućanstava upotrebom uklopnih satova. Međutim, oni su nedovoljno precizni i podložni kvarovima pa je registriranje energije često pogrešno, a održavanje satova skupo. Uvođenje mrežne tonfrekventne komande u distributivnu mrežu i zamjena nepouzdanih uklopnih satova relativno jeftinim i mnogo pouzdanijim tonfrekventnim (TF) prijemnicima, je dobro tehničko rješenje koje stvara uvjete za još širu primjenu dvotarifnog sistema.

Pored ovih primjena MTK sa svrhom smanjenja udjela opterećenja kućanstava u vršnom opterećenju, može se ona primijeniti i za upra-

Struktura instaliranih aparata u promatranim grupama kućanstava Tablica 1

Redni broj	Vrsta aparata	Tuzla		Sisak		Karlovac	
		Prosj. inst. snaga (W)	Zastupljenost (%)	Prosj. inst. snaga (W)	Zastupljenost (%)	Prosj. inst. snaga (W)	Zastupljenost (%)
1.	Rasvjeta	245	100	460	100	673	100
2.	Glačalo	516	81,5	900	100	1000	98,2
3.	Štednjak	5960	42,3	6670	57,1	7391	95,9
4.	Bojler (kupaonski)	1500	30,7	1500	10,5	1580	92,1
5.	Televizor	155	18,4	180	46,8	180	89,8
6.	Hladnjak	144	15,4	108	43,4	114	86,8
7.	Usisač	244	17,2	210	27,8	270	82,2
8.	Radio	51	86,3	60	98	60	81,1
9.	Stroj za pranje rublja	2260	2,9	2300	12,1	2248	69,2
10.	Fen (aparat za sušenje kose)	—	—	—	—	350	45,1
11.	Infra grijač	—	—	1000	2,4	1500	56,5
12.	Mikser	—	—	20	4,4	132	41,7
13.	Električna grijalica	1730	12,4	2000	9,8	2020	8,9
14.	Kuhalo (rešo)	786	40,7	1450	47,1	1611	7,6
15.	Bojler (kuhinjski)	—	—	1500	4,6	1500	7,1
16.	Laštilica	—	—	180	2,7	125	4,1
17.	Električni lonac	731	2,8	800	11	500	0,5

vljanje uličnom rasvjetom, iluminacijama, rasvjetom izloga, za alarmiranje pojedinih ekipa distributivnih i elektroprijenosnih poduzeća, JNA-e, SUP-a, vatrogasaca ili PAZ-a.

4. Mogućnost usmjeravanja potroška električne energije u kućanstvima

4.1. Općenito

Kako je već izloženo, uvođenje tonfrekventnog upravljanja u distributivnu mrežu, pored ostalog, omogućava i usmjeravanje konzuma po nekim potrošačkim kategorijama. Nas će ovdje posebno interesirati konzum u kućanstvu čije usmjeravanje može utjecati na izvođenje kućnih instalacija.

Usmjeravanjem konzuma u kućanstvu može se dio opterećenja široke potrošnje prebaciti u doba malih opterećenja, što je uvijek od interesa, jer ekonomično iskorištavanje električnih postrojenja traži što jednoličniji dijagram opterećenja. Da dobijemo uvid u mogućnosti utjecaja na raspored potrošnje električne energije, potrebno je detaljno analizirati karakter i strukturu konzuma i dijagrama opterećenja. Ovom prilikom ćemo se ograničiti samo na glavni dio konzuma široke potrošnje na koji se može utjecati tarifom i kojim je djelomično moguće upravljati s centralnog mjesta.

U analizi su, kod ocjene strukture potrošnje u kućanstvima, upotrebljeni rezultati najnovijih istraživanja konkretnih prilika u nekim našim gradovima (I-6, 7 i 8), kao i preporuke za procjenu konzuma (L9), koje se temelje na podacima iz literature, dok je analiza dijagrama opterećenja prilagođena podacima koji se nalaze u tekućoj evidenciji Elektre-Zagreb, pa je obuhvatila samo sumarna opterećenja na nivou pojnih točaka mreže 10 kV.

4.2. Struktura potrošnje električne energije u kućanstvima

U L-6, L-7 i L-8 su promatrani ograničeni skupovi kućanstava za koje su istraženi:

— broj i struktura električnih aprata kojima su kućanstva opremljena;
— veličina, raspodjela i struktura potrošnje električne energije;
— vršna opterećenja što su ih promatrana kućanstva izazivala u mreži.

Veličine skupova su bile različite, pa su tako u Tuzli promatrana 1002 kućanstva (područja triju TS 10/0,4 kV), u Sisku 410 (područje dviju TS 10/0,4 kV) i u Karlovcu 393 (područje dviju TS 10/0,4 kV).

Na svakom području su bili različito zastupljeni električni aparati što pokazuje tablica 1.

Treba spomenuti da ni na jednom od ovih područja kućanstva nisu imala mogućnost da upotrijebe plin, centralno grijanje (osim u dva objekta u Karlovcu) ni centralno pripremljenu toplu vodu, a također nije bilo ni grijanja prostorija električnim akumulacionim pećima. Bilo je zastupljeno klasično gorivo, no nije istraženo u kojem opsegu.

Kućanstva s navedenim strukturama su ostvarila ovu prosječnu potrošnju električne energije:

Tuzla	1370 kWh/kuć. god.
Sisak	1590 kWh/kuć. god.
Karlovac	2970 kWh/kuć. god.

U narednim talicama 2, 3 i 4 su prikazani konačni rezultati istraživanja koji sadrže iznose

Potrošnja električne energije pojedinih aparata

Tablica 2

Redni broj	Naziv aparata	Potrošnja (kWh/god.)		
		Tuzla	Sisak	Karlovac
1.	Štednjak	1100	1100	1300
2.	Kuhalo	350	600	250
3.	Bojler (kupaonski)	750	900	1300
4.	Hladnjak	750	550	350
5.	Grijalica	650	500	550
6.	Stroj za pranje rublja	120	240	280
7.	Rasvjeta i ostali aparati	500	345	500

Potrošnja električne energije u prosječnom kućanstvu Tablica 3

Redni broj	Naziv aparata	Zastupljenost (%)			Potrošnja (kWh/god.)		
		Tuzla	Sisak	Karlovac	Tuzla	Sisak	Karlovac
1.	Štednjak	42,3	57	95,9	465	627	1245
2.	Kuhalo	40,7	47	7,6	142	282	19
3.	Bojler	30,7	10,5	92,1	230	95	1200
4.	Hladnjak	15,4	43,4	86,8	115	244	304
5.	Grijalica	12,4	9,8	8,9	81	49	49
6.	Stroj za pranje rublja	2,9	14,1	69,2	3	34	19
7.	Rasvjeta i ostali aparati	100	100	100	500	345	500
	Ukupno:	—	—	—	1536	1676	3336

Glavne namjene potrošnje el. energije u ukupnoj potrošnji prosječnog kućanstva u postocima Tablica 4

Redni broj	Namjena potrošnje el. energije	Udio (%)		
		Tuzla	Sisak	Karlovac
1.	Kuhanje	39,6	54,2	38,0
2.	Priprema tople vode (bojler)	15,0	5,7	36,0
3.	Hlađenje	7,5	14,6	9,0
4.	Grijanje	5,3	2,9	1,4
5.	Pranje rublja	0,1	2,0	0,6
6.	Rasvjeta i sitni aparati	32,5	20,6	15,0

potrošnje električne energije po pojedinim aparatima i prikazuju strukturu potrošnje u prosječnom kućanstvu.

Uspoređujući ove rezultate može se konstatirati da su promatrana kućanstva u sva tri grada imala sličan karakter potrošnje. Ostvarene vrijednosti potrošnje po aparatima su istog reda veličine, a izvjesna odstupanja kod nekih su posljedica načina upotrebe ili vrste aparata (štednjak, kuhalo, bojler).

Zastupljenost aparata i iznosi potrošnje u prosječnom kućanstvu pokazuju da se u slučaju Karlovca radi o znatno većem standardu potrošnje električne energije u odnosu na promatrana područja u Sisku i Tuzli. Za takav standard se pokazalo da je pretežni dio energije trošen na kuhanje i pripremu tople vode (74%) kod čega su približno podjednako bile zastupljene obje namjene. U preostale dvije grupe (Tuzla i Sisak) udio energije trošen za kuhanje je još veći i pored znatno manje zastupljenosti štednjaka, ali je zato udio za pripremu tople vode niži, pogotovo kod kućanstava u Sisku, no, to je isključiva posljedica niže zastupljenosti bojlera koja kod grupacije iz Siska iznosi svega 10,5%.

Za usporedbu, navedena je u tablici 5 i struktura aparata s odgovarajućim iznosima instaliranih snaga i potrošnje električne energije prema L-9.

Usporedba podataka za važnije kućanske aparate iz tablice 5 s prethodno navedenim podacima konkretnih istraživanja pokazuje da su istog reda veličine pa i jedni i drugi mogu poslužiti za orijentaciju pri ocjeni konzuma u kućanstvima koja nisu detaljnije istraživana.

Za daljnja razmatranja koristan je i prikaz strukture instalirane snage i potrošnje električne energije po namjenama, koji je prikazan u tablici 6, a preuzet je iz L-9. Kod toga treba naglasiti, da se podaci u tablici 6 odnose na kućanstva s visokim standardom potrošnje, orijentirana samo na primjenu električne energije.

Iznosi instaliranih snaga i potrošnje električne energije za razne kućanske aparate Tablica 5

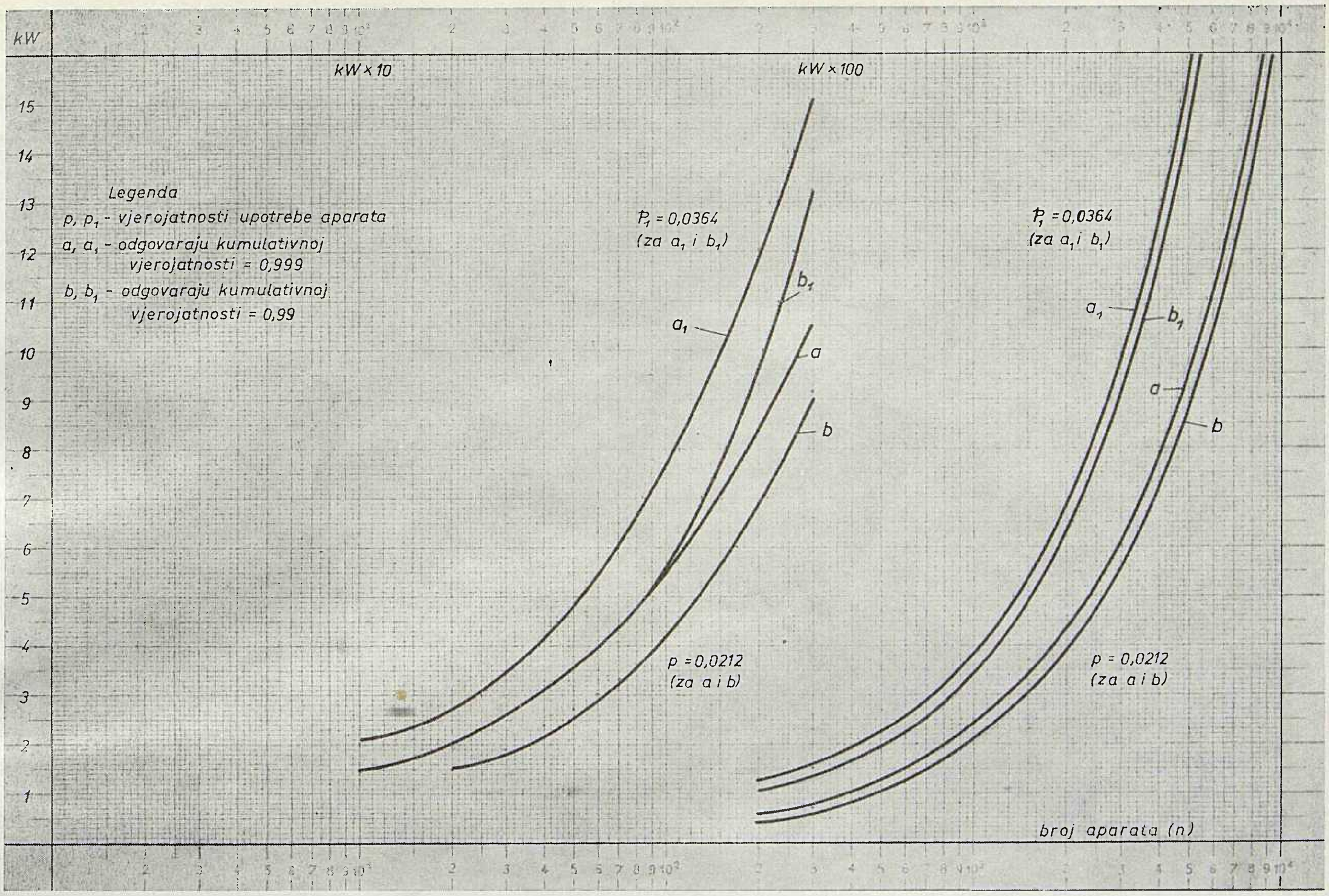
Redni broj	Vrsta aparata	Instalirana snaga (W)	Potvošnja (kWh/god.)
1.	Štednjak	6400	1320
2.	Kuhalo	800	120
3.	Bojler (kupaonski)	1500	900
4.	Bojler (kuhinjski)	1200	360
5.	Hladnjak (kompresorski)	120	240
6.	Infra grijač	1000	140
7.	Sobne peći i peć u kuhinji	4600	5000
8.	Stroj za pranje rublja	2300	350
9.	Centrifuga	100	5
10.	Glačalo	1000	120
11.	Usisač prašine	200	30
12.	Laštilica	200	20
13.	Radio — televizor	250	75

Struktura instalirane snage i potrošnje električne energije za visoki standard A-1 Tablica 6

Redni broj	Grupa el. trošila	Inst. snaga		Potrošnja	
		W	%	kWh/god.	%
1.	Rasvjeta	1000	5	400	4,6
2.	Grijanje prostorija i vode	8300	39	6370	73,0
3.	Kuhanje	7200	34	1080	12,4
4.	Kućanski aparati	4420	20	790	9,0
5.	Ostali aparati	400	2	90	1,0
	Ukupno:	21320	100	8730	100

Tablica 6 pokazuje dominaciju primjene električne energije za zagrijavanje vode i prostorija i kuhanje, jer se na ove namjene odnosi oko 73% instalirane snage i oko 85% potrošnje električne instalirane snage i oko 85% potrošnje električne energije. Ovo je sasvim u skladu s ranije iznesenim rezultatima konkretnih istraživanja, koji također pokazuju slične odnose, iako kod njih grijanje prostorija električnom energijom nije zastupljeno, osim kao dodatno grijanje u prelaznim razdobljima.

Iz toga slijedi, da i eventualni utjecaji na potrošnju električne energije u kućanstvu u našim prilikama mogu imati osjetni efekt samo ako se odnose na štednjake, električne peći za grijanje i bojlere. S druge strane treba dodati da su to upravo aparati čije se uključivanje donekle može prilagoditi dijagramu opterećenja. Uključivanje ostalih aparata ovisi o mnogo više slučajnih faktora pa ih je vrlo teško usmjeravati.



Sl. 5 Opterećenje štednjaka (P = 7000 W; W = 1300 kWh/god.), ovisno o broju aparata

Navedeni zaključci se mogu primijeniti i na kućanstva u drugim gradovima, za koje se može pretpostaviti da imaju sličan karakter potrošnje električne energije. Jasno je da zaključci koji se odnose na štednjake, električne peći za grijanje i bojlere gube svoj smisao, ako se radi o kućanstvima koja za kuhanje, zagrijavanje prostorija i vode upotrebljavaju druge vidove energije. To znači da su takve skupine kućanstava to manje interesantne sa stajališta usmjeravanja potrošnje električne energije što su ostali vidovi energije više zastupljeni.

4.3. Opterećenje većih aparata ovisno o veličini skupine istovrsnih aparata

Prethodna analiza nam je pokazala da značajniji utjecaj na potrošnju električne energije u kućanstvu imaju štednjak, električna peć za grijanje i bojler. Budući da se njihovo korištenje (uključivanje u mrežu), kao i korištenje ostalih aparata, može smatrati slučajnom pojavom, moguće je kod proračuna opterećenja koje oni izazivaju u mreži koristiti metode u čijim osnovama leže zakoni matematske statistike (L-10).

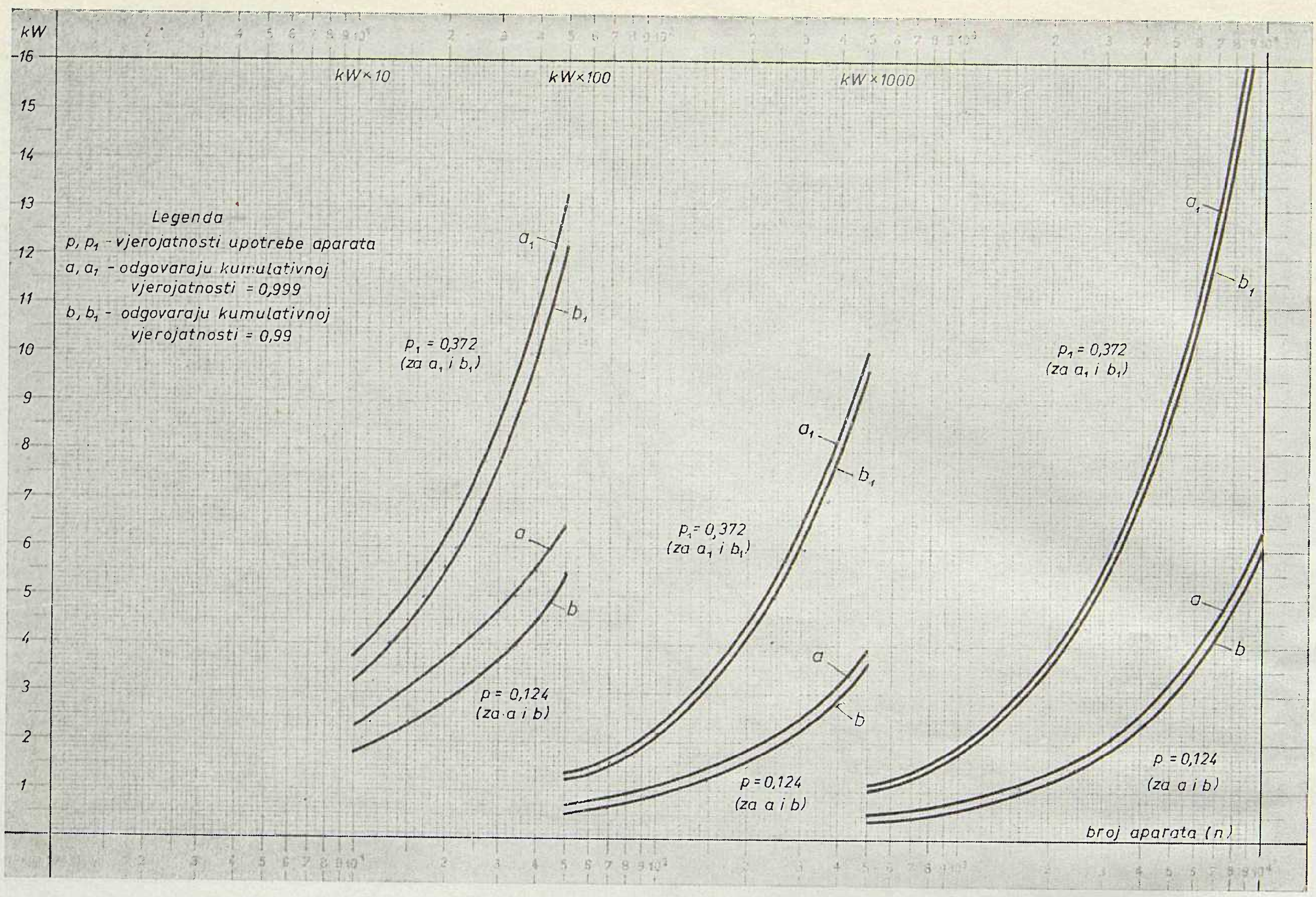
U skladu s metodama iz L-10 provedeni su u L-11 detaljniji proračuni sa svrhom da se dobiju opterećenja većih aparata ovisno o veličini skupine i režimu njihove upotrebe. Veličina skupine istovrsnih aparata varira od 5 do 10 000 aparata, a režim njihove upotrebe je uzet u obzir kroz vjerojatnost upotrebe.

Polazni podaci za matematsko-statističke proračune su navedeni u tablici 7, a konačni rezultati u tablicama I, II i III. i na slikama 5, 6 i 7.

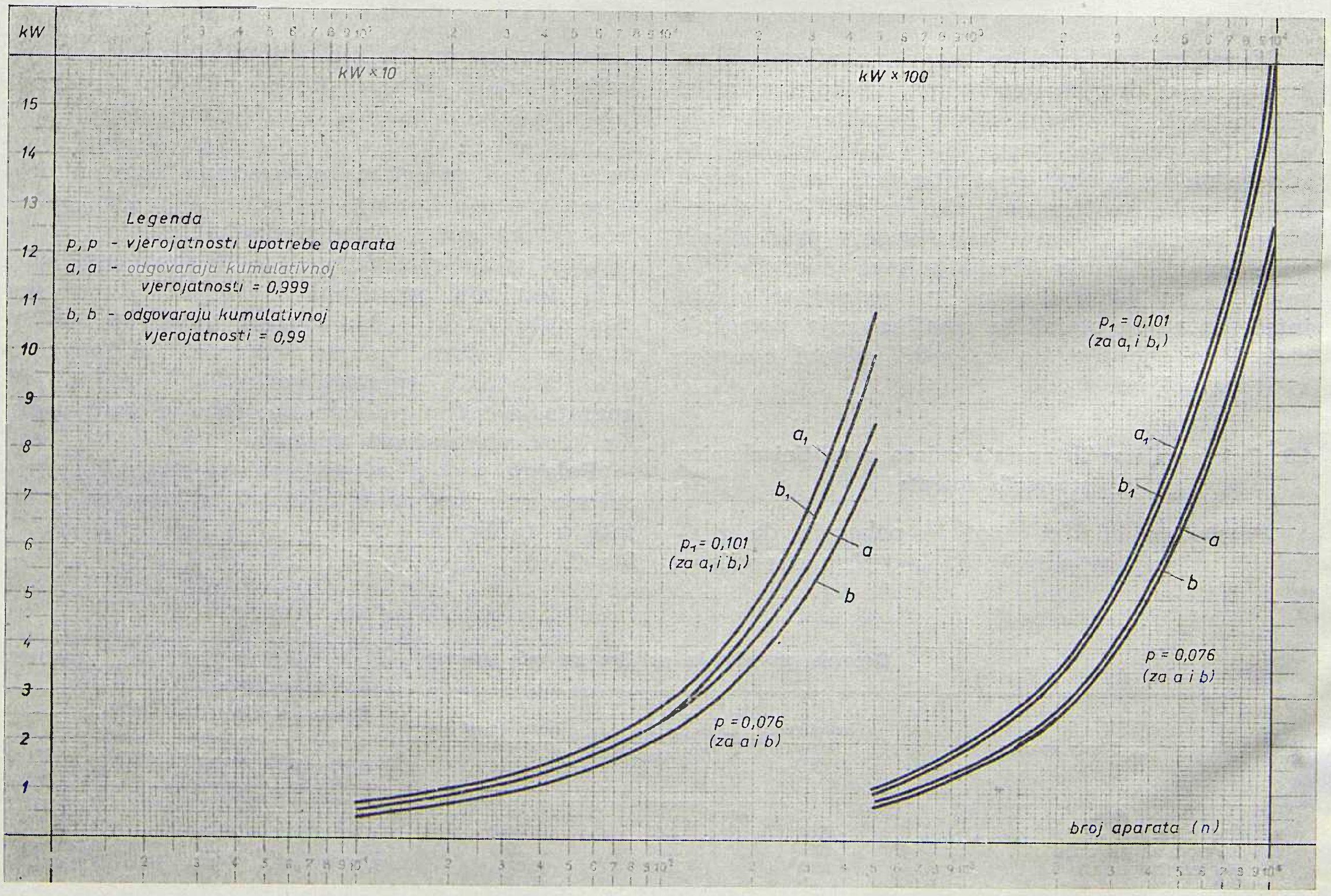
Osnovne proračunske veličine za veće aparate Tablica 7

Redni broj	Naziv aparata	Instalirana snaga (W)	Potrošnja (kWh/god.)	Vjerojatnost upotrebe (p)	Korekcioni faktori		Korigirana vjerojatnost upotrebe (p_1)
					dnevni (k_d)	sezonski (k_s)	
1.	Štednjak	7000	1300	0,0212	1,72	1	0,0364
2.	El. peći za grijanje	4600*	5000	0,124	1,5	2	0,372
3.	Bojler (kupaon.)	1500	1000	0,076	1,33	1	0,101

* Uključene su sobne peći i peć u kuhinji prema L-9.



Sl. 6 Opterećenje električne peći za grijanje (P = 4600 W; W = 5000 kWh/god.), ovisno o broju aparata



Sl. 7 Opterećenje bojlera (P = 1500 W; W = 1000 kWh/god.), ovisno o broju aparata

Opterećenje štednjaka (P = 7000 W; W = 1300 kWh/god.)* ovisno o broju aparata Tablica I

Ukupan broj aparata	Vjerojatnost upotrebe p = 0,0212			Vjerojatnost upotrebe p_1 = 0,0364		
	Broj istovremeno uključenih aparata	Opterećenje		Broj istovremeno uključenih aparata	Opterećenje	
		Ukupno (kW)	W/aparatu		Ukupno (kW)	W/aparatu
5	1	7	1400	2	14	1400
10	2	14	1400	2 . . . 3	14 . . . 21	1400 . . . 2100
20	2 . . . 3	14 . . . 21	700 . . . 1050	3 . . . 4	21 . . . 28	1050 . . . 1400
30	3 . . . 4	21 . . . 28	700 . . . 935	4 . . . 5	28 . . . 35	935 . . . 1170
50	4 . . . 5	28 . . . 35	560 . . . 700	5 . . . 7	35 . . . 49	700 . . . 980
100	6 . . . 8	42 . . . 56	420 . . . 560	9 . . . 11	56 . . . 77	560 . . . 770
200	10 . . . 12	70 . . . 84	350 . . . 420	14 . . . 17	98 . . . 119	490 . . . 595
300	13 . . . 15	91 . . . 105	304 . . . 350	19 . . . 22	133 . . . 154	443 . . . 513
400	16 . . . 19	112 . . . 133	280 . . . 332	24 . . . 27	168 . . . 189	420 . . . 472
500	19 . . . 22	133 . . . 154	266 . . . 308	29 . . . 32	203 . . . 224	407 . . . 448
1000	32 . . . 35	224 . . . 245	224 . . . 245	50 . . . 55	350 . . . 385	350 . . . 385
2000	57 . . . 62	399 . . . 434	200 . . . 217	92 . . . 99	645 . . . 694	322 . . . 347
3000	82 . . . 88	574 . . . 616	191 . . . 206	133 . . . 141	930 . . . 988	310 . . . 329
4000	106 . . . 113	743 . . . 790	185 . . . 198	173 . . . 182	1210 . . . 1275	302 . . . 319
5000	130 . . . 138	910 . . . 965	182 . . . 193	213 . . . 223	1490 . . . 1560	298 . . . 312
7000	176 . . . 186	1230 . . . 1300	176 . . . 186	292 . . . 304	2040 . . . 2130	291 . . . 304
10000	246 . . . 257	1720 . . . 1800	172 . . . 180	408 . . . 422	2860 . . . 2960	286 . . . 296

* Proračunske veličine

Opterećenje električnih peći za grijanje (P = 4600 W; W = 5000 kWh/god.)* ovisno o broju aparata Tablica II

Ukupan broj aparata	Vjerojatnost upotrebe p = 0,124			Vjerojatnost upotrebe p_1 = 0,372		
	Broj istovremeno uključenih aparata	Opterećenje		Broj istovremeno uključenih aparata	Opterećenje	
		Ukupno (kW)	W/aparatu		Ukupno (kW)	W/aparatu
5	3	13,8	2760	4	18,4	3680
10	4 . . . 5	18,4 . . 23	1840 . . . 2300	7 . . . 8	32,2 . . 36,8	3220 . . . 3680
20	6 . . . 8	27,6 . . 36,8	1380 . . . 1840	12 . . . 14	55,2 . . 64,4	2760 . . . 3220
30	8 . . . 10	36,8 . . 46	1225 . . . 1535	17 . . . 19	78,2 . . 87,5	2600 . . . 2920
50	12 . . . 14	55,2 . . 64,4	1105 . . . 1285	27 . . . 29	124 . . . 133	2480 . . . 2660
100	21 . . . 24	96,5 . . 110	965 . . . 1100	49 . . . 52	226 . . . 239	2260 . . . 2390
200	36 . . . 40	165,5 . . 184	827 . . . 920	90 . . . 96	414 . . . 441	2070 . . . 2205
300	51 . . . 56	234 . . . 257	780 . . . 856	130 . . . 138	598 . . . 635	1995 . . . 2120
400	65 . . . 71	299 . . . 326	748 . . . 815	171 . . . 179	786 . . . 824	1970 . . . 2060
500	80 . . . 86	368 . . . 396	736 . . . 791	211 . . . 220	971 . . . 1010	1940 . . . 2020
1000	148 . . . 156	681 . . . 717	681 . . . 717	408 . . . 419	1880 . . . 1930	1880 . . . 1930
2000	282 . . . 294	1300 . . . 1350	650 . . . 675	794 . . . 811	3650 . . . 3730	1825 . . . 1865
3000	414 . . . 428	1900 . . . 1970	634 . . . 656	1178 . . . 1198	5410 . . . 5500	1800 . . . 1830
4000	545 . . . 561	2500 . . . 2580	625 . . . 645	1559 . . . 1583	7160 . . . 7300	1790 . . . 1825
5000	674 . . . 692	3100 . . . 3180	620 . . . 636	1940 . . . 1966	8920 . . . 9040	1785 . . . 1805
7000	923 . . . 954	4290 . . . 4390	613 . . . 628	2694 . . . 2725	12400 . . 12550	1770 . . . 1790
10000	1317 . . . 1342	6050 . . . 6180	605 . . . 618	3833 . . . 3870	17600 . . 17800	1760 . . . 1780

* Proračunske veličine

Opterećenje bojlera (P = 1500 W; W = 1000 kWh/god.)* ovisno o broju aparata Tablica III

Ukupan broj aparata	Vjerojatnost upotrebe p = 0,076			Vjerojatnost upotrebe p_1 = 0,101		
	Broj istovremeno uključenih aparata	Opterećenje		Broj istovremeno uključenih aparata	Opterećenje	
		Ukupno (kW)	W/aparatu		Ukupno (kW)	W/aparatu
5	2 . . . 3	3 . . . 4,5	600 . . . 900	2 . . . 3	3 . . . 4,5	600 . . . 900
10	3 . . . 4	4,5 . . 6	450 . . . 600	4 . . . 5	6 . . . 7,5	600 . . . 750
20	5 . . . 6	7,5 . . 9	375 . . . 450	6 . . . 7	9 . . . 10,5	450 . . . 525
30	6 . . . 8	9 . . . 12	300 . . . 400	8 . . . 9	12 . . . 13,5	400 . . . 450
50	9 . . . 11	13,5 . . 16,5	270 . . . 330	11 . . . 13	16,5 . . 19,5	330 . . . 390
100	14 . . . 17	21 . . . 25,5	210 . . . 255	18 . . . 20	27 . . . 30	270 . . . 300
200	24 . . . 28	36 . . . 42	180 . . . 210	31 . . . 34	46,5 . . 51	232 . . . 255
300	34 . . . 38	51 . . . 57	170 . . . 190	43 . . . 47	64,5 . . 70,5	215 . . . 235
400	43 . . . 48	64,5 . . 72	161 . . . 180	55 . . . 60	82,5 . . 90	206 . . . 225
500	52 . . . 57	78 . . . 85,5	156 . . . 171	67 . . . 72	100,5 . . 108	201 . . . 216
1000	96 . . . 102	144 . . . 153	144 . . . 153	123 . . . 130	184 . . . 195	184 . . . 195
2000	180 . . . 189	270 . . . 284	135 . . . 142	233 . . . 244	349 . . . 366	175 . . . 183
3000	262 . . . 273	393 . . . 410	131 . . . 137	341 . . . 354	511 . . . 531	170 . . . 177
4000	343 . . . 356	515 . . . 534	129 . . . 134	448 . . . 463	672 . . . 694	168 . . . 173
5000	424 . . . 438	636 . . . 657	127 . . . 131	555 . . . 571	832 . . . 856	166 . . . 171
7000	584 . . . 601	876 . . . 903	125 . . . 129	766 . . . 786	1150 . . . 1180	164 . . . 169
10000	822 . . . 842	1230 . . . 1260	123 . . . 126	1080 . . . 1103	1620 . . . 1650	162 . . . 165

* Proračunske veličine

Konkretni rezultati ukazuju na to da, uz pretpostavljene uvjete, na iznos opterećenja na pojedinim nivoima mreže najviše mogu utjecati električne peći za grijanje, a zatim štednjaci pa bojleri.

Treba napomenuti da se u stranoj literaturi, kako je to već navedeno, ukazuje i na značajan utjecaj strojeva za pranje rublja većih snaga, što treba uzeti u obzir i u našim prilikama, jer se osjetno povećava broj ovih aparata.

4.4. Analiza dnevnog dijagrama opterećenja

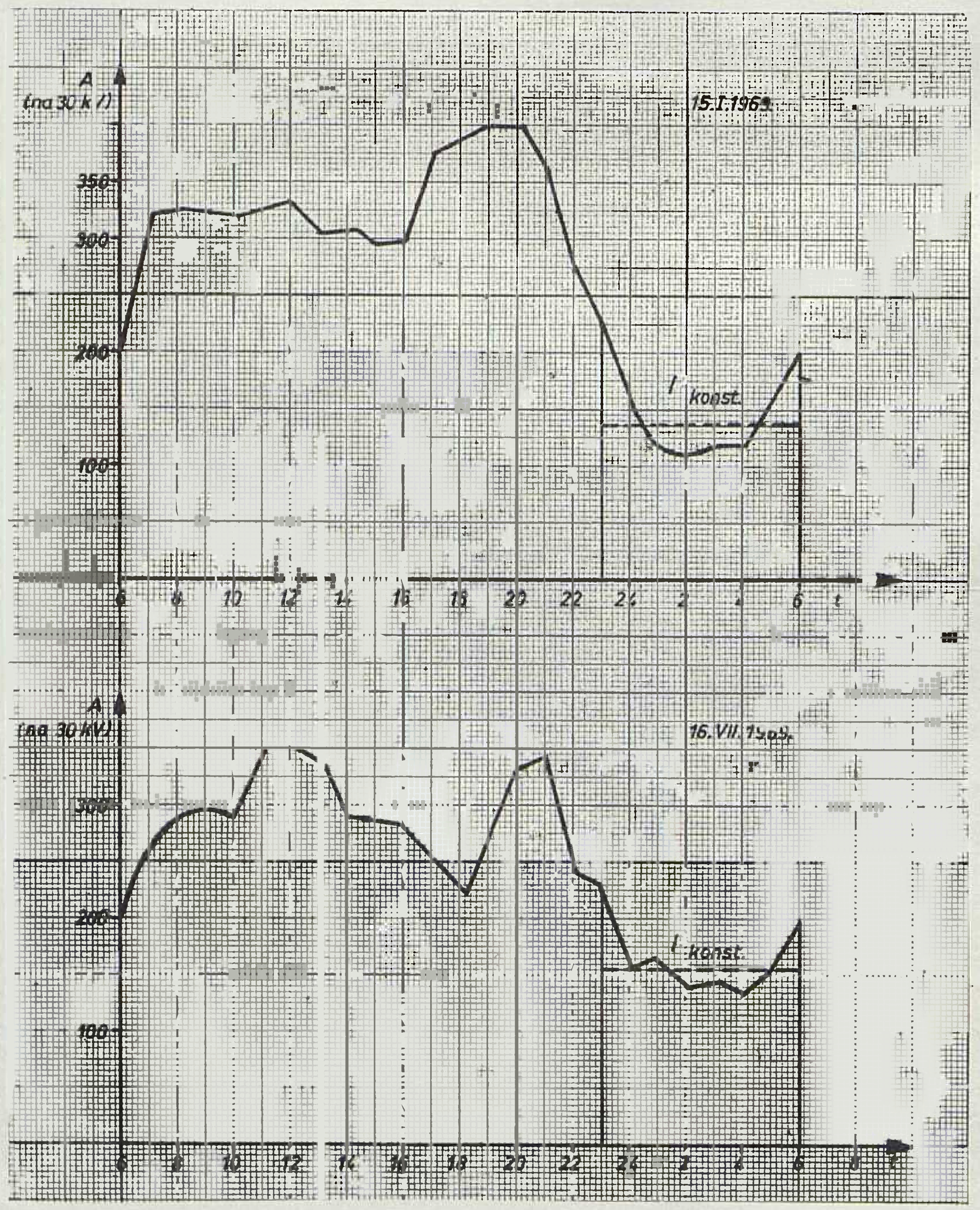
U okviru ove točke, iznijet ćemo neke karakteristike dijagrama opterećenja, koje mogu ukazati na to kako se na njih može utjecati i u kojoj mjeri se to može činiti aparatima obuhvaćenim prethodnom analizom.

Pri tom su korišteni rezultati detaljnijih istraživanja iznešeni u L-11 od kojih ćemo ovdje navesti samo neke. U L-11 je analizirano 55 dijagrama opterećenja koji su registrirani u transformatorskim stanicama 30/10 kV u 1968. i 1969. godini. Za sve dijagrame su istražene slijedeće veličine.

- maksimalno opterećenje I_{max}
- minimalno opterećenje I_{min}
- srednje opterećenje u razdoblju malih opterećenja I_{konst}
- odnos minimalnog i maksimalnog opterećenja m_o
- odnos srednjeg opterećenja u razdoblju malih opterećenja i minimalnog opterećenja m_k
- vremensko razdoblje malih opterećenja i
- trajanje malih opterećenja t_m

Konačni rezultati analize, koji se odnose na 1969. godinu, su navedeni u tablicama IV i V, dok je na slici 8, za ilustraciju, grafički prikaz dijagrama za jednu stanicu.

Istraživanje je pokazalo, da razdoblje malih opterećenja u mreži grada Zagreba počinje relativno kasno, najčešće nakon 23 sata, a rjeđe nakon 22 sata ili nakon 24 sata i da traje u najvećem broju slučajeva do oko 6 sati (rijetko do 5 sati). Ako najbrojnije slučajeve uzmemo kao karakteristične i sudimo na osnovi njih, možemo zaključiti da je za usmjeravanje dnevne potroš-



Sl. 8 Dijagram opterećenja TS 30/10 kV. Uklopka III

Karakteristične veličine dijagrama opterećenja TS 30/10 kV (15. 1. 1969.) Tablica IV

Redni broj	Naziv TS 30/10 kV	I_{max} (na 30 kV) (A)	I_{min} (na 30 kV) (A)	$I_{konst.}$ (na 30 kV) (A)	$m_o \frac{I_{min}}{I_{max}}$	$m_k = \frac{I_{konst.}}{I_{max}}$	Razdoblja* malih opterećenja od ... do (h)	Trajanje malih opterećenja t_m (h)
1.	Uklopna I	125	35	40 (45)	0,28	0,32 (0,36)	23 . . . 6 (22 . . . 6)	7 (8)
2.	Uklopna II	260	85	95 (105)	0,327	0,366 (0,404)	23 . . . 6 (22 . . . 6)	7 (8)
3.	Uklopna III	400	110	135 (155)	0,275	0,337 (0,388)	23 . . . 6 (22 . . . 6)	7 (8)
4.	Uklopna IV	240	90	105	0,375	0,437	22 . . . 6	8
5.	Uklopna V	280	90	100	0,322	0,357	22 . . . 6	8
6.	Uklopna VI	270	130	145 (155)	0,482	0,536 (0,574)	23 . . . 5 (22 . . . 6)	6 (8)
7.	Uklopna VII	280	60	65 (75)	0,214	0,232 (0,268)	23 . . . 6 (22 . . . 7)	7 9
8.	Uklopna VIII	120	45	55	0,375	0,459	23 . . . 6	7
9.	Uklopna IX	590	320	340	0,542	0,576	23 . . . 6	7
10.	Dubrava	130	25	35 (40)	0,192	0,27 (0,308)	24 . . . 6 (23 . . . 8)	6 (9)
11.	Žitnjak I	170	80	95	0,47	0,559	22 . . . 5	7
12.	Žitnjak II	45	10	15	0,222	0,333	24 . . . 6	6
13.	Podsused	170	55	90	0,324	0,53	23 . . . 6	7
14.	Velesajam**	175	100	105	0,572	0,6	24 . . . 6 (24 . . . 9)	6 (9)

* Vrijednosti u zagradi se odnose na eventualno moguće proširenje razdoblja malih opterećenja.
** Za TS 10/10 kV Velesajam su navedeni podaci za 19. II. 1969.

Karakteristične veličine dijagrama opterećenja TS 30/10 kV (16. VII. 1969). Tabelica V

Redni broj	Naziv TS 30/10 kV	I_{max} (na 30 kV) (A)	I_{min} (na 30 kV) (A)	$I_{konst.}$ (na 30 kV) (A)	$m_o \frac{I_{min}}{I_{max}}$	$m_k = \frac{I_{konst.}}{I_{max}}$	Razdoblja* malih opterećenja od ... do (h)	Trajanje malih opterećenja t_m (h)
1.	Uklopna I	95	30	40	0,316	0,421	23 . . . 6	7
2.	Uklopna II	200	95	105	0,475	0,525	23 . . . 6	7
3.	Uklopna III	345	135	155	0,392	0,45	23 . . . 6	7
4.	Uklopna IV	200	75	85	0,375	0,425	24 . . . 6	6
5.	Uklopna V	180	55	70	0,306	0,389	24 . . . 6	6
6.	Uklopna VI	205	85	95 (105)	0,415	0,464 (0,512)	24 . . . 5 (23 . . . 6)	5 (7)
7.	Uklopna VII	120	20	50	0,167	0,416	24 . . . 6 (23 . . . 7)	6 (8)
8.	Uklopna VIII	110	25	35	0,227	0,318	23 . . . 6	7
9.	Uklopna IX	430	140	190 (200)	0,326	0,441 (0,465)	24 . . . 6 (23 . . . 6)	6 (7)
10.	Dubrava	105	15	20 (25)	0,143	0,19 (0,238)	24 . . . 6 (23 . . . 7)	6 (8)
11.	Žitnjak I	165	75	85	0,455	0,515	24 . . . 6	6
12.	Žitnjak II	30	5	15	0,167	0,5	24 . . . 6	6
13.	Podsused	250	100	105	0,4	0,42	23 . . . 6	7
14.	Velesajam**	160	65	75	0,406	0,469	24 . . . 6	6

* Vrijednosti u zagradi se odnose na eventualno moguće proširenje razdoblja malih opterećenja.
** Za TS 30/10 kV Velesajam su navedeni podaci za 20. VIII. 1969.

nje električne energije posebno interesantan interval od oko 23 sata do oko 6 sati, dakle vrijeme u trajanju od oko 7 sati.

Treba dodati da su i odnosi opterećenja takvi da se u navedeni interval može prebaciti osjetan dio potrošnje električne energije kućanstva. To

pokazuju faktori m_o i m_k (vidi tab. IV i V) iz kojih se može zaključiti da su srednja opterećenja u razdoblju malih opterećenja (I_{konst}) bila tek neznatno veća od minimalnih (I_{min}).

4.5. Usmjeravanje potrošnje u kućanstvu

Prethodna izlaganja su pokazala da postoji sasvim konkretan interes za usmjeravanje potrošnje u kućanstvu, koji treba prilagoditi određenim uvjetima. U našem slučaju je zaključeno, da su od svih aprata koji su do sada bili u upotrebi, posebno interesantni električni štednjak, električna peć za grijanje i električni bojler.

Svi ovi aparati mogu biti usmjeravani tarifom, no s obzirom na način upotrebe, među njima postoji bitna razlika, jer se štednjak koristi samo onda kad je uključen, a preostala dva aparata akumuliraju energiju koja se onda iskorištava tijekom vremena.

Iz ovakvih karakteristika proizlazi da za iskorištavanje perioda malih opterećenja u dnevnom dijagramu dolaze u obzir samo električna peć za grijanje i bojler.

Prema tome oni su interesantni i za upravljanje tonfrekventnom komandom. Osim toga korisno je, u skladu s ranijim navodima, računati s mogućnošću blokiranja rada strojeva za pranje rublja u vrijeme vršnih opterećenja.

Međutim, za definitivnu odluku o prijelazu na upravljanje nekim aparatima sa centralnog mjesta, potrebno je ove analize proširiti. U prvom redu treba voditi računa o tome kakve zahtjeve ovakav režim rada postavlja na same aparate, a zatim kako treba izvesti instalaciju i koje nove elemente treba uvesti da bi se omogućilo tonfrekventno upravljanje. Mi ćemo se u daljnjem izlaganju zadržati samo na utjecaju tonfrekventnog upravljanja na električne instalacije u stambenim objektima.

5. Utjecaj na električne instalacije

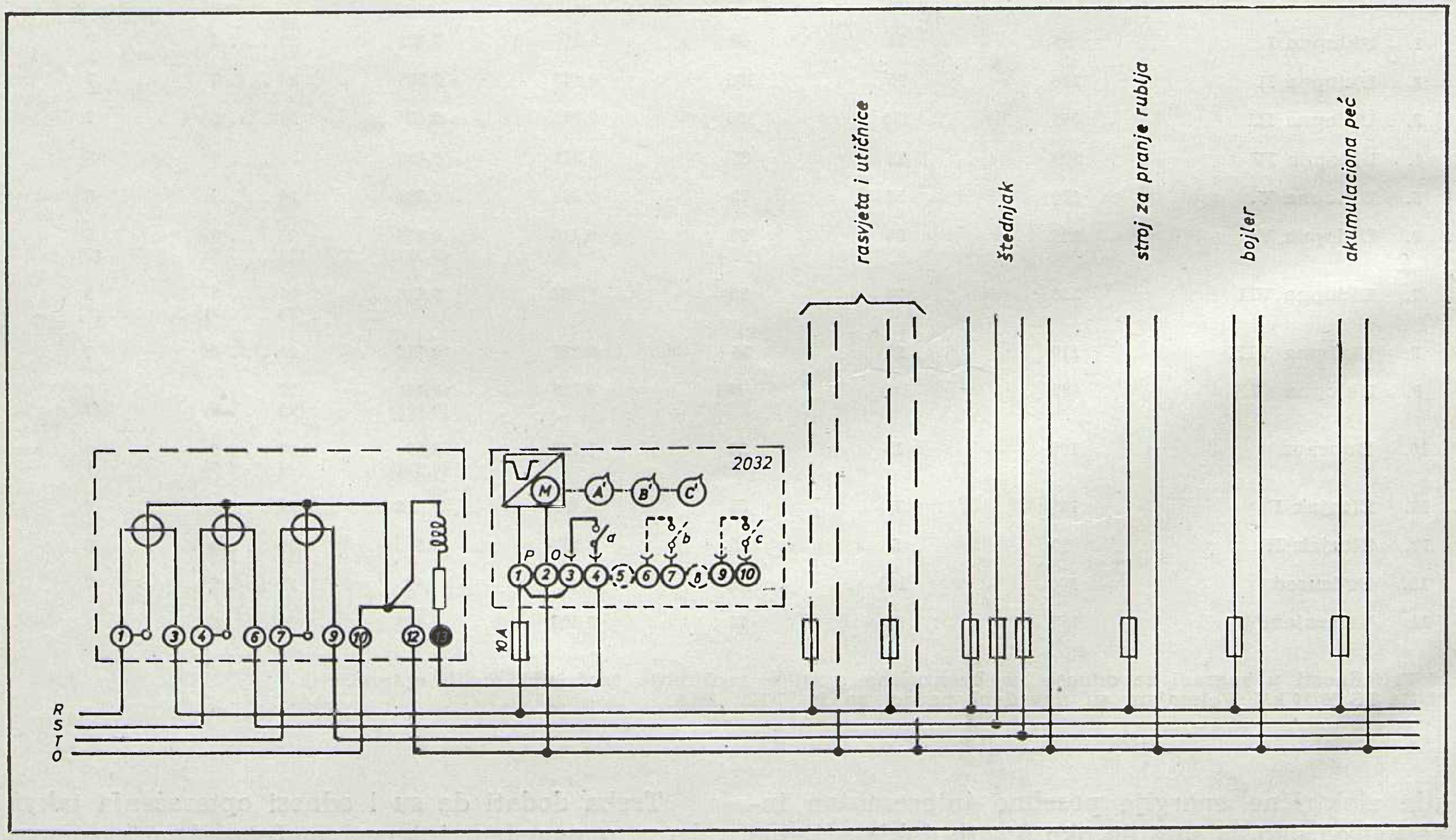
Kao što je već navedeno, distributivna poduzeća primjenjuju mrežnu tonfrekventnu komandu prvenstveno za popravljanje dnevnog dijagrama opterećenja usmjeravanjem potrošnje kućanstava. U vezi s tim postoje tri mogućnosti:

— upotreba tonfrekventnih prijemnika umjesto uklopnih satova za prekapčanje brojila,

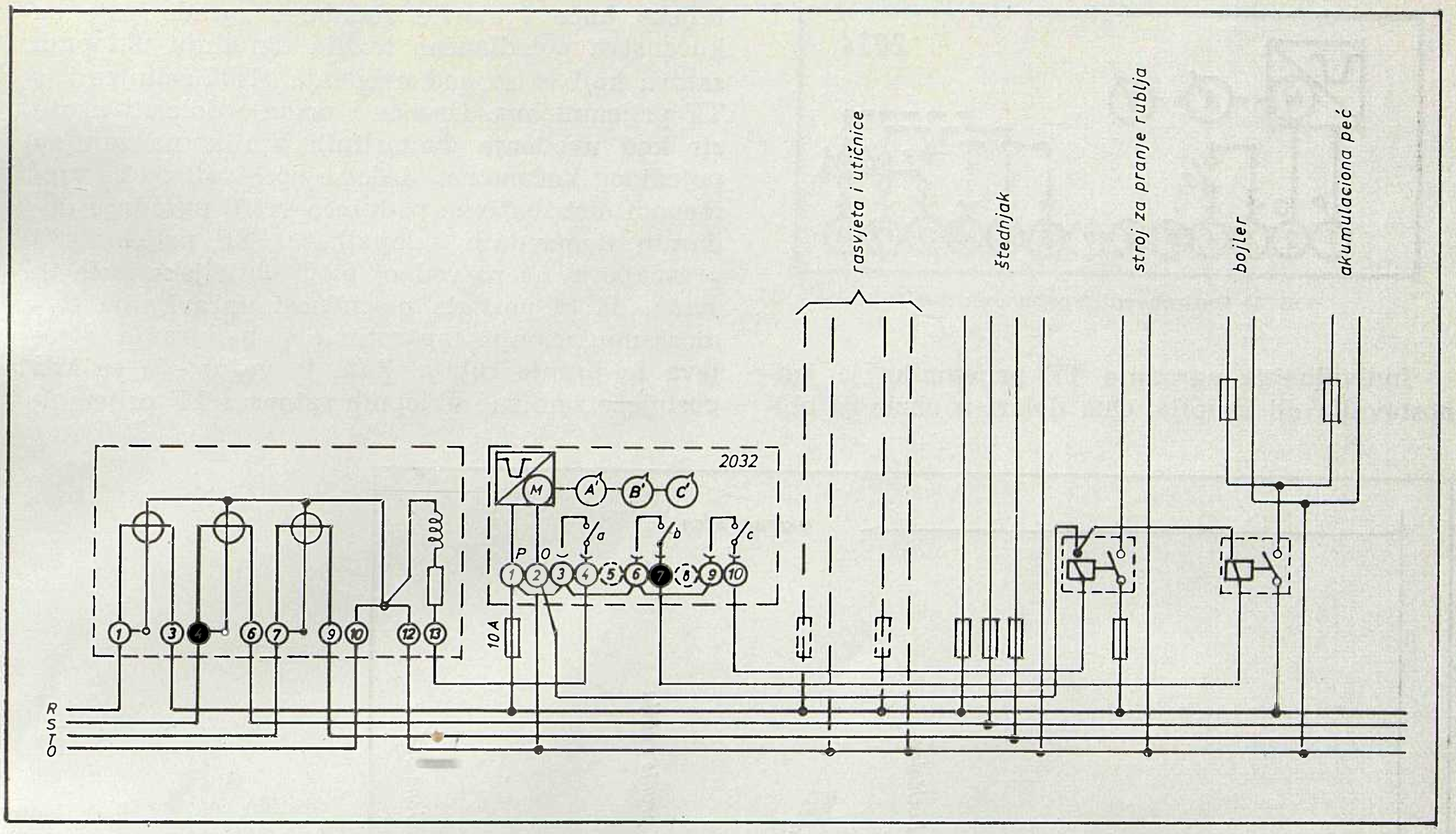
— upotreba TF prijemnika za ukapčanje i iskapčanje termoakumulacionih aparata,

— upotreba TF prijemnika za blokiranje nekih aparata u vrijeme vršnih opterećenja (strojevi za pranje rublja).

Uvođenjem MTK htjelo se najprije omogućiti zamjenu nepouzdanih uklopnih satova. Međutim na osnovi provedene analize i usporedbe prilika kod nas i u razmatranim stranim distribucijama, vidi se da postoje razlozi, da se i kod nas koriste mogućnosti upravljanja termoakumulacionim aparatima i blokiranja strojeva za pranje rublja. Ovi razlozi će u budućnosti biti još jači, jer postoji tendencija sve veće upotrebe akumulacionih bojlera, peći za zagrijavanje prostorija i strojeva za pranje rublja. Porastom standarda povećava se instalirana snaga ovih aparata i njihovo upotrebno vrijeme, pa i efekti koji se postižu tonfrekventnim upravljanjem ovim apara-



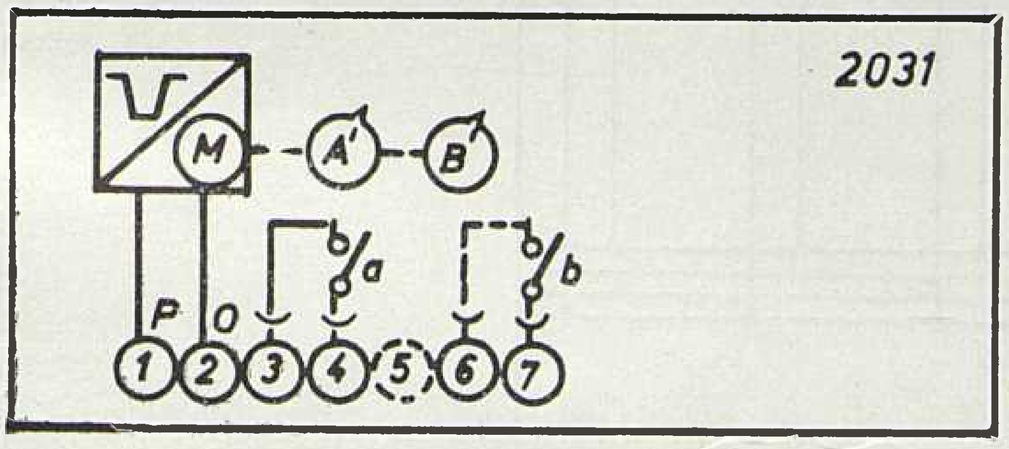
Sl. 9 Razvodna ploča stana kod individualne ugradnje TF prijemnika — upravljanje brojila



Sl. 10 Razvodna ploča stana kod individualne ugradnje TF prijemnika — upravljanje brojila i aparata

tima. Zato je nužno, da se sagledavajući sve evenutalne primjene MTK u kućanstvu, ukaže na takva rješenja koja će najviše pogodovati razvoju.

U početku će se TF prijemnici koristiti samo za upravljanje dvotarifnim brojilima, ali i distributivno poduzeće koje ugrađuje TF prijemnike za ovu svrhu u postojećim stambenim objektima i

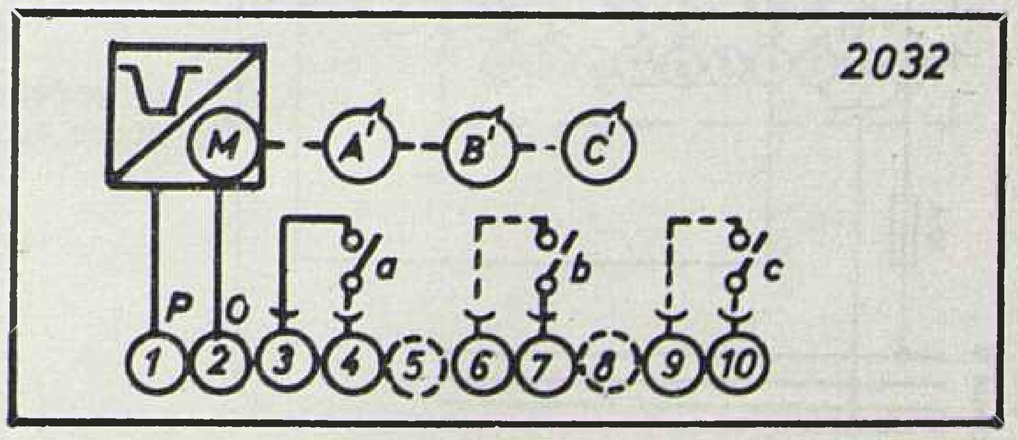


Sl. 11 Tonfrekventni prijemnik 2031

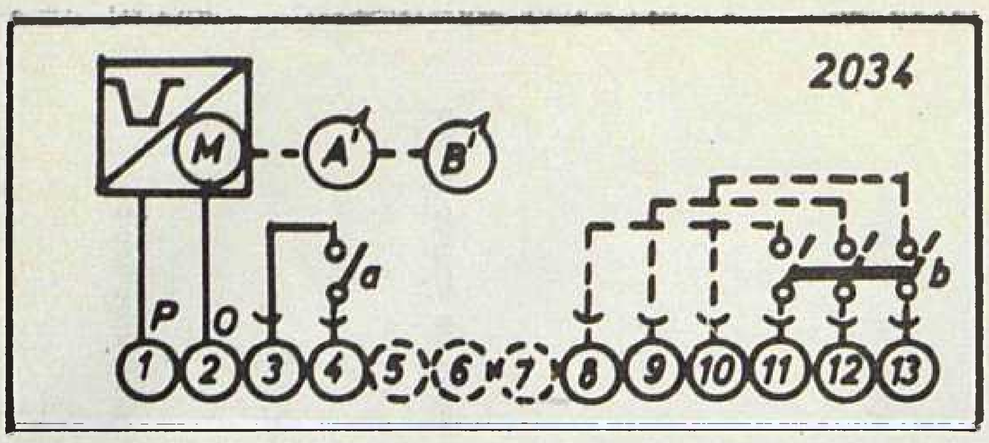
projektanti električnih instalacija za nove stambene objekte, trebaju predvidjeti buduću širu primjenu tonfrekventnog upravljanja u kućanstvu. Distributivna poduzeća će, štaviše u skladu sa svojim planovima korištenja MTK u kućanstvima (upravljanje brojilima, termoakumulacionim aparatima, blokiranje strojeva za pranje rublja), trebati izraditi smjernice za projektante električnih instalacija. Pri tom će trebati uzeti u obzir različiti stupanj primjene električne energije u kućanstvu i opremljenosti aparatima (sa ili bez električne pripreme tople vode, sa ili bez električnog akumulacionog zagrijavanja prostorija, sa ili bez stroja za pranje rublja) i tendenciju uvođenja trofaznih aparata velike instalirane snage.

Najpogodnije rješenje u vezi s upravljanjem i blokiranjem aprata je da se jednom dvostrukom komandom (DK) ukapčaju i iskapčaju bojleri i peći za grijanje a drugom DK blokiraju strojevi za pranje rublja. Dakle istovremeno se uključuju bojleri i peći za grijanje i akumuliraju toplinu dok ih ne iskopča termoregulator ili komanda za iskapčanje termoakumulacionih aparata. To se rješava tako, da strujni krugovi za bojler i peć dobivaju napon s razvodne ploče iza brojila tek kad se uklopi sklopnik koji reagira na DK za upravljanje termoakumulacionim aparatima (sl. 9). Krug za stroj za pranje rublja dobiva napon s razvodne ploče iza brojila preko sklopnika koji reagira na DK za blokiranje strojeva za pranje rublja.

TF prijemnici će se ugrađivati, ili individualno po stanovima na razvodnoj ploči stana, ili centralno za čitavo stepenište u razdjelnici zajedničke kućne potrošnje.

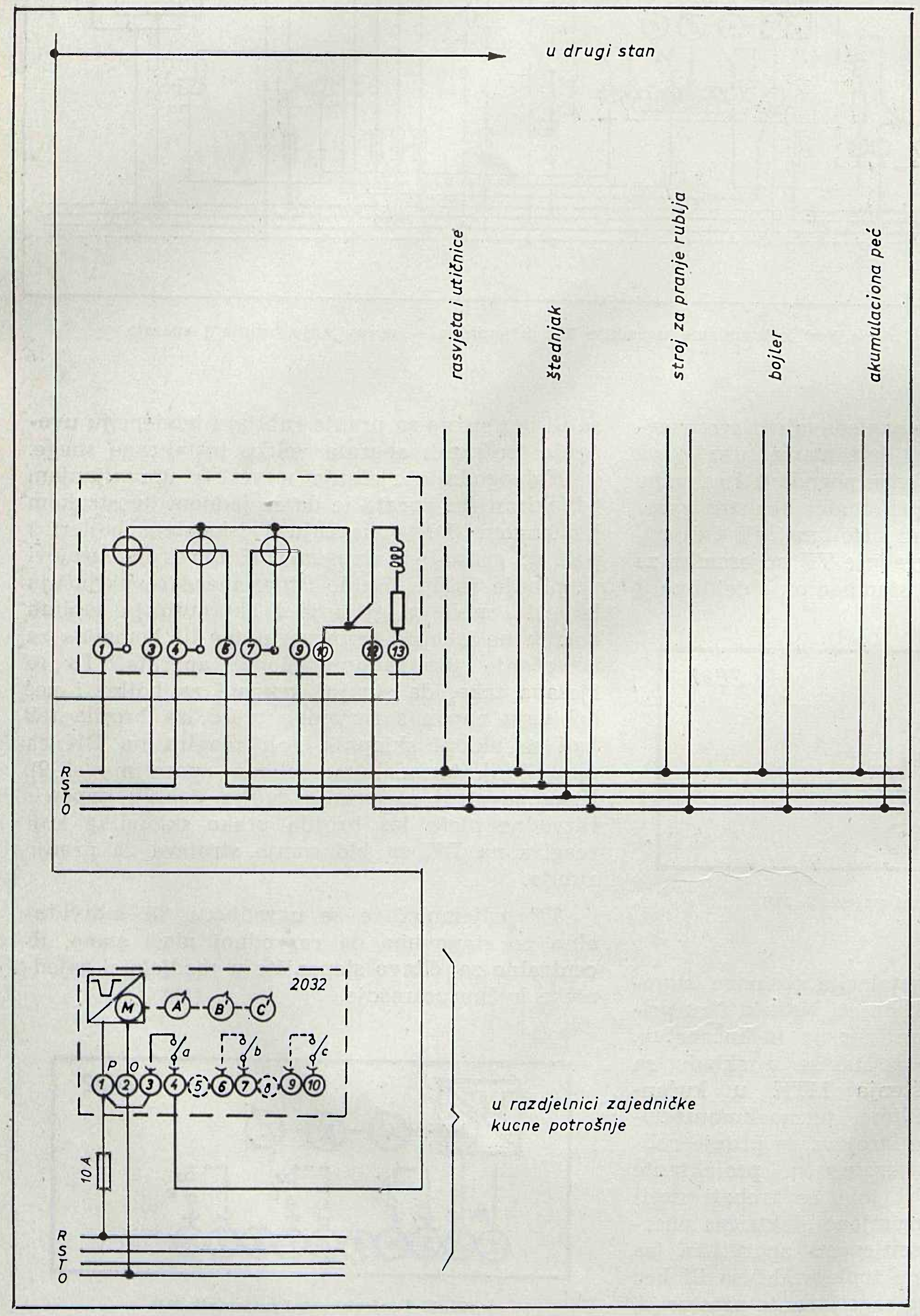


Sl. 12 Tonfrekventni prijemnik 2032



Sl. 13 Tonfrekventni prijemnik 2034

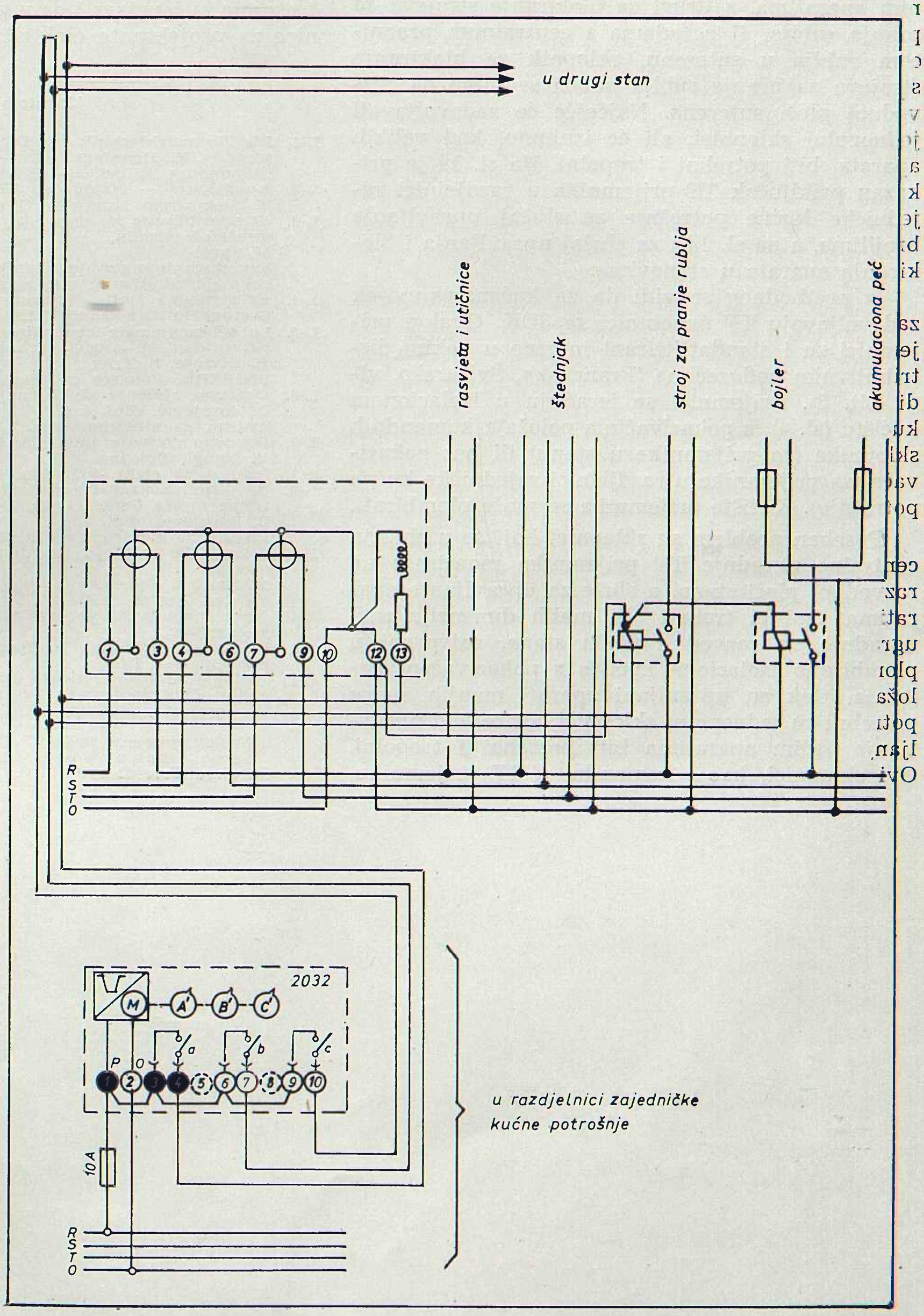
Individualna ugradnja TF prijemnika je jednostavnija ali skuplja. Ona dolazi u obzir za obiteljske kuće i starije stambene zgrade gdje su kućanstva pojedinačno tražila ugradnju uklopnih satova koji će se kod uvođenja MTK zamijeniti s TF prijemnicima. Ona će i nadalje dolaziti u obzir kod uvođenja dvotarifnih brojila na zahtjev pojedinog kućanstva. Može se učekivati da će vremenom distributivna poduzeća vršiti ugradnju dodatnih komandnih sklopnika u TF prijemnik i prespajanja na razvodnoj ploči obiteljske kuće ili stana, da bi postigla mogućnost upravljanja termoakumulacionim aparatima i blokiranja strojeva za pranje rublja. Zato je važno, da se kod postojeće zamjene uklopnih satova s TF prijemni-



Sl 14 Razdjelnice zajedničke kućne potrošnje i razvodne ploče jednog stana kod centralne ugradnje TF prijemnika — upravljanje brojila

cima, a i kod budućih ugradnji TF prijemnika, na zahtjev kućanstava, ugrađuju prijemnici koji pružaju mogućnost naknadne ugradnje komandnih sklopnika za upravljanje i blokiranje. Kada se ide na upravljanje dvotarifnog brojila ili peći za grijanje ili i jednog i drugog i na blokiranje stroja za pranje rublja, treba uzeti prijemnik za 3DK, tj. s jednim ugrađenim komandnim sklopnikom i mogućnosti naknadne ugradnje još dva sklopnika. Na sl. 9 je dana shema razvodne ploče stana za slučaj ugradnje takvog TF prijemnika za upravljanje dvotarifnim brojilom, a na sl. 10 shema razvodne ploče stana nakon prelaska na upravljanje i blokiranje aparata. Za ovakve potrebe zadovoljit će prijemnici oznake 2031 (sl. 11), 2032 (sl. 12), a ako se upravlja velikim trofaznim aparatima javit će se potreba i za prijemnikom oznake 2034 (sl. 13), pa i takvim proširenim tipom s dva jednopolna i jednim tropolnim sklopnikom.

Centralna ugradnja TF prijemnika dolazi u obzir za stambene zgrade s više stanova kad se TF prijemnik za čitavo stepenište ugrađuje u razdjelnici, zajedničke kućne potrošnje. Prvo vrijeme i tu će se TF prijemnik koristiti samo za upravljanje brojila u stanovima. Kako su međutim ova ku-



Sl. 15 Razdjelnica zajedničke kućne potrošnje i razvodne ploče jednog stana kod centralne ugradnje TF prijemnika — upravljanje brojila i aparata

ćanstva, u pravilu, s visokim standardom (sa strojem za pranje rublja a ponekad i s električnom pripremom tople vode i električnim zagrijavanjem prostorija), može se očekivati da će i tu distributivna poduzeća vršiti preinake koje će omogućiti upravljanje i blokiranje aparata. Treba se opredjeliti za prijemnike za 2DK (ako nema termoakumulacionih aparata) ili za 3DK (ako postoje termoakumulacioni aparati). Ovdje dolaze u obzir TF prijemnici oznake 2031 (sl. 11) i 2032 (sl. 12). Komandni sklopnici u prijemnicima ne upravljaju aparatima direktno, nego preko sklopnika koji se nalaze na razvodnim pločama stanova. Jedan sklopnik je potreban za upravljanje termoakumulacionim aparatima, a drugi za blokiranje strojeva za pranje rublja. U zgradama s centralnom praonicom rublja u suterenu, sklopnik za blokiranje strojeva za pranje rublja nalazi se samo na razvodnoj ploči suterena. Najčešće će zadovoljavati jednopolni sklopnici, ali će iznimno, kod velikih aparata, biti potrebni i tropolni. Na sl. 14 je prikazan priključak TF prijemnika u razdjelnici zajedničke kućne potrošnje za slučaj upravljanja brojilima, a na sl. 15 i za slučaj upravljanja i blokiranja aparata u stanovima.

Iz prethodnog se vidi da za kućanstva uvijek zadovoljavaju TF prijemnici za 3DK. Ovakvi prijemnici su i standardizirani interno u nekim distributivnim poduzećima (Francuska, Švicarska, vidi Lit. 3). Prijemnici se izrađuju u izolacionom kućištu (sl. 4), s pokazivačima položaja komandnih sklopnika (za prijemnike u stanu) ili bez pokazivača (za prijemnike u razdjelnici zajedničke kućne potrošnje). Kućište prijemnika se može plombirati.

Poseban problem su sklopnici koji se u slučaju centralne ugradnje TF prijemnika montiraju na razvodnoj ploči stana, a služe za upravljanje aparatima. Oni bi trebali biti malih dimenzija radi ugradnje na razvodnu ploču stana, zatvoreni u plombirano izolaciono kućište s pokazivačem položaja. Dok su upravljani aparati manjih snaga potrebni su jednopolni sklopnici, ali će kod upravljanja većim aparatima biti potrebni i tropolni. Ovi sklopnici, kao i komandni u TF prijemniku, trebaju imati radne kontakte za 20 A kod cos $\varphi = 1$, odnosno za 10 A kod cos $\varphi = 0{,}3$ ili za više ako su aparati kojima se upravlja veliki. Uzbudni svitak male potrošnje je za napon 220 V. Sklopnici, koji bi u potpunosti zadovoljavali ove uvjete, kod nas se ne proizvode, ali bi se uz zainteresiranost distributivnih poduzeća lako ubacili u proizvodne programe naših tvornica.

Projektantima instalacija ukazali smo na promjene koje u instalacije, unosi primjena MTK, a predložena rješenja smo dali na osnovi razmatranja niza faktora. Naravno, stvar je distributivnih poduzeća da odluče u kojoj će mjeri koristiti potencijalne mogućnosti MTK za upravljanje potrošnjom kućanstava i da u vezi s tim izrade smjernice za projektante električnih instalacija.

Literatura:

L-1. *Die Fernwirktechnik im Dienste der Elektrizitätasversorgung*, W. Henning
Oldenbourg, München — Wien, 1963

L-2. *Rundsteuer — empfänger FTD*,
Katalog firme Landis & Gyr

L-3. *Standardizacija i nacrt tehničkih uslova za tonsku mrežnu komandu*,
M. Savić
Savjetovanje o primjeni tonfrekventne komande u gradskim distributivnim mrežama, Beograd 1960.

L-4. *Erfahrungen mit Netzkommandoanlagen*, U. Mayer (Aarau) Bulletin des SEV, 1965

L-5. *La télécommande centralisée dans les réseaux de distribution, son aspect technique et économique*,
P. Hertogs, R. Tritz
UNIPEDE, Congrés de Skandinavie 1964.

L-6. *Osnovno rješenje električne mreže grada Tuzle*,
D. Borojević, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1969.

L-7. *Osnovno rješenje električne mreže grada Siska*,
V. Štengl, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1969.

L-8. *Struktura konzuma u domaćinstvima* (I dio obrade električne mreže Centra u Karlovcu),
D. Borojević, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1969.

L-9. *Energetske podloge za dimenzioniranje distributivnih mreža*,
M. Balling, dipl. ing.
Elektra, Zagreb, 1962.

L-10. *Neke mogućnosti za analizu energetskih karakteristika kućanstava*,
V. Štengl, dipl. ing., D. Borojević, dipl. ing.
Energija 7—8, 1965.

L-11. *Podloge za usmjeravanje potrošnje električne energije u domaćinstvima grada Zagreba*,
D. Borojević, dipl. ing., Elektra, Zagreb, 1970.

Naslov pisaca: Dragan Borojević, dipl. ing. i Pavao Brkanović, dipl. ing., Elektra Zagreb, Gundulićeva 32

ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE I STRUKTURE INSTALIRANIH KUĆANSKIH APARATA U KUĆANSTVIMA NASELJA TENJA KRAJ OSIJEKA

Josip Moser, Zagreb

U naselju Tenja izvršena je anketa o instaliranoj snazi i potrošnji električne energije u kućanstvima. Rezultati ankete obrađeni su na elektroničkom računalu, a ovdje se analiziraju neki rezultati te ankete. Pokazalo se da je konzum Tenja tipičan primjer konzuma prigradskog naselja.

DK 621.316.1 : 64

1. Uvod

Tenja je prigradsko naselje udaljeno 8 km od Osijeka, u kojem, prema popisu stanovništva od 1971. godine, živi 5321 stanovnik u 1461 kućanstvu. Naselje je ušorenog slavonskog tipa sa nekoliko jasno definiranih ulica, dok se glavna ulica nalazi na asfaltnoj saobraćajnici koja vodi u Osijek. Većina za rad sposobnog stanovništva zaposlena je u Osijeku i u osječkoj industriji, a poljoprivreda je dodatno zanimanje.

S obzirom da naselje Tenja sve više postaje predgrađe Osijeka, to i karakter potrošnje električne energije prestaje biti sličan potrošnji u selima i postaje sve tipičniji potrošnji u gradu. Radi toga je i izabrano naselje Tenja za anketu i analizu konzuma, da bi se mogle uočiti karakteristike takvog konzuma.

Anketa je prema posebnom anketnom listu, detaljnije opisanom u lit. (1), obuhvatila više od trećine kućanstva u Tenju. Anketirana su sva kućanstva koja se napajaju iz dva izvoda jedne TS 10/0,4 kV. Anketa je provedena u početku 1970., a iz podataka koji se o potrošnji električne energije vode u poduzeću »Elektroslavonija« Osijek, uzeti su podaci o potrošnji električne energije tih kućanstava u 1968. i 1969. godini. Nakon odbacivanja nepouzdanih anketnih listova ostalo je za obradu

506 kućanstava

čiji su anketni listovi obuhvaćeni analizom.

Analiza je provedena pomoću posebnih programa opisanih u lit. (2), na elektroničkim računalima IBM 1130 elektrotehničkog fakuleta u Zagrebu i IBM 360-30 u ERC-u u Osijeku.

2. Podaci o anketiranim potrošačima

Na slici 1 prikazan je dio listinga iz elektroničkog računala na kojem su svi podaci o anketiranom kućanstvu. Grupa od tri retka odnosi se na jedno kućanstvo, pa ta tri retka predstavljaju anketni list prenesen u memoriju elektroničkog računala.

U prvom retku ispisani su podaci koji služe za identifikaciju kućanstva koje je anketirano i dvadeset podataka o instaliranim snagama trošila koja su analizirana. Kućanski aparati imaju određene kratice ispod kojih su upisane snage koje im pripadaju. Te su kratice:

RASV	rasvjeta
STED	električni štednjak
RESO	električno kuhalo
PECN	električna pećnica kao samostalni aparat
LONC	električni lonac
HLAD	električni hladnjak
BOJM	manji električni bojler (bojler u kuhinji)
BOJV	veći električni bojler (bojler u kupaonici)
RONL	električno ronilo
SPRU	stroj za pranje rublja
CENT	centrifuga kao samostalni aparat
ERAD	električni radijator ili grijalica
IFRA	infragrijač
RADI	radioprijemnik sa priključkom
TELE	televizijski prijemnik
PEGL	električno glačalo
MIKS	električni mikser
USIS	usisač prašine
LAST	laštilica za parket
OST.	ostali aparati (u Tenju je u ovu skupinu stavljen podatak o elektromotorima u kućanstvu, i to o motorima za hidrofore, mlinove čekičare, sječkalice i slično).

Upisane su snage u vatima, a ako kućanstvo ne posjeduje određeno trošilo upisana je nula.

U slijedeća dva retka upisani su mjesečni iznosi potroška uzeti iz obračunskih knjiga. U gornjem redu je podatak za 1968. a u donjem za 1969. godinu, tako da je na slici pokazan primjer obračuna dvomjesečno i tromjesečno.

Nakon unošenja podataka u memoriju elektroničkog računala dobijamo sumu instaliranih snaga i potrošaka za promatrane dvije godine. Rezultat se daje za svako anketirano kućanstvo redom. Na slici 2 pokazani su rezultati za kućanstva prikazana na slici 1.

3. Ukupna suma snage i potrošaka

U trenutku anketiranja 506 kućanstva u Tenju je imalo ukupnu instaliranu snagu od

1.929.068 W

odnosno 1,93 MW.

Potrošak u 1968. godini je iznosio

259.612 kWh,

a u 1969. godini

341.066 kWh,

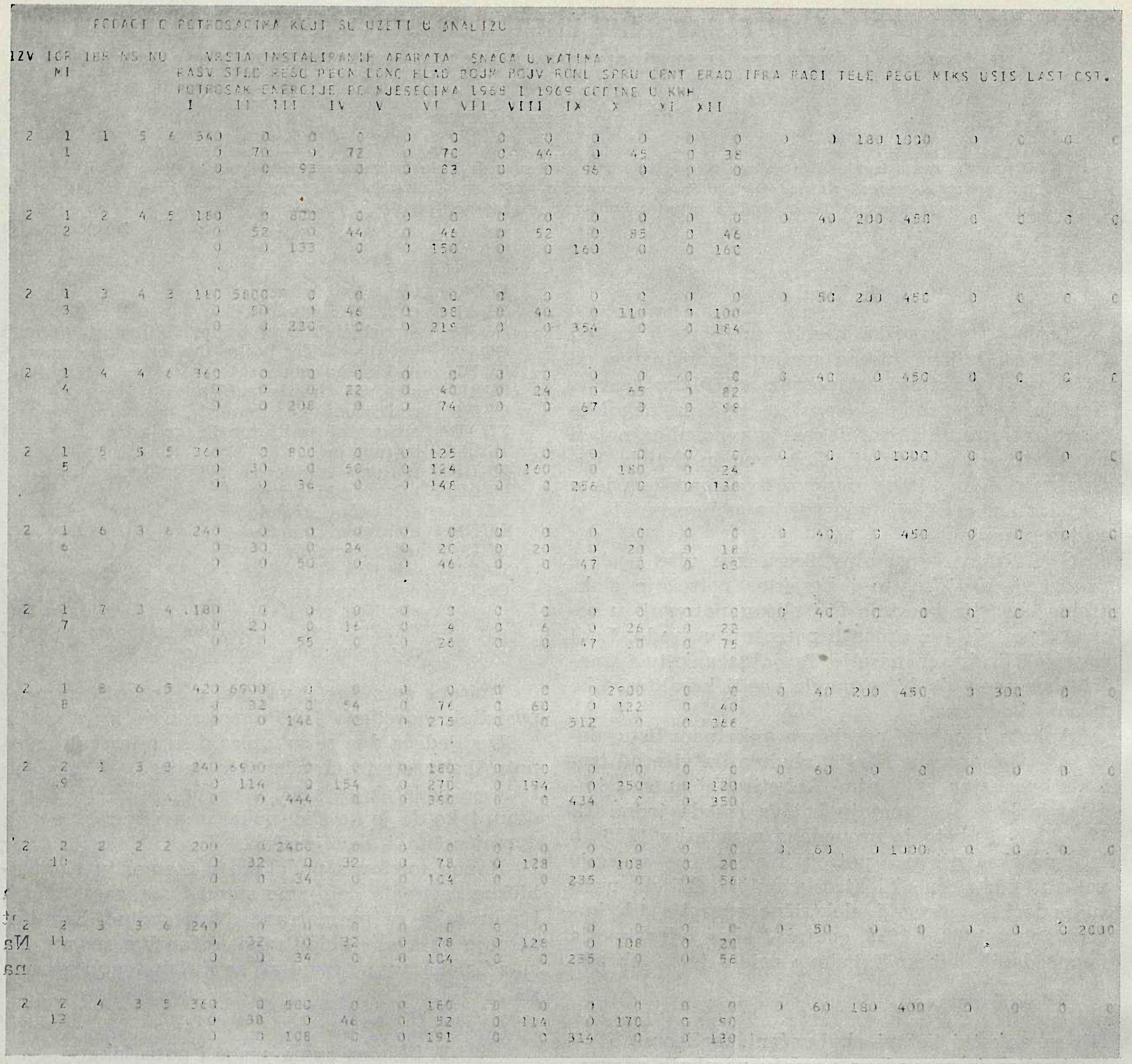
što znači da je potrošak električne energije povećan u 1969. za

31,38 %

u odnosu na 1968. godinu.

Prosjek instalirane snage jednog kućanstva iznosi

3.812,4 W/kuć.,



Sl. 1 Listing spodacima o potrošačima koji su uzeti u analizu

dok prosječni potrošak po jednom kućanstvu iznosi u 1968. godini

513,1 kWh/god ili 42,75 kWh/mjesečno,

a u 1969. godini

674,0 kWh/god ili 56,10 kWh/mjesečno.

Dobiveni podaci ukazuju na to da je u pitanju konzum dosta snabdjeven električnim aparatima, ali da potrošak nije velik. Taj potrošak pokazuje tendenciju vrlo velikog porasta. Zato je očito da izgradnju mreže treba usmjeriti tako da se osigura daljnji porast potroška.

4. Grupiranje instaliranih snaga i potrošaka

Sve instalirane snage potrošača svrstane su u 200 razreda širine 100 W. Za svaki razred ispisan je broj kućanstva koji pripada tom razredu. Među anketiranim kućanstvima u Tenju nema ni jednog kućanstva manje snage od 100 W. Međutim, ima 17 kućanstava sa instaliranih 100 do 200 W, a čak 36 kućanstava sa snagama između 200 i 300 W. Očigledno je da se radi o kućanstvima koja imaju rasvjetu i samo jedan kućanski aparat. Iz rezultata ove ankete izlazi da je vrlo mali broj kućanstava koja imaju instalirano više od 10.000 W po kućanstvu, a preko 15.000 W ima svega 3 kućanstva, jedno spada u razred 16.700 — 16.800 W, drugo u razred 17.200 — 17.300 W, dok najveći spada u razred 17.300 — 17.400 W.

Radi boljeg uočavanja razdiobe instaliranih snaga i eventualne zakonitosti te razdiobe, nacrtana je slika 2, na kojoj je krivulja razdiobe i kumulativna krivulja. Očigledno je da se na području od 0 — 5.000 W jasno ističe krivulja razdiobe ku-

SUMA INSTALIRANE SNAGE I POTROŠKA ZA POJEDINE POTROŠAČE

Tablica 1

BROJ	SUMA INSTALIRANE SNAGE I POTROŠKA U GODINI		
	UKUPNO WATA	1968 KWH	1969 KWH
1	1720	339	272
2	1670	325	603
3	6680	384	986
4	850	233	447
5	2285	568	570
6	730	132	206
7	220	94	203
8	11210	384	1299
9	7380	1102	1618
10	3660	398	429
11	2290	398	429
12	1680	510	743
13	3260	658	447
14	630	607	251
15	2730	804	298
16	450	352	357
17	8740	287	804
18	1290	246	439
19	6710	102	483
20	8140	774	2378

ćanstava s manjom instaliranom snagom, a u području od 5.000 do 11.000 W druga krivulja. Obje krivulje imaju jasno izražene maksimume, a maksimum krivulje sa manjim instaliranim snagama je oko 3 puta veći nego što je maksimum krivulje sa većim instaliranim snagama. Iz kumulativne krivulje se vidi da u krivulju manjih instaliranih snaga do 5.000 W ulazi 70 % svih kućanstava, u krivulju većih instaliranih snaga ulazi 26 % svih kućanstava, dok 4 % anketiranih kućanstava prelazi instaliranu snagu od 12.000 W i ne ulazi ni u jednu od ovih krivulja. Iz toga se može sagledati omjer kućanstava koja imaju električne štednjake, bojlere, strojeve za pranje rublja i druge električne aparate većih instaliranih snaga, prema kućanstvima koja su opremljena trošilima manje snage, kao što su kuhalo, glačalo, i slično.

Na isti način kao i kod instaliranih snaga grupirani su potrošci u 1968. i 1969. godini u razrede po 50 kWh/god. Velika većina potrošaka nalazi se u zoni malenog godišnjeg potroška. Na slici 4. prikazana je kumulativna krivulja i distribucija potrošaka pa se može vidjeti da je 70 % svih potrošaka u 1968. godini bilo manje od 500 kWh/god., odnosno manje od 42 kWh/mjesečno. Isto tako se može uočiti da je 1969. godine bilo samo 55 % potrošaka manje od 500 kWh/god. Interesantno je uočiti da je 1968. godine bilo 90 % svih potrošaka manje od 1200 kWh/god (100 kWh/mjesečno), a da je tih 90 % postignuto kod 1500 kWh/god. u 1969. Ovo pomicanje pokazuje porast potrošnje iz godine u godinu.

Na slici 4 se vidi da je raspodjela potrošaka po grupama vrlo pravilna, te bi se dala aproksimirati kojom od krivulja razdiobe iz statističke matematike. Iz nekih radova Instituta za elektroprivredu (lit./1/), vidi se da je to Poissonova krivulja.

5. Prosječne snage aparata u kućanstvu

U 506 kućanstava koja su anketirana *rasvjetu* ima 504, a prosječna instalirana snaga po jednom aparatu (sva rasvjetna tijela u jednom kućanstvu smatraju se jednim aparatom) iznosi

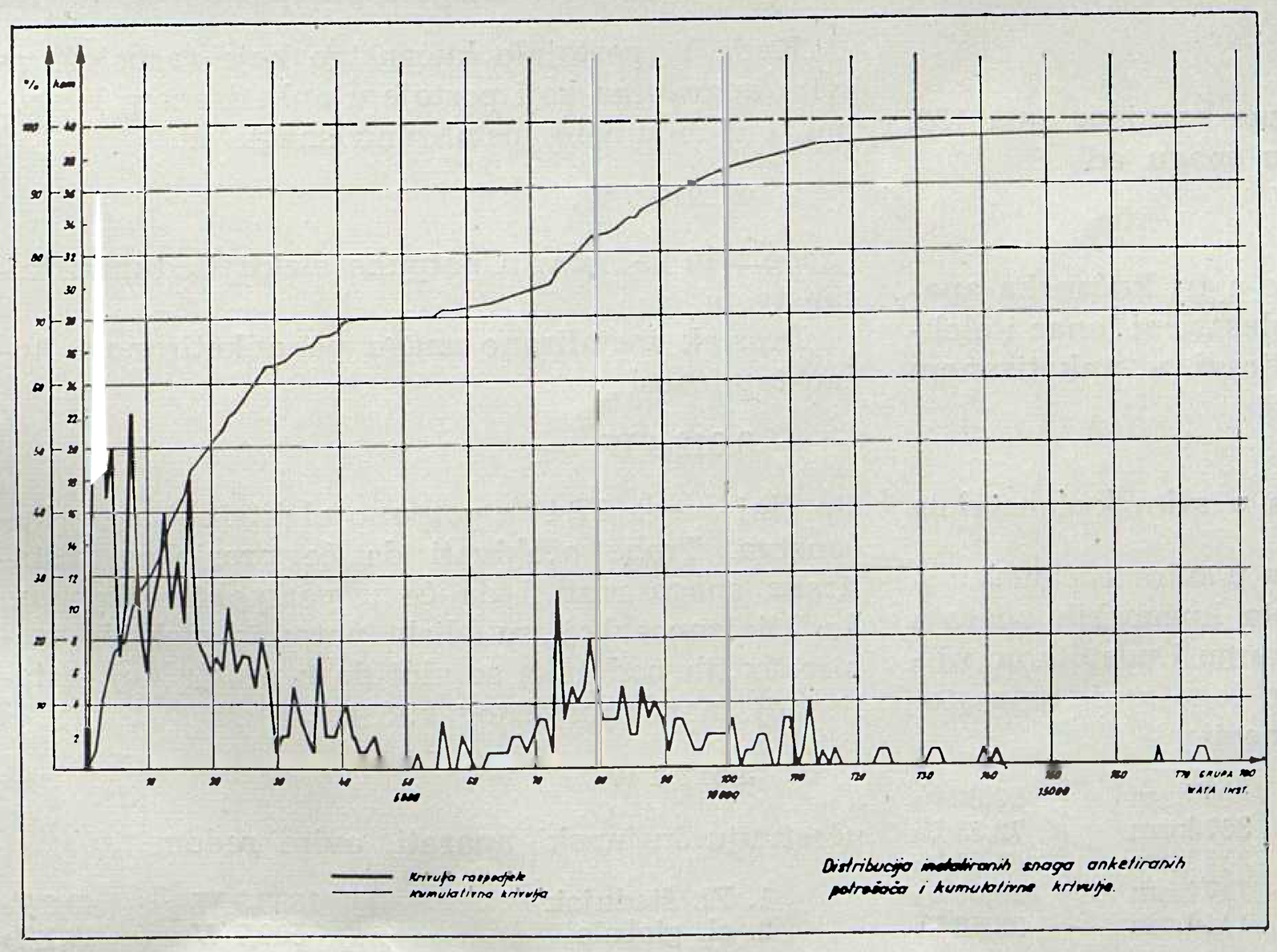
375,7 W.

Električnih štednjaka je bilo 144 a prosječna snaga po jednom aparatu iznosi

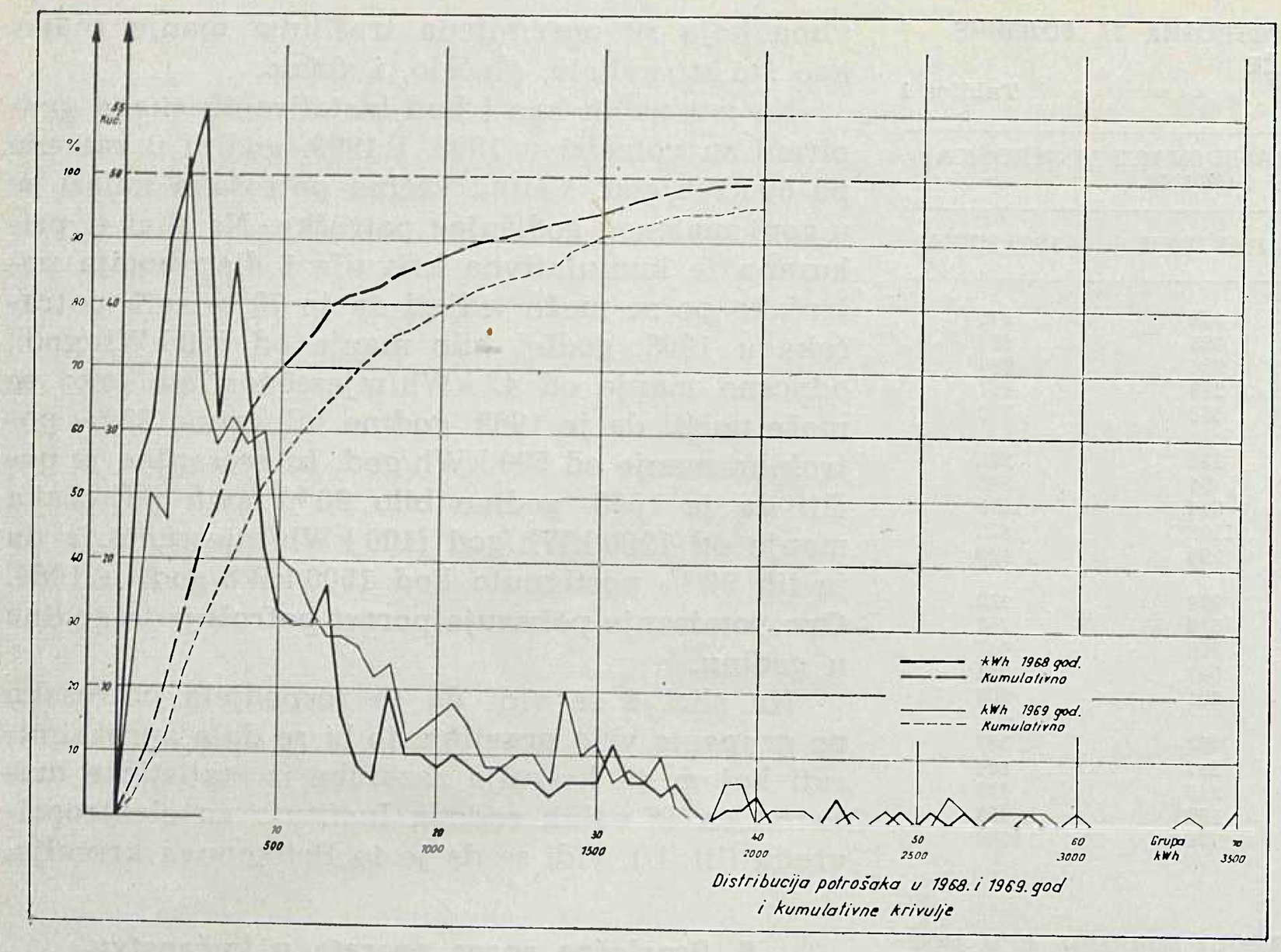
6.654,9 W.

Električnih kuhala je bilo 147, a prosječna instalirana snaga po jednom kuhalu iznosi

1.120,6 W.



Sl. 2 Distribucija instaliranih snaga anketiranih potrošača i kumulativne krivulje



Distribucija potrošaka u 1968. i 1969. god i kumulativne krivulje

Sl. 3 Distribucija potroška u 1968. i 1969. god. i kumulativne krivulje

Električnih hladnjaka je bilo 113, a prosječna instalirana snaga po jednom hladnjaku iznosi

135,1 W.

Radio prijemnika je bilo 367, a prosječna instalirana snaga po jednom aparatu iznosi

50,7 W.

Televizijskih prijemnika je bilo 133, a prosječna instalirana snaga po jednom prijemniku iznosi

185,9 W.

Električnih glačala je bilo 333, a prosječna snaga po jednom glačalu iznosi

760,9 W.

Električnih motora za razne namjene ima 122, a imaju prosječnu instaliranu snagu od

1.756,9 W.

Ostalih aparata ima manje a tri kućanska aparata i to: električna pećnica, električni lonac i električna centrifuga nisu instalirani u anketiranom konzumu Tenja.

6. Količina kućanskih aparata u svim kućanstvima

Količina kućanskih aparata u svim kućanstvima dana je brojem pojedinih vrsta kućanskih aparata u ukupnom anketiranom konzumu i postotkom njihove zastupljenosti. Na osnovi toga može se sastaviti slijedeća lista zastupljenosti:

1.	Rasvjeta	504 kom	99,60 %
2.	Radioaparat	367 kom	72,53 %
3.	El. glačalo	333 kom	65,81 %
4.	El. kuhalo	147 kom	29,05 %
5.	El. štednjak	144 kom	28,46 %
6.	Televizor	133 kom	26,28 %
7.	Motori i ostalo	122 kom	24,11 %
8.	Hladnjak	113 kom	22,33 %
9.	Usisač prašine	20 kom	3,95 %
10.	Stroj za pranje rublja	14 kom	2,77 %
11.	Bojler u kupaonici	13 kom	2,57 %
12.	Bojler u kuhinji	8 kom	1,78 %
13.	Infra grijač	7 kom	1,38 %
14.	Mikser, fen, mlinac za kavu	7 kom	1,38 %

Električnih ronila je bilo 2 a radijatora i lastilica za parket po 1. Iz ove rang liste se vidi u koje svrhe se najviše koristi električna energija.

7. Računski prosjek snage u prosječnom kućanstvu

Kada bi postojalo kućanstvo koje raspolaže sa svim aparatima koji postoje u anketiranom konzumu, ono bi imalo instaliranu snagu od

21.910,0 W.

i moglo bi se nazvati potpuno elektrificiranim kućanstvom.

Prosjek instalirane snage po anketiranom kućanstvu iznosi

3.812,4 W,

što čini svega 17,4 % potpuno elektrificiranog kućanstva. Treba očekivati da će prosječna instalirana snaga rasti i da će u perspektivi konzum dostići iznose koji su bliski potpuno elektrificiranim. Iz tih podataka se vidi da u prosječnoj instaliranoj snazi prosječnog kućanstva od

3.812,4 W

učestvuju kućanski aparati, ovim redom

1.	El. štednjak	1893,9 W	49,8 %
2.	el. glačalo	500,7 W	13,1 %

3. Motori i ostalo	423,6 W	11,1 %
4. El. rasvjeta	374,2 W	9,8 %
5. El. kuhalo	328,2 W	8,6 %

dok svi ostali aparati utječu snagom manjom od 100 W i ukupno iznose 291,8 W 7,7 %

8. Kućanstva s istim brojem aparata

Analizirajući konzum pokazalo se da ne postoji ni jedno anketirano kućanstvo koje ima 11, 12 ili više kućanskih aparata. Promatrajući količine aparata u skupinama prema broju koliko ih kućanstvo ima, u skupinama od 1 do 10 vidimo da postoji potpuno pravilna razdioba, s time da je maksimum kod skupine kućanstava koja imaju 3 aparata. Naime, sa

1	aparatom ima	44 kuć., ili	8,7 %
2	„	85 „	16,8 %
3	„	104 „	20,5 %
4	„	99 „	19,5 %
5	„	90 „	17,8 %
6	„	38 „	7,5 %
7	„	27 „	5,3 %
8	„	8 „	1,6 %
9	„	5 „	1,0 %
10	„	4 „	0,8 %.

9. Kućanstva koja su smanjila potrošnju

Posebno su interesantna kućanstva koja su iz bilo kojeg razloga smanjila potrošnju u 1969. godini. Potrošnju je smanjilo 126 kućanstava, dakle oko 25 % svih kućanstava. Ukupno smanjenje potrošnje ovih 126 kućanstava iznosi

14.874 kWh

ili u prosjeku 118,05 kWh/kuć. koje je smanjilo potrošak.

Karakteristično je da se ne može uzeti kao posve točna tvrdnja da najviše smanjuju potrošak kućanstva s malim brojem kućanskih aparata. To se najbolje vidi iz slijedećeg pregleda:

kuć. sa apar.	ukupno kuć.	kuć. sa manjim potroškom	%
1	44	21	47,7
2	85	29	34,1
3	104	23	22,1
4	99	15	15,2
5	90	18	20,0
6	38	11	29,0
7	27	8	29,5
8	8	0	—
9	5	0	—
10	4	2	50,0

Iako su u apsolutnim iznosima znatno brojniji iznosi kod kućanstava sa manjim brojem kućanskih aparata, mnogo su važniji iznosi nastali radi smanjene potrošnje kod kućanstava sa većim brojem kućanskih aparata. Zbog toga je zgodan slijedeći pregled:

sa aparat.	kuć.	razlika kWh	prosjek kWh/kuć.
1	21	— 1511	— 71,95
2	29	— 1845	— 63,62
3	23	— 2814	— 122,35
4	15	— 1670	— 111,33
5	18	— 2676	— 148,67
6	11	— 1912	— 173,82
7	8	— 2052	— 256,50
10	2	— 394	— 197,00

Izneseni podaci pokazuju da je vrlo korisno ispitati određene slučajeve smanjenja potroška, od slučaja do slučaja, jer smanjenje potroška od

— 14.874 kWh

u cijeloj 1969. godini predstavlja u izvjesnom smislu novčani gubitak.

Ukupni potrošak svih anketiranih kućanstava iznosio je

341.066 kWh

u 1969. godini i u odnosu na 1968. godinu povećan je za

81.454 kWh.

To znači da su kućanstva povećala potrošnju za ukupno

96.328 kWh,

jer je nadoknađena razlika od 14.874 kWh i još je postignut povećani potrošak. To znaći da su kućanstva koja su povećala potrošnju morala povećati za još

15,5 %

da bi se nadoknadila izgubljena potrošnja onih kućanstava koja su potrošnju smanjila.

10. Zaključak

Istraživanja provedena među anketiranim potrošačima u Tenju omogućuju da se uoče neke karakteristike tog konzuma. Bilo bi vrlo interesantno da se ista analiza ponovi za potrošak u 1970. i 1971. godini sa strukturom kućanskih aparata početkom 1972. Stalnim praćenjem konzuma može se doći do zaključka kako treba formirati električnu mrežu za taj konzum.

Literatura

1) J. Moser, *Analiza konzuma u kućanstvima.* (IV dio studije »Istraživanja u vezi s izgradnjom novih hidro i termoelektrana«), Institut za elektroprivredu, Zagreb 1969.

2) J. Moser, *Analiza konzuma u Tenju.* Komertar rezultata i opis programa za analizu), Institut za elektroprivredu, 1971.

Naslov pisca: Josip M o s e r, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

MONTAŽA MJERNO-REGULACIONE OPREME I PRVA ISKUSTVA S NJOM U TERMOELEKTRANI SISAK

Marijan Arnold, Zagreb

Opisana su iskustva s regulacionom i mjernom opremom, te opremom daljinskog upravljanja, tehnološke zaštite i signalizacije u TE Sisak nabavljenoj u SSSR-u. Autor upozorava na loša iskustva iz montaže i pogona, što su nastala zbog male mogućnosti investitora da uvječe na izbor rješenja i opreme, i zbog nepotpunog projektiranja i nedorađenosti opreme. U zaključku se daju prijedlozi kako da se spriječi ponavljanje takvih propusta.

DK 621.311.22-52

Uvod

Termoelektrana Sisak je prva jugoslavenska termoelektrana čiju je kompletnu opremu isporučio SSSR (uz izuzeće kemijske pripreme vode, pomoćnog kotla i 110 kV postrojenja), pa je i oprema tehnološke regulacije, tehnoloških mjerenja, tehnoloških zaštita i blokada, te daljinskog upravljanja također sovjetske proizvodnje. Elektrana je projektirana u Sovjetskom Savezu po sovjetskim normama i iskustvima.

S mjerno-regulacionom opremom koja je ugrađena u TE Sisak u našoj zemlji nema iskustva, a s obzirom na iskustva prakse u SSSR-u, s obzirom na zahtjeve iz uputa za skladištenje, montažu i eksploataciju, i s obzirom na dosadašnja iskustva s opremom u pogonu, proizlazi da ona zahtijeva drugačiji postupak nego oprema na koju smo navikli, zbog čega je dolazilo do kvarova i neprilika pri upuštanju.

U članku su prikazana dosadašnja iskustva sa sovjetskom opremom i sovjetskim projektom regulacije i mjerenja.

a) Podjela opreme

Ako mjerno-regulacionu opremu koja je ugrađena u TE Sisak grupiramo prema isporučiocima, onda je možemo podijeliti na opremu koju je isporučio ATM iz Jugoslavije, zatim austrijska firma Ruthner, i opremu sovjetske proizvodnje koju je isporučio Tehnopromexport.

Ovdje bi se zadržali samo na opremi sovjetske proizvodnje koja čini većinu mjerno-regulacione opreme TE Sisak.

Mjerno-regulaciona oprema dijeli se na nekoliko grupa, koje navodimo da bi se dobio uvid u njezinu opsežnost i raznovrsnost:

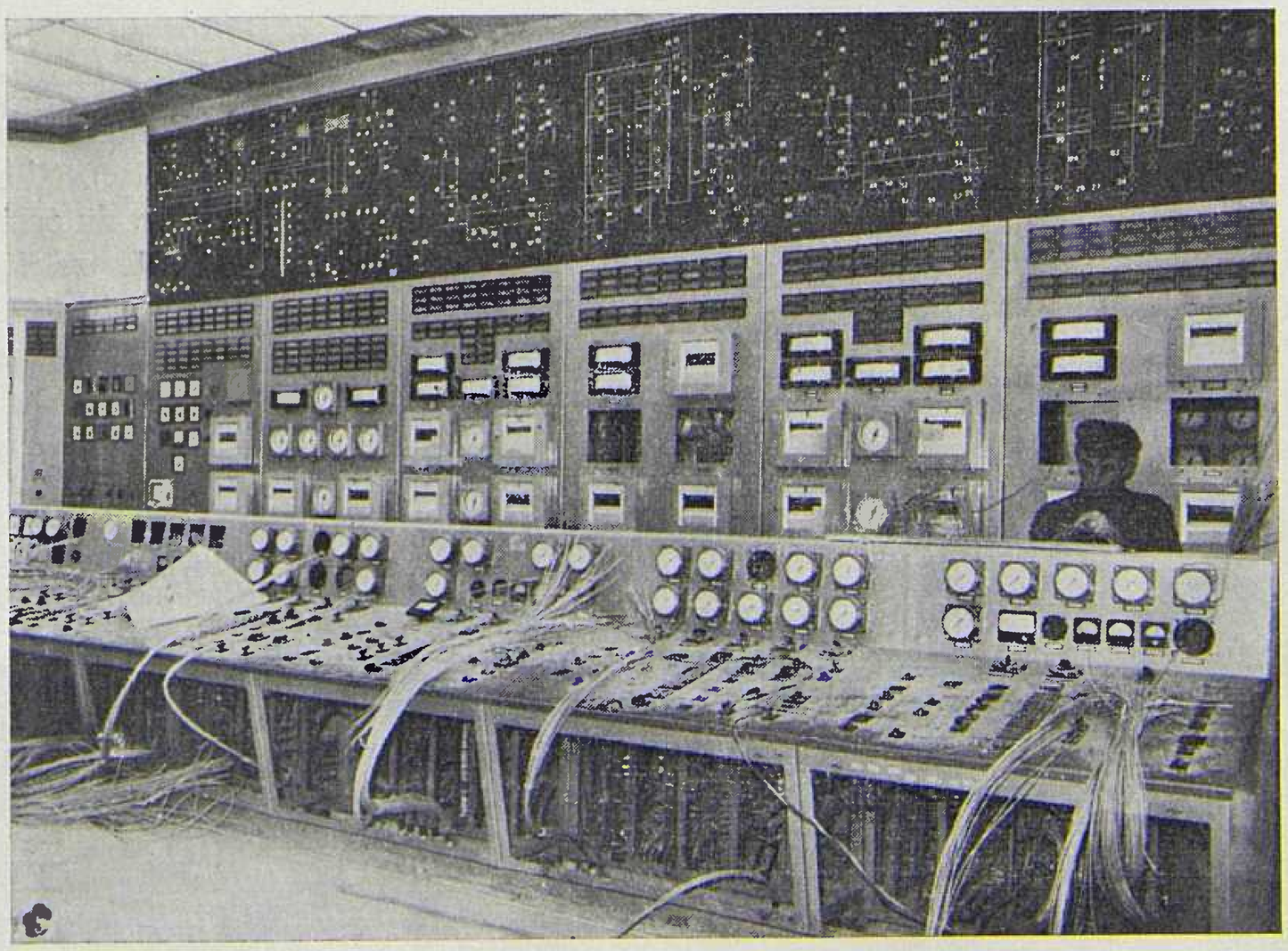
a) regulaciona oprema što je čine davači, regulatori, izvršni organi,

b) mjerna oprema koju čine pipala, davači, lokalni pokazni i registracioni instrumenti, daljinski pokazni i registracioni instrumenti,

c) oprema daljinskog upravljanja ventilima koju čine komandne sklopke ili tipkala izbirnog upravljanja, komandni i pomoćni releji, magnetski i reverzibilni sklopnici, električne kočnice, pomoćni releji za zaustavljanje u međupoložajima, daljinsko pokazivanje položaja ventila i krajnji kontakti,

d) oprema tehnoloških zaštita, koja obuhvaća kontakte pokaznih i registracionih instrumenata, pomoćne releje, izvršne releje, signalne tablice i izvršne organe,

e) oprema tehnoloških signalizacija, koja obuhvaća signalne kontakte pokaznih i registracionih



Sl. 1 Komanda TE Sisak za vrijeme montaže

instrumenata, signalne releje, pomoćne releje, signalne tablice i releje treperavog svjetla,

f) oprema tehnoloških blokada, koja obuhvaća krajnje kontakte na tehnološkoj opremi i daljinski upravljenim ventilima, pomoćne releje u krugovima upravljanja ventilima i ostale tehnološke opreme.

b) Projekt mjerno-regulacione opreme

Projekt mjerno-regulacione opreme izradila je sovjetska projektna organizacija LOTEP po sovjetskim normama i iskustvima.

Za protočne kotlove sovjetske proizvodnje tipa Ramzin bile su nam nepoznate karakteristike dinamičkog ponašanja kod prijelaznih pojava, a isto tako su bile nepristupačne upute i karakteristike mjerno-regulacione opreme, tako da se na tehnički projekt (koji odgovara našem idejnom projektu) nisu mogle staviti konkretne, već samo načelne primjedbe, na koje je sovjetski projektant često odgovarao da oni tako rade, da ugrađuju opremu prema njihovim propisima, da se mjerenja vrše na mjestima koja njihovi propisi predviđaju, i da su izmjene nemoguće.

Iz literature koja je dobivena iz elektrane Tuzla za čiju je II. etapu — za mjerenje i regulaciju isporučio opremu također SSSR, bilo je vidljivo da regulatori dobivaju prirodni neunificirani signal, pa zbog toga postoji 11 tipova regulatora (od kojih je za TE Sisak predviđeno 6 tipova), da je oprema izvedena u mješanoj tranzistorsko-cijevnoj tehnici, da su releji grube izvedbe, itd. Druga se oprema od Sovjeta nije mogla dobiti.

Da se je oprema regulacije i mjerenja izdvojila iz sovjetske isporuke i naručila kod drugog isporučioca, produžio bi se rok dovršenja elektrane koji je prvobitno bio planiran za 1. 9. 1969.

U tom slučaju bilo bi potrebno izraditi projekt regulacije i mjerenja odvojeno od standardnog sovjetskog projekta bilo u SSSR-u na osnovi podloga isporučioca izdvojene opreme, bilo na osnovi karakteristika osnovne tehnološke opreme kod nekog drugog projektanta.

Da ne bi došlo do kašnjenja u izgradnji objekta (do kojeg je uza sve to došlo za oko jednu godinu), nije usvojen prijedlog da se mjerno-regulaciona oprema izuzme iz sovjetske isporuke.

Projektom su predviđene dvije varijante regulacije kotla. Prva varijanta koja je provjerena u SSSR-u po ulaznim je signalima jednostavna, i u biti više odgovara baznom režimu rada bloka. Druga varijanta nije provjerena u SSSR-u, ulazni signali regulatora su mnogobrojniji, sheme kompliciranije, ali više odgovara regulacionom režimu rada bloka. Izbor varijante koja će biti upotrebljena u TE Sisak ostavljen je sovjetskom specijalisti za podešavanje regulatora i snimanje dinamičkih karakteristika postrojenja. Jasno je da je za izvedbu izabrana varijanta I, kao jednostavnija i ispitana.

Međutim iz SSSR-a je stigla oprema za obje varijante, tako da je razlika opreme predstavljala rezervu.

Projektant za regulaciju u procesu upuštanja predviđa posebne upusne regulatore koji su spojeni po jednoimpulsnim shemama i djeluju kao stabilizatori protoka. Ovi regulatori zamjenjuju tzv. osnovne regulatore koji rade u normalnom pogonu. Osim ovih upusnih regulatora predviđeni su i upusni regulatori za regulaciju tehnoloških procesa koji se koriste samo u procesu upuštanja.

Projektant također predviđa korekciju dovoda zraka prema sadržaju kisika, iako je i projektantu bilo jasno da se uz primijenjene analizatore dimnih plinova na O_2 takva automatska korekcija ne može obaviti. U SSSR-u isto tako nema iskustva s takvom korekcijom.

Projektant u pogledu mjerenja predviđa sva standardna mjerenja uobičajena u SSSR-u. Od dodatnih mjerenja je usvojio samo da predvidi analizator sadržaja kisika u napojnoj vodi. Ostala mjerenja koja su prema našim iskustvima zahtjevana nisu akceptirana, već su izvedena naknadno, bilo domaćom opremom bilo sovjetskom, isporučenom za mjerna mjesta koja su se smatrala nepotrebnima.

Projektant je predvidio takav razmještaj instrumenata na pločama kakav odgovara konstantnom pogonu kotla i bloka s rijetkim obustavama. Stoga je nakon prvih upuštanja u pogon bilo potrebno premjestiti neke pokazne instrumente sa neoperativnih ploča u komandi na operativne ploče, i sa lokalnih ploča u pogonu na operativne ploče u komandi. Tako je pokazivanje pritiska vode za upusno ubrizgavanje prebačeno sa lokalne ploče kotla na operativni pult u komandi, a pokazivanje nivoa u upusnom separatoru sa neoperativne na operativnu ploču u komandi.

Pokazivanje temperatura namota, željeza i drugih dijelova radne i rezervne budilice ugrađeno je na operativni pult, iako projektom nije bilo predviđeno mjesto ugradnje. Također su na lokalnu ploču turbine ugrađeni pokazni instrumenti nivoa u zagrijačima niskog tlaka, jer je nivo u zagrijačima promjenljiv.

Projektant nije predvidio niz mjerenja koja su naknadno ugrađena na zahtjev sovjetskih specijalista kao poboljšanja, bez kojih se u pogonu ne može raditi, a koja su normalno izvedena u sovjetskim elektranama, npr: mjerenje temperature nosećih greda u kotlu A, dodatna mjesta mjerenja temperature na turbini, mjerenje pritiska pare za ejektore i mazutnu stanicu, mjerenje pritiska, signalizacija i automatika u stanici za doziranje hidrazina i amonijaka radi kondicioniranja kotlovske vode, uređaji za kontrolu dima, itd.

U izvedbenom projektu u shemama spajanja, kao i u principnim shemama daljinskog upravljanja motorima, bilo je poprilično pogrešaka tako da se pri montiranju često ražila pomoć i objašnjenje od sovjetskih specijalista.

U izvedbenom projektu nedostajali su nacrti dispozicije mjerne i regulacione opreme, nacrti grupiranja opreme na pojedinim nosačima (štenderima), pa su nadzorni organi investitora i sovjetskih specijalista za montažu određivali mjesto ugradnje

opreme i njihovih nosača na licu mjesta. U izvedbenom projektu manjkale su razvijene strujne sheme, pa ih je trebalo izraditi na licu mjesta na osnovi principnih shema i nacrta spajanja.

Pogreške u projektu izbirnog upravljanja dovele su do pregaranja 15 elektronskih blokova regulatora, do pregaranja pokazivača položaja itd.

Projekt nije uvažio niz poboljšanja, koja su usvojena u SSSR-u a odnose se na krugove zaštita i blokada. Ove izmjene provedene su naknadno u TE Sisak pod rukovodstvom sovjetskih specijalista.

c) Transport, uskladištenje i rukovanje opremom

Upute za uskladištenje i transport regulaciono-mjerne opreme zahtijevaju da se uređaji uskladište i transportiraju pri temperaturi od +10 do +35° C, i vlažnosti do 80 %.

U kojoj je mjeri bio zadovoljen taj uvjet prilikom transporta ne može se reći, no prilikom uskladištenja na gradilištu nije bio zadovoljen. Pojedini uređaji (većinom pokazni i registracioni instrumenti, njihovi davači, i regulatori) smješteni su u prostoriji »acetilenske stanice« u koju su zbog toga bili stavljeni regali. Međutim prostorija se nije zagrijavala pa su se instrumenti tijekom zime nalazili na temperaturi nižoj od +10° C. Posljedice takvog uskladištenja uočile su se kod provjere instrumenata, a neke pri upuštanju u pogon, odnosno tijekom pogona. Otporni svici većine registracionih i pokaznih instrumenata rađeni su iz manganin žice. Manganin rekristalizira na temperaturi od 0° C, pa žica postaje krhka i sama se osipa.

Diferencijalni manometri punjeni su destiliranom vodom (svjetski proizvođači mjerne opreme pune ih tekućinom koja se smrzava na —35° C). Kod smrzavanja destilirane vode zbog povećanja volumena dolazi do deformacije membrana. Nakon odmrzavanja voda ne ispunjava cijeli prostor među membranama pa su diferencijalni manometri promijenili karakteristike, što se odrazilo na točnost mjerenja protoka, gdje su dif-manometri uglavnom primijenjeni.

Dio mjerne opreme ugrađene u ploče, montažer, »Braća Kavurić«, koji je ujedno vodio skladište, uskladištio je na otvorenom. U većini slučajeva je orginalna sovjetska ambalaža — terpapir bila pokidana, da bi se provjerilo što je unutra, pa je tako dio opreme oštećen.

To se prvenstveno odnosi na sve tri lokalne ploče napojnih pumpi, gdje je teško oštećeno 12 točkastih pokazno - signalizacionih instrumenata, tako da je od 3 instrumenta uz maksimalne napore i njihovo kompletno rastavljanje uspjelo kompletirati 2 instrumenta. Oštećeni su bili i pokazni instrumenti sa križnim svitkom i njihovi preklopci, koji su kompletno pregledani i popravljeni. Na isti način su bili uskladišteni i ormarići s automatikom za kompresore, koja je uz velike napore osposobljena za donekle normalni rad.

U skladištu je mnogo opreme razdvojeno, što se posebno odnosi na servomotore daljinski upravljanih ventila, gdje su sve kutije sa krajnjim kontaktima odvojene od servomotora. Budući da postoji čitav niz kutija sa krajnjim kontaktima koje se međusobno razlikuju po prenosnom odnosu ugrađenog reduktora, morali su se u procesu montaže brojiti okretaji izlazne osovine svakog servomotora, da bi se odredila pripadajuća kutija. Kako je obiman taj posao, primjera radi navodimo da elektrana imade preko 400 daljinski upravljanih ventila, zasuna i klapni. Na kraju montaže servomotora problem iznalaženja odgovarajućih kutija sa krajnjim kontaktima bio je tako ozbiljan, da su se naknadno morale izvršiti zamjene.

Veliki broj kutija sa krajnjim kontaktima bio je neprikladno uskladišten pa su mikrosklopke ugrađene u te kutije korodirale, pa ih je trebalo zamijeniti. I opruge i zupčanici su u mnogo slučajeva korodirali.

I ostala oprema bila je razdvojena što je pri montaži stvaralo poteškoće, osobito kad se radilo o sitnoj opremi, kao što su npr. elektrode za mjerače pH vrijednosti, koje su nađene nakon što je montaža izvršena i uređaji bili spremni za pogon.

d) Isporuka i kvaliteta isporučene opreme

Mjerno-regulaciona oprema istoručena je bez primopredajnih ispitivanja, direktno na gradilište TE Sisak.

Isporuka iz Sovjetskog saveza nije uvijek bila na vrijeme, pa su npr. nastavci za uvrtanje termoparova, koji se uvaruju na cjevovode, isporučeni s takvim zakašnjenjem da su se morali izraditi novi u službama strojarskog održavanja poduzeća Radonja i Željezare u Sisku, kako ne bi kasnila montaža. Na taj način je izrađeno 206 raznih nastavaka.

Isporučena sovjetska oprema nije uvijek odgovarala uobičajenom opsegu i uvjetima izrade.

Otvori za instrumente na pločama i pultevima izrađeni su neprecizno pa ih je trebalo dorađivati da bi se instrumenti koji su odvojeno isporučeni mogli ugraditi. Ožičenja za opremu koja nije bila odmah ugrađena nisu izvedena za neposrednu montažu. Sa spojnih žica nije bila skinuta izolacija, žice nisu formirane, i nisu izrađene ušice. Na mjestima gdje se uređaj spaja preko višepolnog utikača, utikači nisu bili zalemljeni na vodiće, već su dostavljeni uz uređaj na kojem je ugrađen jedan pol utikača.

Oprema koja je mogla biti u tvornici ugrađena u ormare i razdjelnice isporučena je posebno, a ožičenje nije izvedeno za neposrednu montažu. To se prvenstveno odnosi na magnetske reverzibilne kontaktere i električne kočnice.

U pločama su ugrađeni profili za uključenje na takvim mjestima da su smetali ugradnji instrumenata koji su posebno isporučeni, pa je trebalo profile izrezivati i premještati na druga mjesta.

U ploče i pultove nisu u tvornici ugrađeni profili za učvršćivanje kabela pa ih se moralo ugraditi na licu mjesta.

Za termoparove za kontrolu temperature nosača kotla isporučen je materijal potreban za nji-

hovu izradu (žice, izolacione perle i stakleno platno) s tim da se izradi na gradilištu.

Isporučene zaštitne cijevi termoparova većinom su bile prekratke. Neke su produžene prije montaže za dio temperaturnih mjerenja na turbini, a veći broj, oko 70, produžen je pri remontu s time da je trebalo izraditi nove termoparove. To se uglavnom odnosi na termoparove za mjerenje površinskih temperatura.

Servomotori su uglavnom isporučeni bez postolja i spojnih poluga koje su izrađivane na licu mjesta.

Venturi cijevi za mjerenje protoka zraka u zračnim kanalima isporučene su bez oduzimnih prstenova. Umjesto njih su dostavljene cijevi iz kojih su na licu mjesta izrađeni oduzimni prsteni.

Za krugove izbirnog upravljanja isporučeni su i ugrađeni u ploče krivi tipovi releja pa je trebalo prepravljati oko 480 releja. U krugovima zaštite i blokade često su upotrebljavani krivi tipovi releja, pa je bilo potrebno prerađivati kontakte.

Temperaturni regulatori tipa РПИБ -Т 16 kom izvedeni su za jedan tip termopara, a uz njih su isporučeni termoparovi drugog tipa, pa je trebalo preraditi otpornike u regulatorima.

Osovine regulacionih klapni zraka na gorionicima bile su prekratke, pa ih je trebalo produžiti.

Regulacione klapne imale su nedozvoljeno veliki prazni hod pa ih je također trebalo prerađivati.

Lokalna ploča turbine isporučena je bez ventila, bez izvedenog cijevnog sistema, bez priključaka za manometre i impulsne vodove.

Dvadeset osam kondenz-lonaca za diferencijalne manometre isporučeno je sa poroznim varovima.

Uz analizatore dimnih plinova nisu isporučeni hladnjaci dovoljnog kapaciteta, pa je trebalo izraditi 8 hladnjaka. Također uz te analizatore nisu isporučeni apsorpcioni filteri, iako su potrebni, pa su i oni izrađeni.

Kutije s krajnjim kontaktima i potenciometrima za pokazivanje položaja za regulacione ventile, isporučene su samo s jednom uvodnicom, koja nije omogućavala brtvljenje ulaznog kabela, a često puta u kutiju ulaze i do 3 kabela. Stoga je izvršena ugradnja dodatnih uvodnica, a postojeće su zamijenjene uvodnicama kod kojih je moguće brtvljenje.

Zaporni ventili na diferencijalnim manometrima ne brtve, jer materijal pladnjeva ne odgovara, a ni dosjedne površine pladnja i sjedala nisu dobro obrađene.

Konstruktivna izvedba zdjelica za kompenzacioni svitak diferencijalnih manometara je takva da se u zdjelici skuplja voda kod najmanjeg propuštanja na ventilima ili spojevima diferencijalnih manometara, što dovodi do proboja svitka, pa su svi kompenzacioni svici izbačeni u prvim mjesecima pogona.

Zaporni ventili impulsnih vodova ne daju se zatvoriti tako da ne propuštaju, zbog loše obrade pladnja i sjedala.

Dorade na mehaničkom dijelu opreme kao i spajanja posebno isporučene opreme izvršio je montažer kao višeradnje, dok su preinake i popravci na instrumentima i uređajima izvršeni u radionici službe regulacije i mjerenja pogona TE Sisak.

e) Montaža i ispitivanje montirane opreme

Montažu daljinski upravljanih ventila i uz njih vezane opreme kao razdjelnice ventila i povlačenje kabela, obavilo je montažno poduzeće »Braća Kavurić«, glavni monter u TE Sisak, a montažu ostale mjerno-regulacione opreme poduzeće za automatizaciju i tehniku mjerenja u industriji, ATM — Zagreb, kao kooperant poduzeća »Braća Kavurić«.

Montaža regulaciono-mjerne opreme započela je 3. 2. 1969. ali zbog kašnjenja strojne montaže nije počela punim zamahom.

Montažer se susretao sa poteškoćama zbog zakašnjele isporuke opreme sovjetskog isporučioca, zakašnjele isporuke dokumentacije, kao i netočnosti montažne dokumentacije, i pravovremeno obavljene revizije opreme prije ugradnje.

Montažer je također imao poteškoća zbog fluktuacije i nekvalificiranih radnika.

Montažer opreme regulacije i mjerenja, ATM, ugovorio je kao kooperant glavnog montažera »Braće Kavurića« montažu, a da nije imao uvid u montažnu dokumentaciju, tako da je ugovorena cijena bila daleko ispod realne. Tijekom montaže investitor je korigirao ugovorenu svotu s ATM-om, ali je zbog produženja montaže došlo do poskupljenja radnog sata, pa je montažer nastojao izbaciti iz svojih obaveza neke radove koji inače ulaze u njegove obveze, i prikazati ih kao višeradnje. Tako je naplaćivao kao višeradnje izradu zaštita za kabele, izradu nosača za instrumente i uređaje po pogonu, itd.

Montažer je na montaži regulaciono-mjerne opreme imao 8.898 sati višeradnji od kojih na otklanjanje nedostataka na sovjetskoj opremi otpada 3495 radnih sati, zbog pogrešaka u projektu i lokacije opreme 2308 sati, a ostali broj sati odnosi se na preinake radi poboljšanja funkcionalnosti i pogodnijeg smještaja. Unutar tih radnih sati, 620 radnih sati je utrošeno na ispomoć službi održavanja kod propuhivanja mazutnih impulsnih vodova i otklanjanja propuštanja na spojevima.

Montažer je na montaži mjerno-regulacione opreme u TE Sisak, bez višeradnji i ispitivanja utrošio ukupno 76.395 sati.

Kod spajanja kabela montažer je učinio dosta grešaka, što ukazuje na to da nije kontrolirao spajanja, tako da je bio maleni broj krugova koji se mogao pustiti u pogon bez prethodnog ispravljanja.

Montažu višepolnih konektora tj. lemljenje, vršio je pastom za lemljenje, iako je upozoren da to radi kalafonijem. Zbog toga je dolazilo do kratkih spojeva među polovima konektora, a još i danas dolazi zbog toga do povremenih proboja na konektorima.

Varovi na impulsnim cijevima bili su u više slučajeva šupljikavi.

Impulsne cijevi nije propuhivao, niti promivao tako da su mnoge impulsne cijevi bile začepljene, a tijekom pogona začepili su se i neki manometri i difmanometri nečistoćama koje su ostale u impulsnim cijevima.

Nepažljivo je rukovao opremom, tako da se mnogo zagubljivalo; na većem broju instrumenata i uređaja polomljena su stakla, a bilo je i uništene opreme.

Kod montaže kabela ostavio je na više mjesta prekratke krajeve kabela, pa je nadostavljao žile kabela na nezadovoljavajući način, što je na zahtjev nadzornog organa, otklonjeno.

Označavanje žila i kabela nije proveo onako kako se tražilo. Tražilo se da se svaki kabel na mjestu promjene trase označi limenom pločicom, i da se na svaku žilu kabela stavi limena pločica. Žile u razdjelnim kutijama vrlo često je označavao napamet, a u razdjelnicama ventila i velikom broju razdjelnih kutija nije učvrstio papirić s oznakom na plastičnu navlaku na žili, pa su oznake otpadale, što je sve stvaralo velike poteškoće kod traženja kvara i ispitivanja.

Prvobitnu izradu spojnih poluga od servomotora do izvršenog organa izveo je nepažljivo, pa je na velikom broju morao obaviti preinake i popravke.

Neiskorištene žile kabela ostavio je neformirane, a često i neizolirane pa su prvih mjeseci rada predstavljale uzrok kvarova koje je bilo teško ustanoviti, jer su žile davale iščezavajuće zemljospojeve i kratke spojeve.

Vijke na stezaljkama monter nije dovoljno čvrsto pritezao niti je pod njih uvijek stavljao zvjezdaste pločice. Slabi spojevi izazivali su neprilike u pogonu, tako dugo dok osoblje službe regulacije i mjerenja nije priteglo sve vijčane spojeve.

Manometri su na mjestu uvrtanja imali tvornički predviđen ispust koji je služio za fiksiranje brtve. Isporučeni pipci imali su odgovarajuće udubljenje, no samo na jednom kraju. Budući da je monter uvrnuo pipce naopako, bio je uvjeren da pipci nemaju udubljenje, pa je oštetio veći broj manometara režući im ispuste.

Ispitivanje krugova daljinski upravljanih ventila, zasuna i klapni, i podešavanje krajnjih kontakata, izvršio je ATM u suradnji sa »Braćom Kaurić«,s tim daje ATM-u posebno plačeno utrošeno radno vrijeme od 8491 radnih sati.

Ispitivanje ostalih krugova kao krugova mjerenja, regulacija, zaštita i signalizacija, obavilo je osoblje službe regulacije i mjerenja. Povodom tih ispitivanja, kod kojih su pomagali sovjetski specijalisti, usmjeravanjem, uputama i rješavanjem težih pogrešaka kao i netočnosti u shemama, otklonjene su pogreške iz projekata i veliki broj krivih spojeva načinjenih prilikom montaže. Osoblje regulacije i mjerenja utrošilo je za ispitivanje i upuštanje mjernih, regulacionih, signalnih i zaštitnih krugova ukupno 12.840 radnih sati do momenta upuštanja postrojenja u probni rad, tj. do 1. 10. 1970. Međutim danom upuštanja postrojenja u probni rad nisu svi krugovi bili ispitani, već je ono nastavljeno i dalje.

f) Provjera opreme u radionici

Sva oprema regulacije i mjerenja prije ugradnje, a oprema koja je isporučena ugrađena u ploče prije puštanja u pogon, provjerena je u radionici službe za regulaciju i mjerenja TE Sisak.

Revizija i provjera instrumenata obavljena je prema montažno-eksploatacionoj uputi, a na instrumentima kod kojih nije u uputi naveden način provjere, izvršena je isto kao i na ostalim sličnim instrumentima.

Pri tom je provjereno da li je instrument mehanički i električki u redu, uz to je kontrolirano pokazivanje nule, kontrolne točke i još nekoliko točaka skale.

Takvom provjerom otkrivene su pogreške lošeg uskladištenja, nedorađenosti uređaja u tvornici, kao i oštećenja što su nastala transportiranjem. Za svaki mjerni i regulacioni uređaj ispisana je kartica instrumenta, i određena pozicija ugradnje.

Zbog neadekvatnog vođenja skladišta bilo je poteškoća oko kompletiranja uređaja, jer je često bilo teško naći odgovarajući davač. Takvim provjeravanjem ustanovljen je i otklonjen dio kvarova koji su prethodno navedeni. Međutim nije izvršena kompletna revizija instrumenata, tj. rastavljanje svih kinematičkih mehanizama u sastavne dijelove, već je izvršen samo popravak onih kvarova koji su se pokazali tijekom provjere.

Prva iskustva iz pogona pokazala su da je na sovjetskim instrumentima trebalo izvršiti reviziju svih kinematičkih mehanizama.

Revidirani su svi releji iz krugova daljinskog i izbirnog upravljanja, zaštita, blokada i signalizacija. Pri tom su obavljene potrebne izmjene na relejima, kao izbacivanje suvišnih dioda i prerada kontakata.

Na provjeru instrumenata, regulatora i ostale opreme koja ulazi u krugove mjerenja i regulacije, kao i na otklanjanje uočenih kvarova, utrošena su do puštanja u pogon tj. do 1. 10. 1970. 4922 radna sata.

I nakon puštanja u pogon provjeravani su naknadno prispjeli instrumenti.

S obzirom na već stečena iskustva u pogonu, naknadno prispjeli instrumenti stavljeni su na ispitni stol s namjerom da budu u radnom stanju 10 dana. Prethodno su izvršene revizije na tim instrumentima i otklonjeni svi kvarovi. Od 5 instrumenata tipa MCP-1 koji su naknadno isporučeni za registriranje količina soli u pari i vodi ni jedan nije ostao ispravan i izdržao 10-dnevni pokusni rad.

g) Kvarovi na opremi kod upuštanja i prvih mjeseci rada

Kod upuštanja glavne tehnološke opreme pokazali su se skriveni kvarovi koji nisu uočeni prilikom provjere, a do kojih dolazi zbog nedovoljne

kontrole pri izradi, kao i neispitivanja u tvornici, kao i kvarovi uzrokovani nepažljivom montažom.

Kod prvog upuštanja kotla A prosječno svakih 45 minuta došlo je do kvara na 1 mjernom mjestu. S obzirom da je prvobitno bio u pogonu samo jedan kotao, osoblje službe za regulaciju i mjerenja pomagalo si je na taj način što je skidalo opremu s kotla koji nije bio u pogonu i prebacivalo je na kotao u pogonu.

Najčešće su se javljali kvarovi na pojačalima pokaznih i registracionih instrumenata, kvarovi na mrežnim transformatorima, zatim na ulaznim torusnim transformatorima, mehaničko zaribavanje kinematičkih mehanizama instrumenata, prekidi termoparova i otpornih termometara, pregaranje ulaznih dijelova regulatora zbog pogrešne projektne sheme izbirnog upravljanja, probijanje dioda i pregaranje otpornika u kutijama s krajnjim kontaktima KDY regulacionih klapni, izbacivanje automata u krugovima daljinskog upravljanja ventilima, zbog pogrešnog tvorničkog spajanja u razdjelnicima ventila, itd.

Mnogi instrumenti su u prvim danima pogona krivo pokazivali, jer su impulsne cijevi do davača bile začepljene, ili su se začepile u prvim danima pogona. Instrumenti za mjerenje temperatura češće su krivo pokazivali zbog loših spojeva, velikih prelaznih otpora na preklopnicima, zbog zamjene tipova termoparova, odnosno otpornih termometara. Do pogrešnog mjerenja tlakova i protoka dolazilo je i uslijed zamjene davača koji pripada dotičnom instrumentu, davačem drugog mjernog područja. Za mjerne zaslone nisu isporučeni proračuni, pa je nemoguće kontrolirati da li su polazni proračunski parametri ispravno uzeti i da li su mjerni zasloni točno obrađeni.

U prvim mjesecima pogona veliki je broj tvorničkih i montažnih pogrešaka otklonjen.

Pogreške zbog loše kvalitete opreme, kao pregaranje ulaznih i mrežnih transformatora, pojavljuje se i dalje. Budući da ne postoje rezervni transformatori, a torusne transformatore je nemoguće prematati, prešlo se na zamjenu torusnih transformatora elektronkom. To predstavlja nužno rješenje, koje omogućuje da se pogon dalje odvija, no u potpunosti ne zadovoljava, jer pojačala gube karakteristike koje su imala sa torusnim transformatorom. Do sada je pregorjelo 14 torusnih transformatora.

Veliki broj zaribavanja kinematičkih mehanizama prisilio je radionicu službe regulacije i mjerenja da počne sa detaljnom revizijom pokaznih i registracionih instrumenata. Pri tom su prvenstveno revidirani instrumenti koji su zaribani u pogonu, a zatim instrumeti na bitnim mjerenjima. Na taj je način u prvih 7 mjeseci pogona i tijekom prvog remonta izvršena detaljna revizija svih pokaznih i registracionih instrumenata i izvršena detaljna provjera instrumenata zajedno sa pripadajućim davačima.

Česta pregaranja dioda u kutijama sa krajnjim kontaktima (KDY) (19 kvarova na 4 kutije) naveli su službu regulacije i mjerenja na pomisao da originalne ugrađene diode ne zadovoljavaju. Ispitivanjem je ustanovljeno da im zaporni napon naglo pada s porastom temperature. Nakon što je izvršena zamjena neispravnih dioda sa diodama domaće proizvodnje koje imadu znatno viši zaporni napon od sovjetskih, i koje nisu osjetljive na povišene temperature, i nakon što su otpornici zamijenjeni otpornicima veće snage, kvarovi na revidiranim KDY se više nisu javljali.

Zatim su se često javljali kvarovi na relejima za treperavo svjetlo u shemama signalizacije.

U SSSR-u također imaju poteškoća s tim relejima, pa su predložili 4 rješenja da bi se izbjegli sporni releji, tj. zamjena releja za treperavo svjetlo sa elektronskim sklopom.

h) Organizacija nadzora montaže regulaciono-mjerne opreme i službe za održavanje opreme za mjerenja i regulacije

Od početka izgradnje, u stvari od srpnja 1967. do svibnja 1968. u sastavu odjela izgradnje postoji nadzorni inženjer za regulaciju i mjerenje, koji je u V. mjesecu 1968 prešao u pogon kao šef službe regulacije i mjerenja, s tim da i dalje vrši nadzor nad montažom mjerno-regulacione opreme. Ostala mjesta službe za održavanje mjernih i regulacionih uređaja popunjavala su se sukcesivno, kako slijedi:

U VIII. mj. 1968. 1 radnik.
X—XI. mj. 1968. 3 radnika.

Ovi radnici su trebali obavljati reviziju isporučenih mjerno-regulacionih uređaja, a ujedno i nadzor nad montažom. U isto vrijeme tj. od X. do XII. mjeseca 1968. pada i 1,5 mjesečna praksa u SSSR-u, u elektrani Zainskaja, koju su svi tadašnji radnici službe za regulaciju i mjerenja prošli.

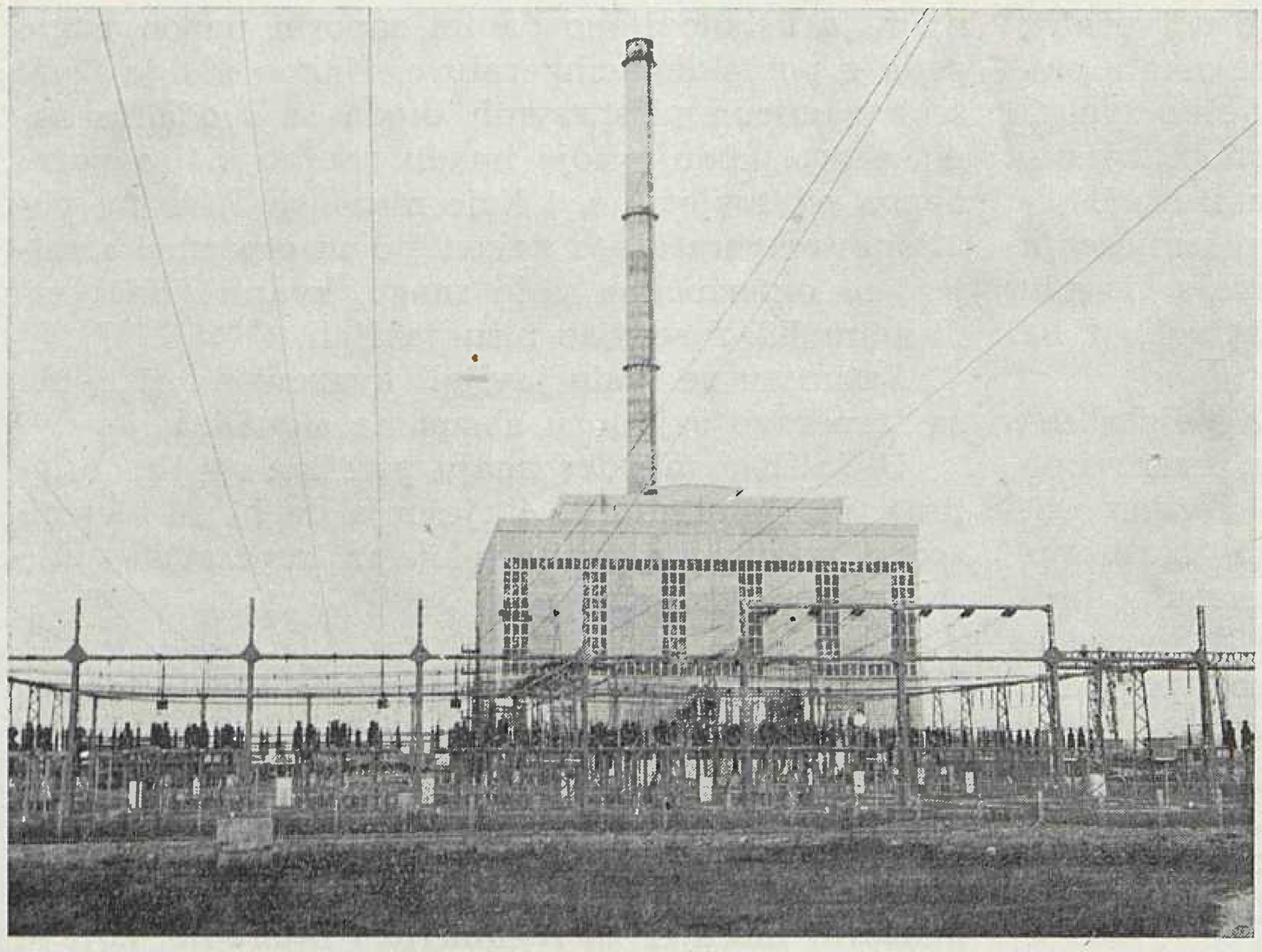
U III. mj. 1969. primljen je 1 radnik, a u XI mj. 1969. još 1.

S time je prvobitno zamišljena organizaciona shema službe za regulacije i mjerenja bila popunjena.

Međutim, već praksa u SSSR-u i prva iskustva sa mjerno-regulacionim uređajima pokazala su da je broj radnika predviđenih organizacionom shemom za službu regulacije i mjerenja podcijenjen, pa je još u srpnju 1969. podnesen zahtjev za proširenje te službe. Zahtjev je naišao na veliki otpor rukovodilaca, osobito iz drugih pogona, koji s obzirom na malene jedinice koje su montirane u njihovim pogonima i s obzirom na jednostavnu opremu za mjerenja i regulaciju na njima, nisu sagledavali opseg radova na opremi za regulaciju i mjerenje u TE Sisak.

Na osnovi tih traženja u IV. mjesecu 1970. povećan je broj radnika u službi za regulaciju i mjerenje za 3, a time je uglavnom i služba dobila svoje prave konture.

Odobrenjem proširenja službe za regulaciju i mjerenja u ožujku 1971. sa 3 instrumentarca, služba je dobila svoj konačni oblik, pa danas imade 16 radnika, no sva radna mjesta zbog deficitarnosti odgovarajućih kadrova još nisu popunjena.



Sl. 2 Pogled na TE Sisak

Danas organizaciona shema službe regulacije i mjerenja izgleda ovako:

Šef službe
|
Poslovođa službe
|
Majstor za regulacije — Dežurni u smjeni (5 izvr.)

Instrumentarac (3 izvršioca)

Elektičar za Tehnološke zaštite i blokade

Finomehaničar

Pomoćni radnik

Nerazumijevanje odgovornih rukovodioca dovelo je do zakašnjenja u formiranju definitivne sheme službe. Da je služba od početka izgradnje bila organizirana po današnjoj shemi izbjegli bi se prilikom montaže, ispitivanja i aktiviranja uređaja mnogi kvarovi, nesporazumi i višeradnje.

Za vrijeme montaže, ispitivanja i popravljanja uređaja, ispitivanja ožičenja, izrade razvijenih shema i pisanja uputa, veliku su pomoć pružila trojica sovjetskih specijalista: specijalista za montažu, specijalista za mjerne i regulacione uređaje i specijalista za namještanje regulatora.

Zaključci:

1. Kod ugovoranja iduće montaže treba u ugovoru točno definirati dužnosti montažera i opseg radova koje je dužan obaviti, te točno specifirati što predstavlja višeradnju.
2. U ugovoru definirati montažni materijal koji nabavlja i isporučuje montažer i cijenu materijala.
3. Nadzornu grupu oformiti na vrijeme i sa dovoljnim brojem radnika. Omogućiti nadzornim organima da detaljno prouče izvedbeni projekt prije početka montaže.
4. Kod ugovaranja opreme treba točno definirati stupanj dorađenosti i opseg ispruke u pogledu nosača, postolja itd.
5. Mjerno regulacionu opremu treba pojedinačno preuzimati od proizvođača.
6. Preuzimanje opreme iz transporta kao i njezino uskladištenje treba obavljati osoblje investitora, a ne montažer. Kod otvaranja sanduka za koje se predmijeva da makar i djelomično sadrže mjerno-regulacionu opremu, treba da je prisutan radnik koji se za nju brine.
7. Pri unošenju u skladište, svu opremu i njene dijelove, kao i rezervne dijelove, treba pozicionirati.
8. Prije ugradnje mjerno-regulacione opreme treba izvršiti detaljnu reviziju kinematičkih mehanizama i ispitati električne krugove, te obaviti kontrolno baždarenje.
9. S montažom opreme za regulaciju i mjerenje treba početi tek onda kada strojarski radovi toliko uznapreduju da ne ometaju montažu regulaciono-mjerne opreme.
10. Prije ugradnje instrumenata i regulatora treba izvršiti provjeru tvorničkog ožičenja ormara, ploča i pulteva.
11. Kontrolirati spajanja svih kabela prema kabelskom protokolu.
12. S projektnom organizacijom ugovoriti dispozicione nacrte opreme regulacije i mjerenja i razvijene strujne sheme. Razvijene strujne sheme treba da su isporučene uz izvedbeni projekt.

NAPOMENA: Točka 8 dolazi u obzir ako se oprema nabavlja iz zemalja istočne Evrope.

Naslov pisca:
Marijan Arnold, dipl. ing., »Elektroprivreda« Zagreb, Pogon TE Sisak

DIMENZIONIRANJE VODIČA ZA UZEMLJENJE I KRATKO SPAJANJE VODOVA I SABIRNICA VISOKOG NAPONA U MREŽI »ELEKTROPRIVREDE« ZAGREB

Nikola Lastrić, Zagreb

Na temelju zahtjeva propisa i očekivanih iznosa struja kratkog spoja predložen je način izbora bakrenih užeta za uzemljenje vodova i sabirnica pomoću motki za uzemljenje. Rezultati provedenih toplinskih kontrola prikazani su tablično i razmatrani u zaključku.

DK 621.316.9

1. Propisi i komentar

Prema Tehničkim propisima za elektroenergetska postrojenja iznad 1000 V (Sl. list 14/67), treba pri radu na nadzemnim vodovima koristiti naprave (prijenosne), koje osiguravaju zaštitu ljudi od slučajnih ili atmosferskih prenapona. Mjesto rada treba s obje strane na minimalnom razmaku dobro kratko spojiti i uzemljiti.

Za to se obično uzimaju motke za uzemljenje s bakrenim fleksibilnim užetima koja se vežu na uzemljenje postrojenja, odnosno na metalnu konstrukciju stupa ili njegovog uzemljivača.

Svrha ove male analize je kontrola i dimenzioniranje vodiča, koji će se upotrijebiti za ovakva zaštitna kratka spajanja i uzemljenja.

U mrežama s direktno uzemljenom nul-točkom transformatora, presjeci zemljovoda moraju odgovarati očekivanoj struji dozemnog kratkog spoja (jednopolni kratki spoj). Kako zaštitni zemljovodi prijenosnih naprava za uzemljenje ujedno i kratko spajaju vodove ili sabirnice, treba ih provjeriti na struje tropolnog kratkog spoja.

Iz spomenutih tehničkih propisa član 3.243 — tablica IV. slijedi da su za graničnu temperaturu vodiča od 150° C za bakrene vodiče najveće dozvoljene struje u trajanju od 1 s.:

Presjek (mm²)	I_{tmax} (A) $T = 1$ s		
	Čelik	Al	Cu
16	—	—	2500
25	—	—	4000
35	—	3500	5500
50	3000	5000	8000
70	4500	7000	11500
100	6000	10000	16000
200	12500	20000	32500

Zaštita elektroenergetskih postrojenja i vodova ima različita vremenska zatezanja prorade, pa vrijeme od 1 s. ne udovoljava svim uvjetima trajanja struje kratkog spoja.

Vrijeme od 1 s. može se uzeti za slučaj uzemljivanja vodiča dalekovoda, jer je to približno vrijeme podešenja zaštite (u oba stepena).

U transformatorskim stanicama (sabirnice, spojni vodovi aparata i opreme) uzima se vrijeme trajanja struje kratkog spoja približno 0,8 s, pa se tablica u tom smislu treba korigirati.

Prema poznatom izrazu razvijena toplina je

$$Q = I_t^2 \cdot R \cdot T.$$

Za trajanje kratkog spoja u vremenu 1 s. odnosno 0,8 s.

$$Q_1 = I_{t_1}^2 \cdot R_1 \cdot 1$$

$$Q_{0,8} = I_{t_{0,8}}^2 \cdot R_{0,8} \cdot 0{,}8\,.$$

Uvjetuje li se ista granična temperatura zagrijavanja od 150° C to će razvijena toplina i veličina otpora u oba slučaja biti jednake.

$$Q_1 = Q_{0,8} \qquad R_1 = R_{0,8}\,.$$

dakle

$$I_{t_1}^2 \cdot 1 = I_{t_{0,8}}^2 \cdot 0{,}8$$

odnosno

$$I_{t_{0,8}} = \sqrt{\frac{I_{t^1}^2}{0{,}8}} = \frac{I_{t_1}}{\sqrt{0{,}8}},$$

pa prerađena tablica za vrijeme trajanja struja kratkog spoja 0,8 s, daje slijedeće najveće dozvoljene struje kratkog spoja što će zagrijati vodiče do max. 150° C

Presjek (mm²)	I_{tmax} (A) $T = 1$ s		
	Čelik	Al	Cu
16	—	—	2800
25	—	—	4500
35	—	3900	6200
50	3400	5600	9000
70	5000	7800	13000
100	6700	11400	18000
200	14000	22800	36400

Pri tom su zaokružene vrijednosti na 100 A, jer je i tablica iz propisa na sličan način izrađena.

Sličnu tablicu sadrže i propisi u članu 3.53. tablica VI, ali za vrijeme od 2 s., 5 s i 10 s. i to samo za bakrena užeta.

2. Struje kratkog spoja u mreži »Elektroprenosa« — Zagreb

Elaborat Instituta za elektroprivredu SRH — »*Proračun kratkog spoja u mrežama* 110, 220 i 380 kV *SR Hrvatske za 1975. godinu*« daje za pretpostavljeno-pojačano stanje mreže te godine, vrijednosti najvećih struja početnog jednopolnog i tropolnog kratkog spoja za sve stanice s pojedinačnim udjelima vodova i transformatora prema predviđenom uklopnom stanju.

Iz ovog elaborata mogu se izvući zaključci potrebni za rješenje ovdje zadanog problema:

— *Na nivou napona 110 kV* u svim stanicama blizu izvora energije ili jakih energetskih čvorišta, struje jednopolnog kratkog spoja veće su od struja tropolnog kratkog spoja.

Periferne stanice s manjim snagama transformacije, udaljene od izvora imaju, suprotno od prethodnog, veće struje tropolnog kratkog spoja od jednopolnog. Prema prije spomenutom elaboratu najveća se struja kratkog spoja od $J_I = 30{,}45$ kA javlja u budućoj TS 380/110 kV »Zagreb« sa sabirnicama 110 kV.

Nadalje slijedi:

TS Mraclin	J_I	= 28,21 kA
TS TO Zagreb	J_I	= 20,74 kA
TS Zagreb — Jug I.	J_I	= 19,20 kA
TS Rakitje	J_{III}	= 20,16 kA
	J_I	= 18,94 kA
TS Jarun	J_{III}	= 17,67 kA
	J_I	= 15,76 kA
TS Zagreb — Jug II.	J_{III}	= 19,37 kA
	J_I	= 18,70 kA
TS Resnik	J_{III}	= 20,29 kA
	J_I	= 18,08 kA
TE Sisak	J_I	= 15,87 kA

Sve ostale stanice i čvorne točke imaju struje kratkog spoja ispod ovih vrijednosti (početne vrijednosti).

— Za periferne stanice te su vrijednosti još znatno niže i leže u granicama između 5 i 10 kA.

— Struje početnog jednopolnog i tropolnog kratkog spoja *na nivou napona 220 kV* u transformatorskim stanicama, znatno su niže od struja kratkog spoja na naponu 110 kV.

— Vrijednosti struja za vodove 110 i 220 kV iznose u maksimalnim i minimalnim iznosima po naponskom nivou:

	J_I max kA	J_I min kA
220 kV:	Mraclin — Sisak — 3,49	Mraclin — Brinje — 0,82
110 kV:	Jarun — Zagreb "I — 9,46	Nedeljanec — Söjtör — 0,31

— Kod vodova 110 kV i 220 kV u većini slučajeva sve struje tropolnog kratkog spoja su veće od struja jednopolnog kratkog spoja.

— *U 380 kV* mreži struje kratkog spoja još su niže od istih vrijednosti na 220 kV naponu.

— Sve ove konstatacije i podaci vrijede za područje »Elektroprenosa« — Zagreb, pa se za druge prilike i podatke o parametrima kratkog spoja trebaju početni podaci na sličan način obraditi kako bi se mogli provesti daljnji proračuni.

3. Proračun termičkih struja kratkog spoja

Da bi dimenzionirali vodiče zaštitnih zemljovoda potrebno je podatke o početnim strujama kratkog spoja proračunati na ekvivalentne struje zagrijavanja vodiča u vremenu od 1 odnosno 0,8 sekunde.

Kad bi željeli izvršiti točan proračun trebalo bi znatno više podataka o mreži, generatorima, transformatorima i djelovanju zaštite. Ovdje se žele tipizirati samo 2—3 presjeka vodiča zemljovoda, pa se mogu tolerirati pojednostavljenja proračuna i približne vrijednosti (to više, što su i presjeci vodiča tipizirani).

Stoga će se od niza vrijednosti početnih struja odabrati 4 vrijednosti, koje će biti temelj proračuna za:

a) Sve vodove 110, 220 i 380 kV jedna — najveća vrijednost

b) Transformatorske stanice 380/110 kV i 220/110 kV

c) Transformatorske stanice 110/35 i 110/10 kV u Zagrebu i okolici s većim strujama kratkog spoja

d) Sve ostale stanice — udaljene od izvora i velikog konzumnog područja (Zagreb).

Odabrani kriteriji za vrijednosti početnih struja jednopolnog kratkog spoja i vremena trajanja kratkog spoja za navedene grupe su slijedeći:

a) $I_{K''_I} = 9{,}5$ kA $t_k = 0{,}8$ s (distantna zaštita)

b) $I_{K''_{I_1}} = 30{,}5$ kA $t_{k_1} = 0{,}8$ s (distantna zaštita)

$I_{K_{I_2}} = 8{,}5$ $t_{k_2} = 2{,}2$ s (prekostrujna zaštita)

c) $I_{K''_I} = 20$ kA $t_k = 0{,}8$ s (distantna zaštita)

d) $I_{K''_I} = 10$ kA $t_k = 0{,}8$ s (distantna zaštita)

Termička će se struja kratkog spoja odrediti prema zadanim vrijednostima iz izraza

$$I_{term} = t_t \cdot \sqrt{t_k} = I''_{k_1} \cdot \sqrt{(m+n)} \cdot \sqrt{t_k}.$$

Za određivanje veličine faktora »*m*« i »*n*« potrebno je poznavati i odnose

$$\frac{R}{x_{d''}} \text{ te } \frac{I''_k}{I_k}.$$

Vrijednosti omjera djelatnog otpora i početne reaktance, te omjera početne i efektivne vrijednosti struje jednopolnog kratkog spoja, odredit će se iz poznatih tablica i izraza uz neznatna pojednostavljenja i dozvoljene pretpostavke.

Grupa postrojenja	*R*/x'' *d*	*Ik''*/*I'K*
a	0,30	1,10
b	0,03	1,25
c	0,05	1,25
d	0,05	1,25

Omjeri *Ik''*/*I'k* određeni su na temelju vrijednosti struja jednopolnog kratkog spoja iz elaborata Instituta za Elektroprivredu — Zagreb — »*Proračun kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV SRH za godinu 1971.*«

— Očitanjem iz dijagrama dobiju se slijedeće vrijednosti za faktore »*m*« i »*n*«.

	m	n	tk	
a (DV)	0,96	0,02	0,8	s
b_1	0,86	0,15	0,8	,,
b_2	0,78	0,15	2,2	,,
c	0,86	0,08	0,8	,,
d	0,86	0,08	0,8	,,

Iz svih podataka dalje slijedi da su termičke struje — mjerodavne za zagrijavanje vodiča slijedećih vrijednosti:

a) Dalekovodi 220 i 110 kV

$$I_{term} = I''_{k_I} \cdot \sqrt{(m+n) \cdot t} = 9{,}5 \cdot \sqrt{0{,}98 \cdot 0{,}8} =$$

$$= I_{term} = 8{,}4 \text{ kA}.$$

b) Transformatorske stanice 380/110 i 220/110 kV

$$I_{term} = \sqrt{I^2_{term_1} + I^2_{term_2}} =$$

$$= \sqrt{I^2_{k_1} \cdot (m+n)_1 \cdot t_1 + I^2_{k_2} \cdot (m+n)_2 \cdot t_2}$$

$$= \sqrt{30{,}5^2 \cdot (0{,}86 + 0{,}15) \cdot 0{,}8 + 8{,}5^2 \cdot (0{,}78 + 0{,}15) \cdot 2{,}2}$$

$$= \sqrt{930 \cdot 0{,}808 + 72{,}2 \cdot 2{,}05} = \sqrt{900}$$

$$I_{term} = 30 \text{ kA}$$

c) Transformatorske stanice 110/35 (30) kV

TS Zagreb jug I.
TS Zagreb jug II.
TS Rakitje
TS Resnik
TS Jarun
TS Sisak I.
TS Klara
TS Međurić
TS Sisak - Rafinerija
TS Nedeljanec
TE - TO Zagreb
TE Sisak

$$I_{term} = 20 \cdot \sqrt{0{,}86 + 0{,}08} \cdot \sqrt{0{,}8} = 20 \cdot \sqrt{0{,}752}$$

$$I_{term} = 11{,}7 \text{ kA}$$

d) Transformatorske stanice 110/35/30 kV ostale

$$I_{term} = 10 \cdot \sqrt{(0{,}86 + 0{,}08) \cdot 0{,}8} = 10 \cdot \sqrt{0{,}752}$$

$$I_{term} = 8{,}8 \text{ kA}$$

4. Dimenzioniranje presjeka vodiča zemljovoda (motke za kratko spajanje i uzemljenje)

Iz prethodnih računa proizlazi da su trajne termičke struje neznatno manje od početnih struja kratkog spoja radi malog prigušenja.

Usporedivši izračunate struje i propisima određene odnose presjeka vodiča i dozvoljene termičke struje, proizlazi da bi za zemljovodne vodiče motki za uzemljenje trebalo upotrijebiti bakrene vodiče slijedećih presjeka:

Slučaj a 50 mm² Cu
,, b 2 × 150 mm² Cu
,, c 100 mm² Cu
,, d 50 mm² Cu

Prema današnjem stanju mreže, struje kratkog spoja su znatno manje, pa bi zadovoljili već i ovi presjeci vodiča

Slučaj a 25 mm² Cu
,, b 70 mm² Cu
,, c 70 mm² Cu
,, d 25 mm² Cu

Neki strani propisi (Njemački, Francuski i drugi) predviđaju veće dozvoljeno zagrijavanje (200° C) što bi utjecalo na smanjenje presjeka zemljovoda.

Presjek vodiča može se izračunati izrazom:

$$q = I_t \cdot \sqrt{t \cdot \frac{\rho}{\gamma \cdot c \cdot \Delta\vartheta}} \text{ [mm²]}.$$

Prema tome uz pretpostavku istih struja i materijala vodiča slijedi:

$$\frac{q\,200\,°C}{q\,150\,°C} = \sqrt{\frac{150 - 65}{200 - 65}} = 0{,}79.$$

Ovdje se računalo sa temperaturom vodiča od 65° C u momentu nastanka kratkog spoja.

Dozvoli li se dakle maksimalno zagrijavanje od 200° C mogli bi se upotrijebiti vodiči (1975. g.).

Slučaj a 50 (35) mm² Cu
,, b 2 × 120 mm² Cu
,, c 100 (70) mm² Cu
,, d 50 (35) mm² Cu

ili odgovarajuće kombinacije s već postojećim presjecima vodiča.

Nedostatak paralelnih vodiča je relativno veliko opterećenje od dinamičkih sila uslijed protjecanja struje kratkog spoja, pa bi paralelne vodiče trebalo međusobno ukrutiti odgovarajućim čvrstim odstojnicima.

Osim dimenzioniranja vodiča, trebat će kod motki za uzemljenje odabrati i odgovarajuće stezaljke, koje bi trebale imati moć propuštanja struje kratkog spoja u trajanju od 1 s u veličinama:

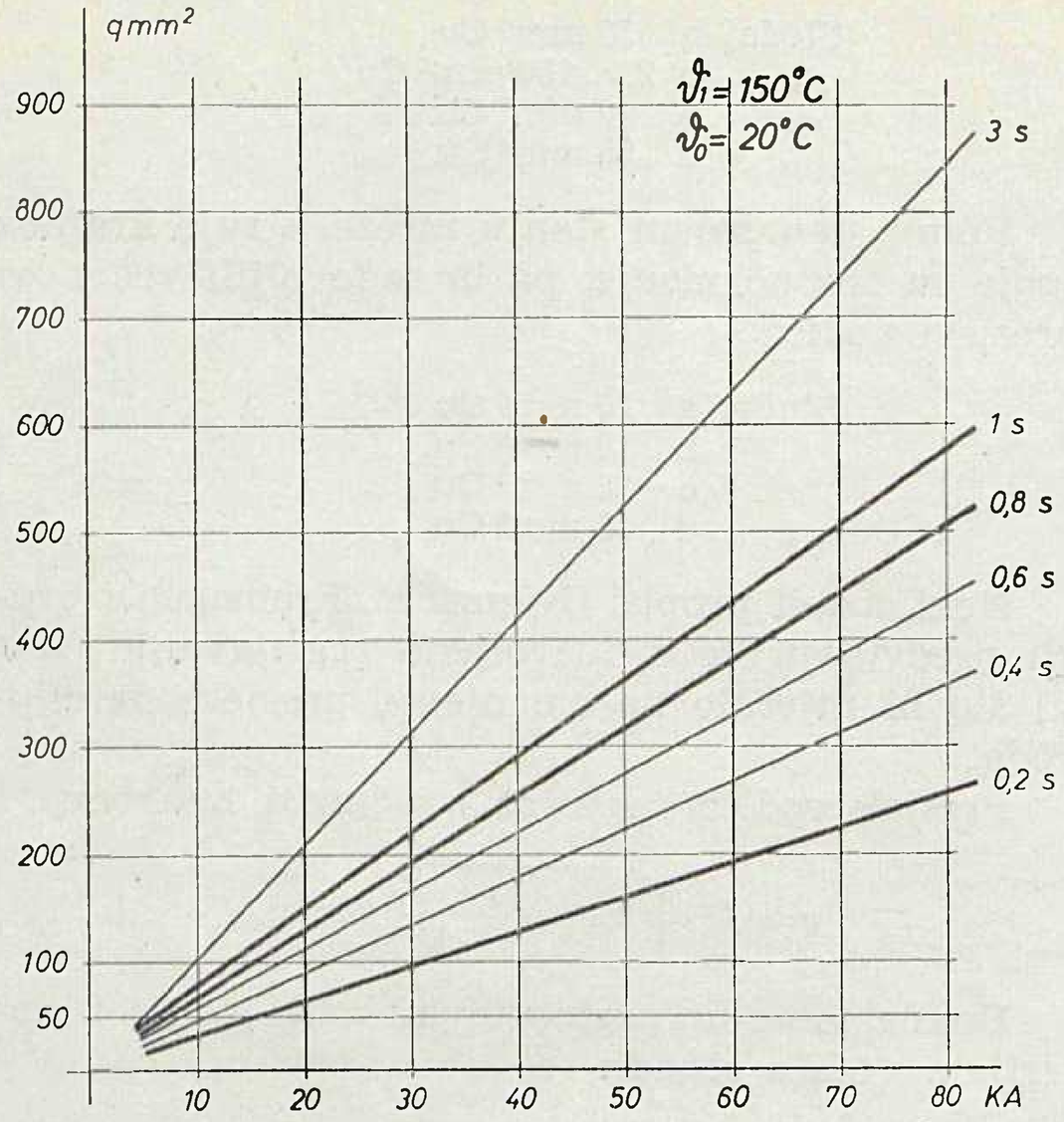
Slučaj a 10 kA/1"
,, b 30 kA/1" — 30 kA/3"
,, c 25 kA/1"
,, d 10 kA/1"

Prema tome dosadašnje stezaljke »FAMECA« tip 5202 30 kA-1" 15 kA-3" zadovoljavaju u slučajevima »a« i »c« i »d« dok bi za slučaj »b« trebalo uzeti jače stezaljke — primjer tip IDF — 1301 — 30,5 kA-1".

Također je moguće da kod paralelnih vodiča vodič ima svoju stezaljku, koja bi tada mogla biti upotrebljavanog tipa 5202.

Kao provjera rezultata ovdje se prikazuje i dijagram izbora presjeka zemljovoda od bakrenog užeta prema jednopolnoj struji kratkog spoja i vremenu trajanja kratkog spoja (vidi prilog).

Pri tome je dijagram izrađen za maksimalno zagrijavanje vodiča 150° C uz početnu temperaturu 20° C.



Sl. 1 Izbor presjeka zemljovoda od bakrenog užeta

Dijagram je snimljen iz propisa VDE 0141/11. 58 — Siemens — »Formeln und tabelen Buch«, i nadopunjen pravcem za vrijeme trajanja kratkog spoja — 3 s.

5. Bakrena užeta za uzemljenja vodova i sabirnica pomoću motki za uzemljenje

Grupa postrojenja	Presjek Cu užeta mm²			
	1971. god.		1975. god.	
	150 °C	200 °C	150 °C	200 °C
DV 220 i 110 kV	25	25	50	50
TS 380/220/110 kV	70	50	300	240
TS 110/35 (30) kV Zagreb—Sisak	70	50	100	100
TS 110/35 (30) kV ostale	25	25	50	50

Presjeci su odabrani prema postojećim standardima (na veću dimenziju).

Zaključak

1. Prema sadašnjem stanju u mreži postojeći uređaji za uzemljenje zadovoljavaju u potpunosti sve do ulaska u pogon TS 380/110 kV Zagreb.
2. Nakon ulaska u pogon TS 380/110 kV (1975. god.) treba uzeti užeta za uzemljenje prema prethodnoj tablici.
3. Propisi predviđaju dozvoljenu temperaturu zagrijavanja vodiča 150° C, iako se za dimenzioniranje sabirnica dozvoljava temperatura od 200° C (što i za uzemljenja dozvoljavaju strani propisi).

Radi male razlike u tipiziranim presjecima (osim za TS 380/110 i 220/110 kV) odluka o izboru presjeka užeta za uzemljenje nije bitno vezana za graničnu temperaturu zagrijavanja.

4. Za točnije proračune trebalo bi dati i preciznije podatke o proradi zaštite.
   Pri tome je bitno trajanje kratkog spoja na sabirnicama stanica. Što je kraće vrijeme trajanja to će i zemljovodi biti manjeg presjeka.
5. Kako distantna zaštita vodova ima vremenska podešenja 0,2 s u I. stepenu i 0,8 s u II. stepenu (zajedno sa vremenom prorade sklopke), a dužinski područja stepenovanja zaštite iznose 80—85 % trase u I. stepenu, to će upravo za slučaj kratkog spoja u blizini sabirnica (oko 20 % dužine voda) biti napajan 0,8 s, dok će van tog područja trajanje kratkog spoja biti 0,2 s.
   Zbog toga je i proračun za sve vodove obavljen s vremenom trajanja kratkog spoja od 0,8 s.
6. Kod uzemljenja sabirnica i spojnih vodova postrojenja u stanicama, vrijeme trajanje kratkog spoja je ukupno 3 s pri čemu ukupna struja kratkog spoja traje 0,8 s nakon čega su isključeni svi vodovi naponskog nivoa na kome se desio kratki spoj (uzemljenje). Ostaje samo udio struje kratkog spoja drugog naponskog nivoa u trajanju od ukupno 2,2 s (3 — 0,8 s) kad izbacuje nadstrujna zaštita.
7. Naročito kod TS 380/110 kV a i 220/110 kV trebat će radi velikih struja kratkog spoja na postrojenju 110 kV, razmotriti uvođenje zaštite sabirnica impedantnim relejima ili drugačijim stepenovanjem rada distantne zaštite.
8. Iz prethodnih proračuna vidljivo je da će se morati i detaljnije razmotriti i uzemljivači elemenata postrojenja 110 kV u novim TS 380/110 i 220/110 kV, a i TS 110/35 kV u blizini Zagreba i izvora električne energije.
   Spoj podnožja aparata na uzemljenje trebat će obaviti sa 3 — 5 traka (pocinčana željezna traka) 100 mm² jediničnog presjeka, umjesto samo jedne trake, ako se ne uvede brza zaštita sabirnica u stanicama tako da vrijeme trajanja kratkog spoja bude limitirano na maksimum 1 s.
9. Prikazane tablice i dijagrami mogu se upotrijebiti i za bakrene uzemljivače i dozemne vodove u transformatorskim stanicama i vodovima visokog napona. Kod upotrebe drugih materijala (čelik, aluminij) treba izvršiti korekciju presjeka u odnosu na dozvoljena strujna opterećenja vodiča tih materijala prema bakrenim vodičima.

Literatura

M. Jung: *»Proračun kratkog spoja u mrežama 110, 220 i 380 kV SR Hrvatske za 1975. god.«* — Institut za Elektroprivredu — Zagreb
Dr H. Požar, dipl. ing. *»Električna postrojenja«*
Siemens *»Formeln und Tabelenbuch«.*

Naslov pisca: Nikola Lastrić, dipl. ing.
»Elektroprenos« — Zagreb

RAZMATRANJE O KONDENZACIJI VLAGE NA RASKLOPNIM POSTROJENJIMA U ZATVORENOM PROSTORU

Fedor Šprung, Zagreb

DK 621.311.42

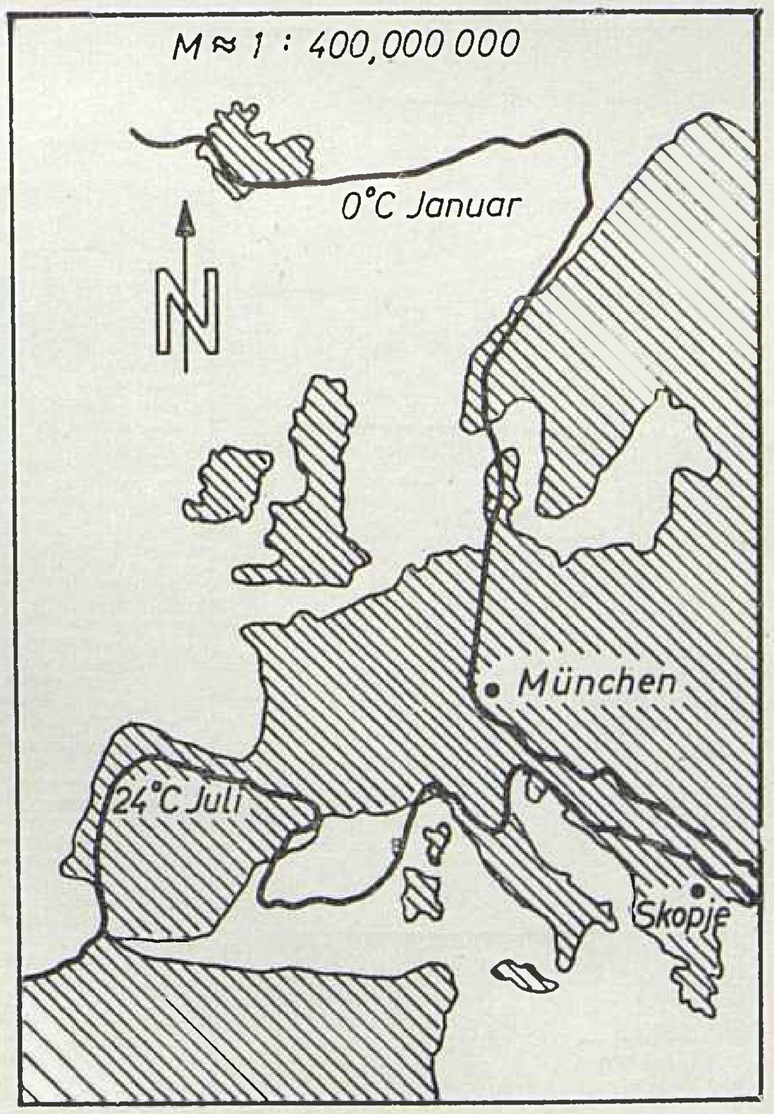
1. Razlog razmatranja

Prilikom projektiranja 110 kV postrojenja za Željezaru Skopje predviđeno je, da se — radi prašine — postrojenje stavi u halu pod pretlakom, koji se realizira s filtriranim zrakom. Slično je bilo sa željezarom u okolici Münchena, pa su upotrebljena tamošnja iskustva. U Münchenu se hala postrojenja grije onda, kad temperatura okoline padne ispod 5 C. Smatra se da je to potrebno, kako ne bi došlo do orošavanja (kondenzacije vlage iz zraka) dijelova postrojenja kod nižih temperatura. Tako je i za Skopje usvojen isti način grijanja.

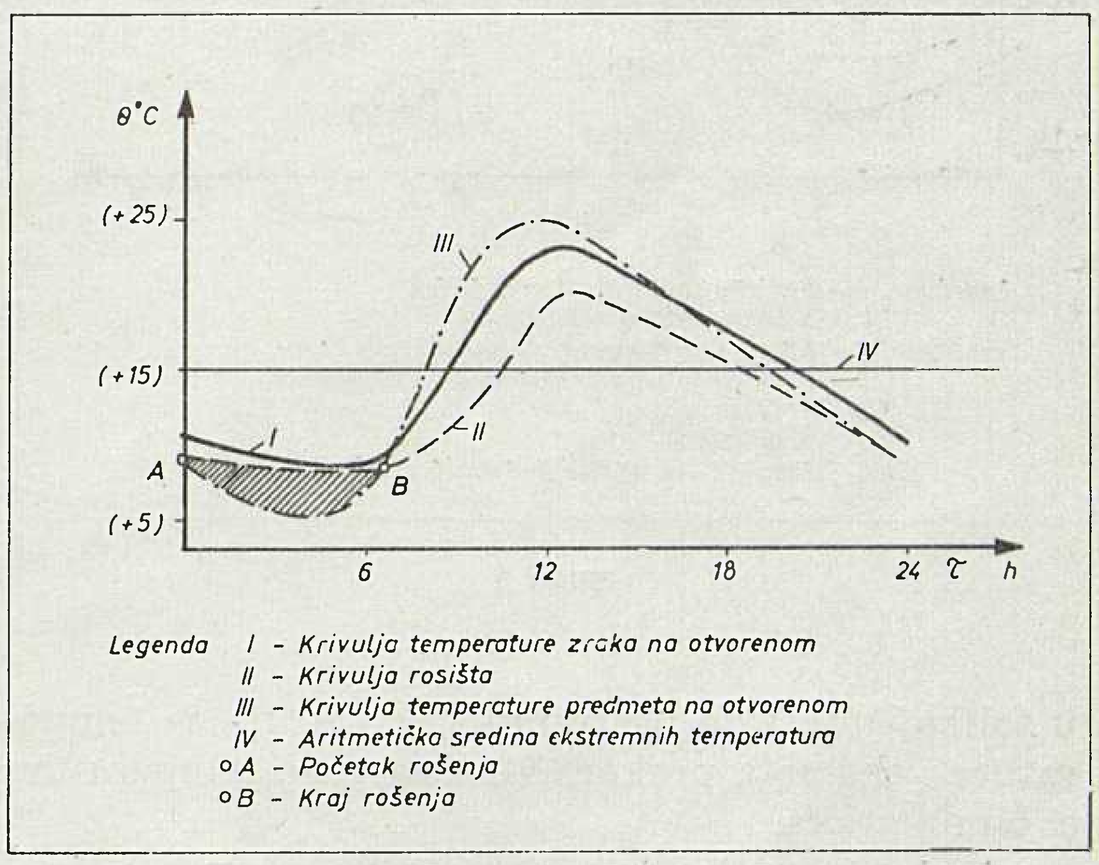
Međutim, pitanje kondenzacije je pitanje mikroklimatskih uvjeta, pa je ovdje provedeno načelno razmatranje za postrojenja na otvorenom i u halama. Provedeno je i posebno razmatranje za klimatske prilike u Skopju.

Kako se vidi na geografskoj karti (sl. 1) München se nalazi 160 km sjeverno od izoterme u siječnju 0 °C, a Skopje 100 km južno od izoterme u srpnju +24 °C. Razmak ovih izotermi južno od Münchena iznosi 600 km, a sjeverno od Skopja 60 km. Ovakve razlike u godišnjoj klimi dozvoljavaju pretpostavku da su dnevne promjene temperatura slične.

Nadalje, izgleda da je u Münchenu korištena spoznaja da se vanjska (adekvatno izgrađena) postrojenja orošavaju od +5 °C na niže, pa je predviđeno grijanje koje će u hali osigurati temperature iznad +5 °C.



Slika 1



Slika 2

No, ovakvo zaključivanje ne vrijedi za zatvorene prostorije[1] Stoga je potrebno fizikalno analizirati ovu pojavu, kako bi se u sličnim slučajevima mogla donijeti pravilna tehnička rješenja.

2. Analiza pojava

2.1. Nastupanje pojave rošenja

Do kondenzacije vlage (rošenja) na predmetima — dijelovima rasklopnog postrojenja — doći će u onim vremenskim razdobljima, kad temperatura tih djelova leži ispod rosišta, koje u tom razdoblju odgovara temperaturi i relativnoj vlazi zraka.

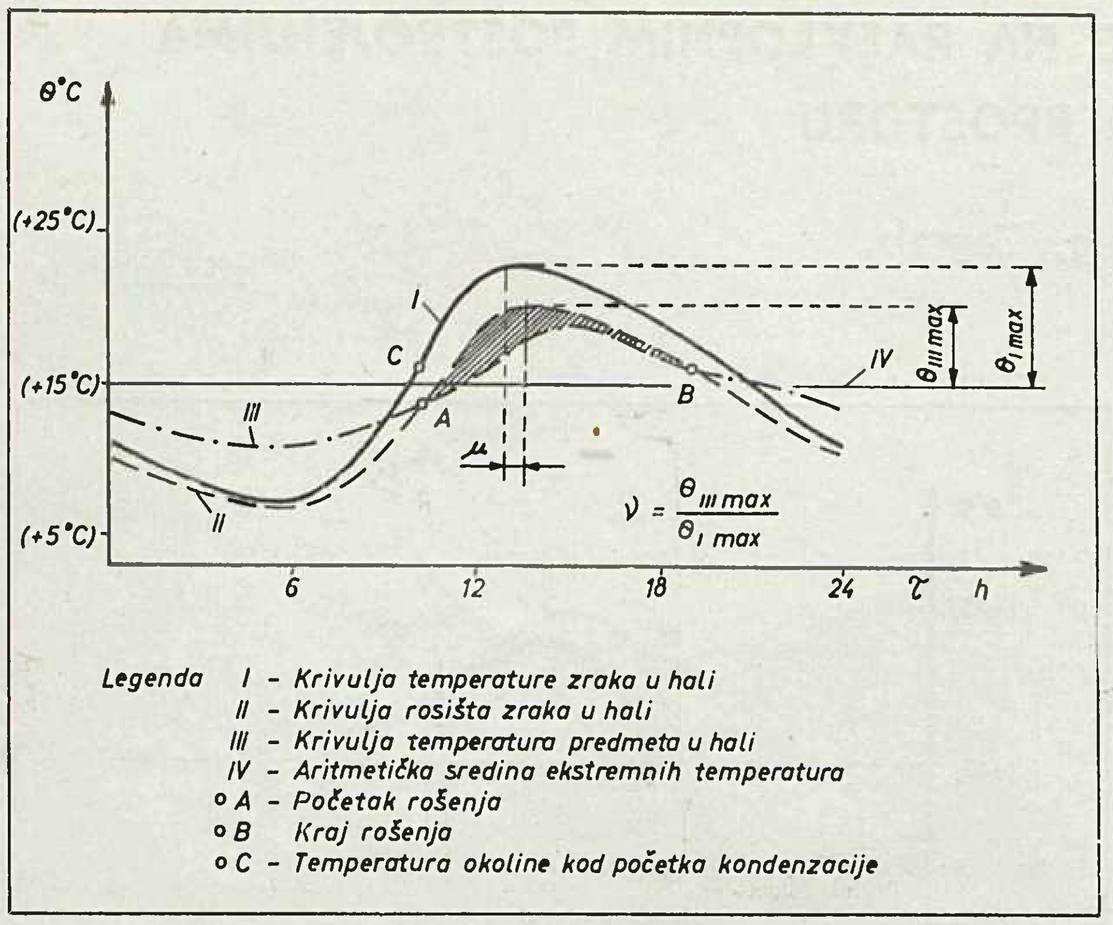
Na otvorenom prostoru radijacija igra veliku ulogu u prijelazu topline. Predmet se grije od sunca, a noću zrači toplinu u prostor, pa njegove temperature imaju veća dnevna kolebanja od temperature okolnog zraka.

Krivulje temperature površine predmeta, koji se nalazi na otvorenom, temperature okolnog zraka i rosišta prikazane su na slici 2.

Krivulja I na ovoj slici prikazuje promjene temperature zraka, a krivulja II rosišta, tj. temperature kod kojih zrak više ne može zadržati vlagu, nego je taloži na svim predmetima koji imaju nižu temperaturu. Krivulja III prikazuje promjene temperature na predmetima. U području gdje je ta temperatura niža od rosišta, (između točaka A i B) doći će do orošavanja površina.

Slika 3 prikazuje istu pojavu u zatvorenim prostorijama. Ovdje radijaciju možemo zanemariti

[1] Npr. naočari se orose, čim se uđe u toplu sobu, dakle dok se griju.



Legenda I - Krivulja temperature zraka u hali
II - Krivulja rosišta zraka u hali
III - Krivulja temperatura predmeta u hali
IV - Aritmetička sredina ekstremnih temperatura
o A - Početak rošenja
o B Kraj rošenja
o C - Temperatura okoline kod početka kondenzacije

Slika 3

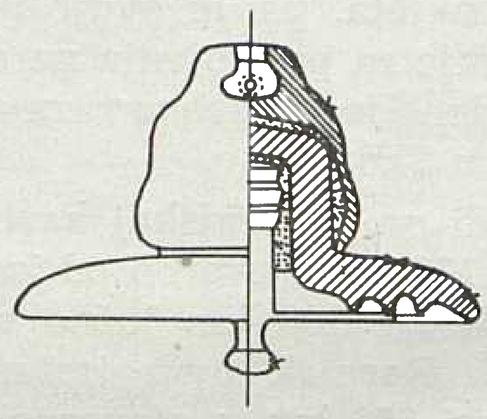
u tolikoj mjeri da ne treba očekivati da će temperature predmeta prekoračiti ekstreme temperatura okolnog zraka.

Veličina površine između točaka A i B omeđena krivuljama II i III karakteristika je pojave rošenja. Što je vremenski razmak točaka A i B veći i što je veća površina, jača je i dugotrajnija kondenzacija.

Sl. 3 je crtana za područje +5 do +25 °C, a krivulja II i III su nacrtane nešto karikirano. Ni kod najglomaznijih dijelova postrojenja ne treba očekivati tako mala kolebanja površinskih temperatura i tako veliki fazni pomak. Kod manjeg faznog pomaka i manjih prigušenja amplituda krivulje III u odnosu na krivulju I, točka A će se pomicati unazad na ranije vrijeme prema minimumu krivulje I kao granice. Također situacija s relativnom vlagom neće uvijek biti takva. Ipak slika 3 pokazuje da je kod glomaznih predmeta moguće rošenje i u području viših temperatura. Kolika su stvarna kolebanja temperatura dijelova opreme rasklopnog postrojenja nije poznato.

2.2. Promjene temperature predmeta izazvane periodičkim kolebanjima temperatura okoline

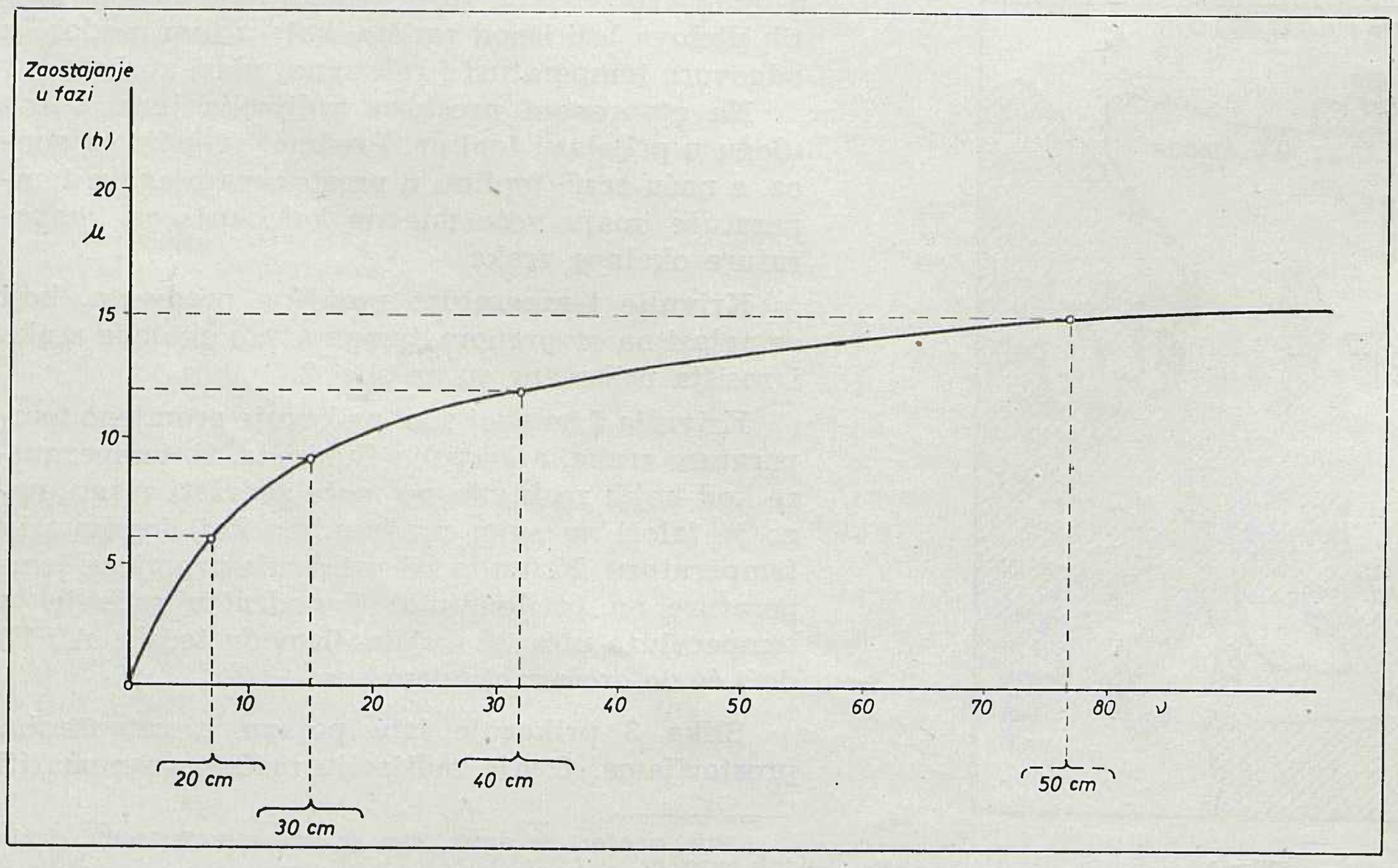
Kad nema radijacije (sl. 3) predmete grije okolni zrak. Uslijed toga promjene ovih temperatura kasne, što ima za posljedicu fazni pomak (μ) i sniženje amplitude (ν). Definicije za μ i ν dane su na sl. 3. Ove veličine su međusobno ovisne, ali za elektrostrojarske konstruktivne materijale malo poznate. Da se dobije uvid u njihov red veličine snimljena je ova pojava na izolatoru K-3 i to na kapi i tučku, na različitim mjestima površine. Mjerna mjesta prikazana su na sl. 4. Pomoću dijagrama ispitivanja dobivene su vrijednosti μ i ν korištene za daljnju analizu ove pojave.



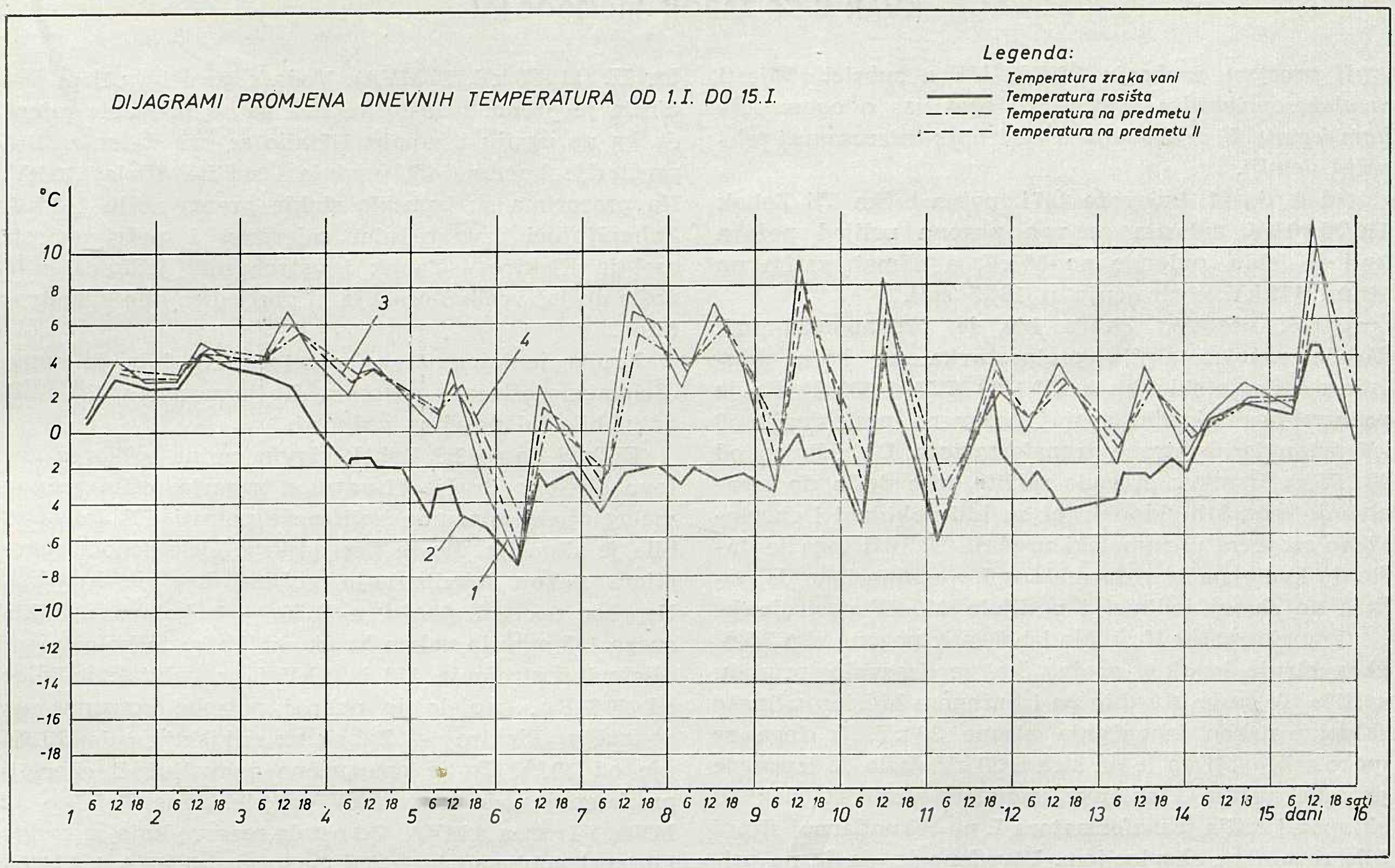
Slika 4

Kod intenzivne totalne izmjene zraka, kako je bilo projektom predviđeno ne treba uzimati u obzir prigušenje temperatura zgrade, jer se klima u zgradi mijenja više-manje jednako kao vanjska.

Kod dobro brtvljene zgrade potreban je novi zrak jedino za održavanje pretlaka. To su minimalne količine i njihov utjecaj na režim vlage je zanemariv.



Slika 5



Slika 6

Međutim, prigušenje temperature amlitude i pomak faze povećavaju se za μ i ν zida. Vrijednosti za μ i ν zida poznate su i prikazane na sl. 5.

3. Stvarne klimatske prilike

Na temelju vrijednosti μ i ν napravljeni su dijagramii poput sl. 2. za dva slučajno odabrana mjeseca (siječan i listopad). Za ljetne mjesece nije bilo potrebno raditi ove dijagrame jer su u Skopju izrazito suhi.

Primjer takvog dijagrama dan je na sl. 6 za razdoblje od 1. I do 15. I.

Na temelju tih dijagrama moglo se zaključiti slijedeće:

I u razdobljima ispod 5 °C opasnost kondenzacije je rijetka. U siječnju opasnost od rošenja (i od inja) postojala je samo 2, 6, 9, 10, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25. i 26, ukupno 72 h. Temperature samo 5 dana nisu prešle +5 °C (60 h) a ispod te temperature bile su svo ostalo vrijeme tj. 684 h. Zapravo u siječnju, kakav je bio 1957. godine treba grijati oko 10% od vremena predviđenog nacrtom.

Pokazalo se da postoji opasnost od kondenzacije i iznad +5 °C, kod klime kakva vlada u Skopju. Do kondenzacije je moglo doći 2„ 7, 9, 12, 15, 18. i 19, i ako kroz kraće vrijeme. Ako bi se usvojilo grijanje na +5 °C opasnost od kondenzacije i u toplim danima listopada ne bi bila izbjegnuta.

Naročito su rijetko potrebna grijanja kod niskih temperatura, ako se izmjena zraka ograniči na minimum.

4. Zaključak

Grijanje od +5 °C na niže nije garancija da do kondenzacije vlage u postrojenju neće doći u klimatskim uvjetima, kakvi npr. vladaju u Skopju.

Da do kondezacije ne dođe potrebno je grijati kad psihomaterijska diferencija padne ispod 1 °C. Mjernotehnički i regulaciono-tehnički ova regulacija ne predstavlja problem.

Razdoblje grijanja bitno se skraćuje,ako se izmjena zraka s okolinom ograniči na minimum, a pogotovu ako se primijeni radijaciono grijanje.

Naslov pisca: Fedor Šprung, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb

KVAR U TS ZABOK 110/30/10 kV

U prošlom dvobroju ENERGIJE u rubrici »Vijesti iz elektroprivrede« informirali smo vas o ovom teškom kvaru. U ovom napisu se iznose interesantni tehnički detalji.

Od 8. do 21. kolovoza 1971. pojna točka TS Zabok 110/30 10 kV nalazila se van pogona uslijed požara koji je izbio, najprije na 30 kV, a odmah zatim na strani 110 kV postrojenja u 18,25 sati.

Uzrok nastalog kvara bio je prenaponski val. To je najvjerojatnija pretpostavka na koju upućuje razaranje sklopke 30 kV (400 MVA i 600 A), što je prouzrokovalo kratki spoj i požar na postrojenju 30 kV sekundarne strane transformatora I. (jedinice od 20 MVA). Usprkos prorade zaštite, nije došlo do izbacivanja učinskih sklopki, jer su bili pokidani i eksplozijom razoreni pneumatski uređaji. Uslijed toga je došlo do kvara na transformatoru I, a nakon toga do požara na samoj jedinici i u dijelu 110 kV postrojenja.

Transformator II. je bio izbačen iz pogona oko 3,5 s., zbog struja kratkog spoja, što je izazvalo proradu zaštite. To se je utvrdilo po izbačenom hidrinu učinske sklopke nakon iskopčanja strane 30 kV, iz čega se može zaključiti da je na strani 30 kV došlo do ispravne prorade zaštite i sklopke transformatora II, dok su sklopka i ćelija transformatora I. na sekundarnoj strani bile raznesene eksplozijom. Utvrđeno je, da je na primarnoj 110 kV strani proradila distantna zaštita u Rakitju i Jertovcu.

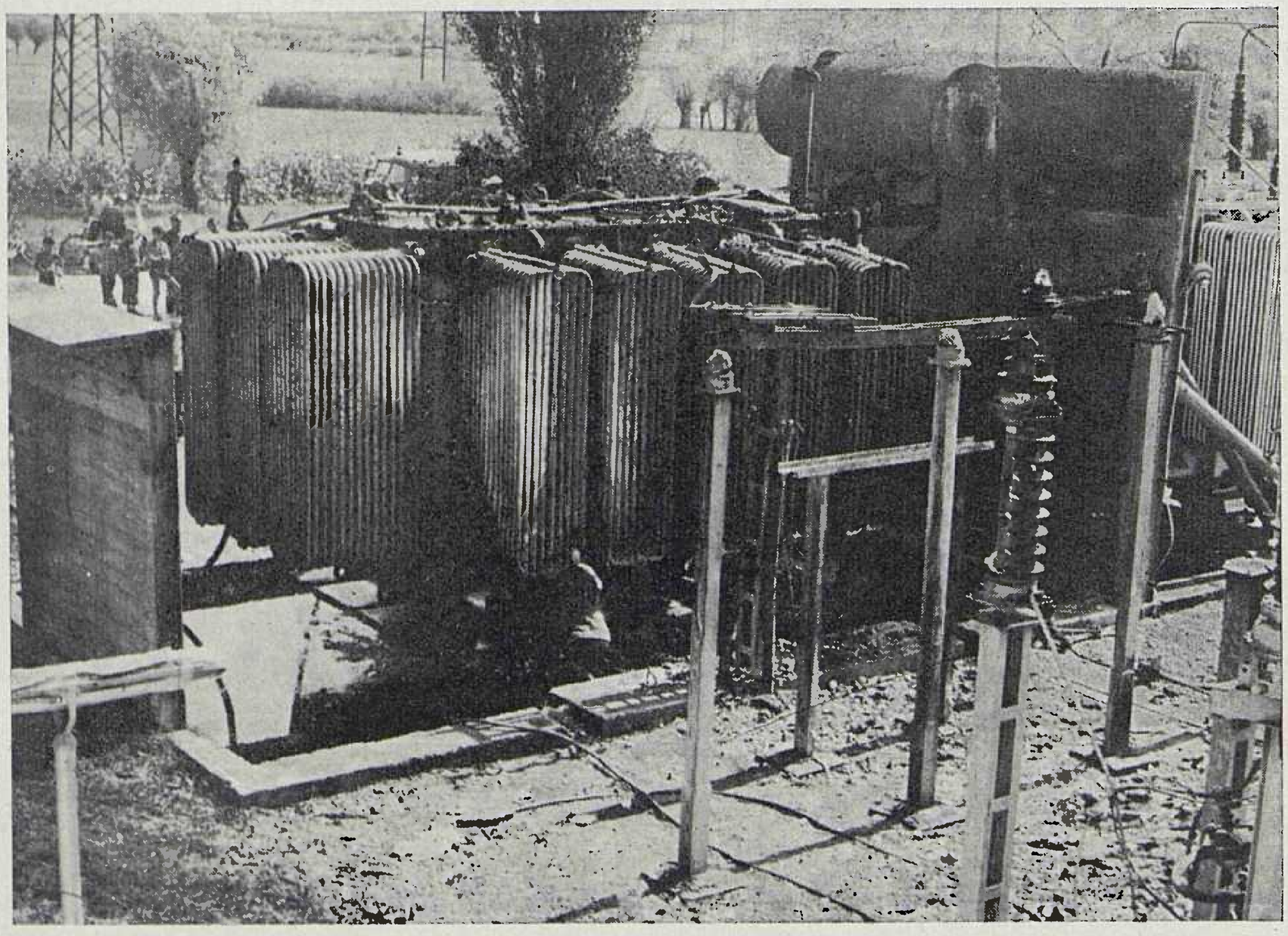
Prilikom kvara došlo je do izbacivanja poklopca (membrane) nakon čega je izletjelo ulje koje se zapalilo. Time je transformator u tren bio u plamenu. Uljna jama nije mogla propustiti ulje, a kasnije i vodu iz vatrogasnih cijevi, pa je i okoliš bio u vatri.

Nastojalo se da se zaštiti betonski vatrobrani zid što se je sve više naginjao na još ispravan transformator II. (110 30 kV, 20 MVA). Voda s gorućim uljem nadirala je prema transformatoru pa su poduzete mjere da ga ne ugriju i zapale. Učinilo se sve da se zaštite prostorije komunalnih uređaja i zaštite dijela 110 kV. Na prozorima su ispucala stakla prema polju 110 kV. Zahvaljujući izvanrednim mjerama i požrtvovnosti osoblja Elektre - Zabok i vatrogasnih jedinica, nije došlo do još većih šteta čije bi posljedice bile katastrofalne.

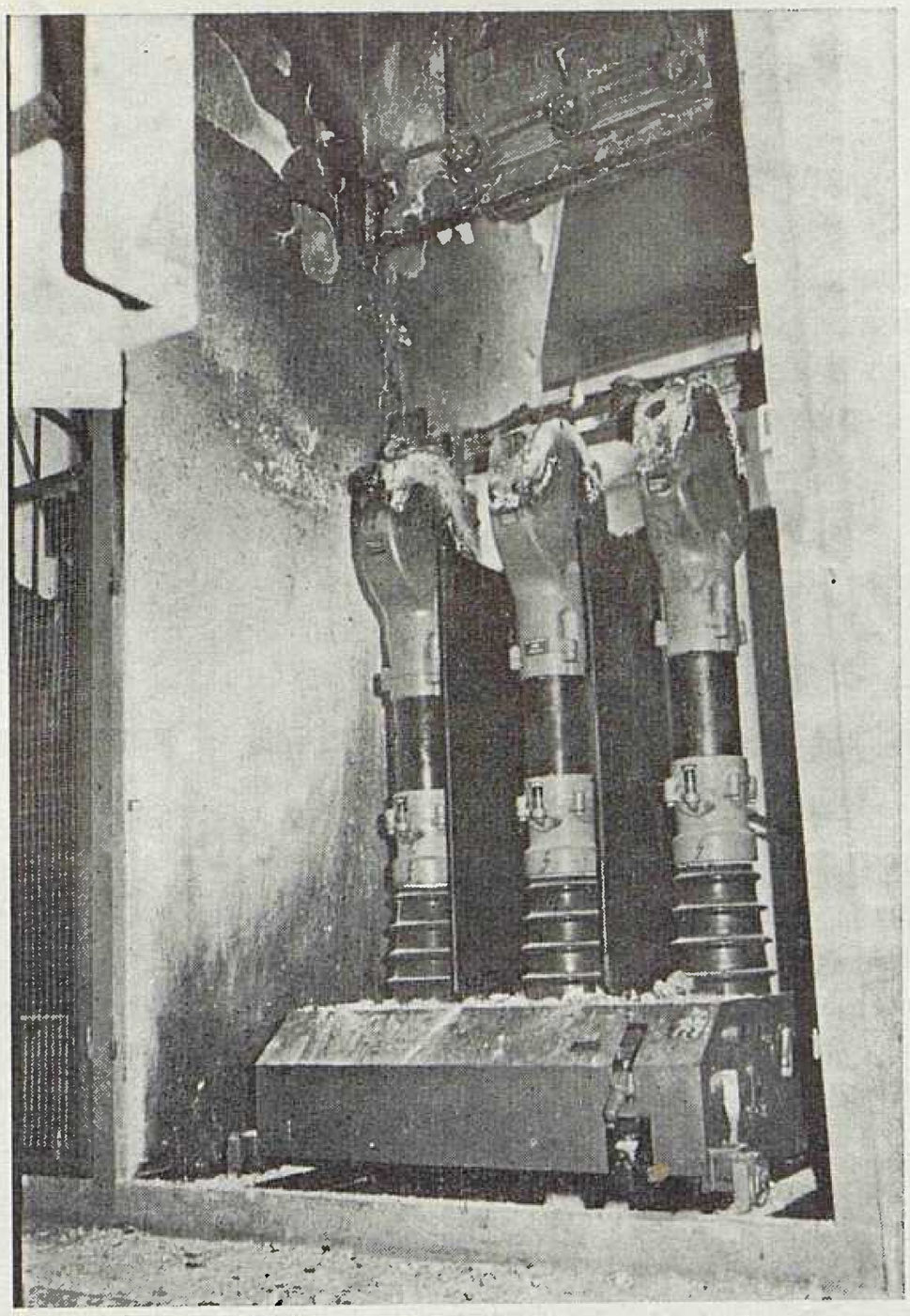
Druga jedinica (transformatora II), bila je samo djelomično oštećena požarom, što je za nas, u toj situaciji, bilo od posebne važnosti.

Budući da je TS Zabok glavna pojna točka za gotovo cijelo područje Hrvatskog zagorja, osim jednog malog dijela konzuma koji može pokriti TE Jertovec, bila je situacija, što se tiče opskrbe električnom energijom nakon lokaliziranja požara, krajnje kritična. Usprkos takvom stanju, u 21,50 — 8. kolovoza, dakle svega 155 minuta nakon kvara, kojim su teško oštećeni dijelovi postrojenja 110 i 30 kV i uz gubitak jedinice od 20 MVA, uspjelo je pokriti potrebe konzuma na području »Elektre« — Zabok uz redukciju velepotrošnje od 30 %. To je omogućeno zahvaljujući energiji prenesenoj vodovima 30 kV od elektrane Pojatno 12 MVA, i Ivanca 4 MVA. Od ostale rezerve koja se mogla koristiti dobiveno je iz TE Jertovec 2,5 MVA i 4 MVA iz SR Slovenije preko voda 35 kV Podplat — Straža. Snaga od 4 MVA utrošena je samo za potrebe tvornice stakla »Straža«.

S tako dobivenim količinama električne energije moglo se donekle opskrbiti cijelo područje konzuma. Za vrijeme trajanja vršnih opterećenja, uz određeni plan redukcije kod velepotrošnje i kućanstava, uspjelo je pokriti potrebne snage. Pri tom se moralo voditi računa i o osjetljivom tehnološkom procesu tvornice



Sl. 1 Transformator 110/30 kV 20 MVA nakon vatrogasne intervencije



Sl. 2 Ćelije i sklopka nakon požara

stakla »Straža«, koji zahtijeva kontinuiranu isporuku električne energije. Svaki bi zastoj, ili prekid, duži od 10 min. prouzročio velike štete.

S raspoloživom energijom iz Pojatna napajali su se, zahvaljujući dvostrukom sistemu sabirnica, svi 30 i 10 kV vodovi, koji služe za napajanje područja Zaboka, Stubice, Oroslavlja, Krapine i Bedekovčine. Iz TE Jertovec podmiren je konzum Konjščine i Zlatar Bistrice, dok je električnom energijom iz Ivanca, napajana tvornica stakla »Straža« uz snabdijevanje iz SR Slovenije.

Iz svega što je spomenuto se vidi, da je u vrlo kratkom vremenskom razdoblju, nakon lokaliziranja požara, bilo riješeno pitanje napajanja konzuma električnom energijom, doduše uz redukciju i prilično loše naponske prilike.

Odmah nakon kvara, započelo se je 9. kolovoza sa sanacijom stanja i otklanjanjem posljedica požara u postrojenju. Bilo je najvažnije osposobiti djelomično oštećenu jedinicu od 20 MVA, koja bi mogla preuzeti veliki dio tereta, i u tom slučaju pomoći rastećenju vodova. Paralelno s tim započelo se sa zamjenom izgorjelog transformatora I. i montažom nove jedinice od 31,5 MVA.

Transformator II. je osposobljen i pušten u pogon 12. kolovoza čime se je djelomično normaliziralo stanje, i omogućilo kvalitetnije snabdijevanje konzuma.

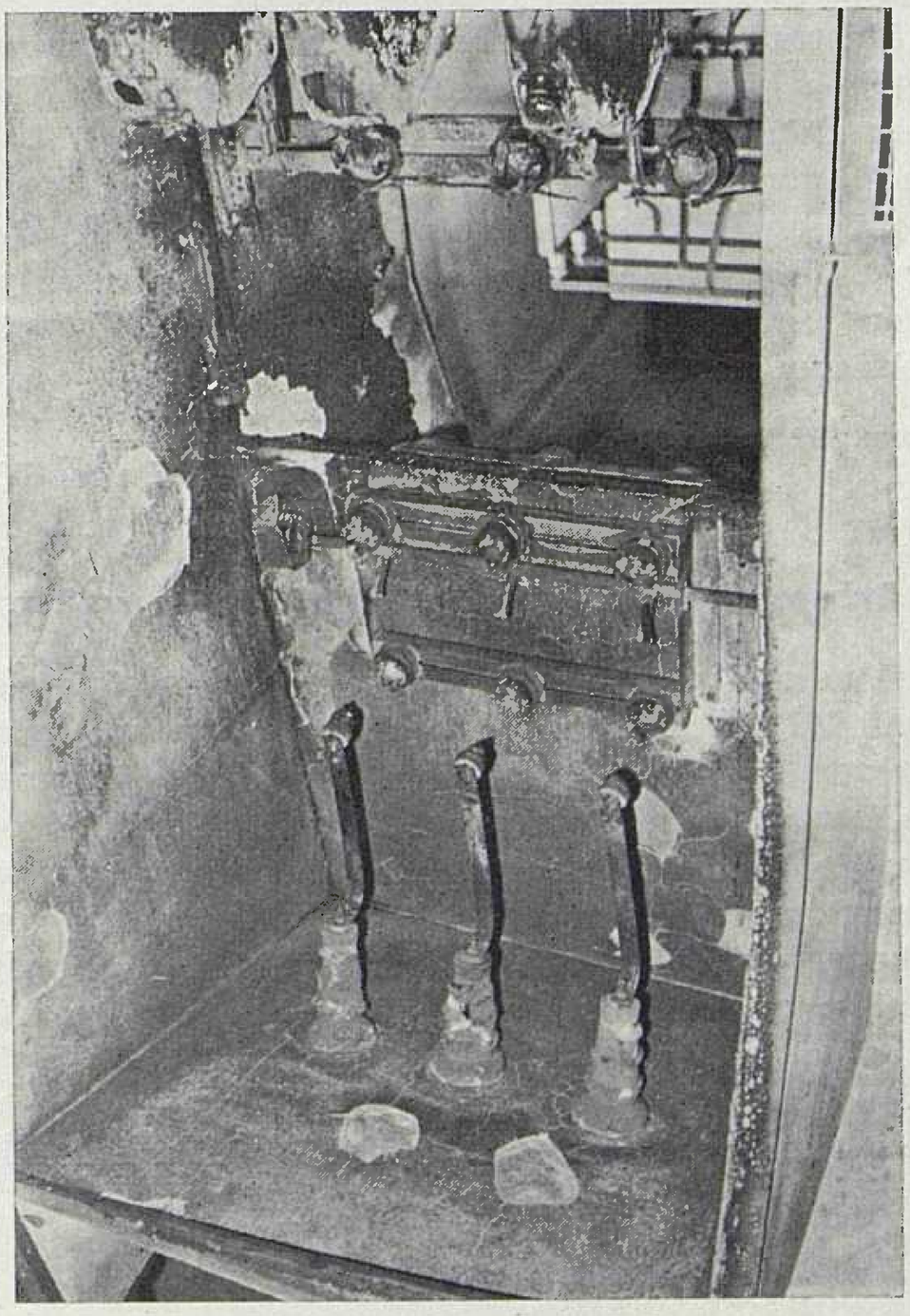
Budući da su požarom bili oštećeni kabeli na strani 30 kV, ispitivanja i polaganja novih, donekle su usporila rad na montaži nove jedinice i dijela postrojenja u transformatorskom polju I. Taj je dio dovršen i pušten u pogon 21. kolovoza. Time je konačno normaliručju »Elektre« — Zabok.

Iz zahvata koji su izvršeni u TS Zabok mogu se uočiti određene prednosti i pouke. Jedna od prednosti je ta, da smo u TS Zabok dobili novu jedinicu od 31,5 MVA za napon 110/30/10 kV, s mogućnosti prespajanja na 35 kV. Prisustvo takve jedinice u pojnoj točki Zabok, omogućuje nam, prema sadašnjoj situaciji, prelazak na napon 35 kV na području našeg konzuma. O tom se već prilično dugo raspravljalo jer za to postoji opravdannje u točno definiranim tehničkim prednostima.

Kada se uzme u obzir način na koji se napajalo električnom energijom, mogu se iz toga izvući i određene pouke. To se odnosi na vodove 30 kV prema Ivancu i Pojatnu, koji su praktički otpisani s obzirom na stanje u kojem se nalaze (drveni portalni stupovi i vodići 25 i 70 Cu). Međutim, mora se napomenuti da je njihovo prisustvo u opisanoj situaciji bilo od neprocjenjive koristi, jer je pomoću njih prenijeto oko 16 MVA čime su se, uz ostale već spomenute izvore napajanja, pokrile potrebe potrošnje našeg područja. Stoga bi trebalo u bliskoj budućnosti, i to što prije, razmotriti mogućnost povezivanja Zagreba i njegovog zaleđa s jednom solidnijom vezom 30 (35) kV, kako bi se u slučaju potrebe mogla izmjenjivati rezervna linija. Korist ovakve veze potvrđena je 16. kolovoza, kada smo električnom energijom iz Ivanca, vodom za Pojatno, preko TS Novi Dvori, napajali tvornicu »Pliva« i Jugokeramiku u Pojatnom.

S obzirom na važnost te pojne točke, trebalo bi razmisliti o uvođenju protupožarne zaštite na transformatorima.

Vinko Perinić, dipl. ing.
»Elektra« — Zabok



Sl. 3 Razaranja uslijed požara u ćeliji

CERL počinje s dugoročnim programom istraživanja vrlo visokih napona

Britanska istraživačka organizacija Central Electricity Research Laboratories počela je s istraživanjem u području najviših napona do 1500 kV. Izgrađen je odgovarajući uređaj na otvorenom, uz postojeći laboratorij koji služi za ispitivanje materijala do 765 kV.

Smatra se da ovakav laboratorij na otvorenom stoji samo 1/4 onoga koliko bi stajao zatvoreni.

Udarni generator, izrađen kod firme Ferranti, za napon 5,2 MV, snage 390 kJ za smještaj na otvorenom, upotrijebit će se prvenstveno za ispitivanje izolatora kod unutarnjih prenapona.

Pojave zagađenja izolatora ispitivat će se pomoću transformatora 900 kV, snage 3 MVA, normalne frekvencije.

Kod ispitivanja normalnom frekvencijom činile bi poteškoće vremenske prilike, pa će se stoga upotrijebiti uređaj 1,2 MV, u zatvorenom laboratoriju, a ako taj uređaj neće biti dovoljan koristit će se suradnja sa EdF (Francuska) i ENEL (Italija).

Sagrađeno je nekoliko portala za montažu snopova vodiča na V izolatorima. Ispitan je snop od 8 užeta promjera 1 m. Procjenjuje se da bi stupovi budućeg voda, s vodičima u jednoj razini, bili visoki oko 50 m.

Kod prijelaza komunikacija vjerojatno će trebati kod 1500 kV, zbog smanjenja indukcije, ugraditi uzemljena zaštitna užeta i ispred vodiča.

Smatra se, da će se morati na najviše napone preći negdje u posljednjem desetljeću ovog stoljeća. Na temelju istraživanja koja su sada počela moći će se graditi mreža najvišeg napona tek oko 1995. godine. Koji će napon biti konačno odabran nije još utvrđeno, jer u CERL-u smatraju da je 765 kV prenizak i preblizu postojećem naponu 400 kV, a 1500 kV previsok s obzirom na kapitalne troškove.

Prema: Electrical Review od 15. X. 1971.

B. Markovčić

Dobava električne energije Austriji iz Rumunjske

Generalni direktor inž. Hintermayer potpisao je u rujnu 1971. u ime austrijske elektroprivrede, a glavni direktor inž. Feldmann u ime rumunjske elektroprivrede višegodišnji ugovor o dobavi električne energije. Na temelju tog ugovora Austrija će uzimati vrijednu zimsku energiju. Do 1975. godine, tj. do završetka prvih velikih elektrana predviđenih u desetogodišnjem građevinskom programu, time će se povećati potrebna rezerva u zimskim mjesecima.

Rumunjska energija će se prenositi preko mađarske mreže visokog napona i vodom 220 kV Györ — Beč predavati Austriji. Tako se opet pokazao ispravnim put austrijske elektroprivrede u nastojanju da poveže svoju mrežu s mrežama susjednih zemalja. Sada postoji mogućnost da se zamjenjuje električna energija sa zemljama zapadne i istočne Evrope, što predstavlja za Austriju maksimum sigurnosti napajanja.

Prema ÖZE 1971. br. 12.

B. Markovčić

Kratka elektroenergetska bilanca Švedske u 1970. godini

Krajem 1970. konzum Švedske iznosio je 64 556 $\times$ $\times 10^6$ kWh i u odnosu na 1969. god. veći je za 5 %. Konzum industrijske potrošnje popeo se za 9 % i iznosi 33 172 $\times 10^6$ kWh. Tijekom te godine bilo je proizvedeno ukupno 60 000 milijuna kWh a uvezeno 6600 milijuna kWh. U hidroelektranama je proizvedeno 69 % električne energije dok je to u 1969. iznosilo 72 %.

Prema ETZ-B, 7/8, 1971

J. M.

Energetski plan SSSR-a za 1971. godinu

Prema energetskom planu SSSR-a za 1971. godinu bilo je predviđeno da se proizvede 790 TWh električne energije, 371,3 10^6 tona nafte, 211 000 $\times$ 10^6 m^3 zemnog plina i 620 $\times$ 10^6 tona ugljena.

Prema ETZ-B, 7/8, 1971

J. M.

Nove nuklearne elektrane u SSSR-u

Prema obavijesti sovjetske novinske agencije ADN u SSSR-u se planira izgradnja 6 novih nuklearnih elektrana sa grafitnim reaktorima snage 1000 MWe. Prema novom petogodišnjem planu predviđena je upotreba nuklearne energije za proizvodnju električne energije i za desalinizaciju morske vode.

Prema ETZ-B, 7/8, 1971

J. M.

Transkontinentalni dalekovod 500 kV u Australiji

U Australiji se gradi prvi transkontinentalni dalekovod od 500 kV. Tijekom 1970. god. izgrađeno je 180 km, a u 1971. druga dionica od 216 km od Melbourna na sjever. Prva dionica povezuje dvije transformatorske stanice 220/609 kV između Hazelwooda i Melbournea.

Prema ETZ-B, 7/8, 1971

J. M.

Lokacija druge nuklearne elektrane

Nakon ranije sklopljenog ugovora između elektroprivrede SR Hrvatske i SR Slovenije dogovoreno je da bi radovi na izgradnji naše prve nuklearne elektrane Krško trebali početi potkraj 1972.

Još za vrijeme gradnje prvog nuklearnog postrojenja počeli bi radovi i na drugoj elektrani. Elektroprivredni stručnjaci iz Hrvatske i Slovenije sporazumjeli su se oko izbora lokacije druge nuklearne elektrane. Usvojeno je mišljenje da se postrojenje locira na lijevoj obali Save, južno od Ivanić Grada, na potezu između sela Dubravček — Oborovo. Upravo se ispituje zadovoljava li teren propisanim uvjetima.

(I. R.)

Naftovod Neum—Bosanski Brod—Pančevo

Organi radničkog samoupravljanja HENE iz Sarajeva, »Energoinvesta«, i Kemijske industrije Pančevo, odlučili su da uz pomoć predstavnika izvršnih vijeća, privrednih komora i banaka SR Bosne i Hercegovine, SR Srbije i AP Vojvodine, zajednički grade naftovod Neum—Bosanski Brod—Pančevo, dužine 550 km.

U programu je da radovi započnu u 1972. godini. Propusna moć cjevovoda na relaciji Neum—Bosanski Brod iznosit će godišnje 31 milijun tona, a na relaciji Bosanski Brod—Pančevo oko 15,5 milijuna tona nafte. Uporedo s izgradnjom naftovoda u planu je gradnja petrolejske luke i rezervoara u Neumu.

Za realizaciju ovih planova potrebne su investicije u iznosu od oko 1 milijarde i 294 milijuna dinara. Investiciona sredstva u iznosu od 50 % osigurat će kombinat Kemijske industrije Pančevo, a drugi dio osigurat će HENA i »Energoinvest« iz vlastitih fondova, bankovnih i inozemnih kredita.

(I. R.)

Kvarnerski otoci u sistemu 110 kV

Otoci Krk, Cres i Lošinj povezani su danas s kopnom mrežom vodova 30 kV koji se napajaju iz HE »Nikola Tesla«. Dužina vodova i kabela između HE »Nikola Tesla« i TS 30/10 kV Lošinj iznosi 94,5 km s ukupnom instaliranom snagom transformatora 9290 kVA.

Radi velike dužine voda naponske prilike u TS 30/10 kV Lošinj u doba vršnih opterećenja vrlo su nepovoljne. Osim toga nagli porast turizma i razvoj drugih privrednih grana, kao i porast široke potrošnje, traže sigurnost u opskrbi kvalitetne i u dovoljnim količinama električne energije. Porast konzuma na području kvarnerskih otoka, prema podacima kreće se u posljednjih nekoliko godina od 15,5 do 19 % godišnje.

Očito je da vodovi napona 30 kV ne mogu zadovoljavati ni današnje stvarne potrebe, a još manje u razdoblju petogodišnjeg plana s obzirom na stalan porast konzuma.

Kako bi se stvorili što povoljniji uvjeti opskrbe električnom energijom na otocima, poduzeće »Elektroprivreda« Rijeka usvojilo je prijedlog stručnjaka o vezanju kvarnerskih otoka na mrežu 110 kV s kopna.

Institut za elektroprivredu Zagreb izradio je studijsko rješenje veze 110 kV kopno — otoci.

Na osnovi izvršenih tehničkih i ekonomskih analiza pristupljeno je izradi glavnih projekata, koji su uglavnom gotovi.

Realizacija tih projekata treba se izvesti u više etapa. U prvoj etapi pristupit će se izgradnji 110 kV voda i to od postojećeg dalekovoda 110 kV Vinodol — Senj odvojit će se dvostruki dalekovod, dug oko 3 km do TS 10/35 kV Crikvenica.

Od TS 110/35 kV Crikvenica izgradit će se mreže dalekovoda, nadzemnih i podmorskih kabela napona 110 kV, u dužini preko 90 km, koje će s kopna opskrbljavati potrošače otoka Krk, Cres i Lošinj. Ukupne investicije za prvu etapu iznosit će 46 milijuna dinara.

U daljnjim etapama gradit će se TS 110/35 kV na Krku, Crikvenici, Cresu i Lošinju.

U završnoj fazi otok Cres povezat će se dalekovodom 110 kV na TE Plomin, trasom dugom oko 33 km.

Glavni nosilac investicija za realiziranje ovoga programa je poduzeće »Elektroprivreda« Rijeka sa preko 50 %. U investiranju će sudjelovati i Općinske skupštine Krka i Lošinja. U programu je da početak radova na izgradnji objekta prve etape bude u 1972.

(I. R.)

Izbor trase za DV 400 kV

Na inicijativu »Elektroprenosa« Sarajevo i Energoinvesta osnovane su dvije mješovite grupe stručnjaka za izbor trase dalekovodne mreže 400 kV na području SR Bosne i Hercegovine.

Radna grupa »Jug« odredila je trasu vodova 400 kV Trebinje—Titograd, Trebinje—Mostar, Mostar—Tuzla i Mostar—Split.

Grupa »Sjever« je odabrala trasu vodova na potezu Tuzla—Đakovo, te dionicu Sarajevo—Tuzla.

Programom je utvrđeno da se izgrade transformatorske stanice 400/220 kV u Tuzli, Sarajevu i Mostaru. Nakon urbanističke suglasnosti i rješenja pristupit će se konačnom izboru lokacija za izgradnju budućih transformatorskih stanica.

(I. R.)

Novi spremnici i vrelovodna kotlovnica u TE — TO

Radi osiguranja rezervnih količina mazuta u pogonu Termoelektrane — Toplane na Žitnjaku odlučeno je da se proširi i poveća kapacitet spremnika. Taj su plan usvojili organi upravljanja, pa se u svibnju 1971. počelo s gradnjom dva nova spremnika za mazut sa po 20 tisuća kubičnih metara zapremine. Jedan spremnik je kompletno završen i već je napunjen. Radovi na drugom spremniku ulaze u završnu fazu i vjerojatno će se ubrzo puniti.

Konstrukciju spremnika je izradila tvornica »Jedinstvo«, Jankomir, a montažne radove je izvelo poduzeće »Jugomontaža«.

S obzirom na stalni porast potrošača, u pogonu TE — TO još je 1970. pristupljeno gradnji nove vrelovodne kotlovnice s dva kotla kapaciteta po 50 Gcal/sat.

Radovi na kotlovnici su pri kraju. Kotlovnica će biti kompletno završena vjerojatno u prvoj polovici 1972. Puštanje prvog kotla u pogon mnogo će utjecati na povećanje proizvodnje toplinske energije i na sigurnost opskrbe potrošača toplinom.

(I. R.)

Izgradnja dalekovoda 110 kV Plomin-Buje

Konzumno područje Buja napaja se električnom energijom dalekovodom 110 kV iz Divače. Međutim ovaj vod nije siguran ni kvalitetom za dobavu električne energije. Svaki prekid na 110 kV dalekovodu, kao i remonti na vodu ili drugim postrojenjima, prouzrokuju velike štete industriji i turizmu. Naročito su štetni i neugodni prekidi na dalekovodu 110 kV za vrijeme turističke sezone. Uslijed naglog porasta opterećenja na području Buja, Umaga i Poreča ovaj dalekovod ne može zadovoljiti potrebe potrošača. Da bi se situacija popravila odlučeno je da se sagradi novi DV 110 kV Plomin—Buje.

Projektni biro poduzeća »Dalekovod« izradio je glavni projekt DV 110 kV Plomin—Buje, dužine oko 65 km. Trasa ovog dalekovoda je položena tako da se u budućnosti u isti vod mogu interpolirati TS 110/35 kV Pazin i TS 110/35 kV Poreč. Ovim dalekovodom bi se u prvo vrijeme mogla opskrbljivati i Slovenija električnom energijom, a kasnije bi ovaj vod služio kao rezervna veza.

Početna točka projektiranog dalekovoda je rasklopno postrojenje TE Plomin, a krajnja točka je postojeća TS 110/35 kV Buje.

Radovi na izgradnji DV 110 kV Plomin—Buje otpočeli su u mjesecu listopadu 1971. s time da vod bude u pogonu sredinom 1972. Vod će se izvesti na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima, tipa »jela« — za jednostruki vod i »dunav« za dvostruki vod. Vodiči su 3 × 240/40 mm² Alče, zaštitno uže 50 mm² Če, izolatori kapasti porculanstog tipa K 170/280, ovjesni materijal »Salvi«, domaće proizvodnje.

Investitor ovog prijenosnog postrojenja je združeno poduzeće »Elektroprivreda« Rijeka, a izvoditelj građevnih i montažnih radova je poduzeće »Dalekovod«.

Dalekovod 110 kV Plomin—Buje gradit će se u jednoj etapi, a u perspektivi se predviđa izgradnja još jednog dalekovoda 110 kV iz rasklopnog postrojenja Plomin u pravcu Buja.

(I. R.)

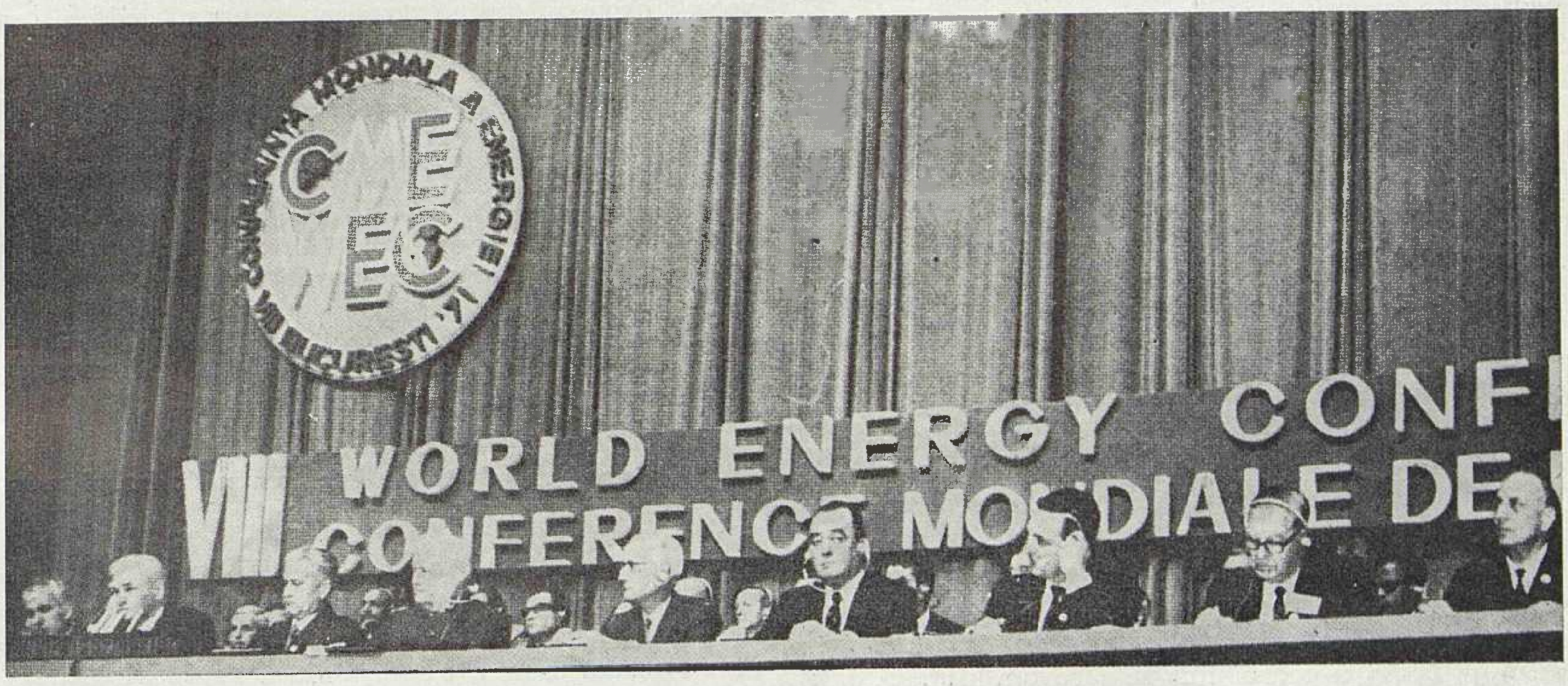
Pogon za proizvodnju kabela u Zlatar Bistrici

Zagrebačka tvornica »Elektro-Kontakt« osnovala je u Zlatar Bistrici novi industrijski pogon za proizvodnju električnih kabela. Upotreba ovih kabela ima široku primjenu u elektroindustriji, u proizvodnji elektro-uređaja i aparata za potrebe kućanstava, kao i u automobilskoj industriji.

U novoosnovanom pogonu zaposleno je 140 radnika, koji će u probnoj proizvodnji ostvarivati mjesečni bruto produkt u visini od 14 milijuna dinara.

Novi pogon je rezultat akcije zagrebačke industrije za otvaranjem novih proizvodnih kapaciteta u privredno nedovoljno razvijenim područjima, koji će dobar dio svoje proizvodnje izvoziti na strana tržišta. Već je sklopljen izvozni ugovor s automobilskom industrijom »Citroen« iz Francuske. Osim toga pogon će opskrbljivati elektrokabelima dobar dio domaćih proizvođača električnih aparata.

(I. R.)



VIII. SVJETSKA KONFERENCIJA ZA ENERGIJU

(nastavak iz prošlog broja)

2.2. Hidraulična energija

Izvještaji iz ove grupe razmatraju mnogobrojne probleme, počevši od promjene režima oborina do problema turbina s pravolinijskim fluksom.

Izvještaj 2. 2. — 197 (USA) bavi se modifikacijom režima oborina disperzijom oblaka srebrnim jodidom.

Izvještaj 2. 2. — 221 (Rumunjska) daje pregled hidroenergetskog stanja zemlje, a izvještaj 2. 2 — 15 (Austrija) interesantnosti u vezi s izgradnjom hidroelektrana na Dunavu.

Tri izvještaja imaju sličnu tematiku tj. prikaz nekih značajnih novih izgradnja: postrojenje Oymapinar (izvještaj 2. 2. — 1, Turska), postrojenje Grand Coulle 3 (izvještaj 2. 2. — 21, USA) i projekt Peace River (izvještaj 2. 2. — 36, Kanada).

U dva izvještaja iz grupe 2.2. razmatraju se isključivo problemi opreme hidroelektrana, to su 2. 2. — 93 (Kanada) i 2. 2. — 171 (Velika Britanija).

2.2.2. Crpno-akumulacijske elektrane

Izvještaj 2. 2. — 67 (Italija) daje pregled ne samo realizacije i perspektive izgradnje crpno-akumulacijskih elektrana u Italiji (ilustriranim mnogobrojnim podacima, energetskim, tehničkim i ekonomskim) već i razne aktuelne aspekte na svjetskom planu, napominjući da će u razdoblju od 1971—1975. ući u pogon ukupno 3400 MW snage u crpno-akumulacijskim elektranama.

Izvještaj 2. 2. — 169 (Japan) prikazuje crpno-akumulacijske elektrane Japana. Izvještaj 2. 2. — 65 (Poljska) predstavlja u stvari ekonomsku i tehničku studiju o koristi (za Poljske prilike) povezivanja crpno-akumulacijskih elektrana (gdje je samo jedan dio vode dobiven crpenjem) s velikim akumulacijskim jezerima.

Izvještaj 2. 2 — 31 (ČSSR) daje glavne podatke i parametre postrojenja Dalesice, instalirane snage 414,8 MW (4 agregata, reverzibilna, tip Francis) i razvija izvanredno rješenje za sinhrono stavljanje u pogon generatora i reverzibilnih turbina.

2.2.3. Elektrane koje koriste plimu i oseku

Posljednjih godina su stavljene u pogon dvije elektrane ove vrsti. (»Le Rance« — u Francuskoj i »Kislaja-Gubo« u SSSR-u). Vjerojatno je da će porasti interes za iskorištenje ovog ogromnog izvora energije (više od 1000 milijardi kWh/god.). Iz ovog područja podnijela je dva izvještaja i Kanada (izvještaj 2. 2. — 55 i 2. 2. — 35).

2.3. Fosilna goriva

Potrošnja klasičnih goriva raste stalno, iako je nuklearna energija ušla u stadij industrijskog razvoja. Klasična goriva stavljena su pred mnoge probleme kao što su: smanjenje sadržine sumpora radi smanjenog zagađivanja okoline, prijevoz na velike udaljenosti pod povoljnim uvjetima, povećanje stupnja korištenja u dobivanju ugljena, stavaranje povoljnih ekonomskih uvjeta za koks namijenjen crnoj metalurgiji, eksploatacija nafte u teškim klimatskim prilikama, porasli ritam ekstrakcije plina itd.

2.3.1. Problemi u vezi s akstrakcijom goriva

Jedan dio ovih problema prikazan je u izvještaju 2. 3. — 118 (Japan) u izvještajima 2. 3. — 220 te 2. 3. — 212 (Rumunjska) i u izvještaju 2. 3. — 41 (Francuska).

Napori za eksploataciju nafte i prirodnog plina na sjeveru Kanade prikazani su u izvještaju 2. 3. — 86.

Upotreba nuklearne energije (podzemnim eksplozijama) radi stimuliranja proizvodnje prirodnog plina i stvaranja velikih podzemnih rezervoara za plin, obrađena je u izvještaju 2. 3. — 22 (USA).

2.3.2. Upotreba ugljena u metalurgiji

O ovome govore izvještaji 2. 3. — 53 (Velika Britanija), 2. 3. — 4 (Italija), 2. 3. — 97 (SR Njemačka) i 2. 3. — 132 (Australija).

2.3.3. Priprema, prijevoz i bolje iskorištenje ugljena

Poboljšanje kvalitete ugljena prepariranjem povisuje njegovu energetsku vrijednost i može osigurati upotrebom raznih metoda, smanjenje sadržine sumpora.

Nastojanja da se osigura prijevoz znatnih količina ugljena na velike udaljenosti pod povoljnim ekonomskim uvjetima, u područjima sa surovom klimom, dala su smjela tehnička rješenja.

Industrijsko oplemenjivanje manje vrijednih ugljena, upotreba gorivih elemenata gasifikacije ugljena u razvijenim energetskim instalacijama, usavršenje instalacija za mješanje i sagorijevanje, mlinovi i parni kotlovi, predstavljaju mogućnosti da se poveća energetski potencijal goriva.

O ovim problemima govore izvještaji 2. 3. — 11 (Kanada), 2. 3. — 81 (Francuska), 2. 3. — 16 (Velika Britanija), 2. 3. — 28 (USA) i 2. 3. — 102 (SR Njemačka).

2.3.4. Neki aspekti korištenja plinovitih i tekućih goriva

Izvještaj 2. 3. — 80 (Francuska) razmatra tehničke i ekonomske probleme koje postavlja opskrba plinom (iz raznih izvora i raznog sastava) velikih urbanih i indusrijskih aglomeracija.

Izvještaj 2. 3. — 133 (Japan) prikazuje aspekte koji su vezani na korištenje ukapljenog prirodnog plina u Japanu.

Izvještaj 2. 3. — 206 (UAR) prikazuje mogućnosti upotrebe sirove nafte s velikom sadržinom sumpora u tvornicama cementa.

Izvještaj 2. 3 — 14 (Austrija) prikazuje upotrebljena sredstva u rafineriji Schechat ($7{,}5 \cdot 10^6$ t) za poboljšanje energetske bilance umanjujući gubitke.

2.4. Nuklearna energija

Izvještaji iz poglavlja 2. 1. prikazali su značajan ritam razvoja nuklearnih elektrana. Danas se više ne postavlja pitanje upotrebe nuklearnih elektrana, međutim, problem intenzivne upotrebe energetskog potencijala nuklearnih goriva izazvao je mnogobrojne tipove reaktora kao i razvijanje detaljnih istraživanja gorivog ciklusa koji je odlučujući za definiranje nacionalnih nuklearnih programa.

Zahtjevi proizvođača električne energije, koji su se povećali u pogledu raspoloživosti djelovanja nuklearnih elektrana kao i u pogledu sigurnosti, doveli su do ostvarenja postrojenja koja su u potpunosti usporediva s klasičnim elektranama u pogledu raspoloživosti i ekonomičnosti i dovoljno sigurna u odnosu na okolinu.

2.4.1. Rezerve urana

O ovom predmetu govori izvještaj 2. 1. — 154 (USA).

2.4.2. Razvoj nuklearnih reaktora

Reaktori na koje se odnose izvještaji jesu: toplinski reaktori na prirodni uran, na obogaćeni uran, napredni termalni reaktori i brzi reaktori.

2.4.2.1. Razvoj raznih tipova reaktora na prirodni uran

U izvještaju 2.4 — 202 (Kanada) iznose se problemi koji prate ovu vrstu reaktora. U pogledu potroška gorivog ciklusa, reaktor na prirodni uran ima neto potrošak od 0,86 mills/Wk, dok je potrošak kod reaktora na obogaćeni uran 1,75 mills/kWh. S druge strane, reaktori AGR i LWR upotrebljavaju dva puta više urana nego reaktori na prirodni uran, moderirani teškom vodom. Reaktor HWR na prirodni uran iziskivat će za razdoblje od 40 godina manje urana nego li najbolja kombinacija reaktora na obogaćeni uran s reaktorima oplođivačima.

Iz izvještaja se izvlači zaključak da reaktor HWR na prirodni uran bolje iskorištava nuklearno gorivo i da može konkurirati bilo kojoj drugoj vrsti reaktora. Budućnost reaktora HWR na prirodni uran ovisit će sigurno, u velikoj mjeri, o stavu zemalja koje posjeduju rezerve urana i koje moraju uvesti upotrebu nuklearne energije u okviru nacionalne ekonomije. Vjerojatno će ova orijentacija biti upravo tako diktirana zato što se rastuća potražnja obogaćenog urana neće moći pokriti sadašnjim postrojenjima, ako rješenje obogaćivanja urana centrifugiranjem ne bi u međuvremenu dalo rezultate na koje se računa.

Izvještaj 2. 4. — 172 (Kanada) prikazuje mogućnost razvoja reaktora HWR tipa Candi, kod kojeg sredstvo rashlađivanja može biti: teška voda, obična voda ili razne organske tekućine.

2.4.2.2. Razvoj nekih vrsti termalnih reaktora na obogaćeni uran

Ova vrsta reaktora stekla je vrijedna pogonska iskustva na temelju kojih se stalno uvode poboljšanja, kako u pogledu ekonomike, tako i u pogledu sigurnosti pogona.

Izvještaj 2. 4. — (USA) daje pregled stečenih iskustava sa PWR reaktorom. U 1970. godini 10 nuklearnih elektrana s reaktorima ove vrsti bilo je u pogonu s ukupnom instaliranom snagom više od 3000 MWe, a u 1975. bit će u pogonu 44 elektrane s ovakvim reaktorima, koje će imati više od 30000 instaliranih MWe.

Druga velika kategorija reaktora na obogaćeni uran su reaktori na kipuću vodu. Razvojna mogućnost je prikazana u izvještaju 2. 4. — 24 (USA).

Da bi se omogućilo stalno povećanje jedinične snage reaktora tlačnim sudom, u 1969. godini je izrađen model suda iz prenapregnutog betona u skandinavskim zemljama. O tome govori izvještaj 2. 4. — 142 (Švedska, Finska).

2.4.2.3. Razvoj naprednih termalnih reaktora i reaktora s brzim elektronima

Značajna prednost ovih reaktora je stvaranje novog goriva čija je količina određena faktorom oplodnje. Ovaj je faktor oko 0,6 i novo proizvedeno gorivo je plutonij; za one na ciklus uran-torij, faktor oplodnje je 1 . . . 1,1. Za reaktore s brzim elektronima može se očekivati faktor 1,5 a moguće su i više vrijednosti. To znači ukoliko faktor raste, raste i energetski potencijal urana tj. 30 . . . 40 puta za brze reaktore u odnosu na nove termalne.

U sadašnje vrijeme već postoji dragocjeno iskustvo u eksploataciji brzih reaktora u mnogim zemljama (SSSR, USA, Velika Britanija i Francuska).

O brzim oplodnim reaktorima govore izvještaji: 2. 4. — 73 (Francuska), 2. 4. — 124 (Velika Britanija) i 2. 4. — 89 (Japan).

2.4.3. Poboljšanje gorivog ciklusa

Nuklearne elektrane koje su dosegle industrijsko stanje (u prvom redu elektrane s reaktorima LRW) nisu podesne za ostvarenje dugoročnog energetskog programa i pored pogodnih tehničko-ekonomskih indeksa, zbog slabog korištenja goriva. Zato izgradnja značajnih energetskih sistema koji počivaju na nuklearnim izvorima pretpostavljaju strategiju koja bi mogla dozvoliti optimalizaciju ciklusa i osiguranje goriva industriji koja sudjeluje u ovom osiguranju, na takav način da je moguća intenzivna upotreba fisionog materijala kao i onog obogaćenog pod povoljnim ekonomskim uvjetima.

Izvještaj 2. 4. — 137 (DR Njemačka) prikazuje istraživanja koja su vezana za ukršteni ciklus goriva uran-plutonij i torij-uran, za energetski sistem koji se razvija s termalnim reaktorima konvertizerima i s termalnim reaktorima oplođivačima.

Detaljna analiza iznalaženja raznih putova za bolje iskorištenje nuklearnog goriva u instaliranim reaktorima nekog energetskog sistema, dana je u izvještaju 2. 4. — 51 (Mađarska).

Izvještaj 2. 4. — 155 (Portugal) izvodi analizu potrebnog fisionog materijala za neke zemlje od 1970. do 2010. godine (u raznim sistemima kombiniranim s reaktorima HWR sa FBR, LRW sa FBR) stokova potrebnog Pu, snage koju treba instalirati u odgovarajućim nuklearnim sistemima i zaključuje da postoje razlozi za osnivanje aktivnog tržišta plutonija da bi se mogli ostvariti odgovarajući nuklearni programi.

Izvještaj 2. 4. — 131 (Španjolska) prikazuje stanje istraživanja u vezi s proizvodnjom UO_2 i UF_6, i stanje radova na izradi gorivih elemenata.

2.4.4. Neki problemi u vezi s evolucijom tehnologije nuklearnih elektrana

Izvještaj 2. 4. — 45 (USA) govori o tzv. instalaciji FFTF (Fast Flux Test Facility) od 400 MW_t. Ovo postrojenje će omogućiti da jezgra i gornji elementi reaktora oplođivača tekućim metalima (LMFBR) budu podvrgnuti verifikacijama u regularnim uvjetima koji su determinirani ekstremnom rigoroznošću i strogošću kakva je predviđena za industrijske reaktore.

U izvještaju 2. 4. — 96 (SR Njemačka) prikazani su tehničko-konstruktivni elementi i problemi koji se odnose na plinsku turbinu od 25 MW integriranu u primarni krug reaktora na visoku temperaturu, hlađenog helijem.

2.5. Ostali izvori energije i direktna proizvodnja električne energije

Klasični toplinski izvori energije kao i nuklearni izvori u koncepciji njihovog sadašnjeg ostvarenja, određeni su još jednim termodinamičkim stupnjem djelovanja. Vodeći računa o svjetskoj potrošnji energije ukazuje se potreba traženja rješenja koja će moći bolje valorizirati energetski potencijal ovih izvora energije. Taj cilj slijede istraživanja u području magneto-hidro-dinamskih instalacija.

S druge strane, naša planeta raspolaže još s neizmjernim izvorima ostale energije, kao što je npr. sunčana energija (čiji je fluks primljen na zemlji ocijenjen na snagu od 2.10^{17} W) kao i uskladištena toplina u unutrašnjosti zemlje. Za iskorištenje ovih izvora, sunčane ćelije i geotermijske elektrane predstavljaju interesantne mogućnosti.

Direktna pretvorba energije u električnu energiju je područje u kojem se vrše mnogobrojna istraživanja a da se još nisu našla pogodna rješenja u vezi sa stupnjem korisnog djelovanja pretvorbe, troška realizacije i proizvodnje i jediničnih snaga strojeva.

Podneseni izvještaji prikazuju tehnička rješenja koja su dana u nekim zemljama za ostvarenje spomenutih ideja.

2.5.1. M-H-D generatori

U izvještaju 2. 5. — 62 (Mađarska) analiziraju se mogućnosti jonizacije plina u kanalu magneto-hidro-dinamskog generatora i na nižim temperaturama radi povećanja stupnja korisnog djelovanja pretvorbe.

U izvještaju 2. 5. — 149 (SSSR) iznose se interesantni aspekti vezani na tri instalacije: Y-02 i ENIN (koje su u radu) i Y-25 (koja je trebala ući u pogon 1970). U ovom izvještaju iznose se i druge interesantnosti, među kojima neke procjene investicijskih troškova kao i proizvodnje električne energije, sheme instalacija, uključujući i prijedlog instalacije zatvorenog kruga na temelju nuklearne energije.

2.5.2. Korištenje geotermijskih izvora

Izvještaj 2. 5. — 6 (Italija) prikazuje instalaciju s jednostavnim sastavnim dijelovima, koja je u suštini sastavljena od dvije zavojne gravimetrijske kolone, gdje u jednoj cirkulira fluid na temperaturi vrenja, a u drugoj tekućina.

Izvještaj 2. 5. — 151 (Indonezija) iznosi da su otkriveni mnogobrojni geometrijski izvori u ovoj zemlji koji bi mogli biti iskorišteni.

2.5.3. Sunčane ćelije i plinske ćelije za direktnu pretvorbu energije u električnu energiju

O tome govore izvještaji 2. 5. — 152 (Francuska) i 2. 5. — 48 (USA).

3. sekcija: Projekti i instalacije za kompleksno korištenje energije u procesima s višestrukom namjenom

Materija što je obrađuje ova sekcija, svrstana je kako slijedi:

3.1. — Generalni principi ili politike cjeline za poboljšanje iskorištenja energije, njenom kompleksnom upotrebom (13 izvještaja).
3.2. — Kompleksna upotreba hidro izvora (11 izvještaja).
3.3. — Kompleksna upotreba fosilnih goriva u industriji (15 izvještaja).
3.4. — Kompleksna upotreba fosilnih goriva u ostalim područjima (6 izvještaja).
3.5. — Kompleksna upotreba fosilnih goriva za opskrbu energijom novih naselja ili naselja u brzom rastu (4 izvještaja).
3.6. — Kompleksna upotreba nuklearne energije (6 izvještaja).

3.1. Generalni principi ili politike cjeline, sposobne da unaprijede valorizaciju energije kompleksnom upotrebom

Izvještaji ove sekcije podijeljeni su u dvije skupine: u skupinu izvještaja generalnog karaktera i u skupinu kojom se ukazuje na principe, koncepcije i moguća rješenja za instalacije s kombiniranom proizvodnjom, prema iskustvima raznih zemalja.

3.1.1. Skupina izvještaja generalnog karaktera

Ovi izvještaji iznose slijedeće probleme:

a) *Unapređenje i razvoj kombinirane proizvodnje električne energije i topline na nacionalnom nivou,* da bi se ostvarile uštede u gorivu, a ujedno da bi se poboljšao gradski komfor i smanjilo onečišćenje atmosfere i vode. O tome govore izvještaji: 3. 1. — 161 (Japan), 3. 1. — 222 i 3. 1. — 223 (Rumunjska).
b) *Proširenje (na nacionalnom planu) valorizacije sekundarnih energetskih izvora.* O tome se govori u izvještaju 3. 3. — 116 (SSSR), u kojem se pod pojmom sekundarni energetski izvori podrazumijevaju sve količine energije koje rezultiraju iz nuzproizvoda industrijskog ili energetskog procesa. Izvještaj preporuča program proizvodnje nove serije rekuperatora i daje čitav niz konstruktivnih podataka.
c) *Grupiranje industrije u zonama ekstrakcije goriva* u pogledu njene kompleksne valorizacije u energetske svrhe. O tome govore izvještaji 3. 3. — 176 i 3. 3. — 184. Ovi izvještaji detaljno su komentirani u poglavlju 3. 3. 1.

3.1.2. Grupa izvještaja koji razmatraju koncepcije, rješenja i izbor dimenzija za kompleksne energetske instalacije

a) *Principi koji služe za izbor generalnih karakteristika parnih termoelektrana* za kombiniranu proizvodnju električne energije i topline, te stečena iskustva u raznim zemljama predmet su izvještaja 3. 1. — 115 (SSSR) i 3. 1. — 226 (Rumunjska). O nekim konkretnim ostvarenjima informiraju izvještaji 3. 1. — 84 (Kanada), 3. 1. — 143 (ČSSR) i 3. 1. — 208 (ČSSR).
b) *Upotreba plinske turbine* u kompleksnim procesima doživila je razvoj koji se može usporediti s primjenom takve turbine u elektranama velikih elektroenergetskih sistema.

Pojavile su se sve raznolikije kombinacije shema a rješenja (od kojih su samo neka opisana u izvještaju Sekcije 3) sadržavaju praktički sve tipove ciklusa plinskih turbina.

Ove mogućnosti kombinacija mogu se svrstati u slijedeće kategorije:

— plinske turbine za pogon električnih generatora s rekuperacijom topline (izvještaj 3. 6. — 136, Švicarska);
— plinske turbine za pogon električnih generatora, koje upotrebljavaju plinovite sekundarne energetske izvore (izvještaj 3. 6. — 136, Švicarska);
— plinske turbine za pogon u industrijskim procesima. Upotrebljavaju klasična goriva, plin iz procesa ili pak sekundarno energetske izvore (izvještaji 3. 3. — 122 i 3. 3. — 175, SSSR);
— plinske turbine koje koriste komoru za sagorijevanje kao kemijski reaktor koji na izlazu daje gorivi plin za industrijske peći (izvještaj 3. 1. — 30, Belgija).

c) *Upotrebu miješanih ciklusa para-plin, prilagođenih na sheme za kompleksnu* upotrebu, analiziraju izvještaji 3. 3. — 66 (Poljska), 3. 3. — 113 (SSSR) i 3. 1. — 30 (Belgija), za razne potrošače i za razne nivoe snage.

3.2. Kompleksna upotreba hidro-izvora

U izvještajima iz ovog poglavlja može se naći niz općenitih ideja, kao što su:

a) Uvođenje svih pitanja, koja su nastala višestrukom upotrebom postrojenja na nivou nacionalne ekonomije ili pak na nivou velikih geografskih površina, u jedan jedinstveni i u potpunosti koordinirani program.
Optimizacija upotrebe odnosi se na dugo razdoblje i vodi računa o potrebama ekonomije, ona određuje prioritete tih upotreba, redoslijed u vezi s ostvarenjem novih postrojenja i integraciju postojećih postrojenja, u programima eksploatacije i ekonomije voda. O tome govore izvještaji 3. 2. — 7 (Italija), 3. 2. — 135 (Japan) 3. 2. — 117 (SSSR), 3. 2. — 196 (USA) i 3. 2. — 224 (Rumunjska).
b) Usklađenje regionalnih bilanci o rezervi voda ostvarujući razmjene protoka između bazena u relaciji sa crpnim i akumulacijskim instalacijama. O tome govore izvještaji 3. 2. — 7 (Italija), 3. 2. — 56 (Španjolska) i 3. 2. — 117 (SSSR).
c) Preuređivanje vodotoka zemlje, u kojoj je hidroenergetski potencijal već razvijen ali ima zastarjele hidroelektrane malih snaga, sa slabom akumu-

lacijom, i najčešće protočne elektrane koje su izgrađene prema starim koncepcijama. O tome govore izvještaji 3. 2. — 7 (Italija) i 3. 2. — 125 (Japan).

d) Studij optimalne eksploatacije nekih protočnih hidroelektrana u kaskadi, eventualno kombiniranih s akumulacijama i crpnim stanicama. O tome govo izvještaji 3. 2. — 13 (Austrija), 3. 2. — 54 (ČSSR) i 3. 2. — 231 (Rumunjska, Jugoslavija).

e) O hidrauličnim postrojenjima s višestrukom namjenom u području krša govori izvještaj 3. 2. — 180 (Jugoslavija).

f) Ostvarenje nekih kompleksnih postrojenja koja služe za proizvodnju vršne energije, za potrebe rashlađivanja termoelektrana kao i za pokrivanje ostalih potreba vode. O tome govore izvještaji 3. 2. — 195 (USA), 3. 2. — 13 (Austrija) i 3. 2. — 54 (ČSSR).

3.3. Kompleksna upotreba fosilnih goriva u industriji

Stupanj dimenzija industrijskih instalacija, koji stalno raste, posebno modificara optimalna rješenja upotrebe energije u tehnološkim procesima. Tu su i problemi interakcije industrije na okolinu i posebno pitanje zagađivanja.

Predstavljeni izvještaji interesantni su svojom raznovrsnošću a i radi toga što se ovdje iznose stajališta u vezi s karakteristikama nekih novih industrijskih platformi koje su smještene u raznim zemljama, koristeći na jedan racionalan način pružene mogućnosti asocijacijom više procesa. Iz tih studija mogu se izvući slijedeće ideje:

— Tendencija da se nađu prikladna rješenja za kombinaciju industrijskih procesa smještenih na širokom području.
— Množenje mogućnosti i što uže miješanje raznih kombinacija industrijskih procesa i energetskih koji koriste fosilna goriva.
— Analiza rješenja pogona velikih rotirajućih strojeva, između kojih se sve češće nalazi interes za pogon pomoću plinskih turbina integriranih s tehnološkim procesima.

3.3.1. Industrija ugljena

O ovom sektoru industrije govore izvještaji 3. 3. — 176 (Italija) i 3. 3. — 184 (Indija).

3.3.2. Industrija nafte i plina

Izvještaji 3. 3. — 112 (SSSR), 3. 3. — 163 (Japan) i 3. 3. — 10 (Španjolska) prikazuju seriju općenitih pitanja kao i neka pitanja u vezi sa specifičnim slučajevima.

3.3.3. Crna metalurgija

Iako je siderurgija (metalurgija željeza) stara industrija, ona je posljednjih godina doživjela značajan razvoj koji je doveo do dubokih promjena procesa i kao rezultat, racionalizaciju specifične potrošnje energije i posebno, spektakularan pad potrošnje koksa. Energetske preokupacije vezane ovim problemima prikazane su u izvještajima 3. 3. — 145 (Francuska), 3. 3. — 178 (SSSR) i 3.3. — 233 (Rumunjska).

3.3.4. Kemijska industrija

O kombiniranim procesima kemijske industrije (u industriji dušika) govore izvještaji 3. 3. — 113 (SSSR) i 3. 3. — 175 (SSSR).

3.4. Kompleksna upotreba fosilnih goriva u ostalim područjima

I pored široke teme za ovo poglavlje dano je samo šest izvještaja. Oni pokreću slijedeće probleme: sisteme totalne energije (izvještaji: 3.3. — 192, 3. 4. — 42 i 3. 3. — 126, svi iz Velike Britanije); kombinirano korištenje energije kao simetrično rješenje kombiniranoj proizvodnji (izvještaj 3. 5. — 74, Francuska); odslanjivanje morske vode pomoću kombiniranih procesa (izvještaj 3. 1. — 121 Francuska) i kompleksne primjene geotermijske energije (izvještaj 3. 4. — 210 Ujedinjene Nacije).

3.5. Kompleksna upotreba fosilnih goriva za opskrbu energijom novih naselja ili naselja u brzom razvoju

Dok jedna serija izvještaja svrstanih u ovom poglavlju tretira pitanja koja se odnose na kombiniranu opskrbu toplinom i električnom energijom gradova raznih veličina (izvještaji: 3. 5. — 63, Poljska; 3. 5. — 140 DR Njemačka; 3. 5. — 144, Švedska i 3. 1. — 143, ČSSR), ostali izvještaji prikazuju posebne aspekte u vezi s rekuperacijom topline ili pak upotrebu toplinskih crpki u gradskoj ekonomiji energije (izvještaji: 3. 4. — 77, Velika Britanija; 3. 1. — 134, Švedska; 3. 1. — 130 Francuska i 3. 1. — 160, Mađarska).

3.6. Kompleksno korištenje nuklearne energije

Iz šest podnijetih izvještaja proizlaze slijedeće ideje:

a) Razvoj reaktora hlađenih helijem (HTGR) otvorit će, zahvaljujući povećanju temperature, perspektive korištenja izvora nuklearne energije za industrijske procese koji zahtijevaju viši nivo temperature. Kemijski i metalurgijski kombinirani procesi, uz proizvodnju energije, postaju vrlo interesantni. O tome govore izvještaji 3. 6. — 46 (USA) ; 3. 6. — 128 (SR Njemačka).

b) Upotreba nuklearne energije za kombinaciju proizvodnje električne energije i odslanjivanje morske vode, analiziraju izvještaji 3. 6. — 2 (Izrael) i 3. 6. — 101 (SR Njemačka). (Ona je spomenuta i u izvještaju 3. 1. — 161).

Nuklearni izvori postaju kompetitivni i prednjače povećanjem kapaciteta. Izvještaj 3. 6. — 2 zaključuje, nakon što je prikazao teoretsku studiju problema, da prednost nuklearnog izvora u odnosu na upotrebu tekućeg goriva u kotlovima s visokim pritiskom, nastaje za neto snage više od 300 MW, kod cijene mazuta od 11 $/t.

c) Plinske turbine zatvorenog kruga imajući funkcionalne karakteristike turbine na helij, direktno vezane na nuklearni reaktor tipa HTGR, komentirane

su generalnim prikazivanjem u vezi s razvojem plinskih turbina, u izvještaju 3. 6. — 136 (Švicarska).

Izvještaj 3. 6. — 37 (Kanada) prikazuje uvjete funkcioniranja integriranog sistema formiranog nuklearnim elektranama s reaktorima CANDU, Bruce (4 × 750 MWe) i Douglas-Point (1 × 208 MWe), jednim pomoćnim izvorom pare na klasično gorivo, s protokom 105 kg/s, s istim pritiskom kao reaktori, i tvornicu teške vode kapaciteta 100 kg/h, koja koristi tako proizvedenu toplinu. Ovaj sistem omogućava racionalno korištenje topline koja se proizvodi u nuklearnim reaktorima za tvornicu teške vode i povećava mogućnosti adaptacije na varijacije krivulje opterećenja. Kotlovi na osnovi mazuta korišteni su kao pomoćni izvori za vršna opterećenja ili za rezervu.

Ni jedan izvještaj iz poglavlja 3.6. ne analizira posebno pitanje nuklearne sigurnosti u vezi sa specijalnim situacijama nuklearnog reaktora koji je smješten u blizini tehnoloških procesa, kraja gdje radi veliki broj ljudi, npr. u blizini poljoprivredne zone koja se navodnjava i ima veliku proizvodnju.

NOVE TEHNIČKE I EKONOMSKE PRORAČUNSKE METODE ZA BOLJE ISKORIŠTENJE ENERGIJE

4. sekcija

U nastavku se daje sažeti izvadak iz generalnog izvještaja

Velika raznolikost studiranih predmeta tražila je da se podijele u tri grupe a dvije od njih u podgrupe.

4.1. Nove metode za predviđanje razvoja potrošnje energije (14 izvještaja).
4.2. Metode za proračunavanje boljeg iskorištenja energije (33 izvještaja).
4.2.1. Optimizacija razvoja i funkcioniranje sredstava za proizvodnju, transport i distribuciju energije.
4.2.2. Kriterij sigurnosti funkcioniranja i njegov utjecaj na investicije.
4.2.3. Najbolje korištenje električne energije u proizvodne svrhe.
4.3. Metode raspodjele i kriteriji za utvrđivanje investicija i godišnjih troškova za razne potrebe (8 izvještaja).
4.3.1. Kombinirana proizvodnja električne energije i topline.
4.3.2. Kompleksno korištenje hidrotehničkih postrojenja.

Podjela izvještaja u grupe nije mogla biti strogo izvršena radi polivalentnog karaktera sadržaja mnogih izvještaja.

4.1. Nove metode za prognozu potrošnje energije

Veliki broj izvještaja i raznolikost pokazuju koliki je danas u svijetu interes za izradu što točnijih prognoza buduće potrošnje.

Analizirani izvještaji pokazuju sve veće širenje statističkih metoda, kao što su: jednostruka i višestruka regresija (izvještaji 4. 1-59 i 4. 1-64), procjena mogućih devijacija putem pouzdanih intervala (4. 1-230), modeli tipa Markov (4. 1-8). O tom su predmetu prezentirani kompleksni ekonometrijski modeli (4. 1-38).

Uz ovu tendenciju i u uskoj vezi s njom, pojavljuje se naglašena tendencija za povećanje napora u sakupljanju i razmatranju statističkih podataka da bi se dobile dodatne informacije. U tom smislu evidentirana je selektivna anketa, određena da upotpuni nedostatke informacija za područja koja su teška za studij, kao što je npr. potrošnja električne energije u kućanstvu (4. 1-59) ili pak ukupna potrošnja energije po stanovništvu (4. 2-50).

Neki izvještaji dotiču općenito problem prognoze potrošnje ukupne energije zemlje kao i (u nekim slučajevima) problem buduće strukture bilance primarne energije.

Izvještaj 4. 1-38 (Norveška) opisuje primjenu modela nazvanog MSG (multisectoral growth) koji se temelji na »input-output« bilanci, sposobnoj da vodi računa o interakciji između sektora ekonomije.

Izvještaj 4. 2-198 (Mađarska) bilježi davanje prednosti odlučnijem korištenju ugljikovodika kao energetskom izvoru.

Kompleksnost ekonomskih i vanekonomskih faktora, o kojima treba voditi računa kod formiranja najbolje energetske politike, prikazano je u izvještaju 4. 1-174 (SSSR).

Što se tiče samih metoda za prognozu, konstatirana je očigledna sličnost između metoda primijenjenih za prognozu raznih energetskih nosilaca, bilo da se radi o nafti (4. 1-168, GB), o električnoj energiji, o potrebama u gorivu ili o ukupnoj potrošnji energije (4. 1-157, Finska).

Nemoguće je prognozirati bez poznavanja podataka iz prošlosti ili podataka koje treba očekivati u budućnosti, i bez poznatih odnosa među njima.

Smatra se korisnim podcrtati ideje koje proizlaze iz podnijetih izvještaja:

— Slijedom promjene tehničkih, ekonomskih i socijalnih uvjeta u posljednjem desetljeću, zastarjeli statistički podaci ne mogu više služiti kao osnova za prognoze koje se danas čine; problem je, dakle, u izboru najprikladnije pozicije temeljnog razdoblja (izvještaj 4. 1-168), GB).
— Utjecaj klimatskih uvjeta na potrošnju energije (4. 2-50, Mađarska), kao i na satna opterećenja (4. 1-92, Kanada) značajna je u slučaju kratkoročnih prognoza ali studij ovog utjecaja je isto tako potreban i onda kada se žele što točnije dugoročne prognoze.
— Analiza razvoja potrošnje energije, diferenciranog po ekonomskim granama (izvještaji 4. 1-157, Finska i 4. 2-50, Mađarska).
— Identifikacija važnosti (statističke) raznih vrsti potrošača u ukupnoj potrošnji energije neophodna je

da bi se utvrdila visina potrošnje nekih potrošača (izvještaji: 4. 1-59, Švedska i 4. 1-64, Poljska).
— Glavni, konkretni ciljevi prognoza su utvrđivanje veličina budućih instalacija, prognoza kontrolnih indeksa funkcioniranja budućih energetskih instalacija kao što su specifične potrošnje goriva, tehnološke potrošnje u elektranama i mrežama (izvještaj 4. 1-230 Rumunjska).

Izvještaji pokazuju tendenciju konfrontiranja izrađenih prognoza raznim metodama. Osim toga konstatira se orijentacija prema metodama korelacijskog tipa koji povezuje energetsku potrošnju na ekonomsku situaciju zemlje ili regiju na koju se odnosi prognoza.

Usporedba između rezultata dobivenih metodama ekstrapolacije vremenskih serija i metodama korelacije sintetičnih ekonomskih parametara, pokazuje neke prednosti ovih drugih (4. 1-168 i 4. 1-216 Rumunjska) iako metode ekstrapolacije vremenskih serija traže malo statističkih podataka i lako su pristupačne, pa se ne mogu u potpunosti zanemariti.

Kod korelacijskih metoda veće je zanimanje za one koje koriste iskustvo drugih zemalja o predmetu prognoze, to znači, orijentacija ka rješenjima koja su izvedena iz selekcije podataka većeg broja zemalja. U ovom slučaju, postoji razlika između orijentacije prema svjetskom prosjeku (izvještaj 4. 1-191, Indija) i orijentacije prema selekciji osnovnih podataka koji odgovaraju perspektivi zemlje za koju se izrađuje prognoza (4. 1-230, Rumunjska).

U nekim izvještajima prikazani su rezultati primjene metoda za prognozu. Tako npr. izvještaj 4. 1-90 (Japan) opisuje dinamiku japanske ekonomije i dugoročnu prognozu (do 2000 godine) potrošnje električne energije u toj zemlji.

Izvještaj 4. 1-157 (Finska) prikazuje prognozu potrošnje električne energije u Finskoj i potrebu ukupne energije do 1985. godine, u funkciji razvoja nacionalnog dohotka.

Izvještaj 4. 1-191 (Indija) analizira prognozu potrošnje električne energije u razdoblju od pet godina (1966—1974). Iz ove prognoze izvedena je vjerojatna vrijednost vršne snage kao i vrijednost instalirane snage za promatrano razdoblje.

Izvještaj 4. 1-61 (Tajland) prikazuje prognozu (za razdoblje 1970—1990) potrošnje električne energije po stanovniku u funkciji razvoja bruto proizvodnje.

4.2. Metode za proračunavanje boljeg iskorištenja energije

4.2.1. Optimizacija razvoja i funkcioniranja sredstava za proizvodnju, transport i distribuciju energije

Izvještaji 4. 2-114 (SSSR), 4. 2-217 (Rumunjska), 4. 2-179 (ČSSR) i 4. 1-199 (Austrija) analiziraju pitanja koja se odnose na opći razvoj energetske osnove neke zemlje.

Izvještaj 4. 2-114 (SSSR) opisuje način optimizacije u Sovjetskom Savezu. To je globalan model optimizacije koji daje osnovne odluke što se tiče korelativnog razvoja parcijalnih funkcionalnih sistema u okviru gneralnog energetskog sistema. Specifikacija ovih odluka po funkcionalnim sistemima postignuta je uz pomoć funkcionalnih modela optimizacije. Izvještaj detaljno opisuje funkcije svakog tipa modela. Kriterij optimizacije sastoji se u svođenju ukupnih investicija u razmatranom razdoblju na minimum.

Metoda optimizacije razvoja energetske osnove neke zemlje razmatra izvještaj 4. 2-217 (Rumunjska). Tu se predlaže model linearnog programiranja koji omogućuje dobivanje bogatog informacionog materijala čiji su glavni elementi označeni u izvještaju.

U izvještaju 4. 2-179 (ČSSR) predlaže se metoda postupka optimizacije razvoja energetskog sektora koja vrijedi za industrijske zemlje u kojima su ograničeni izvori primarne energije. Preporučuje se da studij optimizacije razvoja sistema započne s analizom tokova i transformacije primarne energije, kao i potrošnje energije u raznim oblicima, vodeći računa interkorelacije s ostalim granama makroekonomije i međunarodne suradnje. Opisuje se matematički model za smanjenje na minimum potrebne ukupne količine primarne energije, po metodi linearnog programiranja, vodeći računa o restriktivnim uvjetima u odnosu na materijal, troškove, neophodnost radne snage, proizvodne kapacitete i investicije. Za prognozu potrošnje električne i toplinske energije izvještaj predlaže upotrebu analitičkih istraživačkih metoda.

Izvještaj 4. 1-199 (Austrija) privlači pažnju na neophodnost studije tržišta potrošača.

Izvještaji 4. 2-105 (SR Njemačka), 4. 2-186 i 4. 2-190 (Indija) opisuju metode generalnog planiranja razvoja proizvodnih kapaciteta električne energije.

Uzimajući kao polaznu točku podatke predviđene potrošnje, izbor optimalnog rješenja investicija predstavlja pitanje od posebnog ekonomskog interesa. Optimizacija investicionih programa kao i onih od metoda eksploatacije nametnula se je kao neophodnost, osobito u posljednje vrijeme, jer se čak i male pogreške u odlukama mogu izraziti znatnim ekonomskim gubicima budući da se one odnose na znatne investicione količine (sa dugim trajanjima ostvarenja) kao i na velike količine proizvodnje.

Rješenje problema optimizacije, u planiranju energetskih sistema, postalo je moguće upotrebom novih metoda operacionog računanja i razvojem informatike. Koristi od primjene informatike kod problema izbora investicija, kao i na metode eksploatacije, prikazane su primjerima u izvještaju 4. 2-75 (Francuska). Ovi se primjeri odnose na industriju električne energije, plina, ugljena, siderurgije i nafte.

U izvještaju 4. 2-105 (SR Njemačka) konstatira se da je planiranje sistema za proizvodnju električne energije dobilo u posljednje vrijeme novo značenje koje dolazi iz strukturalnih promjena načina proizvodnje električne energije porastom važnosti nuklearnih elektrana.

Izvještaj 4. 2-190 (Indija) predlaže model linearnog programiranja koji omogućuje da se svede na minimum funkcija troškova proizvedene električne energije u konvencionalnim termoelektranama, kao i u nuklearnim elektranama i hidroelektranama, vodeći računa o slijedećim principijelnim restrinkcijama: ograničene raspoloživosti nekih vrsta primarne energije, ograničene snage elektrana radi sigurnosti pogona, faktor korištenja snage prema iskustvu, sezonska ras-

položivost vode za slučaj hidroelektrana, mogućnost akumulacije vode u jezerima hidroelektrana.

Izvještaj 4. 2-23 (USA) prikazuje program interkonekcije između sjeverne centralne regije USA i provincije Manitoba u Kanadi. Glavna prednost ove interkonekcije proizlazi iz razlike u krivulji opterećenja ovih dviju regija. Osim toga dobiva se veća sigurnost pogona.

U izvještaju 4. 2-229 (Rumunjska) prikazuje se promjenljiva metoda optimizacije raspodjele aktivnih i reaktivnih snaga izmedu elektrana elektroenergetskog sistema.

Jedna grupa izvještaja obrađuje neke metode planiranja razvoja određenih vrsta elektrana.

Izvještaj 4. 2-214 (Rumunjska) opisuje računsku metodu za analizu dugoročnog investicionog nuklearnog programa sa stajališta strukture instaliranih snaga, strukture anektiranih industrija i troškova. Instilirana snaga proučavala se u varijanti s termalnim reaktorima konventizerima, kao i u jednoj drugoj s reaktorima oplođivačima.

Neki elektroenergetski sistemi su karakterizirani slijedom prirodnih uvjeta pretežnošću jedne vrste elektrana. Izvještaj 4. 2-3 (Nizozemska) opisuje metodu planiranja razvoja instalirane snage u zemlji u kojoj je veći dio snage instaliran u parnim termoelektranama. Ispituje se, za dvije alternative, optimalne mogućnosti integracije plinskih turbina u razvoju energetskog sistema.

Optimizacija investicija u hidrotehničkim instalacijama koje su vezane na hidroelektrane pokazuje neke posebnosti. Determinacijom hidroenergetske raspoloživosti iz analize konkretnih hidroloških podataka nekih rumunjskih rijeka, izvještaj 4. 2-213 (Rumunjska) dolazi do zaključka da upotreba metode vremenskih hidroloških serija može dovesti do znatnih pogrešaka u utvrđivanju investicija, ako razdoblje direktnog promatranja s kojim se raspolaže nije dovoljno dugo. Prelazeći na komparativno ispitivanje nekih statističkih metoda, u slučaju osnovnih podataka koji se odnose na kratka razdoblja, autori zaključuju da su najbolji rezultati (najbliži stvarnim rezultatima) po metodi Monte Carlo. Osim toga oni analiziraju utjecaj glavnih morfoloških i energetskih parametara na ekonomsku efikasnost akumulacijskih jezera za energetsko ili kompleksno iskorištenje.

Izvještaj 4. 2-204 (Bugarska) dolazi do sličnih zaključaka i pokazuje da podaci za kratka razdoblja nisu dozvolili da se nađe zakonitost razdiobe mogućnosti prirodnih dotoka vodotoka.

U izvještaju 4. 2-181 (Jugoslavija) prikazana je računska procedura koja omogućuje da se svedu na minimum troškovi eksploatacije akumulacijskih jezera hidroelektrana, u okviru energetskog sistema.

U izvještaju 4. 2-109 (SSSR) studij vjerojatnog hidrološkog režima temelji se na primjeni metode Monte Carlo.

U izvještaju 4. 2-40 (Meksiko) opisuje se računska metoda koja se primjenjuje na studije planiranja razvoja hidroenergetskog potencijala u sistemu što ga imaju i hidro i termoelektrane.

Efekat financijskih aspekata i njihova razmatranja u računima planiranja opisana su u izvještajima 4. 3-88 (Australija), 4. 3-57 (Švedska) i 4. 3-9 (Nova Zelandija).

Problemi optimizacije snabdijevanja nekih sistema ograničenih potrošnjom, predmet su izvještaja 4. 3-20 (GB) i 4. 2-170 (Francuska).

4.2.2. Kriterij sigurnosti pogona i njegov utjecaj na investicije

Prekidi u opskrbi električnom energijom prouzrokuju potrošačima osim novčanih šteta koje proizlaze iz gubitaka proizvodnje, također i druge neugodnosti što sprečava porast potrošnje energije (Izvještaj 4. 2-106, SR Njemačka). Iz izvještaja proizlazi da (za kompariranje raznih varijanti razvoja energetskih instalacija koje su određene da opskrbljuju potrošače) ima više načina za razmatranje pogonske sigurnosti instalacija u funkciji optimizacije.

Definicija pojma pogonske spremnosti (francuski-fiabilité; engleski-reliability) nije uvijek ista za energetske instalacije. Izvještaj 4. 2-43 (GB) pokazuje da za procjenu stalnosti rada instalacija ima četiri osnovna međuovisna pojma tj.: pogonska spremnost, prekid rada, redukcija snage i raspoloživost. Prema ovom izvještaju elementi elektrana mogu biti karakterizirani sa stajališta pogonske spremnosti, funkcijama vremena ili funkcijama energije, pa se predlaže da se zbog toga prihvati određena terminologija.

U izvještaju 4. 2-146 (DR Njemačka) raspoloživost je definirana kao moguće korištenje osnovnog kapitala i može biti izražena odnosom vremena, energije i snage.

U izvještaju 4. 2-147 (DR Njemačka) stupanj pogonske spremnosti je karakteriziran odnosom između vremena rada i sume vremena rada s vremenom prekida. Kvantifikacija pogonske spremnosti raznih jedinica elektrana izražena je (u izvještaju 4. 2-43, GB) odnosima vremena ili odnosima energije. Izvještaj 4. 2-227 (Rumunjska) daje općenitiji iskaz, gdje je pogonska spremnost definirana kao vjerojatnost stanja uspjeha promatranog sistema. Kvantitativni izraz pogonske spremnosti može se dati jednostavnim odnosima.

Studijski modeli prikazani u izvještajima su probabilistički. U izvještajima 4. 2-146 i 4. 2-227, pogonska spremnost elektrana analizirana je bez razmatranja mreže. Analiza pogonske spremnosti čvorišta energetskog sistema učinjena je razmatranjem tako da opis rada energetskog sistema može biti simuliran stohastičkim procesom tipa Markov, ili pak kompozicijom vjerojatnosti rada i havarije raznih elemenata koji se smatraju neovisnima.

U izvještaju 4. 2-106 (SR Njemačka) iznose se nastojanja za organizaciju jednog jedinstvenog sistema.

Za korelaciju između računa pogonske spremnosti i tehničko-ekonomskih računa, potrebno je poznavati troškove reparacije kvarova, štete uslijed prekida, vrijednost šteta u funkciji trajanja prekida.

Način da se razmotri pogonska spremnost u funkciji tehničko-ekonomske efikasnosti diferencirana je (izvještaj 4. 2-149 i 4. 2-227), prema tome da li štete prouzrokovane prekidom opskrbe energijom mogu biti kvantitativno određene u korelaciji s trajanjem prekida ili ne.

Zanimanje za povećanje stupnja pogonske spremnosti u eksploataciji energetskih sisistema nalaze se i u izvještajima 4. 2-106 (SR Njemačka), 4. 2-62 (Japan) i 4. 2-82 (Francuska).

4.2.3. Najbolje korištenje energije u industriji

Optimalno vođenje tehnoloških procesa potrošača energije pretpostavlja utvrđivanje metoda za račun energetskih bilanci. Ovoj kategoriji pripadaju izvještaji 4. 2-33 (ČSSR) i 4. 2-148 (DR Njemačka) te 4. 2-218 (Rumunjska).

4.3. Metode raspodjele i kriteriji za procjenu investicija i godišnjih troškova za razna korištenja

4.3.1. Kombinirana proizvodnja električne energije i topline

U elektranama za kombiniranu proizvodnju električne energije i topline, raspodjela troškova između ova dva proizvoda učinjena je raznim metodama koje se temelje na kriterijima ne samo fizičkog već i ekonomskog i socijalnog reda. Efekat ove raznolikosti odražuje se jednako na područje definicije nekih fizičkih veličina, tj. specifičnu potrošnju goriva za dvije vrsti energije. Različita gledišta ne mogu biti pomirljiva, osobito u vezi s razmatranjima koja ovise o lokalnom okviru u kojem se nalazi kombinirana proizvodnja električne i toplinske energije.

Izvještaj 4. 3-39 (Italija) ističe poteškoću da se utvrde objektivni prioriteti za slučaj jedinstvene uprave integriranih procesa. Izvještaji 4. 3-25 (USA) i 4. 2-103 (SR Njemačka) opisuju metode raspodjele troškova dozvoljavajući da se različito procjeni para izvučena iz raznih odvoda u funkciji nivoa pritiska.

Optimizacija rada kombinirane elektrane opisana je i u izvještaju 4. 2-34 (ČSSR). Tu se naglašava neophodnost upotrebe računala kako bi se mogao kontrolirati njen rad. U izvještaju se navode, za određenu elektranu, uštede dobivene upotrebom računala.

Izvještaj 4. 2-215 (Rumunjska) prikazuje metodu za proračun godišnje potrošnje goriva kombinirane elektrane.

Razni načini raspodjele potrošnje goriva za toplinu i električnu energiju kao posljedica karakterističnih lokalnih uvjeta, onemogućuju generalnu primjenu uniformnih definicija specifične potrošnje topline za električnu i toplinsku energiju. To negativno utječe na uspoređivanje statistike u vezi sa specifičnom potrošnjom topline za proizvodnju električne energije. Ipak, izvještaj 4. 3-39 (Italija) ističe postojanje nekih definicija što su ih usvojile međunarodne organizacije, kao što su UNIPEDEi FIPACE.

4.3.2. Kompleksno iskorištenje hidroelektričnih postrojenja

Brzi porast upotrebe vode u razne svrhe, nameće izgradnju komplesnih postrojenja čije troškove ne bi magao pokriti samo jedan korisnik. S druge strane, ova postrojenja daju višu ekonomsku efikasnost od individualnih rješenja, podijeljenih za svaku granu, kako se to iznosi u izvještaju 4. 3-232 (Rumunjska). Ove okolnosti opravdavaju podjelu troškova na korisnike da bi se postigao razuman rentabilitet. Postoje mnoge metode za raspodjelu troškova. Izvještaj 4. 3-164 (Japan) prikazuje dvije od ovih metoda što ih primjenjuje Japan.

Izvještaj 4. 2-150 (Švicarska) daje sintezu glavnih problema što ih izaziva izgradnja hidrotehničkih postrojenja s višestrukom namjenom.

EKONOMSKI I SOCIJALNI EFEKAT POBOLJŠANJA KORIŠTENJA ENERGIJE

5. sekcija:

5.1. U industrijski razvijenim zemljama

U ovu grupu idu izvještaji: 5. 1-225, 5. 1-162, 5. 1-183, 5. 1-182, 5. 1-123, 5. 1-78 i 5. 1-138. U njima se govori o pitanjima što se odnose na razvoj društva i ekonomije u korelaciji s razvojem proizvodnje i potrošnje raznih oblika energije u industrijaliziranim zemljama.

Izvještaj 5. 1-225 (Rumunjska tretira ekonomske i socijalne implikacije u vezi s elektrifikacijom zemlje.

Izvještaj 5. 1-162 (Italija) prikazuje usku povezanost potrošnje energije s razvojem industrijalizacije. Potrošnja bruto energije, što je između 1929. i 1950. godine rasla u prosjeku za 2 % godišnje, iza 1960. godine zabilježila je mnogo veći porast zbog nastalih promjena u strukturi talijanske agrarne ekonomike, koja se transformirala u industrijsku. Porast je iznosio 7 % godišnje između 1950. i 1960. godine, a 9,5 % godišnje između 1960. i 1969. godine.

Izvještaj 5. 1-183 (Poljska) proučava specijalan slučaj zemlje u kojoj je ugljen temeljna energija za proizvodnju električne energije jer su hidro izvori neobično mali.

Problem regionalne optimizacije upotrebe energije opisan je (principijelno i teoretski) u izvještaju 5. 1-182 (Jugoslavija). Polazeći od konstatacije da metoda minimalnih troškova primijenjena u području energije ne vodi uvijek socijalnom optimumu, smatra se da je bolji razvoj energetike onaj koji osigurava maksimalni utjecaj na opći razvoj društva.

Izvještaji 5. 1-123 (GB), 5. 1-138 (DR Njemačka) i 5. 1-78 (GB) razmatraju jedan od najaktuelnijih problema tj. zagađivanje okoline. Nju mogu izazvati primarni nosioci energije (uljni proizvodi), proizvodi sagorijevanja (kruta i tekuća goriva) pa i samo prisustvo energetskih instalacija u kraju kojeg bi čovjek želio sačuvati od prisustva raznih tehničkih objekata.

5.2. U zemljama na putu razvoja

Kako se iz ovih izvještaja vidi, socijalne i ekonomske implikacije poboljšane upotrebe energije su velike i u zemljama u razvoju. Izvještaji: 5. 2-153 (Indonezija, 5. 2-188 (Iran), 5. 2-201 (Nepal), 5. 2-209 (Indija),

5. 2-94 (Čile), 5. 2-76 (Francuska), 5. 2-26 (USA), 5. 2-79 (GB) i 5. 2-17 (USA) odražavaju konkretne preokupacije u nekim zemljama kao i studije, ispitivanja i predložene mjere za zemlje u razvoju, što su ih izradili specijalisti iz industrijaliziranih zemalja.

Glavna briga je da se osiguraju količine energije koje su u uskoj vezi sa socijalnim i ekonomskim razvojem. Problem je oštriji i zbog toga što je stvaranje energetske osnove također i teško financijsko opterećenje, napose u zemljama s ograničenim energetskim izvorima.

Od izvještaja iz zemalja u razvoju zanimljiv je izvještaj Čile-a, koji pokušava utvrditi znanstvenu metodu za izbor investicija u području industrije električne energije, vodeći računa o tehničkim i ekonomskim uvjetima zemlje na putu razvoja.

Izvještaj 5. 2-76 (Francuska) daje općenit pogled na način optimizacije opskrbe električnom energijom u zemljama u razvoju. Kod ovakvih postoje tri zone, vrlo različite sa stajališta potrošnje električne energije: zone velike urbane koncentracije, polu-razvijene urbane zone i prostrane agrarne zone sa smanjenim ekonomskim razvojem. Neravnoteža među njima izaziva probleme u razvoju elektrifikacije. U prvom redu prognoze razvoja treba provoditi različito. U značajnijim centrima mogu se primijeniti klasične metode prognoziranja, jer je porast potrošnje konstantan. U polurazvijenim zonama porast je neredovit i ekstrapolacije bez velike opreznosti mogu dovesti do pogrešnih procjena. Osim toga za takve zone obično nedostaju statistički elementi. Napokon, u malim izoliranim centrima, još nerazvijenim, primijenit će se empirijski proračun, polazeći od broja stanovnika, od ekonomske moći zemlje u cjelini i od vjerojatne pomoći što je daje država.

U ovom izvještaju dan je prijedlog organizacije plana elektrifikacije za Obalu Slonovače.

Novi problem koji može izazvati interes mnogih zemalja koje su u formiranju svoje energetske i ekonomske osnove, tretiran je u izvještaju 5. 2-26 (USA). Polazeći od toga da u svijetu postoje velika obalna prostranstva, malo produktivna, koji puć čak i pusta, ali u zonama koje imaju povoljnu klimu za poljoprivredu, predlaže se i opisuje prototip kompleksne instalacije za proizvodnju električne energije, pitke vode i agrarnih proizvoda.

Opskrba zemlje u razvoju (Nigerija) naftnim proizvodima u poređenju s industrijaliziranom zemljom (Australija) predmet je izvještaja 5. 2-79 (GB). Premda je u principu, ekonomičnije rafinirati sirovu naftu u rafinerijama koje su smještene blizu centara potrošnje, slučaj Nigerije bio je poseban (u Nigeriji se nalaze velike rezerve nafte). Potrošnja naftinih proizvoda je relativno mala, pa bi i dimenzije rafinerije morale biti male. Pa ipak, vodeći računa o troškovima transporta, izgradnja rafinerije u Nigeriji pokazala se ekonomičnijom nego transport sirove nafte i naftinih proizvoda.

Elektrifikacija poljoprivrede u zemljama u razvoju nalazi se u situaciji kakvu su Sjedinjene Američke Države imale oko 1935. godine (izvještaj 5. 2-17, USA), kada je dohodak u seoskim zonama bio relativno mali, kada je postojao višak radne snage a prihod u službama znatno manji nego u urbanim zonama. Svi koji su bili zainteresirani, uspjeli su intenzifikacijom potrošnje električne energije u seoskim zonama. Obitelji su ostvarile veću proizvodnju bolje kvalitete. Obitelji su bile boljeg zdravlja ,imale su više komfora i više slobodnog vremena za ostale aktivnosit. Progres postignut u poljoprivredi Sjedinjenih Američkih Država općenito (također i uslijed elektrifikacije) ilustriran je slijedećim brojkama: u 1910. godini jedan je poljoprivredni radnik mogao osigurati ishranu za 7 osoba, a u 1968. godini osigurava je za 42 osobe.

Slijedeći primjer organizacije seoske elektrifikacije u SAD, koja je počivala na kolektivnoj aktivnosti, jeftinim kreditima što ih je dala vlada i tečajevima za obrazovanje kadrova, podržali su se programi akcija za seosku elektrifikaciju u zemljama na putu razvoja.

Drago Mijić, dipl. ing.

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.

Prof. Dr ing Wolfgang Fratzscher, Dr Helmut Felke: **Einführung in die Kernenergetik (Uvod u nuklearnu energetiku).** Izdavač: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1971. 528 strana, 300 slika, format 16,5 × 33 cm

Knjiga obuhvaća fizikalne i tehničke osnove nuklearne energetike, a može se podijeliti u 3 dijela:

— osnovi fizike i termike reaktora,
— nuklearne elektrane (termodinamički ciklusi, oprema, pogon),
— ekonomski aspekti nuklearne energetike.

Prvo poglavlje se odnosi na nuklearnu fiziku i fiziku reaktora, a zatim se analiza proširuje na termodinamiku reaktora i nuklearnih elektrana, gorive cikluse, nuklearne materijale, elemente osnovne opreme nuklearnih elektrana, pogon i sigurnosne probleme tih elektrana i neke elemente iz ekonomike nuklearne energetike.

Posebna vrijednost knjige jest u činjenici da je težište obrade na inženjerskim aspektima nuklearnih energetskih postrojenja, čime se izdvaja iz niza drugih djela koja obrađuju fiziku reaktora ili osnove nuklearne tehnike. Fizikalna osnova reaktora je iznijeta u najnužnijem obujmu potrebnom za razumijevanje daljnjih poglavlja.

Knjiga je pisana kao priručnik za visoke škole te zahtijeva poznavanje matematike, fizike i termodinamike do nivoa koji se zahtijeva na fakultetima. Namijenjena je studentima strojarstva i elektrotehnike koji su se opredijelili za energetsko usmjerenje, i inženjerima koji se bave planiranjem, projektiranjem i izgradnjom nuklearnih elektrana, ili ekonomskim i energetskim studijama.

D. Feretić

D. Nachtigal: **Physicalische Grundlagen für Dosimetrie und Strehlenschut (Fizikalna osnova dozimetrije i zaštite od zračenja).** 280 strana, 110 slika, 40 tabela, cijena 240 DM

Knjiga je pisana u obliku priručnika i daje fizikalne osnove za razumijevanje karakteristika nuklearnih čestica i elektromagnetskih zračenja (elektroni, protoni, α - čestice, γ - zračenja itd.), izvora nuklearnog zračenja, detekcije zračenja, definicija doza zračenja i nekih osnovnih elemenata tehnike zaštite od zračenja. Autor je koristio najnovije materijale s tog područja iz laboratorija u Jülich-u, CERN-u i iz Centralnog biroa Euroatom-a za mjerenje zračenja u Geel-u.

Knjiga je podijeljena u 7 poglavlja: Ionizirajuća zračenja, izvori ionizirajućih zračenja, utjecaj ionizirajućeg zračenja na materijale, osnove određivanja doze zračenja, proračun doza, dozimetri, zaštita od ionizirajućeg zračenja.

Knjiga je pisana pristupačno, za širi krug čitalaca. Matematska obrada je svedena na najneophodniju mjeru, a svi su pojmovi jasno definirani u posebno istaknutim i brojčanim definicijama. Uz svako poglavlje je naveden i popis literature.

Knjiga potpuno zadovoljava zahtjevima priručnika iz tog područja i korisno će poslužiti širem krugu fizičara, biologa, medicinara, radiologa, rentgenologa, specijalista za primjenu izotopa u industriji i poljoprivredi, studenata i ostalih čitalaca koje interesira ova grana fizike i tehnike.

D. Feretić

F. Stelzer: **Wärmeübertragung und Strömung,** izdavač Verlag Karl Thiemig KG — 8 München 90, svezak 18, godine 1971; 328 strana, 187 slika, 15 tablica, 10 dijagrama, uvez kartonsko-celofanski, cijena 24 DM.

Knjiga obuhvaća dio termotehnike i tehnike strujanja koja se najčešće susreće u praksi procesne i nuklearne tehnike i fizike. Ona je vrlo prikladna za znanstvenike, inženjere projektante koji se bave projektiranjem u području procesne, termo i nuklearne i fizikalne tehnike.

Knjiga ima ukupno 10 poglavlja. U prvom je obuhvaćeno vođenje topline, zatim strujanje, zajedničko djelovanje vođenja topline i strujanja (konvekcija), strujanje uz znatne razlike gustoće (dinamika plinova), prijenos topline uz promjenu agregatnog stanja, prijenos topline vođenjem i konvenkcijom, prijenos topline zračenjem, prijenos topline vođenjem, konvekcijom i zračenjem i na kraju je govor o toplinskim izolacijama.

Zbog vrlo sažete i pregledne materije knjiga može služiti kao udžbenik studentima i kao priručnik za inženjere i praktičare. Knjiga je džepnog formata izdana u seriji biblioteke: Thiemig Taschenbücher.

B. Markovčić

F .Stattmann: **Fachwörter der Kraftwerkstechnik,** Teil I, Konventionelle Dampfkraftwerke, Deutsch-English. Izdavač Verlag Karl Thiemig KG — 8 München 90, svezak 42, godina 1971; 252 strane, format 17,5 × 11 cm, uvez kartonsko-celofanski, cijena 12,80 DM.

Ovo je rječnik njemačkih i engleskih termina u kojem su obuhvaćeni stručni izrazi iz područja gradnje termoelektrana prema najnovijem stanju stručne terminologije. Težište je bačeno na termine o kotlovima i turbinama. U obzir su uzeti također izrazi iz područja automatizacije elektrana, procesnih računala i uređaja za mjerenje. Ukoliko ima razlike, posebno su naznačeni izrazi koji se upotrebljavaju u Britaniji, a posebno u Americi. Knjiga je naročito prikladna za naše stručnjake koji se bave termoelektranama, odnosno, za one koji moraju obrađivati različite strane ponude iz područja gradnje termoelektrana. U radu je i drugi dio ove knjige kojim će se obuhvatiti izrazi iz područja nuklearnih elektrana. Knjiga je džepnog formata izdana u seriji biblioteka: Thiemig Taschenbücher.

B. Markovčić

F. Kümmel: **Elektrische Antriebstechnik,** Theoretische Grundlagen, Bemessung und regulungstechniche Gestaltung. Izdavač: Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New-York 1971. Opseg: 498 strana, 445 slika, tvrdi uvez, cijena DM 88.—

Moderna zagonska tehnika ne obuhvaća samo električne strojeve, već i usmjerivače i tehniku regulacije.

U knjizi su obrađena i povezana sva tri tehnička područja s gledišta primjene u zagonskoj tehnici. Razmatranja su prvenstveno usmjerena na informacionu elektroniku uz isključivu upotrebu tranzistora i tiristora kod regulatora.

Knjiga ima ukupno 10 poglavlja. U prvom poglavlju je obrađeno: projektiranje zagona, dinamička opterećenja i osnovni principi asinhronih, sinhronih i istosmjernih motora. U daljnja dva poglavlja obrađeni su tranzistori i tiristori kao i osnovne sheme usmjerivača. U četvrtom se poglavlju govori o vanjskom prilagođivanju usmjerivača kao i o dimenzioniranju ispravljačkih transformatora i prigušnica. Mjere za smanjenje nadvalova te preopterećenja i kratki spoj takvih uređaja, također su obrađeni u ovom poglavlju.

U petom poglavlju obrađeno je upravljanje i regulacija trofaznih motora, a u šestom dimenzioniranje motora s obzirom na karakter opterećenja. Regulacija i regulacioni krugovi sadržaj su slijedećeg, sređenog sedmog poglavlja, dok su u osmom poglavlju obrađeni regulacioni sklopovi i njihovo dimenzioniranje.

Posljednja dva poglavlja bave se višemotornim zagonima i mjerama potrebnim za prilagođivanje regulacije.

Ova knjiga će vrlo dobro poslužiti inženjeru projektantu koji se danas ne može više ograničiti samo na problem snage električnog motora, već mora odabrati prikladnu vrstu zagona, utvrditi odgovarajuću koncepciju regulacije i dimenzionirati usmjerivački izvršni slog. Pisac je ovo, inače vrlo opširno područje, obuhvatio u knjizi i dao najvažnije zakonitosti i pravila za dimenzioniranje. Kako se sve više i u ovom području upotrebljavaju elektronička računala u knjizi su dani dijagrami toka za neke opsežnije računske postupke.

Pisac knjige je uspio da na jednom mjestu dade suvremeno obrađenu inače vrlo opsežnu problematiku elektroničke zagonske tehnike. Na kraju je dan vrlo opsežan pregled literature svrstan prema poglavljima u knjizi.

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
— REGULATORI 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 14

PREFABRICIRANA BETONSKA TRANSFORMATORSKA STANICA 10/0,4 kV do 630 kVA

Tvornica el. uređaja u Sesvetskom Kraljevcu poduzeća »Rade Končar«, isporučuje prefabricirane transformatorske betonske stanice koje su se pokazale veoma pogodne i naišle na vrlo veliki interes. Stoga u kratkim crtama iznosimo njezina svojstva.

Kućište transformatorske stanice izrađeno je iz laganog betona s povećanom toplotnom izolacijom. Na mjesto ugradnje doprema se u elementima i tu se jednostavnim postupkom sastavlja.

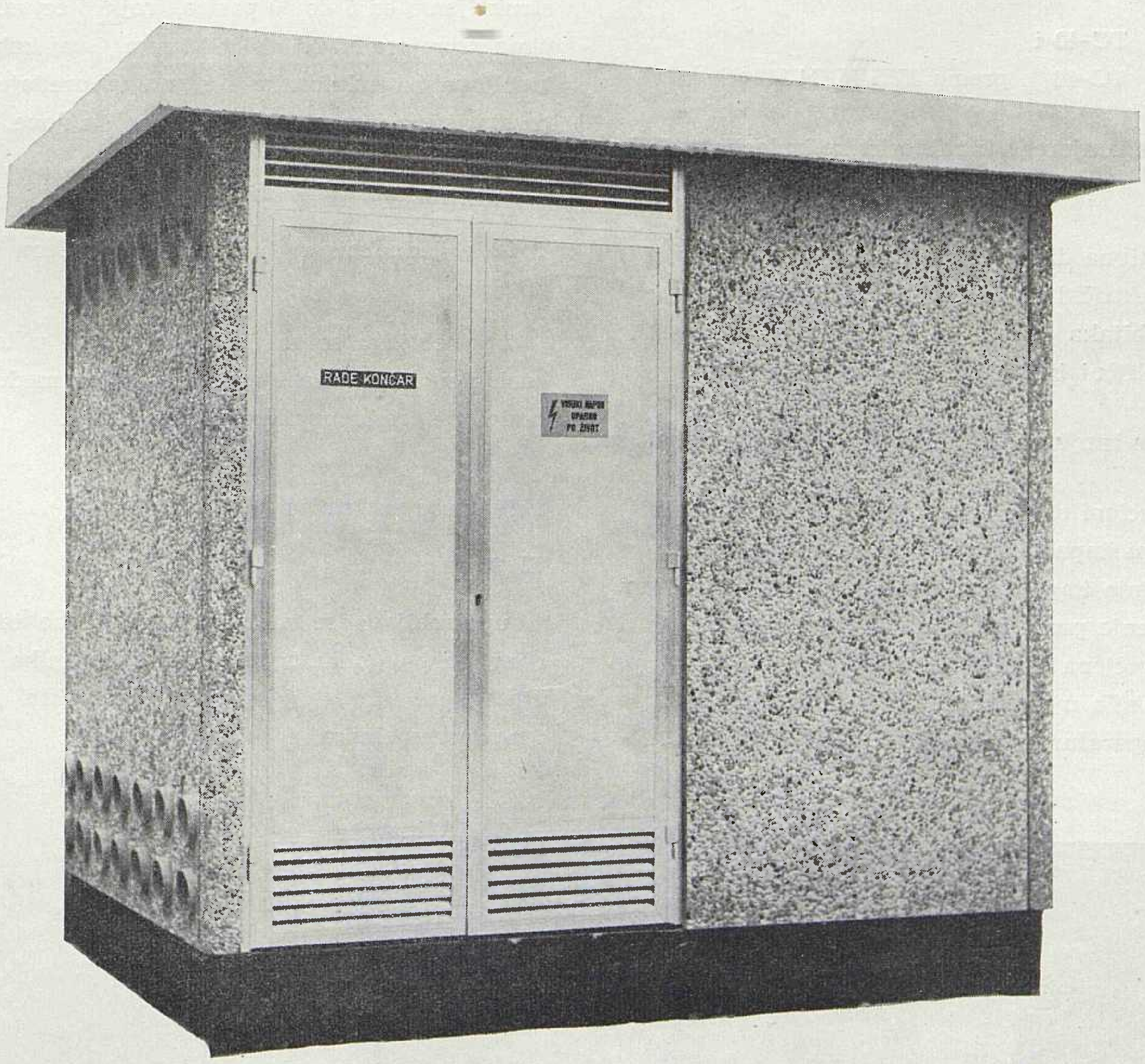
Zidovi su pojačani čeličnom armaturom koja je međusobno zavarena i spojena za zaštitno uzemljenje.

Sklapanje na visokonaponskoj strani vrši se sklopnim blokom Magnefix. Standardni sklopni blok sastoji se od dvije rastavne sklopke za vodna polja i od jedne rastavne sklopke s osiguračima za transformatorsko polje. Na zahtjev se sklopni blok može proširiti. Priključci su kabelski s maksimalnim presjekom $3 \times 150\ mm^2$. U transformatorsku stanicu se ugrađuju standardni serijski transformatori proizvodnje »Rade Končar« tipa Tn 12, snaga od 315 do 630 kVA.

Stanica ima sedam kabelskih odvoda do 400 A i dva odvoda za javnu rasvjetu. Struja se mjeri s tri maksigraf ampermetra, a napon jednim voltmetrom s voltmetarskom preklopkom. Ugrađeni strujni transformatori omogućuju mjerenje ukupne energije kao i potrošak javne rasvjete. Na zahtjev se mogu isporučiti i druge izvedbe niskonaponskog sklopnog bloka.

Transformatorska stanica ima slijedeće karakteristike:

- Stanica je potpuno prefabricirana, tako da su radovi na mjestu postavljanja minimalni. Primjenom laganog betona, aluminijskih vrata, te hladnim cinčanjem unutarnjih čeličnih nosača, postigla se visoka klimatska postojanost, čime je održavanje svedeno na najmanju mjeru.
- Smanjenjem dimenzija visokonaponskog i niskonaponskog sklopnog bloka dobila se stanica malih dimenzija. Mala tlocrtna površina od $6\ m^2$ olakšava pronalaženje lokacije za smještaj u gusto naseljenim područjima.
- Koncepcija zgrade i opreme je takva da se mogu ugraditi transformatori snage od 315 do 630 kVA, što omogućuje povećanje snage transformacije u skladu s porastom potrošnje.
- Lijepi vanjski izgled omogućuje lako uklapanje transformatorske stanice u različite ambijente.



»RADE KONČAR«
PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME,
PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA — ZAGREB

ELKA

TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA ZAGREB — JUGOSLAVIJA

TELEFONSKI KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIČNIM MASAMA

»Elka je potpuno usvojila proizvodnju najkvalitetnijih telefonskih kabela za centrale, telefonskih razvodnih (instalacionih) kabela, telefonskih kabela za mjesne mreže, i telefonske montažne i instalacione žice.

KABELI I VODOVI IZOLIRANI PVC-OM

Za centrale i signalne uređaje izrađuje ove tipove kabela sa izolacijom i plaštem od PVC-a:

TC-40 i
TC-46 prema JUS M.C4.140

Osnovne izmjerene karakteristike izolacije ovih kabela su:

Relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 4$
Dielektrični faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}08$
Specifični izolacioni otpor	$r = 10^{15}\Omega$ cm

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela su:

Izolacioni otpor min.	R = 500 MΩ km
Radni kapacitet max.	C = 90 nF/km
Srednja kapacitivna veza	C′ ≷ 150 pF/500 m
Gušenje preslušavanja	a = 8 nepera
Dozvoljena temperatura kabela u upotrebi	— 20° C do 70° C
Temperatura polaganja	— 5° C do 50° C.

Kabeli TC-40 i TC-41 proizvode se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s promjerima vodiča 0,5 i 0,6 mm.

Telefonski razvodni instalacioni kabeli

TR-40, prema JUS N. C4. 240.

Minimalni izolacioni otpor je 200 MΩ km, a maksimalni radni kapacitet 100 nF/km. Proizvodi se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s vodičima promjera od 0,5, 0,6 i 0,8 mm. Ovaj kabel se upotrebljava za telefonske i signalne uređaje u suhim prostorijama, za polaganje u cijev i zidove.

Telefonska montažna žica

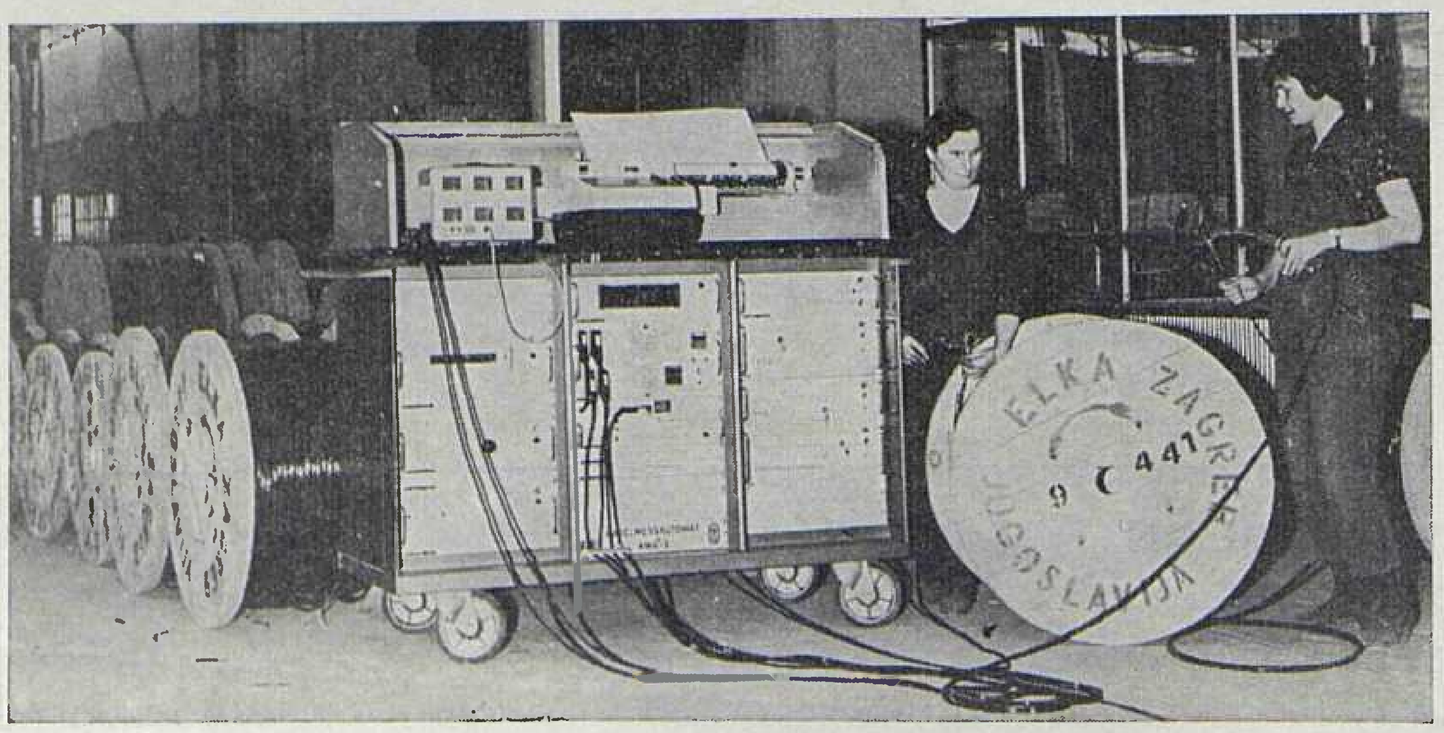
TM-20, jednobojna, dvobojna ili použena u snop od pet žica,

upotrebljava se za unutrašnje veze u telekomunikacionim uređajima i aparatima i za međusobno povezivanje telekomunikacijskih uređaja.

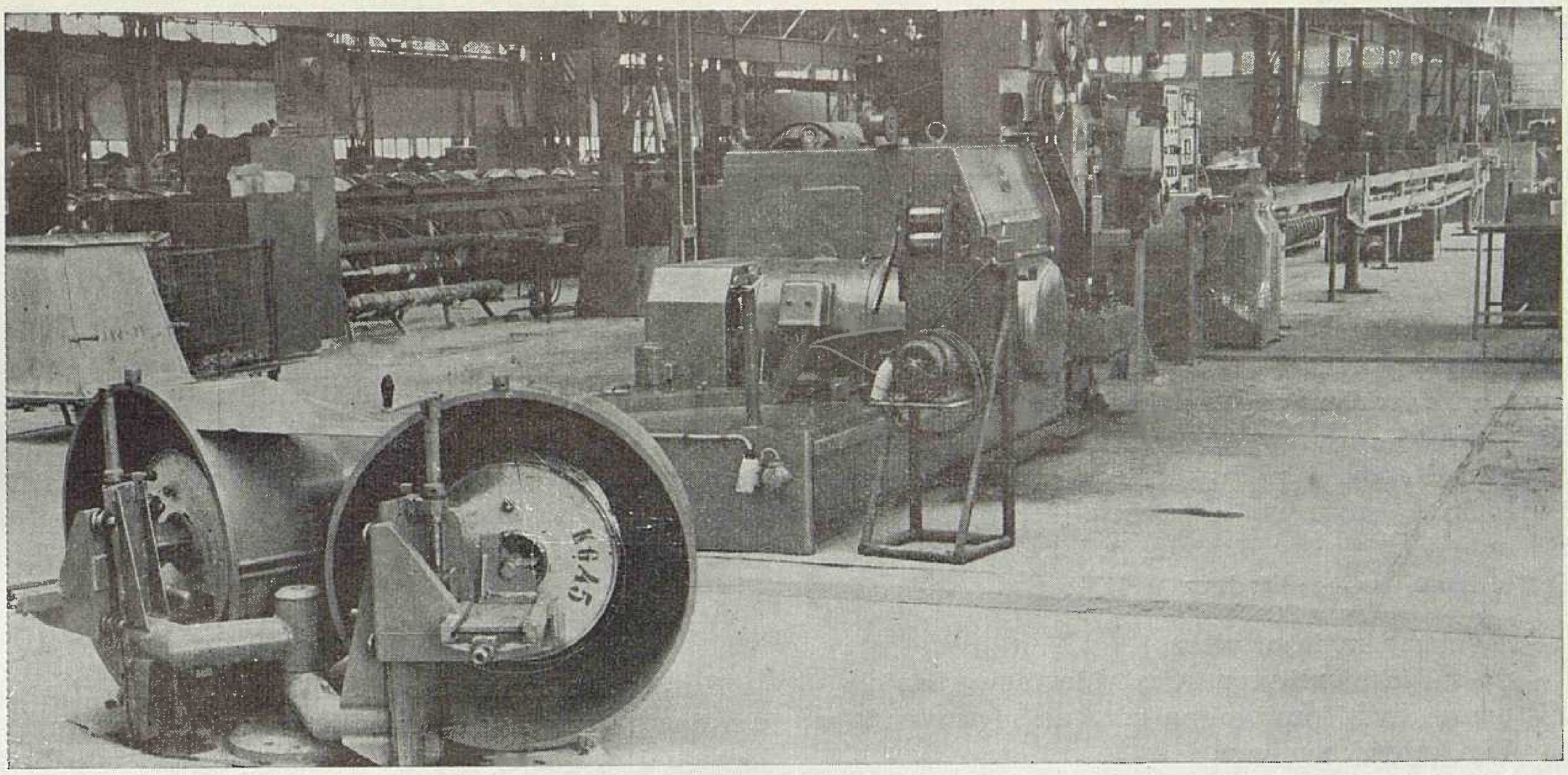
Telefonska instalaciona žica

TI 20,

upotrebljava se za telefonske kućne instalacije u cijevima i po zidu, za priključak zvučnika i signalnih uređaja, za ranžiranje glavnih kabelskih razdjelnika i međurazdjelnika.



Ispitivanje telefonskih kabela na najsuvremenijem uređaju tipa kabelmessautomat



Detalj iz pogona za proizvodnju telefonskih kabela

KABELI IZOLIRANI POLIETILENOM

Telefonski kabeli za mjerne telefonske mreže s izolacijom i plaštem od polietilena:

TK-30, TK-31 i TK-32, prema JUS N.C4.330
i TK-31, TK-32 i TK-33E, prema propisima JZPTT.

Osnovne izmjene karakteristike izolacije:

relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 2{,}3$, kod 1000 Hz
dielektrički faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}003 \div 0{,}005$, kod 1000 Hz
dielektrična čvrstoća	F = 25 kV/mm kod 50 Hz

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela:

Radni kapacitet za zvijezda- četvorke
$C_{IV} \leqq 50$ nF/km
a za paricu
$C_{II} \leq 60$ nF/km.

Izolacioni otpor gotovog kabela:

$R = 10.000\ M\Omega\,km$

Kapacitivna veza maksimalna

$c' \leq 500$ pF/500 m

Dozvoljena temperatura u eksploataciji

$t_0 = -30°$ C do $50°$ C₂

Dozvoljena temperatura pri polaganju

$t_p = 0°$ C do $40°$ C₂

Primjena:

TK- 30 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža,

TK- 31 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža gdje se zahtjeva zaštita od smetnji,

TK- 32 za polaganje u zemlju, po zidovima, preko mostova i svagdje gdje je potrebna i povećana mehanička zaštita.

TK- 32* i TK- 33E su samonosivi telefonski kabeli za ovjesno polaganje na različita uporišta na zemlji, krovovima, stupovima, posebno u industrijskim centrima sa zagađenom atmosferom, selima, prigradskim, naseljima i primorskim mjestima.

Svi se ovi kabeli proizvode u konstrukcijama od 5 do 50 parica i četvorki.

---

* TK-33 razlikuje se od TK-33E samo po tome što mu je plašt od PVC-a.

ELKA · ELKA · ELKA · ELKA

PODNE INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE

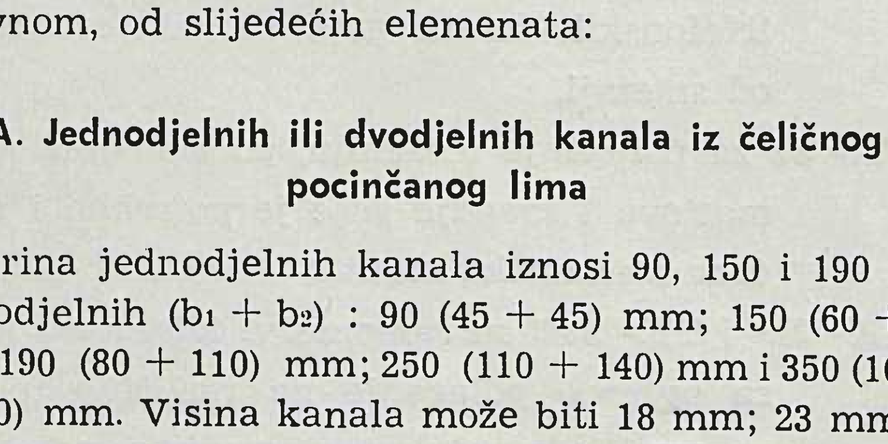
Moderna organizacija poslovanja u uredima, projektnim biroima, računskim centrima, laboratorijima, saobraćajnim i informativnim centrima, bankama, bolnicama, fakultetima i u drugim poslovnim objektima, zahtijevaju najsuvremenije sisteme električnih instalacija u tim objektima. Instalacije jake i slabe struje moraju ispunjavati slijedeće uvjete:

- zauzimati malo prostora,
- da su primjenljive u svim vidovima gradnje,
- omogućavati proizvoljnu adaptaciju prostorija u bilo kojem momentu,
- brzu i jeftinu montažu,
- sigurnu izvedbu u mehaničkom i električnom pogledu,
- kapacitet instalacije mora biti dovoljno dimenzioniran i za buduće potrebe,
- mreža priključnih mjesta mora biti fleksibilna, tj. mora postojati mogućnost da se broj i mjesto priključka može uvijek prilagoditi potrebama i željama korisnika instalacije,
- priključci instalacija jake i slabe struje terbaju biti, po mogućnosti koncentrirani na istim mjestima, da se mogu istovremeno koristiti,
- priključna mjesta moraju biti takva da se mogu proizvoljno kombinirati priključci za jaku struju i telefoniju, i da mogu biti zaštićeni zajedničkim ili odvojenim poklopcima.

Svi ovi zahtjevi mogu se danas postići isključivo i sigurno uz primjenu podnih instalacija koje se sastoje, uglavnom, od slijedećih elemenata:

A. Jednodjelnih ili dvodjelnih kanala iz čeličnog pocinčanog lima

Širina jednodjelnih kanala iznosi 90, 150 i 190 mm, a dvodjelnih ($b_1 + b_2$) : 90 (45 + 45) mm; 150 (60 + 90) mm; 190 (80 + 110) mm; 250 (110 + 140) mm i 350 (160 + + 190) mm. Visina kanala može biti 18 mm; 23 mm; 28 mm; 33 mm; 38 mm, 43 mm i 48 mm. Ovisno o visini kanala i izvedbi priključnih mjesta, vidi točku C, visina premaza ili izolacionog poda koji dolazi iznad betonske deke mora biti 50 do 80 mm.



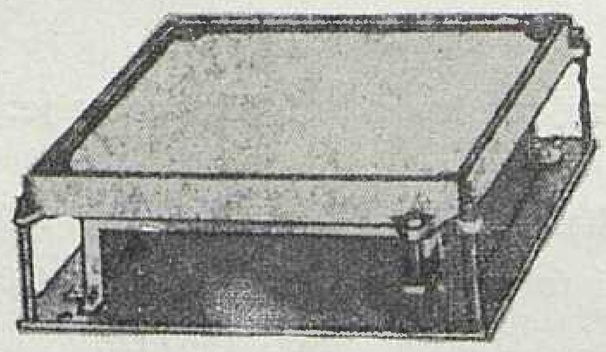
Sl. 1. Dvodjelni limeni kanal

Dvodjelni kanali su jednim svojim poljem predviđeni za vodove jake struje, a drugo polje za vodove slabe struje (telefoni, interfoni i sl.). U sastavu kanala se isporučuju pripadajući spojni elementi kao i koljena za priključak kanala na razvodne uređaje, odnosno na sistem zidnih-parapetnih instalacionih kanala.

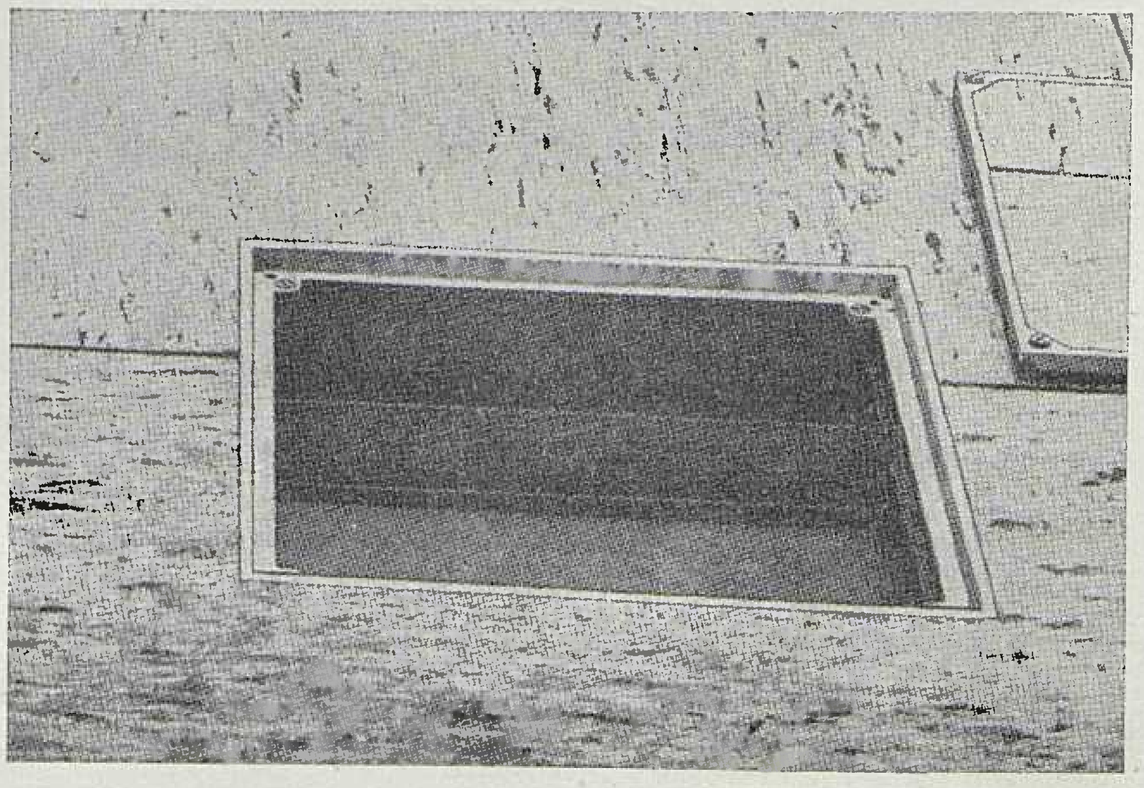
B. Razvodne kutije iz silumina

Kutije iz silumina su predviđene za nastavljanje, odvajanje i završavanje kanala i to ovisno o planu polaganja i spajanja vodova. Prema potrebi se u razvodne kutije mogu ugraditi priključne stezaljke za vodove jake struje, odnosno priključne letvice i reglete za vodove slabe struje i telefonije. U sastavu kutije se isporučuju posebni poklopci koji se isključivo koriste za potrebe transporta i monate, kao i pregradne pločice koje služe kao mehaničke pregrade na mjestu gdje se križaju vodovi jake struje s vodovima telefonskih instalacija.

Prema potrebi može se na poklopac razvodnih kutija ugraditi i priključni stupić, vidi točku C/c.



Sl. 2



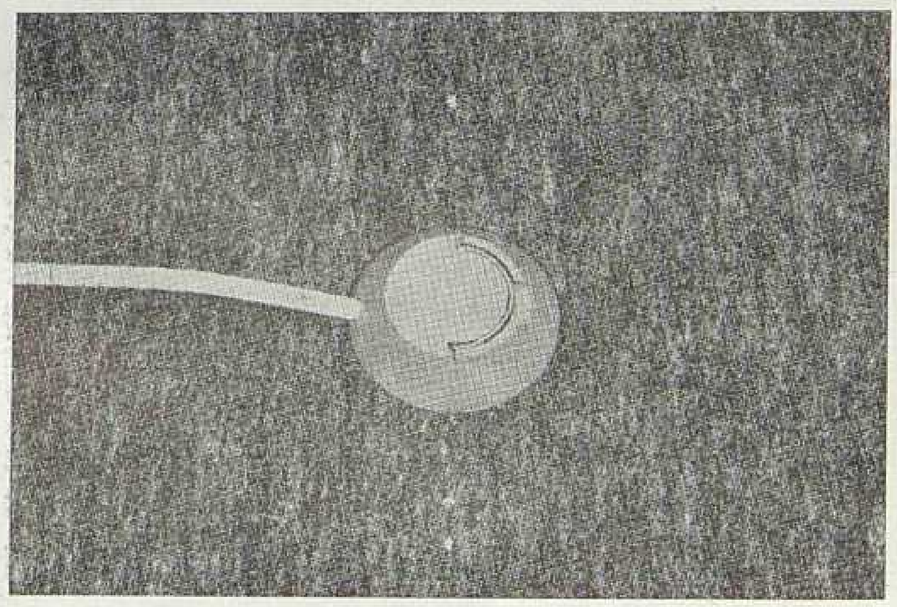
Sl. 3

Na sl. 2 i 3 — Razvodne kutije (dimenzije u skladu sa širinom i visinom kanala)

C. Priključna mjesta

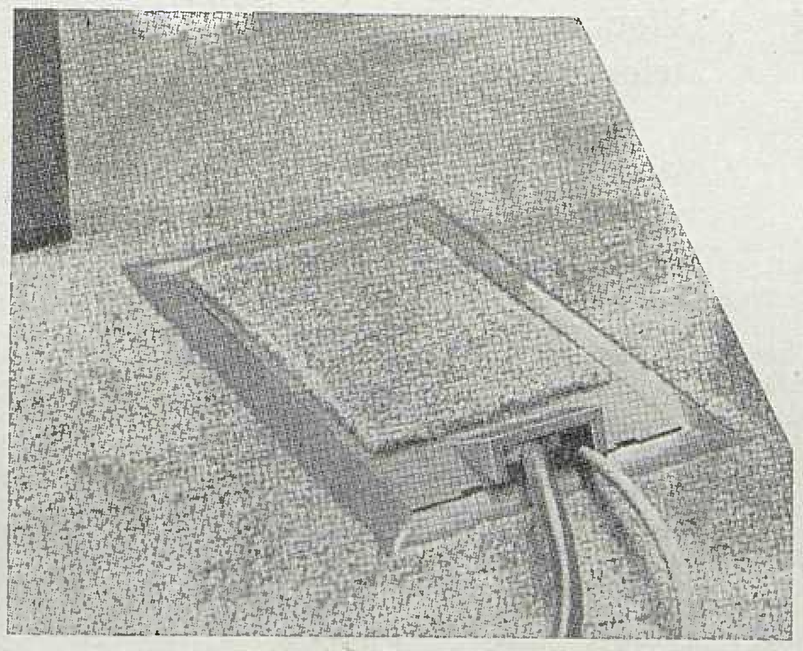
Podne instalacije predviđene su za tri različite izvedbe priključnih mjesta, s time da svaka izvedba omogućava mnogo kombinacija raznih izvedbi priključaka za instalacije jake i slabe struje.

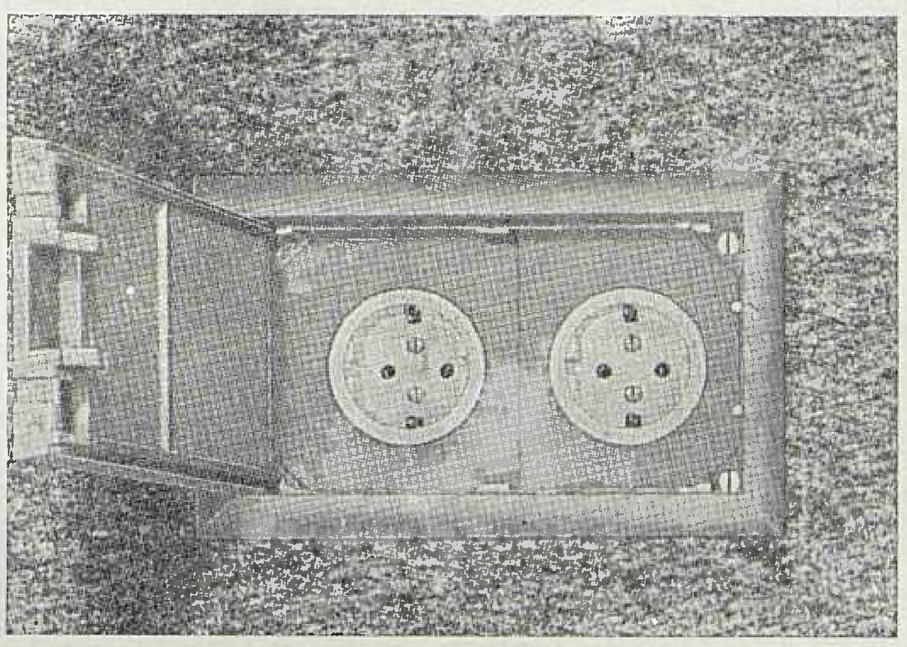
Pregled izvedbi priključnih mjesta:



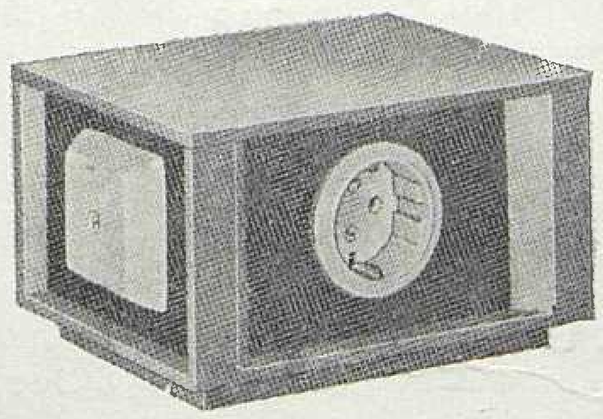
a) Priključno mjesto u visini poda, s jednim priključkom (za jaku ili slabu struju).

Mogu se i naknadno ugraditi. U tu svrhu se koristi odgovarajući alat za bušenje poda i limenih kanala.





b) Priključno mjesto u visini poda s dva ista ili različita priključna gnijezda.



c) Priključno mjesto iznad poda tzv. priključni stupić, u više izvedbi s mogućnosti 12 priključnih gnijezda.

Potpune tehničke podatke o sistemu podnih instalacija i pripadajućim razvodnih ormarima možete dobiti u prodajno-tehničkoj službi tvornice.

Tvornica TEP

Zagreb

Velika jugoslavenska špediterska kuća

JUGOTRANSPORT

Poduzeće za međunarodnu špediciju i skladišta

CENTRALA **ZAGREB** JUGOSLAVIJA

ZAGREB, Vodovodna 20a, Poštanski pretinac 786
Telefon: 572-722 serija, Telex: 21-127
Telegrafska adresa: Jugotrans
Uprava — telefon 571-477
Uvoz — telefon 571-243, 571-632, 572-939
571-529
Izvoz — telefon 571-411, 572-641
Tarifno konjunkturni sektor — telefon 571-518
Računovodstvo — telefon 571-066
Skladište — telefon 572-722
Loko odjel — telefon 572-722
Vozni park — telefon 572-722

Ispostave u Zagrebu

Zagrebački velesajam — telefon 511-493
Aerodrom Zagreb — telefon 511-422

FILIJALE:

BEOGRAD, Kneza Miloša 47
telefon 645-253, 645-860, 644-485
telex 11-319
Ispostava Zemun — telefon 608-153
Ispostava Aerodrom Beograd —
telefon 601-444
Ispostava Beogradski sajam —
telefon 51-080

RIJEKA, Rade Končara 7, telefon 25-641
telex 24-336

OSIJEK, Zrinjevac 12, telefon 57-37

SISAK, Vladimira Majdera, telefon 227-55
telex 21-305

ISPOSTAVE:

KOPRIVNICA, Đure Salaja br. 3, telefon 443
KOTORIBA, Željeznička stanica, telefon 12
VUKOVAR, I. L. Ribara, telefon 760
BELI MANASTIR, telefon 77-159
SPLIT, Tolstojeva 28, telefon 26-70
KOPER, Nabrežje SM 1a, telefon 21-677
KRALJEVO, Hajduk Veljkova b. b., telefon 760
NIŠ, Dimitrije Tucovića b. b., telefon 24-997
telex 16-146
VRŠAC, Maršala Tita br. 23, telefon 80-450
PANČEVO, ul. Oslobođenja 35, telefon 32-34

PREDSTAVNIŠTVA:

SEŽANA
NOVA GORICA
JESENICE
PREVALJE
MARIBOR
LJUBLJANA
ZADAR
NOVI SAD
SUBOTICA
DIMITROVGRAD
SKOPLJE
GEVGELIJA
BAR

Područje rada međunarodne špedicije

JUGOTRANSPORT ZAGREB

Uvozni, izvozni i tranzitni poslovi
Masovni transporti — Industrijska postrojenja — Strojevi — Specijalni tereti
Čarterovanje — Pomorski i zračni saobraćaj
Transporti živog i lakopokvarljive robe — Hranjenje — Pojenje — Doleđivanje
Zbirni saobraćaj
Riječna plovidba
Selidbe
Uskladištenje u vlastita skladišta
Pakovanje — Sortiranje — Vaganje
Carinsko posredovanje — Kontrola težine — Vađenje uzoraka
Sajamska roba
Osiguranje
Savjetovanje o transportnim pitanjima
Oferte — Informacije — Kalkulacije — Instradacije — Kontrola tovarnih dokumenata
Ispostave i predstavništva na svim graničnim prelazima, važnijim sajmovima i aerodromima

»ELEKTRODALMACIJA«

Poduzeće za distribuciju električne energije

Split, Radničko šetalište 40

Pogoni: ŠIBENIK, DUBROVNIK I ZADAR

PROIZVODI, DISTRIBUIRA I PRODAJE:

električnu energiju

•

IZRAĐUJE:

osnovne projekte za elektrifikaciju područja, programe investicione izgradnje, projekte dalekovoda, transformatorskih stanica i mreže niskog napona.

•

IZGRAĐUJE:

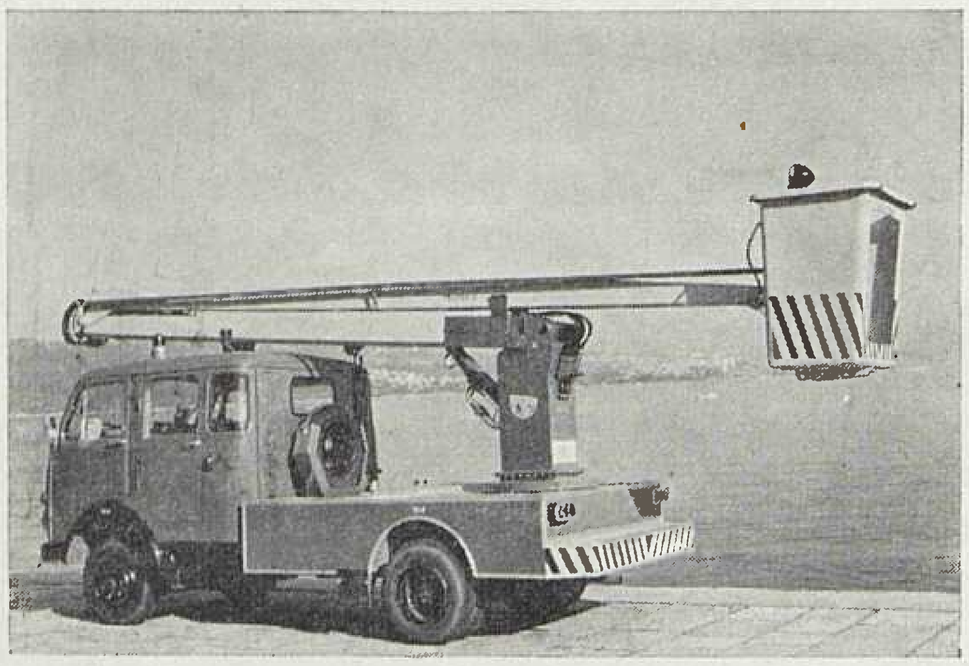
trafostanice, dalekovode i električne mreže.

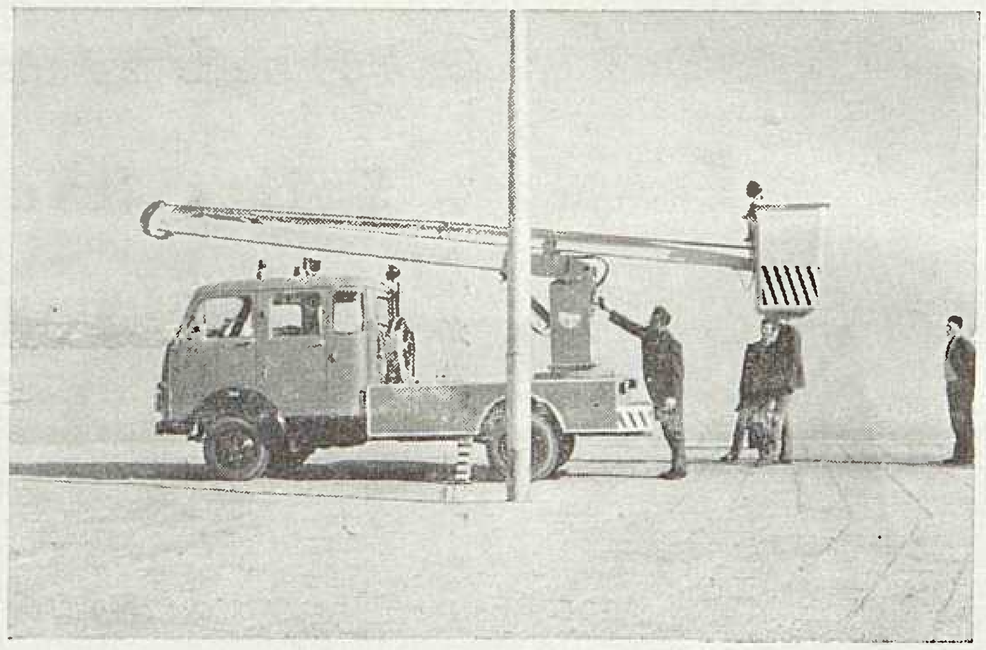
•

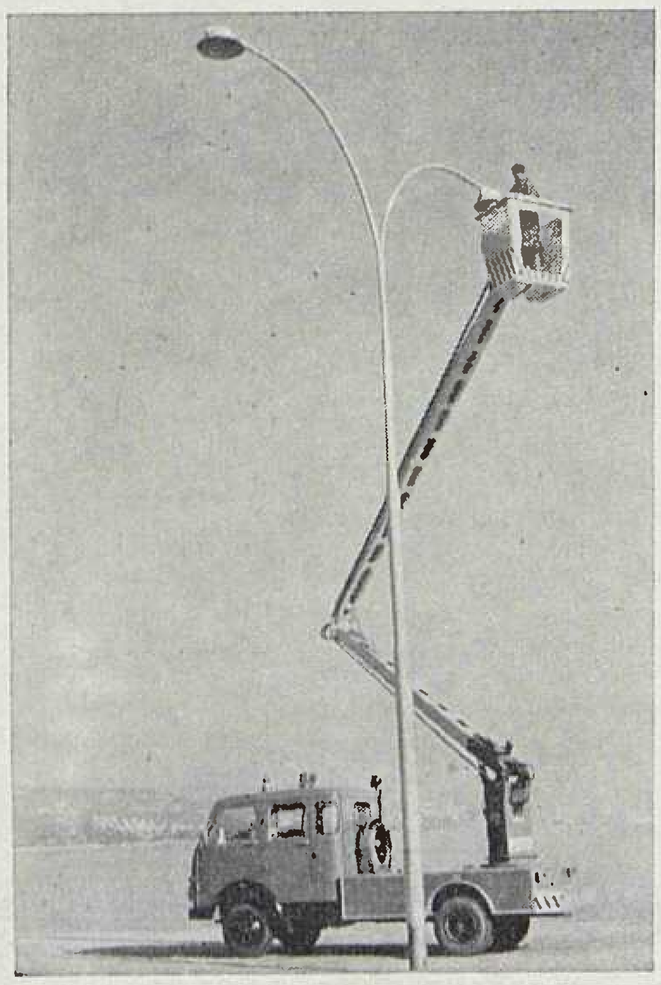
VRŠI POPRAVKE I ISPITUJE:

transformatore, rasklopne aparate i mjerne uređaje visokog i niskog napona.

ZHP ZGLOBNA HIDRAULIČKA PLATFORMA ZHP-10, ZHP-12, ZHP-17, i ZHP-21 m







ZGLOBNA HIDRAULIČKA PLATFORMA JE SPECIJALNO VOZILO VELIKIH MANEVARSKIH SPOSOBNOSTI. SLUŽI ZA IZVODENJE ELEKTROMONTERSKIH RADOVA, GRADEVINSKIH RADOVA, KOD GAŠENJA POŽARA, ZA SPASAVANJE LJUDI I IMOVINE TE ZA VRŠENJE DRUGIH RADOVA NA VEĆIM VISINAMA.

PODUZEĆE »TEHNOMEHANIKA« IZRADUJE ČETIRI TIPA ZGLOBNIH HIDRAULIČKIH PLATFORMI: ZPH-10, ZHP-12, ZHP-17, ZHP-21 m.

ZGLOBNE HIDRAULIČKE PLATFORME UGRADUJEMO NA VOZILA TAM-a I NA OSTALA STABILNA VOZILA POZNATIH JUGOSLAVENSKIH I SVJETSKIH PROIZVODAČA.

SVI POKRETI ZHP VRŠE SE POMOĆU HIDRAULIKE KOJA DOBIVA POGON OD MOTORA VOZILA RADNA KOŠARA ZHP PODIŽE SE POMOĆU DVIJE POLUGE SA HIDRAULIČKIM CILINDRIMA NA ŽELJENU VISINU I ZAKREĆE SE OKO VERTIKALNE OSI KUPOLE ZA POTREBNI KUT, KOJI MOŽE IZNOSITI OD 0° DO 360°.

RADNA KOŠARA ZHP IZRAĐENA JE IZ ČVRSTIH ARMIRANIH PLASTIČNIH MASA KOJE ZAŠTIĆUJU RADNIKA OD ELEKTRIČNIH UDARA DO 1000 V.

MOTOR VOZILA POKREĆE HIDRAULIČKU PUMPU IZ KOJE PREKO RAZVODNIKA I CIJEVI DOLAZI ULJE U HIDRAULIČKE CILINDRE.

HIDRAULIČKI CILINDRI PO NAŠOJ ŽELJI IZVRŠAVAJU RADOVE UTVRDIVANJA VOZILA, DIZANJA I SPUŠTANJA KOŠARE NA ŽELJENU VISINU TE OKRETANJE KUPOLE OKO VERTIKALNE OSI ZA ŽELJENI KUT.

RUKOVANJE PLATFORMOM ZHP JE VRLO JEDNOSTAVNO. ZA RUKOVANJE POSTOJE DVA KOMANDNA MJESTA, NA RADNOJ KOŠARI I NA POSTOLJU VOZILA. OVIM SISTEMOM UPRAVLJANJA MOŽE SE KOŠARA DOVESTI U ŽELJENI POLOŽAJ RUKOVANJEM IZ SAME KOŠARE ILI SA POSTOLJA VOZILA.



PODUZEĆE METALNIH PROIZVODA

MARIJA BISTRICA — TELEFON 2

ZAGREB: KOMERCIJALNO PROJEKTNI SEKTOR, VUKOVIĆEVA 3 — tel. 574-284

BEOGRAD: PREDSTAVNIK, FRANCUSKA 38 — tel. 25-989

TEHNOMEHANIKA MARIJA BISTRICA

Tehnomehanika

GOD. 21 (1972) energija BROJ 3—4

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONA DRUŠTVENA PITANJA ELEKRTOPRIVREDE HRVATSKE

METODA KONSTANTNE I VARIJABILNE ENERGIJE ZA ANALIZU PRILIKA U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU PRILAGOĐENA PRORAČUNU NA ELEKTRONIČKOM RAČUNALU

Hrvoje Požar, Vjekoslav Filipović, Petar Bodlović Zagreb

Prikazana je metoda konstantne i varijabilne energije za analizu prilika u elektroenergetskom sistemu, prilagođena proračunu na elektroničkom računalu. Kod računa su uzete u obzir eventualne redukcije konzuma, osiguranje tehničkog minimuma agregata, određivanje troškova za gorivo, osiguranje rotirajuće rezerve i određivanje rasporeda remonta agregata u termoelektranama.

DK 621.31

1. Uvodna napomena

Metoda konstantne i varijabilne energije za analizu prilika u elektroenergetskom sistemu opisana je u (Lit. 1), gdje su prikazani mogući slučajevi kao način proračuna. U ovom je članku prikazana spomenuta metoda prilagođena proračunu na elektroničkom računalu, ali uzimajući u obzir eventualne potrebne redukcije konzuma, osiguranje tehničkog minimuma agregata u termoelektranama, određivanje troškova za gorivo u termoelektranama, osiguranje rotirajuće rezerve u sistemu i određivanje rasporeda remonta agregata u termoelektranama.

Da bi se što više skratilo izlaganje, ne navodi se obrazloženje o mogućnosti upotrebe metode konstantne i varijabilne energije za bilanciranje, o podjeli dijagrama opterećenja na konstantni i varijabilni dio, o načinu određivanja količina konstantne i varijabilne energije u hidroelektranama, o načinu i mjestima prebacivanja energije iz jednog u drugi dio dijagrama opterećenja, o granicama mogućnosti angažiranja snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Sve je to opisano (Lit. 1, treće poglavlje, 3a), a u daljnjem izlaganju polazit će se od pretpostavke da je to sve poznato.

2. Osnovni dijagram toka za bilanciranje snage i energije

Poznavajući konzum i mogućnosti hidroelektrana za svaki mjesec u nizu promatranih godina, moguće je odrediti potrebnu ukupnu angažiranu snagu termoelektrana (P_t) potrebnu ukupnu proizvodnju termoelektrana (W_t), potrebnu proizvodnju konstantne energije u termoelektranama (W_{tk}), neiskorištenu snagu u hidroelektranama u momentu maksimalnog opterećenja (δP_h) i neiskorištenu energiju u hidroelektranama (δW_h). Iz tih podataka mogu se odrediti sve ostale potrebne veličine.

Način određivanja navedenih veličina ovisan je o međusobnim odnosima polaznih veličina (konzum i hidroelektrane), pa će u daljnjem izlaganju biti prikazana metoda prilagođena digitalnom računskom stroju. Treba, međutim, spomenuti, da je izračunavanje svih potrebnih veličina detaljno prikazano u (Lit. 1), ali prilagođeno tabličnom postupku.

Polazi se od karakteristika konzuma: maksimalno opterećenje (P_{max}), potrebna ukupna energija (W_m), potrebna konstantna energija (W_{mk}), te od mogućnosti hidroelektrana: maksimalna snaga (P_{hmax}), moguće ukupne proizvodnje (W_h) i konstantne energije (W_{hk}), koja se mora proizvesti s konstantnom snagom ako se žele spriječiti preljevi. Osim toga potrebno je zadati veličine: trajanje promatranog razdoblja 24 $(r + n)$, (ako se rade mjesečne bilance, to trajanje iznosi 730 sati), maksimalno trajanje korištenja varijabilne snage hidroelektrana (rt_{vh}) maksimalno ($rt_{tmah} = rt_{vh}$) i minimalno (rt_{tmin}) trajanje korištenja snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Naravno, da je potrebno poznavati karakteristike konzuma u svim mjesecima, i mogućnosti hidroelektrana u svim mjesecima i u svim godinama.

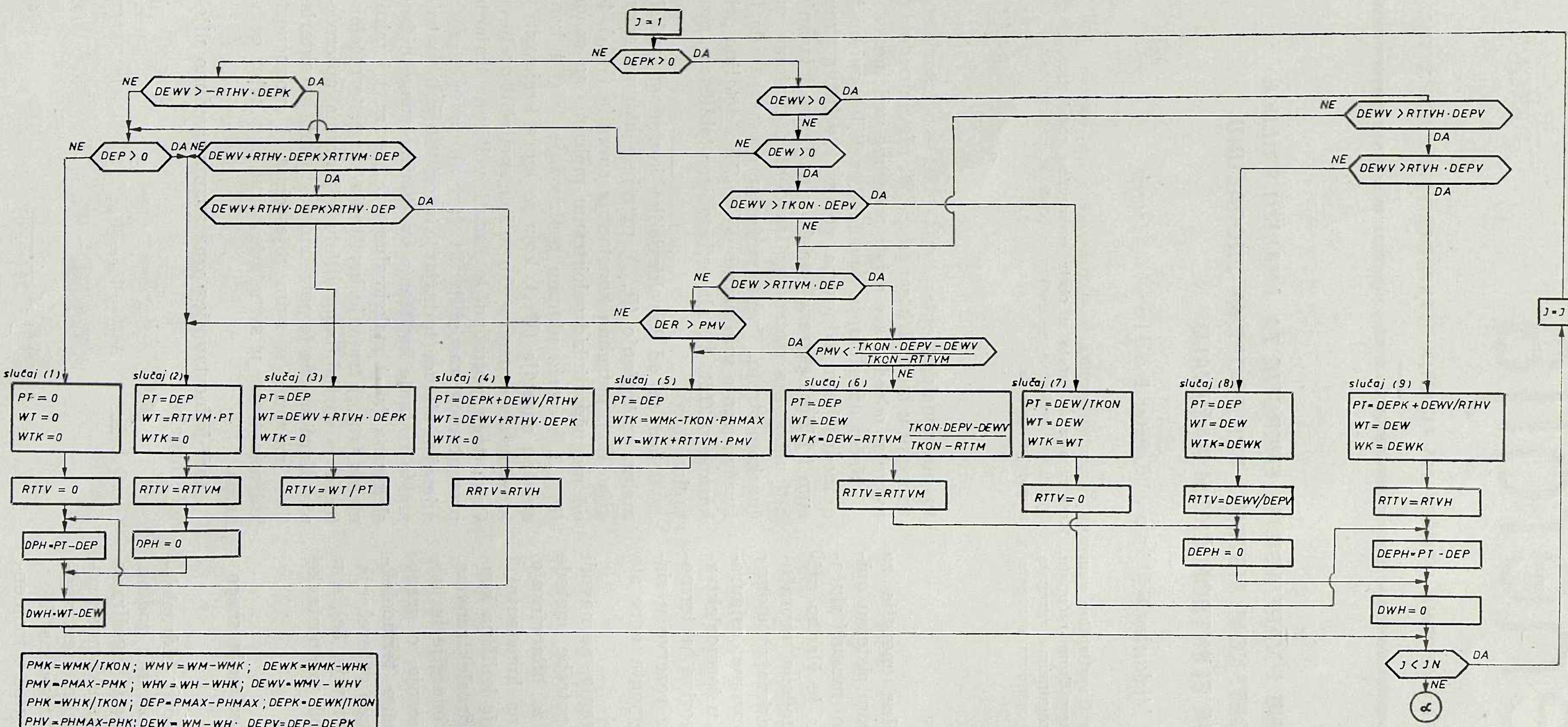
Radi jednostavnijeg označavanja uvedimo slijedeće oznake:

$$\Delta P = P_{max} - P_{hmax} \tag{1}$$

$$\Delta W = W_m - W_h \tag{2}$$

$$\Delta W_k = W_{mk} - W_{hk} \tag{3}$$

$$\Delta P_k = \frac{W_k}{24\,(r + n)} \tag{4}$$



Sl. 1. Dijagram toka za bilanciranje

Tablica 1

Oznake upotrebljene u dijagramima toka

(Napomena: Navedene su samo izvorne oznake, dakle, nisu navedene one oznake koje su izvedene tokom proračuna u dijagramu toka)

PMAX	=	*maksimalno mjesečno opterećenje*
WM	=	*ukupna potrebna energija*
WMK	=	*potrebna konstantna energija*
J	=	*indeks mjeseca*
PHMAX	=	*maksimalna snaga hidroelektrana*
WH	=	*moguća proizvodnja energije u hidroelektranama*
WHK	=	*moguća proizvodnja konstantne energije u hidroelektranama*
TKON	=	*broj sati u mjesecu*
TRVH	=	*maksimalni broj sati korištenja varijabilne snage hidroelektrana*
PT	=	*potrebna snaga termoelektrana*
WT	=	*potrebna energija iz termoelektrana*
WTK	=	*potrebna konstantna energija iz termoelektrana*
RTTVM	=	*minimalno korištenje snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja*
RTTV	=	*trajanje korištenja snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja*
DPH	=	*neiskorištena snaga hidroelektrana*
DWH	=	*preljevi u hidroelektranama*
M	=	*indeks vrijednosti PT po opadajućim vrijednostima*
JN	=	*ukupan broj mjeseci*
FS	=	*faktor sigurnosti opskrbe potrošača*
MS	=	*broj mjeseci mjerodavan za određivanje snage termoelektrana za određenu sigurnost opskrbe potrošača*
PTMAX	=	*potrebna maksimalna raspoloživa snaga termoelektrana*
SS (PA)	=	*zbroj raspoloživih snaga postojećih termoelektrana*
SN	=	*raspoloživa snaga novog agregata u termoelektranama*

Nastavak tablice 1

NN	=	*potreban broj novih agregata u termoelektranama*
PR	=	*potrebna redukcija snage*
SS (I)	=	*zbroj raspoloživih snaga agregata u termoelektranama do uključivo agregat s indeksom I*
I	=	*indeks agregata u termoelektranama*
IG	=	*broj agregata u termoelektranama koje treba angažirati za zadovoljenje konzuma*
FV	=	*faktor za određivanje redukcije u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja*
PG	=	*maksimalno opterećenje konstantnih potrošača*
PRV	=	*redukcija snage u varijabilnom dijelu*
WR	=	*redukcija energije*
WRK	=	*redukcija konstantne energije*
SMIN	=	*potrebna snaga tehničkog minimuma za angažirane agregate*
C (I)	=	*specifični troškovi za gorivo agregata s indeksom I*
S (I)	=	*maksimalna raspoloživa snaga agregata s indeksom I*
SM (I)	=	*tehnički minimum s indeksom I*
TR	=	*troškovi za gorivo*
RT	=	*angažirana snaga iz termoelektrana za osiguranje rotirajuće rezerve*
RR	=	*potrebna snaga za rotirajuću rezervu*
PTR	=	*potrebna angažirana snaga termoelektrana za opskrbu konzuma i uz osiguranje rotirajuće rezerve*
MR (I)	=	*mjesec u kojem se izvodi remont agregata I*
JE	=	*indeks remontnog razdoblja*
PTRM (J)	=	*zbroj potrebne snage termoelektrana za opskrbu konzuma, za osiguranje rotirajuće rezerve i snaga agregata u mjesecu J*
IA	=	*indeks agregata u termoelektranama poredanih po opadajućim snagama*
JP	=	*indeks mjeseca u remontnom razdoblju*
NR	=	*najmanji broj mjeseci između dva remonta*
JR	=	*trajanje remontnog razdoblja (mjeseci)*
NE	=	*broj remontnih razdoblja u promatranom nizu godina*
PREM	=	*snaga agregata u remontu*
PTMAXR	=	*maksimalna snaga termoelektrana raspoloživih za pogon*
SS	=	*snaga angažiranih agregata*
IP	=	*indeks agregata u termoelektranama sposobnih za pogon prema redoslijedu angažiranja*

$$\Delta P_v = \Delta P - \Delta P_k \tag{5}$$

$$\Delta W_v = \Delta W - \Delta W_k \tag{6}$$

$$P_{mv} = P_{max} - P_{mk} \tag{7}$$

Dobro je poći od razlika potrebne konstantne snage hidroelektrana, koja je određena relacijom (4), a pomoću relacije (3). Blok shema mogućih slučajeva prikazana je na sl. 1.

Oznake upotrebljene u dijagramima toka navedene su u tablici 1.

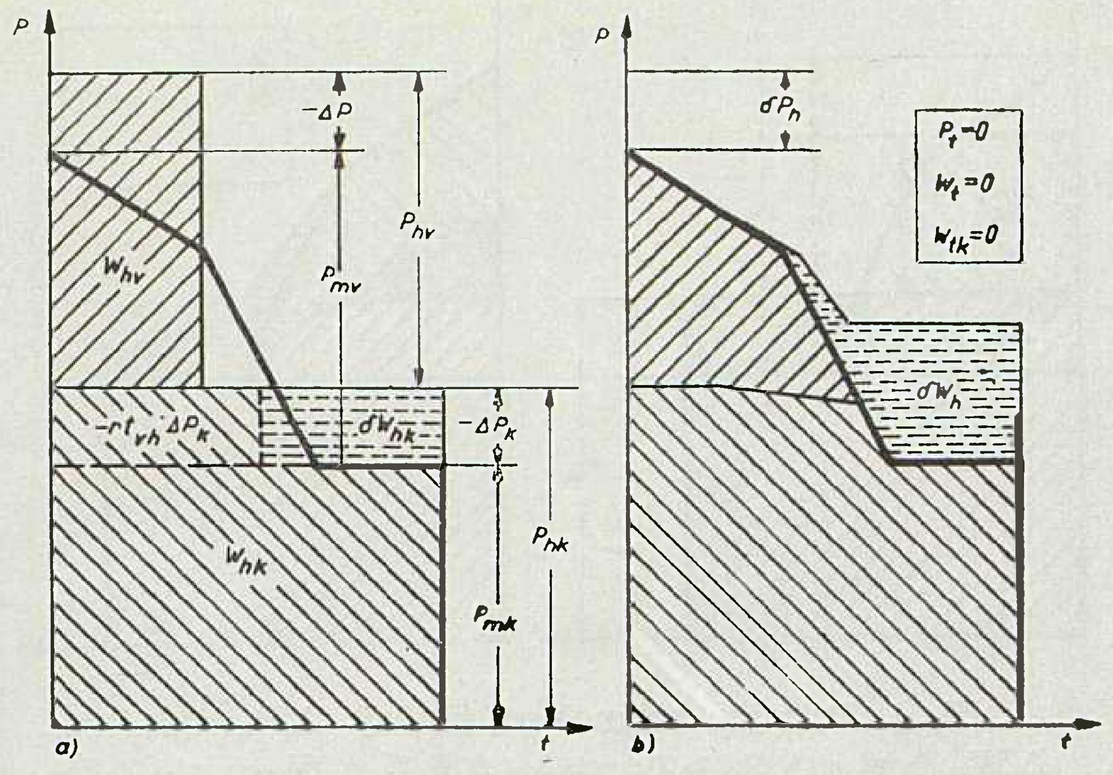
Razmotrimo u najkraćim crtama moguće slučajeve i određivanje potrebnih veličina.

Pođimo od slučaja kad je

$$\Delta P_k < 0 \tag{8}$$

što znači da postoji višak konstantne energije hidroelektrana u usporedbi s potrebnom količinom konstantne energije.

Najveći dio tog viška koji se može prebaciti u varijabilni dio dijagrama iznosi $-rt_{vh}\ \Delta P_k$, pa je



Sl. 2. Primjer bilance za slučaj:
$\Delta P_k < 0;\ \Delta W_v + rt_{vh}\Delta P_k < 0;\ \Delta P < 0$

ukupna varijabilna energija hidroelektrana W_{hv} — $rt_{vh}\ \Delta P_k$ (postavljen je negativni predznak, jer je ΔP_k negativno kad se pojavljuje višak konstantne snage). Razlika između tako korigirane varijabilne energije hidroelektrana i potrebne varijabilne energije, određena je relacijom $\Delta W_v + rt_{vh}\ \Delta P_k$, jer je $\Delta W_v = W_{mv} - W_{hv}$ (6). Konzum će biti zadovoljen, ako je

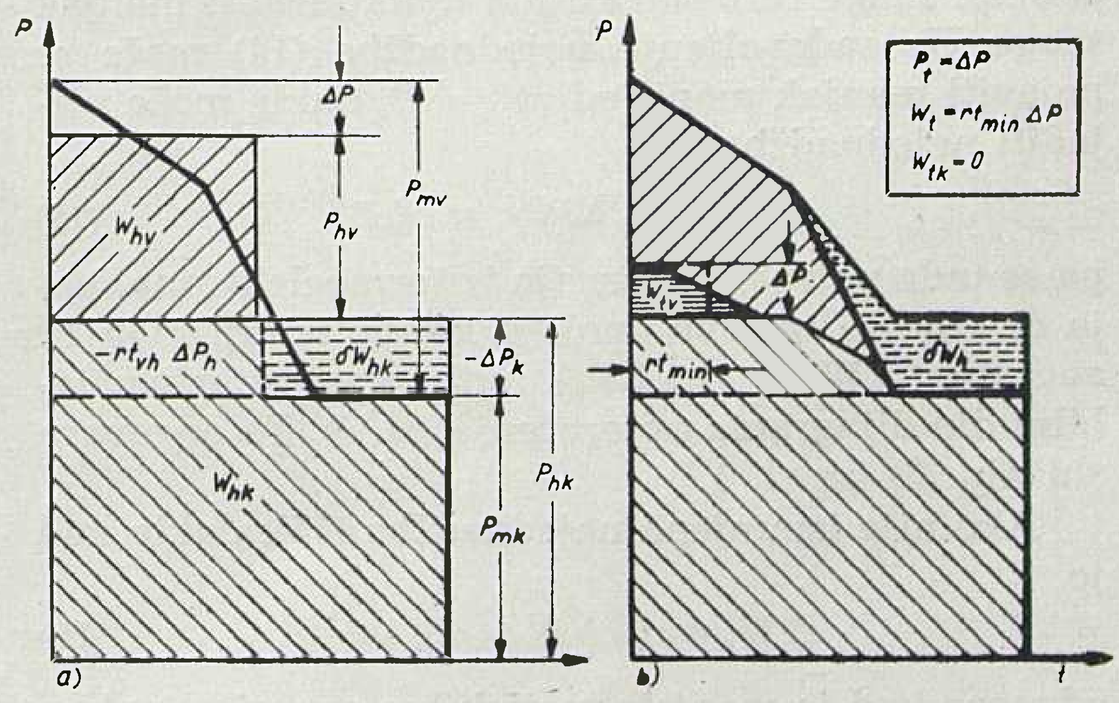
$$\Delta W_v + rt_{vh}\Delta P_k < 0 \tag{9}$$

i ako je

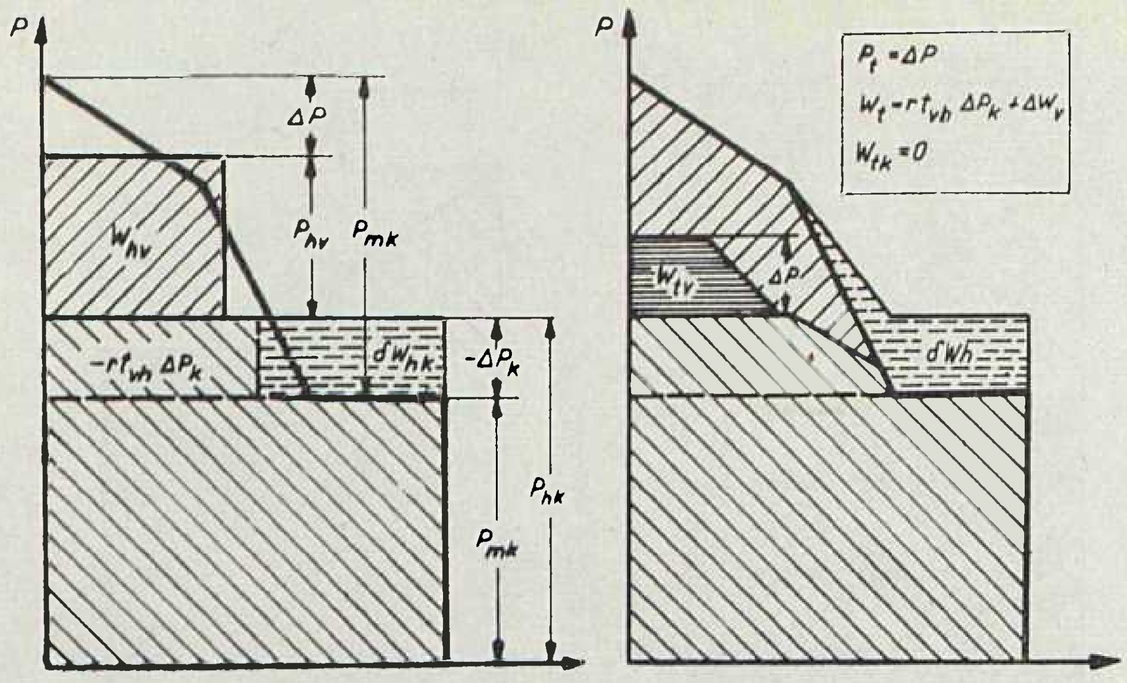
$$\Delta P < 0, \tag{10}$$

što je prikazano na sl. 2. To je slučaj (1) na sl. 1 kad nije potrebno angažirati termoelektrane za zadovoljenje konzuma.

Na slikama, na kojima su prikazani opisani slučajevi, uvijek je u lijevom dijagramu prikazana mogućnost proizvodnje hidroelektrana s maksimalnom snagom, a uz maksimalno moguću vremensku koncentraciju prizvodnje, što odgovara pretpostavci prema kojoj je određena moguća proizvodnja varijabilne energije hidroelektrana, kako je opisano u drugom poglavlju (Lit. 1). Međutim, na desnom dijagramu je prikazan raspored proizvodnje hidroelektrana i termoelektrana prilagođen krivulji trajanja opterećenja.



Sl. 3. Primjer bilance za slučaj:
$\Delta P_k < 0;\ \Delta W_v + rt_{vh}\Delta P_k < 0;\ \Delta P \geqq 0$



Sl. 4. Primjer bilance za slučaj: $\Delta P_k < 0$; $\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k > 0$; $rt_{t\,min}\,\Delta P \leqq \Delta W_v + rt_{th}\,\Delta P$

Ako, međutim, nije zadovoljena nejednadžba (10), odnosno kad je

$$\Delta P > 0 \tag{11}$$

imat ćemo slučaj (2) (sl. 3), kad ima dovoljno energije iz hidroelektrana, a njihova snaga nije dovoljna za zadovoljenje konzuma. Potrebno je, dakle, osigurati potrebnu snagu uz što manju proizvodnju u termoelektranama. Tada je potrebna snaga termoelektrana $P_t = \Delta P$, a njihova potrebna proizvodnja $W_t = rt_{tmin}\,\Delta P$, i to samo u varijabilnom dijagramu opterećenja.

Ako nije ispunjena nejednadžba (9), tj. ako i pored prebacivanja dijela viška konstantne energije nema dovoljno varijabilne energije iz hidroelektrana, dakle kad je

$$\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k > 0 \tag{12}$$

$$\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k < rt_{tmin}\,\Delta P \tag{13}$$

potrebe će biti zadovoljene s proizvodnjom termoelektrana $rt_{tmin}\,\Delta P$, pa će se pojaviti opet slučaj (2) na sl. 1.

Kad nije ispunjena nejednadžba (13), odnosno kad je

$$\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k > rt_{tmin}\,\Delta P, \tag{14}$$

znači da u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja manjka više energije od $rt_{tmin}\,\Delta P$, pa se manjak ne može pokriti minimalnim angažiranjem onolike snage termoelektrana koliko iznosi manjak snage. Uz zadovoljenje nejednadžbe (14) može se pojaviti manjak manji od $rt_{vh}\,\Delta P$, dakle može vrijediti nejednadžba

$$\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k < rt_{vh}\,\Delta P, \tag{15}$$

pa se tada potrebna energija iz termoelektrana, koja će iznositi upravo onoliko koliko iznosi manjak energije ($\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k$), može plasirati u varijabilni dio dijagrama opterećenja (sl. 4). To odgovara slučaju (3) na sl. 1.

Ako nije ispunjena nejednadžba (15), dakle kad je

$$\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k > rt_{vh}\,\Delta P \tag{16}$$

odnosno kad je manjak varijabilne energije (nakon prebacivanja dijela konstantne energije hidroelektrana) veći od mogućnosti proizvodnje termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja s angažiranom snagom ΔP, koliko iznosi manjak snage, a da bi se ostvarila potrebna proizvodnja, potrebno je povećati angažiranu snagu termoelektrana. Potrebna snaga termoelektrana iznosi tada

$$P_t - \Delta P_k + \frac{\Delta W_v}{rt_{vh}} \tag{17}$$

što izlazi iz izjednačenja lijeve strane nejednadžbe (16) s produktom $rt_{vh}\,P_t$. Postiže se maksimalno moguće iskorištenje termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, da bi se potrebna energija proizvela sa što manjom snagom (sl. 5), što odgovara slučaju (4) na sl. 1.

Razmotrimo sada slučajeve kad je

$$\Delta P_k > 0 \tag{18}$$

dakle kad ne postoji višak konstantne energije. Ako tada postoji višak varijabilne energije

$$\Delta W_v < 0 \tag{19}$$

a hidroelektrane mogu proizvesti više energije nego što traži konzum, dakle kad je

$$\Delta W < 0 \tag{20}$$

može se pojaviti slučaj (1), ako je $\Delta P < 0$, i slučaj (2), kad je $\Delta P \geqq 0$.

Kad nije ispunjena nejednadžba (20), pa je

$$\Delta W > 0 \tag{21}$$

kad je

$$\Delta W_v < 24\,(r + n)\,\Delta P_v \tag{22}$$

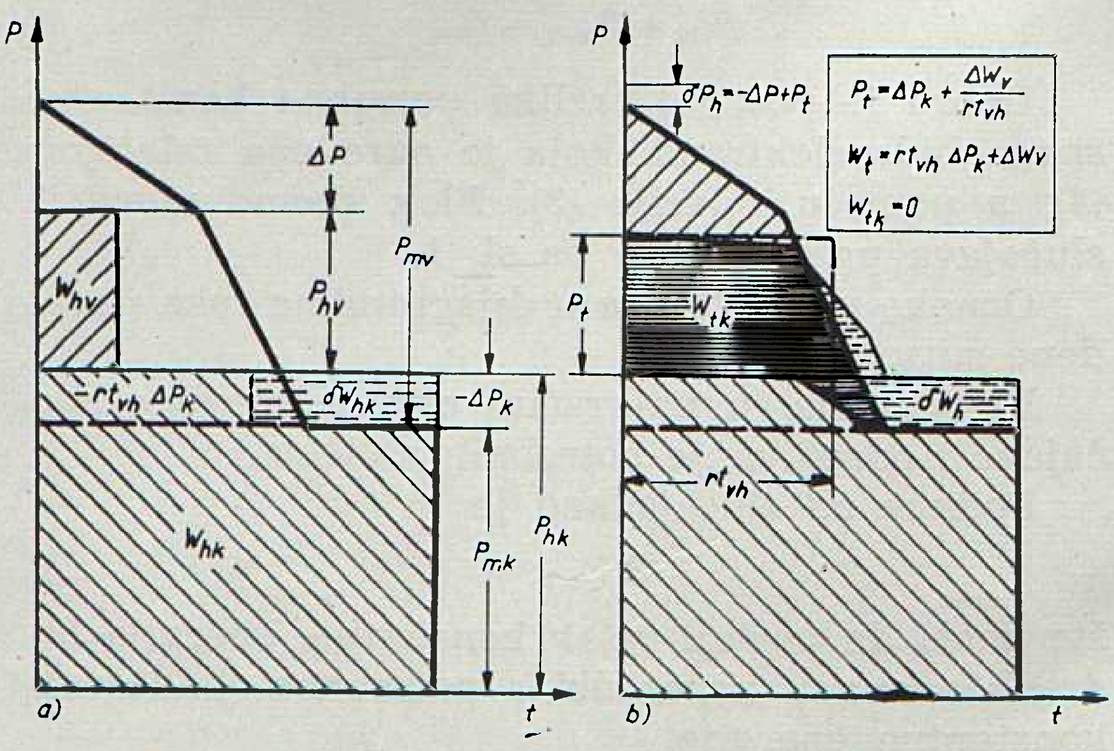
što je uvijek ispunjeno kad postoji manjak varijabilne snage ($\Delta P_v > 0$), odnosno kad višak te snage nije u odnosu na višak varijabilne energije prevelik, postoji mogućnost da se pojavi slučaj (5) (sl. 6). Ali da do toga dođe potrebno je da budu ispunjena još ova dva uvjeta

$$\Delta W < rt_{tmin}\,\Delta P \tag{23}$$

i

$$\Delta P > P_{mv} \tag{24}$$

Uvjet (23) normalno je ispunjen tek za relativno visoke vrijednosti veličine rt_{min}, dakle u slučaju, kad u sistemu postoje samo termoelektrane, koje se



Sl. 5. Primjer bilance za slučaj: $\Delta P_k < 0$; $\Delta W_v + rt_{vh}\,\Delta P_k > 0$; $\Delta W_v\, rt_{vh}\,\Delta P_k \geqq rt_{vh}\,\Delta P$

vrlo teško i sporo prilagođuju promjenama opterećenja. Zbog toga se uvjet (23) može smatrati samo teoretskim, jer će se uvijek nastojati da se izgrade termoelektrane takvih karakteristika koje će omogućiti potrebnu elastičnost u pogonu. Ako se ipak pojavi slučaj (5), najbolje iskorištenje vode ostvarit će se, ako je varijabilna snaga termoelektrana jednaka varijabilnom opterećenju ($P_{tv} = P_{mv}$), pa je varijabilna proizvodnja termoelektrana $W_{tv} = rt_{tmin} P_{mv}$. Budući da je ukupna potrebna snaga termoelektrana jednaka manjku snage ($P_t = \Delta P$), vrijedi relacija

$$P_{tv} + P_{tk} = P_{mv} + P_{mk} - P_{hmax} \tag{25}$$

a budući da je $P_{tv} = P_{mv}$, za konstantno opterećenje termoelektrana dobivamo

$$P_{tk} = P_{mk} - P_{hmax} \tag{26}$$

a odatle i konstantnu proizvodnju termoelektrana

$$W_{tk} = W_{mk} - 24\,(r + n)\,P_{hmax} \tag{27}$$

Međutim, ako nije ispunjena nejednadžba (24), dakle kad je

$$\Delta P < P_{mv} \tag{28}$$

pojavljuje se slučaj 2.

Kad nije ispunjena nejednadžba (23), što je obično slučaj, tada je naime

$$\Delta W > rt_{tmin}\,\Delta P \tag{29}$$

ako je uz to još i

$$\frac{24\,(r + n)\,\Delta P_v - \Delta W_v}{24\,(r + n) - rt_{tmin}} > P_{mv} \tag{30}$$

pojavljuje se opet slučaj 5.

Izraz na lijevoj strani relacije (30) predstavlja potrebnu snagu termoelektrana, koju treba angažirati u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, da bi se omogućilo prebacivanje viška varijabilne energije hidroelektrana u konstantni dio dijagrama opterećenja. Do te relacije dolazimo iz slijedećeg razmatranja.

Budući da postoji višak varijabilne energije (19), potrebno je da se ona — da bi bila iskorištena — prebaci u konstantni dio dijagrama opterećenja da bi se iskoristila voda u hidroelektranama. Za prebacivanje je potrebna snaga

$$\Delta P_{hv} = \frac{\Delta W_v}{24\,(r + n)} \tag{31}$$

Budući da snaga ΔP_v nije dovoljna za to precivanje, ispunjena je naime relacija (22), potrebno je za prebacivanje angažirati snagu termoelektrana

$$P_{tv1} = \Delta P_v - \frac{\Delta W_v}{24\,(r + n)} \tag{32}$$

Ne može se, međutim, angažirati snaga termoelektrana bez proizvodnje, a potrebno je — jer ne postoji manjak energije — s tom snagom ostvariti što manju proizvodnju, koja — prema pretpostavci — iznosi $rt_{tmin} P_{tv1}$. Uz tu proizvodnju termoelektrana pojavit će se dodatni višak varijabilne energije, pa će biti potrebno prebaciti taj višak u konstantni dio dijagrama opterećenja. U tu svrhu treba angažirati dodatnu snagu iz hidroelektrana, koja se mora nadoknaditi dodatnom snagom termoelektrana

$$P_{tv2} = \frac{rt_{tmin}}{24\,(r + n)} P_{tv1} \tag{33}$$

Ta snaga traži proizvodnju $rt_{tmin} P_{tv2}$, pa se opet pojavljuje višak energije, koju je opet potrebno prebaciti i za pokrivanje manjka snage, opet angažirati novu snagu iz termoelektrana

$$P_{tv3} = \frac{rt_{tmin}}{24\,(r + n)} P_{tv2} = \left[\frac{rt_{tmin}}{24\,(r + n)}\right]^2 P_{tv1} \tag{34}$$

itd.

Ukupna potrebna snaga termoelektrana iznosi dakle

$$P_{tv} = P_{tv1} \sum_{k=0}^{\infty} \left]\frac{rt_{tmin}}{24\,(r + n)}\right]^k \tag{35}$$

Budući da je izraz u uglatoj zagradi manji od 1, nakon uvrštavanja vrijednost P_{tv1} iz (32) dobivamo

$$P_{tv} = \frac{24\,(r + n)\,\Delta P_v - \Delta W_v}{24\,(r + n) - rt_{tmin}} \tag{36}$$

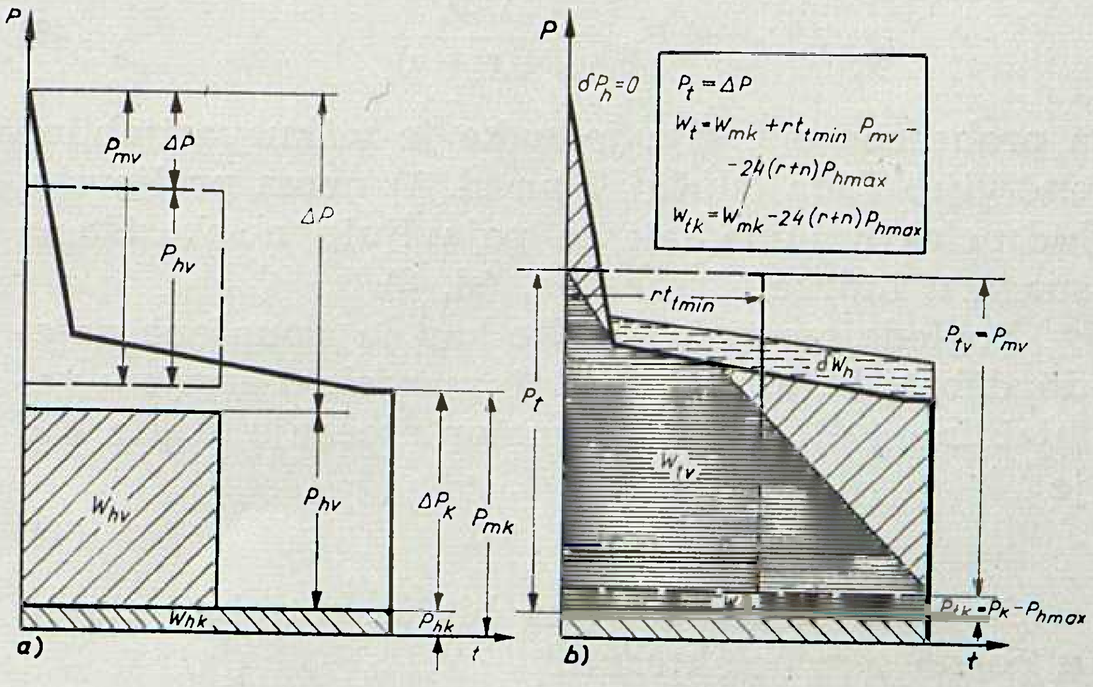
Nejednadžba (30) ispunjena je za relativno mala trajanja rt_{tmin} samo kad se radi o vrlo uskom dijagramu opterećenja (kao na sl. 6) i to za vrlo male količine varijabilne energije iz hidroelektrana. Ako se radi o obliku dijagrama opterećenja, kakav se obično pojavljuje u većim elektroenergetskim sistemima, ako se radi o trajanjima rt_{tmin} koje možemo ostvariti u termoelektranama, nejednadžba (30) nije nikada zadovoljena.

Kad je ispunjena nejednadžba (29), a kad vrijedi

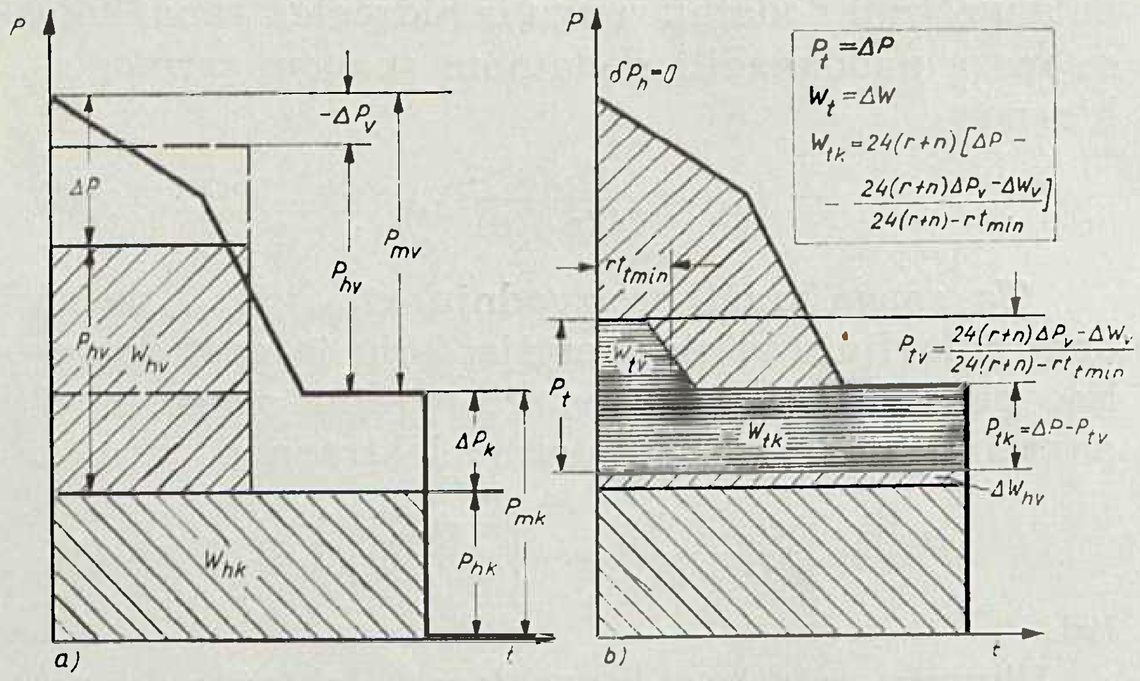
$$\frac{24\,(r + n)\,\Delta P_v - \Delta W_v}{24\,(r + n) - rt_{tmin}} < P_{mv} \tag{37}$$

pojavljuje se slučaj (6) (sl. 1). Tada je potrebno (sl. 7) u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja angažirati snagu termoelektrana, koju — kako je već spomenuto — određujemo iz relacije (36). Pomoću te snage omogućuje se prebacivanje dijela varijabilne energije hidroelektrana u konstantni dio dijagrama opterećenja. Taj prebačeni dio iznosi

$$\Delta W_{hv} = rt_{tmin} P_{tv} - \Delta W_v \tag{38}$$



Sl. 6. Primjer bilance za slučaj: $\Delta P_k > 0$; $\Delta W_v > 0$; $\Delta W < 24\,(r + n)\,\Delta P_v$; $\Delta W < rt_{tmin}\,\Delta P$; $\Delta P > P_{mv}$



Sl. 7. Primjer bilance za slučaj: $\Delta P_k > 0$; $\Delta W_v < 0$; $\Delta W_v > 0$; $\Delta W < 24(r+n)\Delta P_v$; $\Delta W_v > rt_{tmin} \cdot \Delta P$; $\frac{24(r+n)\Delta P_v - \Delta W_v}{24(r+n) - rt_{tmin}}$

a prebacivanje se može provesti snagom

$$\Delta P_{hv} = \frac{rt_{tmin} P_{tv} - \Delta W_v}{24(r+n)} \tag{39}$$

Budući da se koristi maksimalna snaga hidroelektrana, ukupno potrebna snaga termoelektrana jednaka je manjku snage ($P_t = \Delta P$), pa je opterećenje termoelektrana u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja

$$P_{tk} = \Delta P - P_{tv} \tag{40}$$

Također, budući da nema preljeva, ukupna potrebna energija termoelektrana jednaka je ukupnom manjku energije

$$W_t = 24(r+n)\Delta P_k + \Delta W_v = \Delta W \tag{41}$$

Ako nije ispunjena nejednadžba (22), odnosno ako je

$$\Delta W_v > 24(r+n)\Delta P_v \tag{42}$$

uz istovremeno zadovoljenje nejednadžbe (19) i (21), dakle postoji višak varijabilne energije uz istovremeni ukupni manjak energije, ali i uz istovremeni toliki višak varijabilne snage da je moguće tom snagom sav višak varijabilne energije hidroelektrana prebaciti u konstantni dio dijagrama opterećenja. Potrebna snaga za to prebacivanje iznosi

$$\Delta P_{hv} = \frac{\Delta W_v}{24(r+n)} \tag{43}$$

a prebačena energija jednaka je višku varijabilne energije. Tada (slučaj 7 na sl. 1) nema preljeva u hidroelektranama, ali se pojavljuje neiskorištena snaga u hidroelektranama, (sl. 8).

Pogledajmo sada prilike kad je ispunjena nejednadžba (18), ali kad postoji manjak energije u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, dakle kad je

$$\Delta W_v > 0 \tag{44}$$

Za pokriće tog manjka bit će potrebno staviti u pogon termoelektrane.

Može se dogoditi da bude

$$\Delta W_v' < rt_{tmin} \Delta P_v \tag{45}$$

što je moguće samo onda kad uz manjak varijabilne energije postoji i manjak varijabilne snage, jer je u tom slučaju $\Delta P_v > 0$. Tada je, da se eliminira manjak snage, potrebno angažirati upravo toliku snagu termoelektrana koliko iznosi manjak snage

$$P_{tv1} = \Delta P_v \tag{46}$$

s kojom se — s obzirom na potrebno minimalno korištenje te snage — mora proizvesti količina energije $rt_{tmin} P_{tv1}$. Budući da je zadovoljena nejednadžba (45), pojavit će se višak energije u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Taj višak energije, koji treba prebaciti u konstantni dio, iznosi

$$W_{hv1} = rt_{tmin} P_{tv1} - \Delta W_v \tag{47}$$

dok je za prebacivanje potrebno angažirati dio snage hidroelektrana, a mjesto te snage dodatno angažirati termoelektrane sa snagom

$$P_{tv2} = \frac{rt_{tmin} P_{tv1} - \Delta W_v}{24(r+n)} \tag{48}$$

Dodatna snaga termoelektrana traži proizvodnju $rt_{tmin} P_{tv2}$, što dovodi do daljnjeg viška energije koji je upravo jednak toj proizvodnji, do potrebe prebacivanja tog viška i konačno do daljnjeg angažiranja snage termoelektrana u iznosu od

$$P_{tv3} = \frac{rt_{tmin} P_{tv2}}{24(r+n)} \tag{49}$$

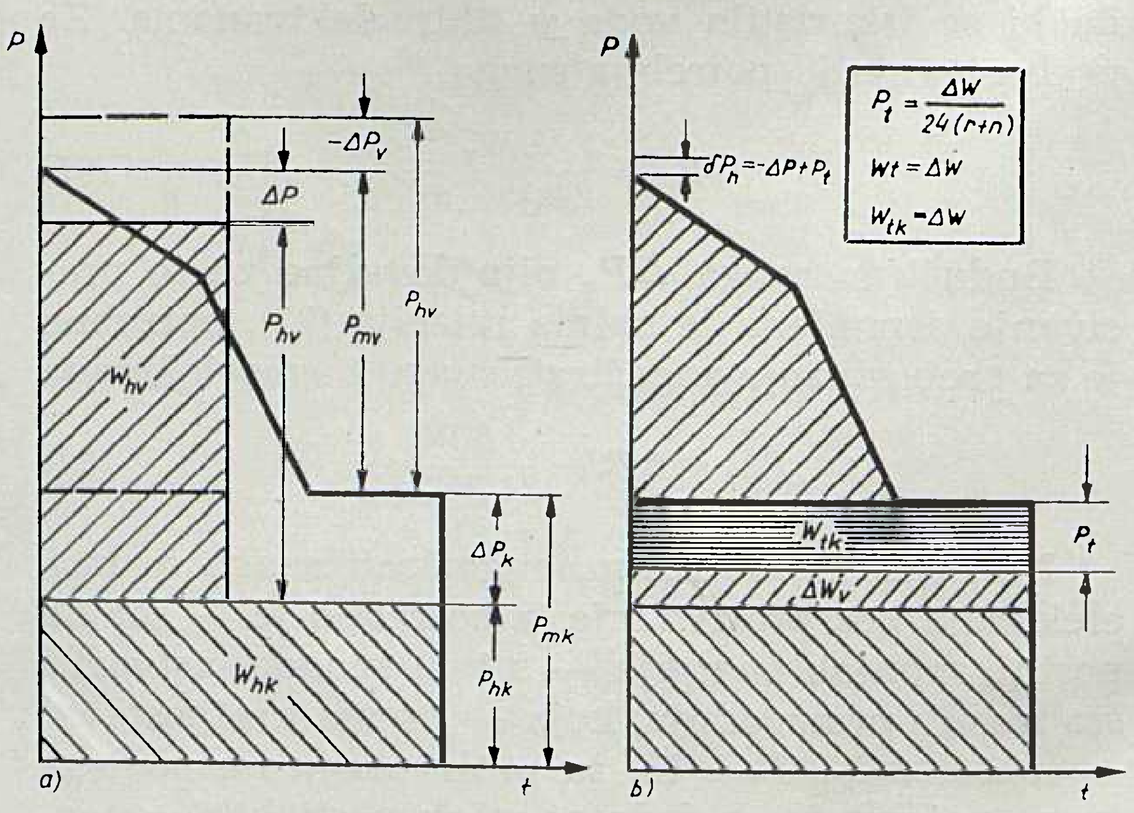
itd.

Zbrajanjem svih tih snaga termoelektrana, uzevši u obzir (46), a nakon uvrštavanja vrijednosti za P_{tv2} u izraz za P_{tv3} itd, dobivamo

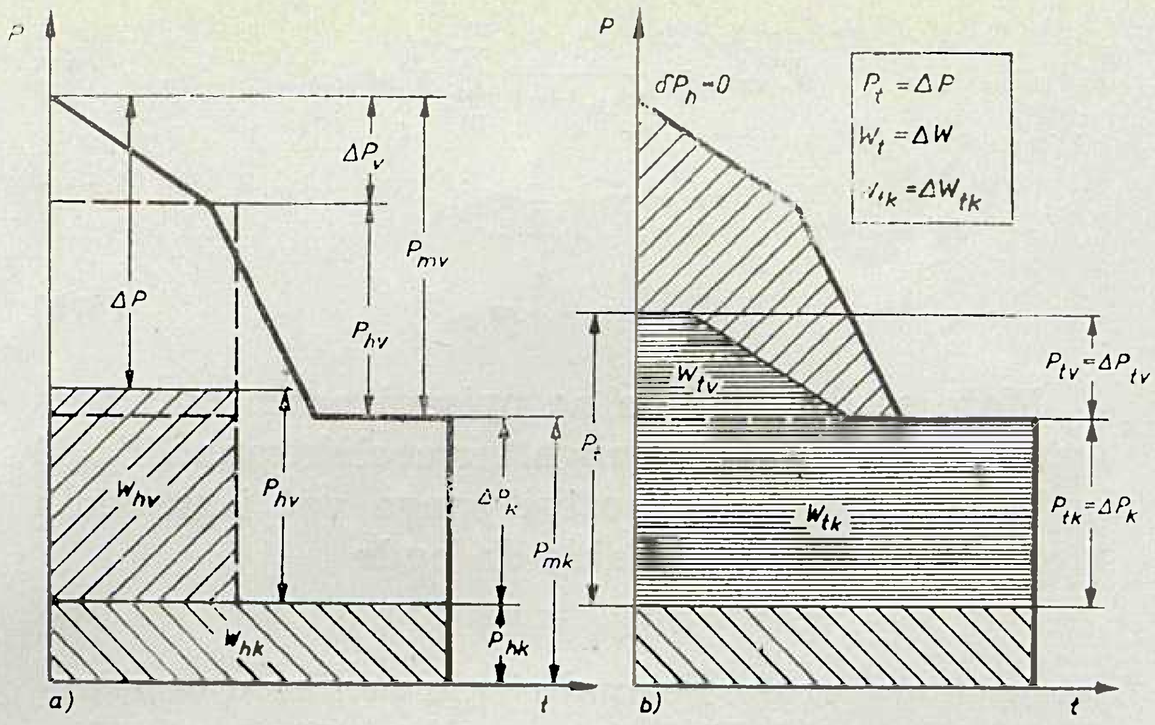
$$P_{tv} = \left[\Delta P_v - \frac{\Delta W_v}{24(r+n)}\right] \sum_0^\infty \left[\frac{r_{tmin}}{24(r+n)}\right] \tag{50}$$

dakle dolazimo do relacije (36).

Prema tome dolazimo do slučaja (6), ako su ispunjene nejednadžbe (29) i (37). Kad nije zadovoljena nejednadžba (29) može se pojaviti slučaj (2) ili (5) u ovisnosti o odnosu veličina ΔP i P_{mv}, dok se za prilike kad nije zadovoljena nejednadžba (37) pojavljuje slučaj (5).



S. 6. Primjer bilance za slučaj:
$\Delta P_k > 0$; $\Delta W_v < 0$; $\Delta W > 0$; $\Delta W_v > 24(r+n)\Delta P_v$



Sl. 9. Primjer bilance za slučaj: $\Delta P_k > 0$; $\Delta W_v > 0$; $\Delta W > rt_{t\,min}\,\Delta P_v$; $\Delta W_v < rt_{vh}\,\Delta P_v$

Kad su zadovoljene nejednadžbe (18) i (44), i kad je manjak energije (ΔW_v) već od minimalne proizvodnje termoelektrana koje su potrebne da se pokrije manjak snage (ΔP_v), također u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, dakle kad je

$$\Delta W_v > rt_{t\,min}\,\Delta P_v \qquad (51)$$

potrebna angažirana snaga termoelektrana u varijabilnom dijelu ovisi o tome da li je manjak energije u tom dijelu veći ili manji od maksimalne mogućnosti proizvodnje termoelektrana u varijabilnom dijelu, ako je angažirana snaga termoelektrana jednaka manjku snage. Ako je

$$\Delta W_v > rt_{vh}\,\Delta P_v \qquad (52)$$

zadovoljenje potreba u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja bit će moguće uz angažiranje snage termoelektrana $P_{tv} = \Delta P_v$ i uz njihovu proizvodnju $W_{tv} = \Delta W_v$. Uzevši u obzir manjak u konstantnom dijelu potrebna ukupna snaga termoelektrana jednaka je ukupnom manjku snage ($P_t = \Delta P$), a potrebna proizvodnja termoelektrana ukupnom manjku energijje ($W_t = \Delta W$). Nema, dakle, ni viška snage u hidroelektranama, ni neiskorištene vode u hidroelektranama. To je slučaj (8) sa sl. 1, prikazan na sl. 9.

Ako je, međutim,

$$\Delta W_v < rt_{vh}\,\Delta P_v \qquad (53)$$

snaga termoelektrana jednaka manjku varijabilne snage nije dovoljna da proizvede onoliko energije koliko je potrebno za eliminiranje manjka, jer maksimalno moguće iskorištenje snage termoelektrana iznosi rt_{vh}. Da bi termoelektrane proizvele potrebnu količinu energije ($W_{tv} = \Delta W_v$), potrebna je snaga

$$P_{tv} = \frac{\Delta W_v}{rt_{vh}} \qquad (54)$$

pa uzevši u obzir manjak u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja, ukupna je potrebna snaga termoelektrana

$$P_t = \Delta P_k + \frac{\Delta W_v}{rt_{vh}} \qquad (55)$$

dok je ukupna potrebna proizvodnja termoelektrana jednaka ukupnom manjku energije ($W_t = \Delta W$).

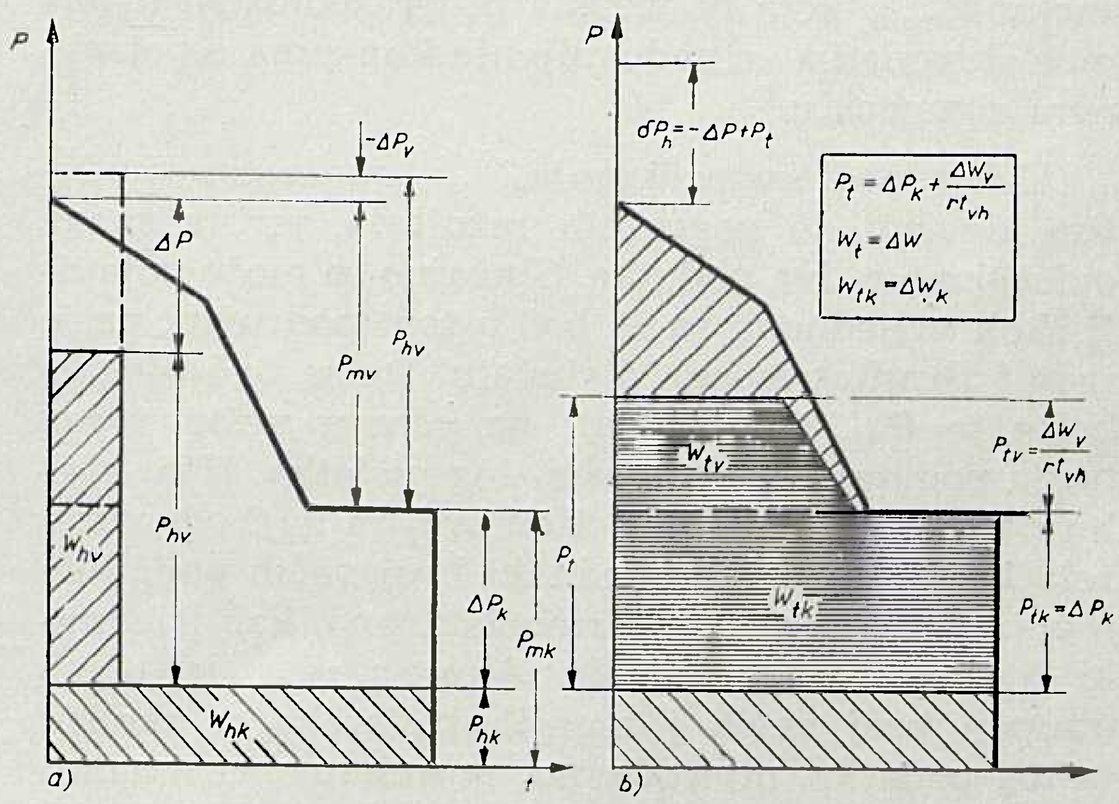
Sada se pojavljuje neiskorištena snaga hidroelektrana. Takvi odnosi odgovaraju slučaju (9) sa sl. 1, koji je prikazan na sl. 10.

Na opisani je način moguće, dakle, odrediti za sve slučajeve potrebnu snagu termoelektrana (P_t), potrebnu ukupnu proizvodnju (W_t) i potrebnu proizvodnju konstantne energije u termoelektranama (W_{tk}). Iz te tri veličine moguće je odrediti sve ostale (varijabilnu i konstantnu snagu termoelektrana, varijabilnu energiju termoelektrana, neiskorištenu snagu u hidroelektranama). Način određivanja trajanja korištenja varijabilne snage termoelektrana (t_{tv}), neiskorištene snage hidroelektrana (δP_h) i preljeva u hidroelektranama (δW_h) za sve slučajeve prikazan je na sl. 1.

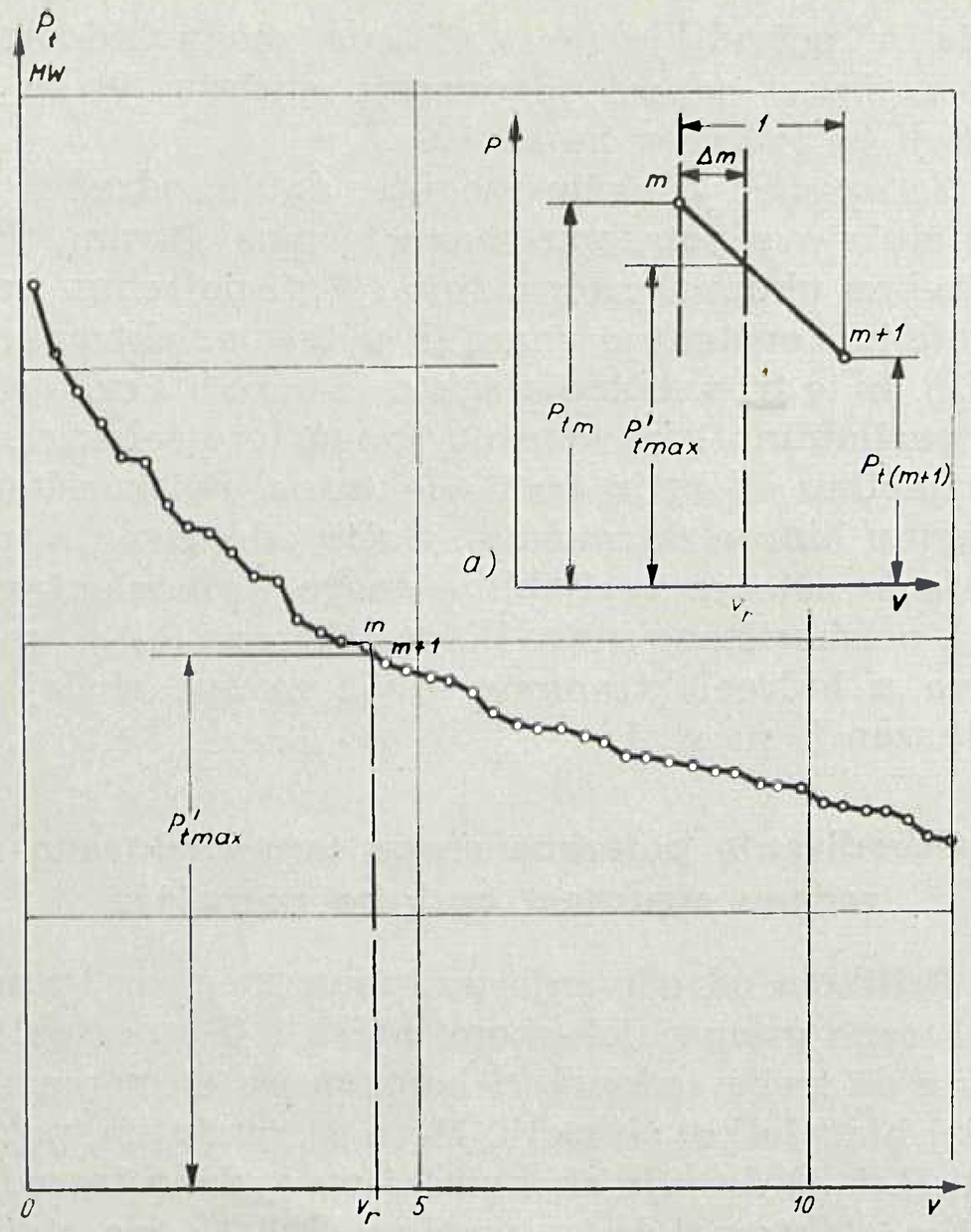
3. Određivanje potrebne snage termoelektrana uz zadanu sigurnost opskrbe potrošača

Prilikom određivanja potrebne snage iz termoelektrana prema blok-shemi na sl. 1 (P_t) postavljeno je da treba zadovoljiti konzum i u najnepovoljnijoj hidrološkoj situaciji. Može se, međutim, pokazati (Lit. 1) da nije ekonomski opravdano izgraditi toliko elektrana da se postigne 100 %-tna sigurnost opskrbe potrošača, pogotovo u elektroenergetskim sistemima u kojima ima potrošača s velikim lučnim pećima i velikim elektrolizama. U tom slučaju treba posebnom analizom (Lit. 1) odrediti s kojim je sigurnošću najbolje osigurati opskrbu potrošača. Ako je npr. utvrđeno da je najbolje osigurati konzum sa sigurnošću od f_s, iz sređenog dijagrama maksimalnih opterećenja termoelektrana (P_t) određuje se potrebna raspoloživa snaga termoelektrana (P'_{tmax}), kako je prikazano u dijagramu (sl. 11), na kojemu je na apscisu nanesena vjerojatnost pojave redukcije v_r koja je određena iz relacije $v_r = 1 - f_s$.

Da se odredi potrebna raspoloživa snaga termoelektrana (P'_{tmax}) uz zadanu sigurnost opskrbe potrošača f_s, potrebno je najprije poredati po vrijednostima (od najvećih prema manjim vrijednostima) potrebna maksimalna opterećenja termoelektrana (P_t) određena na način opisan u toč. 2, a zatim odre-



Sl. 10. Primjer bilance za slučaj: $\Delta P_k > 0$; $\Delta W_v > 0$; $\Delta W > rt_{t\,min}\,\Delta P_v$; $\Delta W_v > rt_{vh}\,\Delta P_v$



Sl. 11. Primjer određivanja potrebne maksimalne raspoložive snage termoelektrana za vjerojatnost redukcije V_r

diti redni broj podatka, koji je mjerodavan za određivanje spomenute potrebne raspoložive snage termoelektrana. Ako f_s definiramo kao omjer između broja mjeseci u kojima se pojavljuju redukcije konzuma i ukupnog broja mjeseci (jN), broj mjeseci u kojima se pojavljuju redukcije možemo odrediti iz relacije

$$m + \Delta m = (1 - f_S) j_N \tag{56}$$

gdje je m redni broj podatka u nizu vrijednosti za P_t, a Δm veličina kojom je određen dio intervala između m i $m + 1$ (sl. 11) koji se nalazi na desnoj strani od m. Budući da je m cijeli broj, taj možemo odrediti pomoću elektroničkog računala, pa je moguće interpolacijom između m i $m + 1$ odrediti snagu P'_{tmax} koja bi trebala biti raspoloživa u termoelektranama za zadovoljenje konzuma s potrebnom sigurnošću.

Takav način određivanja P'_{tmax} može nas, međutim, dovesti do pogrešnih rezultata, jer ta snaga ovisi samo o dva podatka. Slučajno se može pojaviti skok vrijednosti za P_t baš u tom području, pa je tada i rezultat ovisan o slučaju. Da se to izbjegne, bolje je P'_{tmax} određivati na osnovi nešto većeg broja podataka u okolišu m-tog podatka. U tu svrhu potrebno je odrediti cijeli broj m koji odgovara relaciji (56) i odrediti jednaki broj većih podataka o potrebnim snagama termoelektrana, kao i jednaki broj manjih podataka. Ako sa m_{sig} označimo ukupan broj većih i manjih podataka u okolišu m-tog podatka, mjerodavnu, potrebnu maksimalnu raspoloživu snagu termoelektrana možemo odrediti kao prosječnu snagu iz $m_{sig} + 1$ podatka iz relacije

$$P'_{tmax} = \frac{1}{m_{Sig} + 1} \sum_{m'}^{m} P_{tm} \tag{57}$$

$$m' = m - \frac{1}{2} m_{Sig} \tag{57a}$$

$$m'' = m + \frac{1}{2} m_{Sig} \tag{57b}$$

Može se dogoditi da na opisani način određena potrebna raspoloživa snaga termoelektrana (P'_{tmax}) bude manja od raspoložive snage već izgrađenih termoelektrana (P_{te}), dakle da bude

$$P'_{tmax} \leqq P_{te} \tag{58}$$

što je moguće, ako se analiziraju prilike u neposrednoj budućnosti. Tada je opravdano provesti račun s P_{te} kao s maksimalnom raspoloživom snagom termoelektrana, pa je

$$P_{tmax} = P_{te} \tag{59}$$

Ako je, međutim,

$$P'_{tmax} > P_{te} \tag{60}$$

potrebno je povećati raspoloživu snagu termoelektrana. To povećanje iznosi

$$\Delta P_t = P'_{tmax} - P'_{te} \tag{61}$$

pa je tada

$$P_{tmax} = P'_{tmax} \tag{62}$$

Snaga termoelektrana P_{tmax} je ona snaga s kojom se provodi daljnji račun.

Za određivanje potrebnih novih agregata u termoelektranama, tehničkog minimuma angažiranih agregata i troškova za gorivo u termoelektranama, korisno je formirati tablice s karakteristikama termoelektrana. Takva tablica je prikazana u tab. 2, u koju su unijeti podaci o svim postojećim agregatima. Podaci o agregatima poredani su prema redoslijedu angažiranja, što znači da se agregat s manjim indeksom angažira prije agregata s većim indeksom. Suma snaga postojećih agregata u termoelektranama odgovara raspoloživoj snazi postojećih termoelektrana, pa je

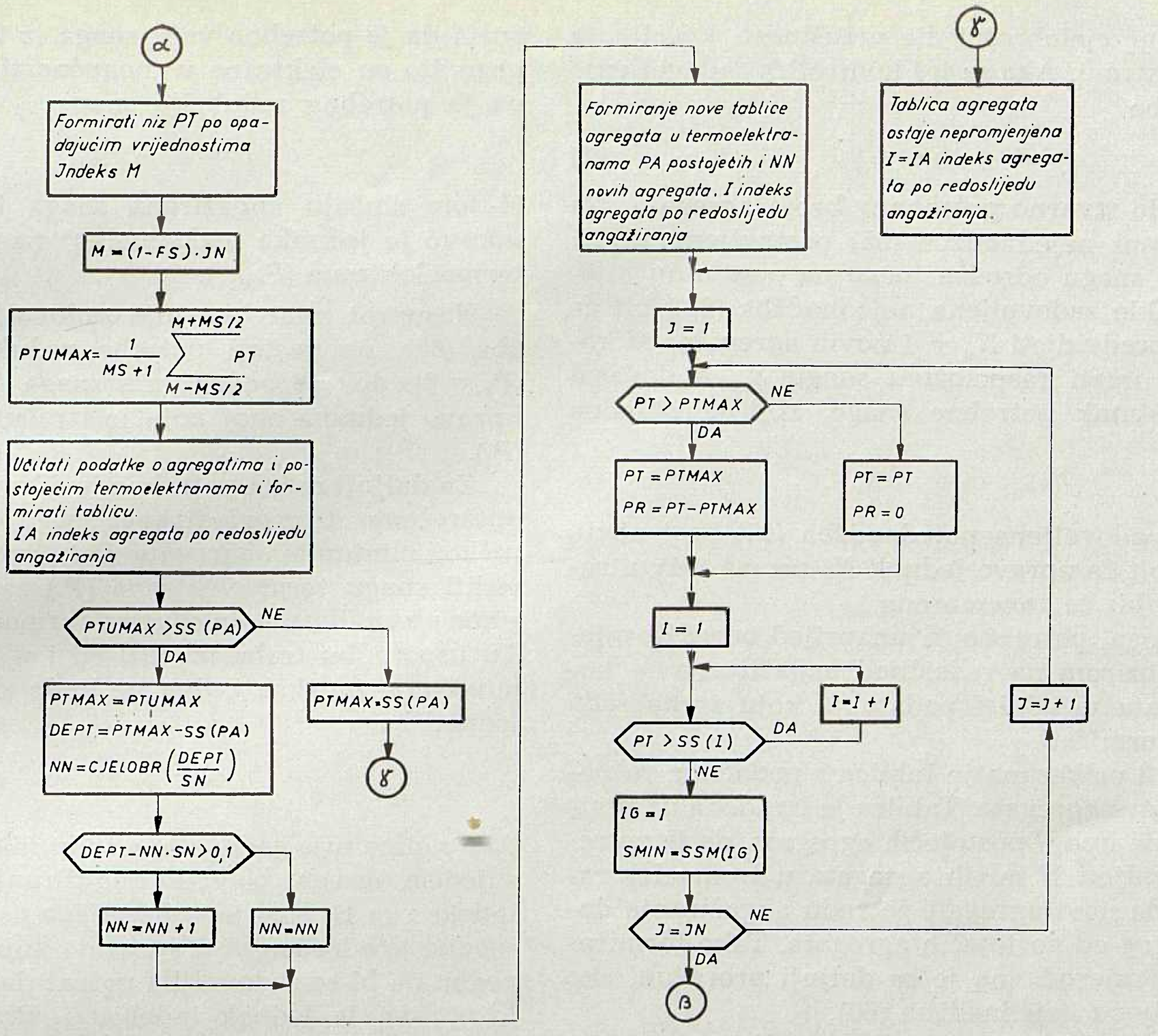
$$P_{te} = \sum_{1}^{ip} S_i \tag{63}$$

Ako je zadovoljena nejednadžba (58), dakle ako je potrebna snaga termoelektrana manja od snage postojećih termoelektrana, tablica s podacima postojećih termoelektrana (tab. 2) mjerodavna je za daljnji proračun.

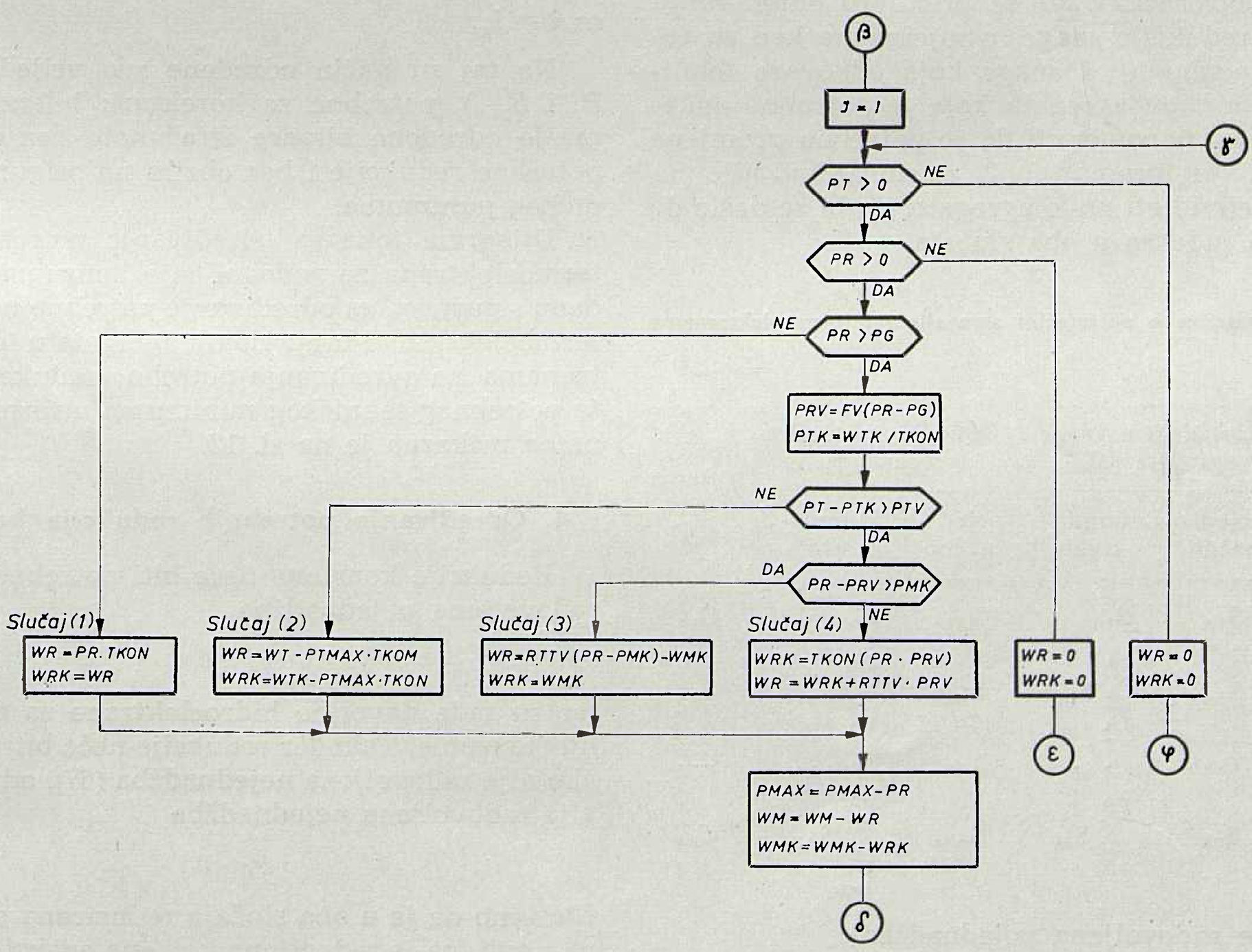
Međutim, ako nije zadovoljena nejednadžba (58), dakle ako je potrebna snaga termoelektrana (P'_{tmax}) veća od snage postojećih termoelektrana (P_{te}), potrebno je predvidjeti izgradnju novih agregata s ukupnom raspoloživom snagom ΔP_t prema relaciji (61). Naravno da manjak snage ne treba predvidjeti u jednom agregatu, pa je potrebno unaprijed zadati jediničnu raspoloživu snagu novih agregata (S_n), te omjer tehničkog minimuma i maksimalne snage.

Potreban broj novih agregata određuje se pomoću omjera

$$N_n = \frac{\Delta P_t}{S_n} \tag{64}$$



Sl. 12. Dijagram toka za određivanje maksimalne raspoložive snage termoelektrana, snage redukcije i redukcije i tehničkog minimuma termoelektrana.



Sl. 13. Dijagram toka za određivanje redukcije snage i energije

ako se uzme cjelobrojni dio vrijednosti kvocijenta na desnoj strani. Ako se još kontrolira zadovoljenje nejednadžbe

$$\Delta P_t - N_n S_n > 0{,}1 \tag{65}$$

dolazi se do stvarno potrebnog broja agregata. Na desnoj strani nejednadžbe (65) postavljeno je 0,1 jer želimo snagu odrediti točno na desetninu MW. Kad je dakle zadovoljena nejednadžba (65), bit će potrebno predvidjeti $N_n + 1$ novih agregata, od kojih će N_n imati raspoloživu snagu S_n, a dodatni agregat ostatak potrebne snage, koji je određen relacijom

$$\Delta S_n = \Delta P_t - N_n S_n \tag{66}$$

Ako nije zadovoljena nejednadžba (65) broj novih agregata bit će upravo jednak N_n prema (64), a razlika ΔS_n bit će zanemarena.

Osim toga, potrebno je unaprijed odrediti mjesto — s obzirom na redoslijed angažiranja — novih agregata u tablici podataka, koju treba sada ponovno formirati.

U tab. 3 prikazana je tablica s podacima za postojeće i nove agregate. Tablica je izrađena uz pretpostavku da ima P postojećih agregata, da je potrebno predvidjeti N novih agregata u tremoelektranama, te da novi agregati po redu angažiranja dolaze iz R-tog od postojećih agregata. Tako formirana tablica mjerodavna je za daljnji proračun, ako je zadovoljena nejednadžba (60).

Nakon što je formirana nova tablica, ako treba predvidjeti nove agregate, odnosno nakon što su izmijenjeni indeksi u tablici postojećih agregata, ako su postojeći agregati dovoljni za traženu sigurnost opskrbe potrošača, može se pristupiti određivanju potrebne redukcije snage, u mjesecima kad su redukcije neophodne, i snage koja odgovara tehničkom minimumu agregata koje je potrebno angažirati. Treba napomenuti da je potrebna promjena indeksa ($i = i_A$ prema tab. 2) za slučaj kad nije potrebno predvidjeti nove agregate, da bi se došlo do istovrsnih indeksa u oba slučaja.

Tablica s podacima o postojećim agregatima u termoelektranama

Tablica 2

Indeks agregata (i_a)	Raspoloživa snaga agregata (S_{iA})		Tehnički minimum agregata (S_{miA})		Specif. troškovi goriva (C_{iA})
	pojedinačno	kumulativno	pojedinačno	kumulativo	
1A	S_{1A}	S_{1A}	S_{m1A}	S_{m1A}	C_{1A}
2A	S_{2A}	$\sum_{1A}^{2A} S_{iA}$	S_{m2A}	$\sum_{1A}^{2A} S_{miA}$	C_{2A}
...	...	...	...	...	...
PA	S_{PA}	$\sum_{1A}^{PA} S_{iA}$	S_{mPA}	$\sum_{1A}^{PA} S_{mPA}$	C_{PA}

Ako je zadovoljena nejednadžba

$$P_t > P_{tmax} \tag{67}$$

znači da je potrebna veća snaga iz termoelektrana nego što su elektrane u mogućnosti da proizvedu, pa je potrebna redukcija snage

$$P_r = P_t - P_{tmax} \tag{68}$$

U tom slučaju angažirana snaga termoelektrana upravo je jednaka maksimalnoj raspoloživoj snazi termoelektrana (P_{tmax}).

Nasuprot tome ako nije zadovoljena nejednadžba (67), ne postoji potreba redukcije potrošnje ($P_r = 0$), dok je angažirana snaga termoelektrana upravo jednaka onoj koja je izračunata iz bilanca (P_t).

Za daljnji račun potrebno je odrediti konstantno opterećenje termoelektrana zbog osiguranja tehničkog minimuma agregata. U tu svrhu treba usporediti snagu termoelektrana (P_t) za opskrbu konzuma s kumulativnom snagom termoelektrana (ΣS_i). Tu usporedbu treba izvršiti od i = 1 sve dotle, uz povećanje indeksa i, dok ne bude zadovoljena nejednadžba

$$P_t < \sum_i S_i \tag{69}$$

Ako naime nije zadovoljen uvjet (69), prelazi se na slijedeći agregat po redu angažiranja (povećava se indeks i za 1). Kad je zadovoljena nejednadžba (69), ujedno je određen broj agregata koji treba staviti u pogon da bi se zadovoljila potražnja. Broj agregata I_g upravo je jednak indeksu i. Brojem agregata, koje treba staviti u pogon, određen je i ukupni tehnički minimum agregata

$$S_{min} = \sum_i S_{mi} \tag{70}$$

za $i = I_g$.

Na taj su način određene sve vrijednosti (P_t, P_r i S_{min}), potrebne za korekturu bilanca, jer su ranije određene bilance izračunate bez obzira na potrebne redukcije i bez obzira na osiguranje tehničkog minimuma.

Dijagram toka za određivanje potrebne snage termoelektrana za zadovoljenje konzuma uz određenu sigurnost, za određivanje potrebne nove snage termoelektrana i broja novih agregata u termoelektranama, za određivanja potrebne redukcije snage, te potrebnog tehničkog minimuma u termoelektranama prikazan je na sl. 12.

4. Određivanje potrebnih redukcija konzuma

Redukcije konzuma neće biti potrebne ako nije zadovoljena nejednadžba

$$P_t > 0 \tag{71}$$

jer su tada dovoljne hidroelektrane za zadovoljenje konzuma. Također redukcije neće biti potrebne, ako nije zadovoljena nejednadžba (67), odnosno ako nije zadovoljena nejednadžba

$$P_r > 0 \tag{72}$$

Naravno da je u oba slučaja reducirana snaga jednka nuli, pa je reducirana količina energije $W_r = 0$, a to vrijedi i za konstantnu energiju $W_{kr} = 0$ (sl. 13).

Tablica s podacima za postojećih (P) agregata i za N novih agregata koji se angažiraju nakon R-tog postojećeg agregata Tablica 3

Novi indeks agregata (i)	Indeks postojećih i novih agregata (i_A), (i_N)	Pojedinačna snaga agregata	Kumulativna snaga agregata od $i = 1$ do i	Pojedinačni tehnički minimum agregata	Kumulativni tehnički minimumi agregata od $i = 1$ do i	Specifični troškovi za gorivo
1	1 A	$S_1 = S_{1A}$	$S_1 = S_{1A}$	$S_{m1} = S_{m1A}$	$S_{m1} = S_{m1A}$	$C_1 = C_{1A}$
2	2 A	$S_2 = S_{2A}$	$\sum_{1}^{2} S_i = \sum_{1A}^{2A} S_{iA}$	$S_{m2} = S_{m2A}$	$\sum_{1}^{2} S_{mi} = \sum_{1A}^{2A} S_{miA}$	$C_2 = C_{2A}$
...	...	...	...	...	...	...
R	RA	$S_R = S_{RA}$	$\sum_{1}^{R} S_i = \sum_{1A}^{RA} S_{iA}$	$S_{mR} = S_{mRA}$	$\sum_{1}^{R} S_{mi} = \sum_{1A}^{RA} S_{miA}$	$C_R = C_{RA}$
R + 1	1 N	$R_{R+1} = S_{1N}$	$\sum_{1}^{R+1} S_i = S_{1N} + \sum_{1A}^{RA} S_{iA}$	$S_{m(R+1)} = \mu_n S_{1N}$	$\sum_{1}^{R+1} S_{mi} = \mu_n S_{1N} \sum_{1A}^{RA} S_{miA}$	$C_{R+1} = C_N$
R + 2	2 N	$S_{R+2} = S_{2N}$	$\sum_{1}^{R+2} S_i = \sum_{1N}^{2N} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA} S_{iA}$	$S_{m(R+2)} = \mu_n S_{2N}$	$\sum_{1}^{R+2} S_{mi} = \mu_n \sum_{1N}^{2N} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA} S_{miA}$	$C_{R+2} = C_N$
...	...	...	...	...	...	...
R + N	NN	$S_{R+N} = S_{NN}$	$\sum_{1}^{R+N} S_i = \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA} S_{iA}$	$S_{m(R+N)} = \mu_n S_{NN}$	$\sum_{1}^{R+N} S_{mi} = \mu_n \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA} S_{miA}$	$C_{R+N} = C_N$
R + N + 1	RA + 1	$S_{R+N+1} = S_{RA+1}$	$\sum_{1}^{R+N+1} S_i = \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA+1} S_{iA}$	$S_{m(R+N+1)} = S_{m(RA+1)}$	$\sum_{1}^{R+N+1} S_{mi} = \mu_n \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA+1} S_{miA}$	$C_{R+N+1} = C_{RA+1}$
R + N + 2	RA + 2	$S_{R+N+2} = S_{RA+2}$	$\sum_{1}^{R+N+2} S_i = \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA+2} S_{iA}$	$S_{m(R+N+2)} = S_{m(RA+2)}$	$\sum_{1}^{R+N+2} S_{mi} = \mu_n \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{RA+2} S_{miA}$	$C_{R+N+2} = C_{RA+2}$
...	...	...	...	...	...	...
P + N	PA	$S_{P+N} = S_{PA}$	$\sum_{1}^{P+N} S_i = \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{PA} S_{iA}$	$S_{m(P+N)} = S_{m(P+N)}$	$\sum_{1}^{P+N} S_{mi} = \mu_n \sum_{1N}^{NN} S_{iN} + \sum_{1A}^{PA} S_{miA}$	$C_{P+N} = C_{PA}$

Najčešće će najmanje štete izazvati smanjenje dobave velikim potrošačima s lučnim pećima (tvornice karbida, ferolegura i sl.) i s velikim elektrolizama (aluminij), pa je opravdano najprije provesti redukciju kod tih potrošača. Zbog toga treba posebno (sl. 13) razmatrati slučajeve kad je

$$P_r < P_{gr} \tag{73}$$

dakle kad je potrebna redukcija snage manja od potražnje spomenutih potrošača, a posebno slučajeve kad je

$$P_r > P_{gr} \tag{74}$$

gdje je P_{gr} potrebna snaga za opskrbu velikih potrošača (karbid, ferolegure, elektrolize aluminija), koji rade s konstantnim opterećenjem.

Kad je ispunjena nejednadžba (73) imamo slučaj (1) (sl. 13), koji je prikazan dijagramima na sl. 14, pa se u tom slučaju mogu zadovoljiti potrebe samo djelomičnim ili potpunim smanjenjem dobave spomenutim velikim konstantnim potrošačima. Smanjena količina energije iznosi

$$W_r = 24\,(r + n)\,P_r \tag{75}$$

koja je jednaka smanjenju konstantne energije, pa je

$$W_{rk} = 24\,(r + n)\,P_r \tag{76}$$

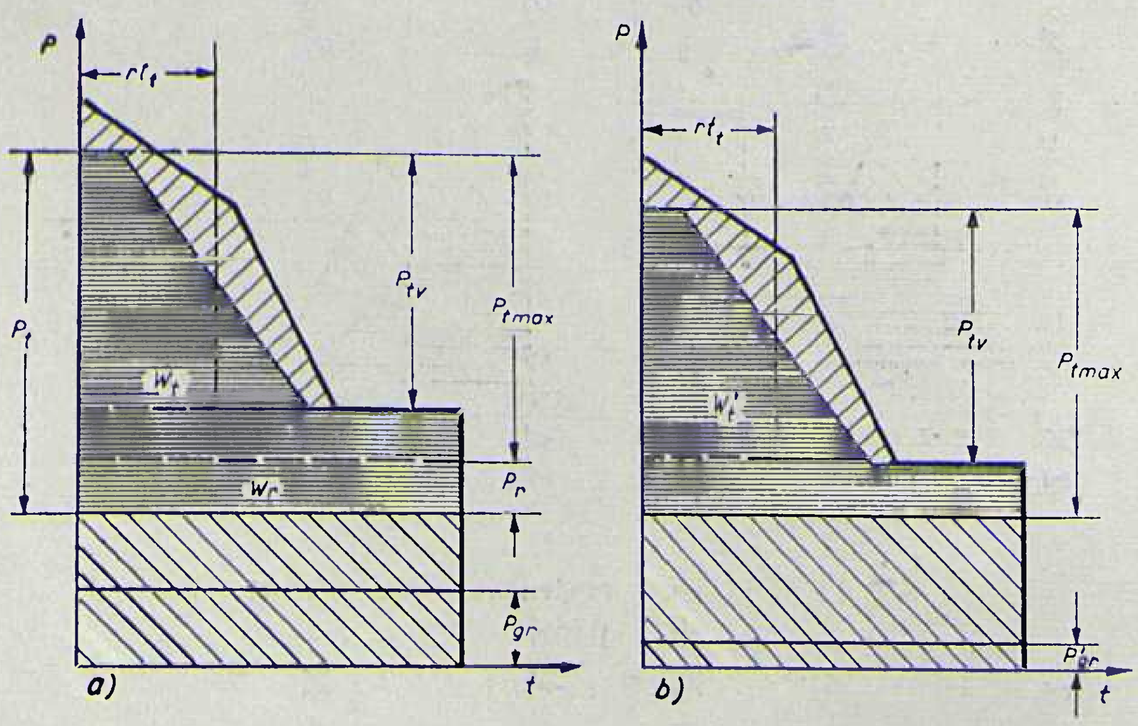
jer se redukcija provodi kod potrošača koji imaju konstantno opterećenje.

Treba napomenuti da su na sl. 14 (kao i na sl. 15—17) u lijevom dijagramu prikazane prilike prije provedenih redukcija konzuma, dok je u desnom dijagramu označen raspored proizvodnje hidroelektrana i termoelektrana nakon što su izvršene redukcije konzuma.

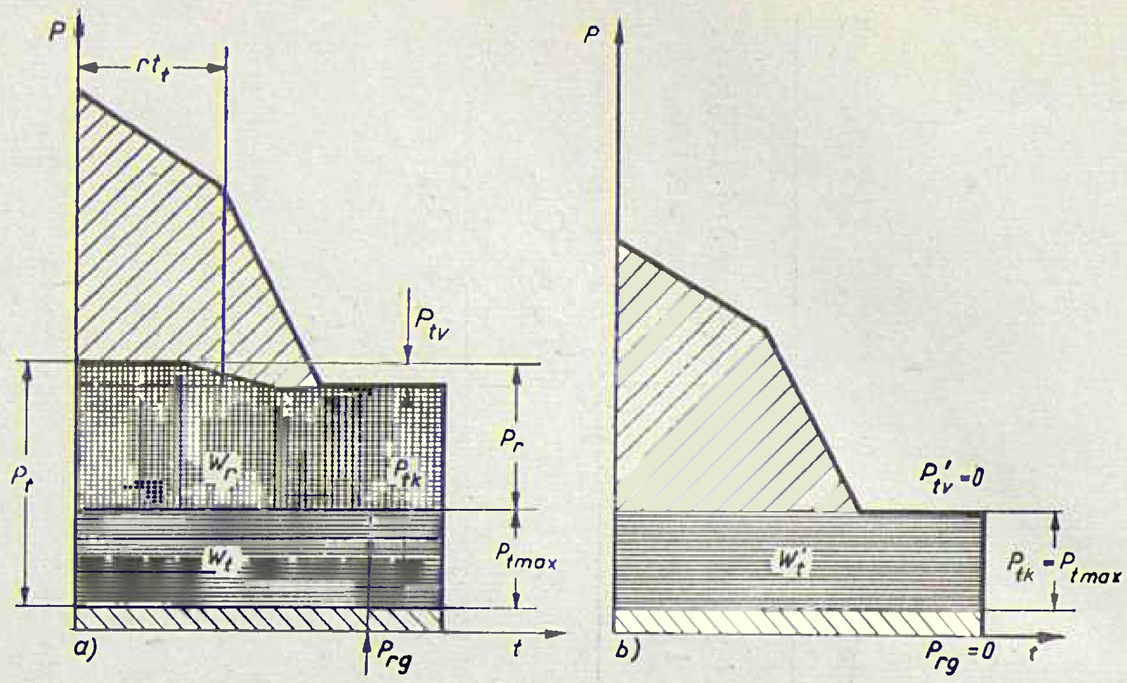
Ako je zadovoljena nejednadžba (74), potrebno je provesti redukciju i u konstantnom i u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Udio redukcije potrošnje u varijabilnom dijelu može se definirati relacijom

$$P_{rv} = \beta\,(P_r - P_{gr}) \tag{77}$$

jer se redukcija u varijabilnom dijelu provodi samo kad je ispunjena nejednadžba (74). U jednadžbi (77) β je veličina manja od jedan, a njezin iznos ovisi o dijagramima opterećenja potrošača koji dolaze u obzir za redukciju. S obzirom na angaziranje termoelektrana u dijagramu opterećenja,



Sl. 14. Primjer redukcije za slučaj: $P_r < P_{gr}$



Sl. 15. Primjer redukcije za slučaj:

$$P_r > P_g{}^1;\ P_t - \frac{\Delta W_{tk}}{24\,(r+n)} > \beta\,(P_r - P_{gr})$$

može se dogoditi da potrebna redukcija varijabilne snage P_{rv} bude veća od angažirane snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja (P_{tv}). Tada je ispunjena nejednadžba

$$P_t - \frac{W_{tk}}{24\,(r+n)} < \beta\,(P_r - P_{gr}) \tag{78}$$

jer je razlika prvih dvaju članova na lijevoj strani upravo potrebna snaga termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja (slučaj 2 na sl. 13). Zbog toga je potrebno u varijabilnom dijelu reducirati upravo toliko, koliko iznosi potrebna snaga termoelektrana u tom dijelu dijagrama opterećenja (sl. 15). Ukupna reducirana energija iznosi sada

$$W_r = W_t - 24\,(r + n)\,P_{max} \tag{79}$$

jer termoelektrane nakon redukcije potrošnje rade samo u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja. Zbog toga je i

$$W_{rk} = W_{tk} - 24\,(r + n)\,P_{tmax} \tag{80}$$

Ako nije zadovoljena nejednadžba (78), dakle kad je

$$P_t - \frac{W_{tk}}{24\,(r+n)} > \beta\,(P_r - P_{gr}) \tag{81}$$

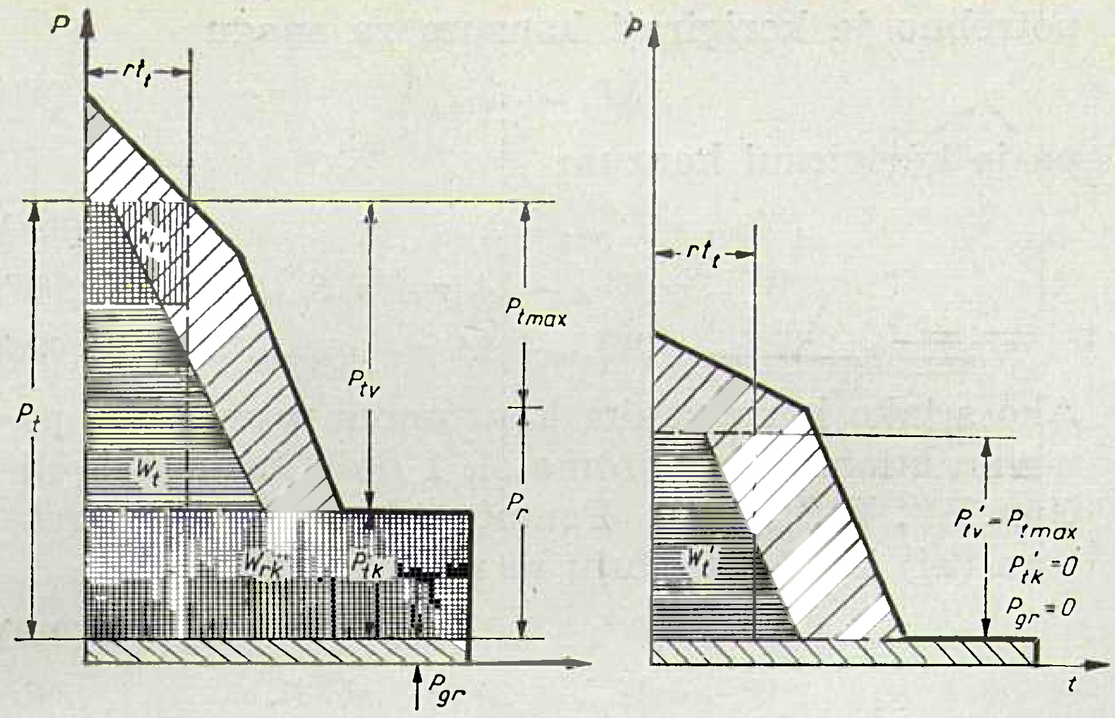
mogu se pojaviti dva slučaja: prvi (slučaj 3 na sl. 13), kad je ispunjena nejednadžba

$$Pr - \beta\,(P_r - P_{gr}) > \frac{W_{mk}}{24\,(r+n)} \tag{82}$$

i drugi (slučaj 4 na sl. 13), kad ta nejednadžba nije ispunjena.

Kad je zadovoljena nejednadžba (82), redukcija potrošnje u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja trebala bi iznositi više nego što je potrebna snaga termoelektrana u tom dijelu dijagrama opterećenja. Takva redukcija je neopravdana, jer bi dovela do preljeva vode u hidroelektranama, pa je opravdano u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja reducirati upravo onoliko koliko iznosi potrebna snaga termoelektrana u tom dijelu dijagrama opterećenja (sl. 16). Potrebna je, dakle, redukcija konstantne energije

$$W_{rk} = W_{tk} \tag{83}$$



Sl. 6. Primjer redukcije za slučaj:

$$P_r > P_{gr};\ P_t - \frac{W_{tk}}{24\,(r+n)} > \beta\,(P_r - P_{gr});$$

$$P - \beta\,(P_r - \hat{a}gr) > \frac{W_{mk}}{24\,(r+n)} > 0$$

Preostalu snagu treba reducirati u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, dok je potrebna reducirana energija jednaka produktu reducirane snage i trajanja korištenja potrebne snage termoelektrana. To trajanje definirano je relacijom

$$rt_t = \frac{W_{tv}}{P_{tv}} = \frac{W_t - W_{tk}}{P_t - \dfrac{W_{tk}}{24\,(r+n)}} \qquad (84)$$

dok za reduciranu varijabilnu snagu možemo postaviti

$$P_{rv} = P_r - \frac{W_{tk}}{24\,(r+n)} \qquad (85)$$

pa je reducirana varijabilna energija

$$W_{rv} = rt_t\left[P_r - \frac{W_{tk}}{24\,(r+n)}\right] \qquad (86)$$

Zbroj W_{rk} (83) i W_{rv} (86) daje ukupnu reduciranu količinu energije.

Ako nije ispunjena nejednadžba (82), ako je dakle

$$P_r - \beta\,(P_r - P_{gr}) < \frac{W_{mk}}{24\,(r+n)} \qquad (87)$$

u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja bit će potpuno reducirani veliki potrošači (snaga P_{gr}) i dio ostalog konstantnog opterećenja $(1-\beta)\,(P_r - P_{gr})$, pa je reducirana konstantna energija

$$W_{rk} = 24\,(r+n)\,[P_r - \beta\,(P - P_{gr})] \qquad (88)$$

U varijabilnom dijelu potrebno je reducirati snagu

$$P_{rv} = \beta\,(P_r - P_{gr}) \qquad (89)$$

pa uzevši u obzir (84) dobivamo

$$W_{rv} = rt_t \cdot P_{rv} \qquad (90)$$

Zbrajanjem (88) i (90) dobivamo ukupnu redukciju energije. Opisani slučaj prikazan je na sl. 17.

U svim slučajevima kad je ispunjena nejednadžba (72), dakle kad se pojavljuje potreba redukcije, potrebno je odrediti smanjeni konzum koji je karakteriziran slijedećim trima veličinama

$$P'_{max} = P_{max} - P_r \qquad (91a)$$

$$W'_m = W_m - W_r \qquad (91b)$$

$$W'_{mk} = W_{mk} - W_{rk} \qquad (91c)$$

s kojima se ponovno ulazi u račun.

5. Osiguranje tehničkog minimuma termoelektrana

Nakon što je određen korigirani konzum prema relacijama (91), dakle kad su od polaznog konzuma odbijene reducirane snage i energije, potrebno je ponovno izvršiti bilanciranje prema sl. 1, te ponovno odrediti za svaki slučaj potrebni tehnički minimum termoelektrana S_{min} (70), što je prikazano dijagramom toka na sl. 18. Ponovno bilanciranje nije potrebno za slučajeve kad nema redukcija (kad nije zadovoljena relacija $P_r > 0$ na sl. 13), a niti je za te slučajeve potrebno ponovno odrediti tehnički minimum angažiranih agregata (S_{min}), jer je već određen (sl. 12).

Treba napomenuti da su rezultati bilanca (P_t, W_t, W_{tk} itd.), bilo da se radi o ponovnom bilanciranju, bilo da ponovno bilanciranje nije bilo potrebno, označeni s crticom (npr. P'_t, W'_t, W'_{tk} itd.), da bi se naglasilo da se radi o vrijednostima nakon provedenih redukcija konzuma. To isto vrijedi i za konzum, koji je korigiran u slučajevima kad su bile potrebne redukcije.

Za slučajeve kad je potrebno angažirati termoelektrane ($P_t > 0$ na sl. 13) potrebno je kontrolirati da li je potrebna snaga termoelektrana u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja veća od potrebnog tehničkog minimuma agregata, dakle da li je

$$\frac{W'_{tk}}{24\,(r+n)} = P'_{tk} > S_{min} \qquad (92)$$

Ako je zadovoljena nejednadžba (92), osiguran je tehnički minimum za angažirane agregate, pa daljnji račun nije potreban.

Međutim ako nije zadovoljena nejednadžba (92) najpovoljnije je korigirati konzum, pa s tako korigiranim i smanjenim konzumom odrediti novu potrebnu snagu i energiju iz termoelektrana te neiskorištenu snagu i energiju hidroelektrana (prema dijagramu toka na sl. 1). Konzum treba smanjiti

Sl. 17. Primjer redukcije za slučaj:

$$P_r > P_{gr};\ P_t - \frac{W_{tk}}{24\,(r-n)} > \beta\,(P_r - P_{gr});$$

$$P_r - \beta\,(P_r - P_g) < \frac{W_{mk}}{24\,(r+n)}$$

za snagu δP_t odnosno za energiju koja se proizvodi tom snagom 24 $(r + n)\,\delta P_t$. Dodavajući tu korekturu nakon provedenog bilanciranja određuje se stvarna proizvodnja termoelektrana koja uzima u obzir i potrebnu snagu termoelektrana za osiguranje tehničkog minimuma. Da bi se odredila ta korektura konzuma, treba najprije utvrditi, da li je potrebni tehnički minimum termoelektrana veći ili manji od konstantnog opterećenja nakon provedene redukcije, ako je ta redukcija bila potrebna. Ako je, dakle,

$$\frac{W'_{mk}}{24\,(r+n)} < S_{min} \tag{93}$$

bit će neophodno potrebno obustaviti dio agregata za vrijeme malih opterećenja, sve dok tehnički minimum (S_{min}) ne bude jednak konstantnom opterećenju, koje je jednako prvom članu na lijevoj strani nejednadžbe (93), pa je

$$\delta P_t = \frac{W'_{mk}}{24\,(r+n)} \tag{94}$$

To je za promatrani slučaj snaga δP_t za koju treba korigirati konzum, pa su nove karakteristike konzuma

$$P''_{max} = P'_{max} - \frac{W'_{mk}}{24\,(r+n)} \tag{95a}$$

$$W''_{m} = W'_{m} - W'_{mk} \tag{95b}$$

$$W''_{mk} = 0 \tag{95c}$$

Ako nije ispunjena nejednadžba (93), dakle kad je

$$\frac{W'_{mk}}{24\,(r+n)} S_{min} \geqq 0 \tag{96}$$

potrebno je korigirati konzum za snagu

$$\delta P_t = S_{min} \tag{97}$$

pa je korigirani konzum

$$P''_{max} = P'_{max} - S_{min} \tag{98a}$$

$$W''_{m} = W'_{m} - 24\,(r+n)\,S_{min} \tag{98b}$$

$$W''_{mk} = W'_{mk} - 24\,(r+n)\,S_{min} \tag{98c}$$

Ako s tako korigiranim konzumom provedemo ponovno bilanciranje prema sl. 1 doće ćemo do veličina P_t'', W_t'' i W''_{tk}. Pomoću tih veličina i korektura (94) i (95) određuju se stvarne veličine

$$P''_t = P''_t + \delta P_t \tag{99a}$$

$$W''_t = W''_t + 24\,(r+n)\,\delta P_t \tag{89b}$$

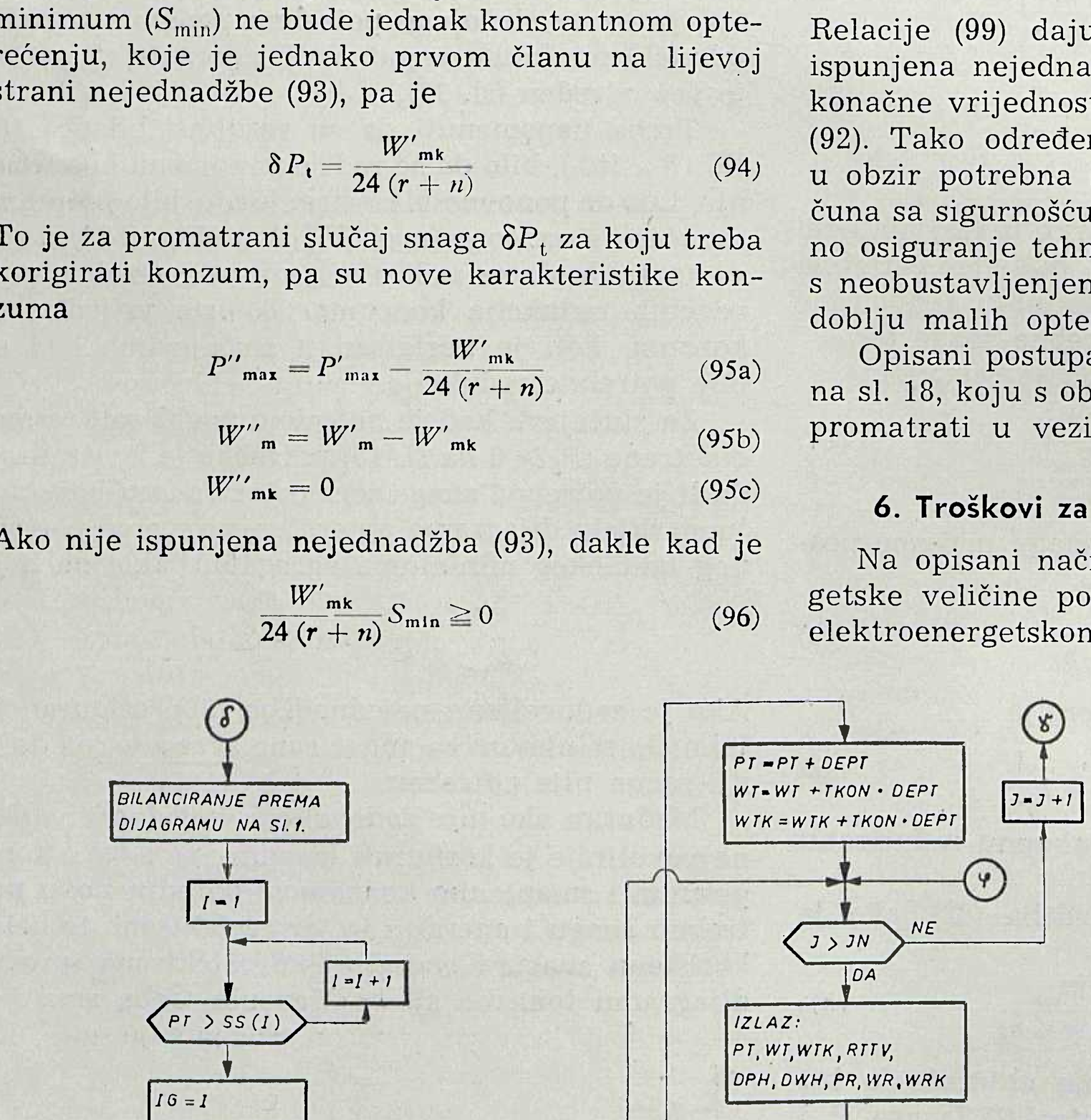
$$W''_{tk} = W''_{tk} + 24\,(r+n)\,\delta P_t \tag{99c}$$

Relacije (99) daju konačne vrijednosti kad nije ispunjena nejednadžba (92) dok su P'_t, W'_t i W'_{tk} konačne vrijednosti kad je ispunjena nejednadžba (92). Tako određene konačne vrijednosti uzimaju u obzir potrebna smanjenja konzuma, kad se računa sa sigurnošću manjom od 100%, kao i potrebno osiguranje tehničkog minimuma, ako se računa s neobustavljenjem svih ili dijela agregata u razdoblju malih opterećenja.

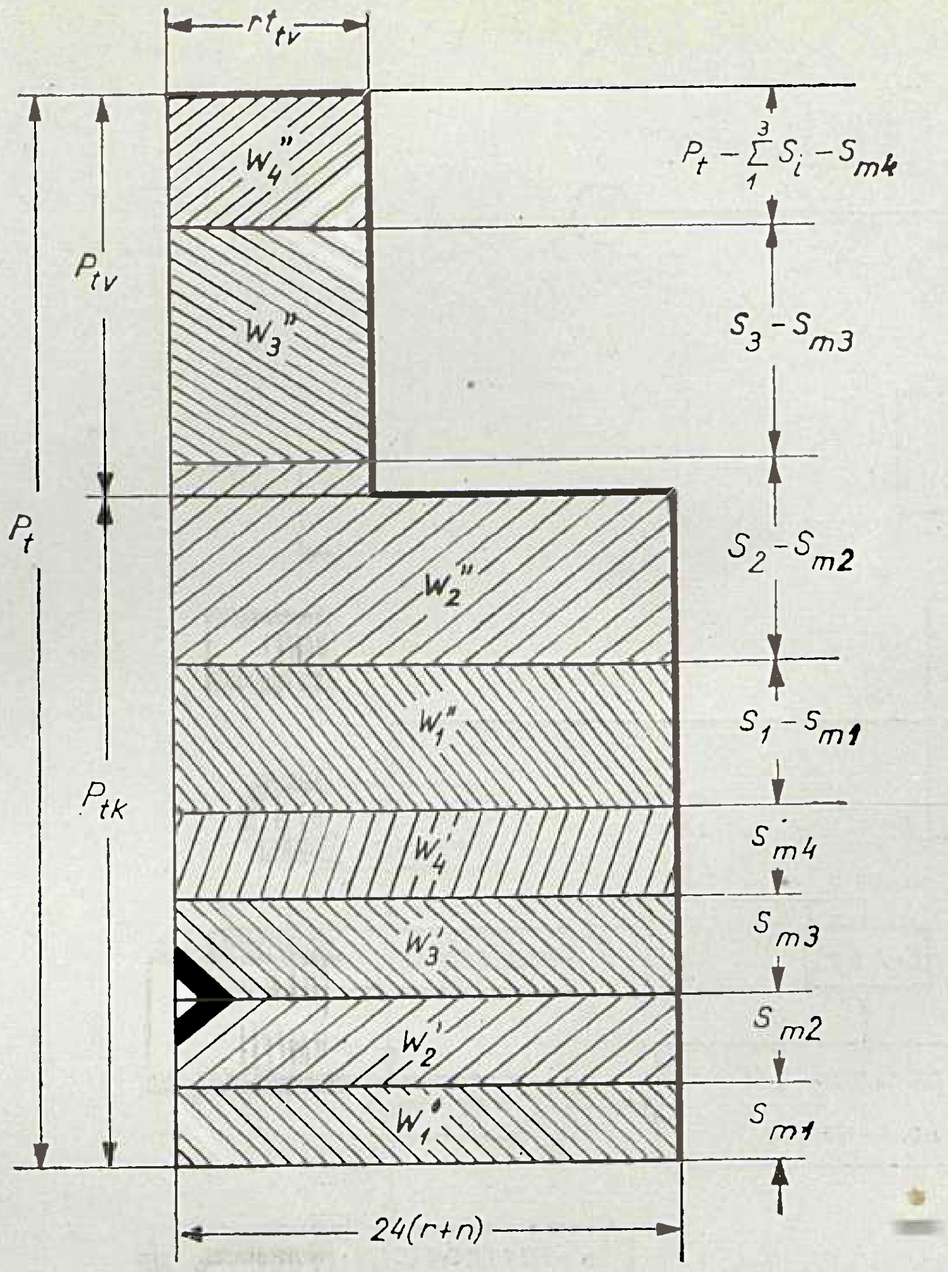
Opisani postupak prikazan je u dijagramu toka na sl. 18, koju s obzirom na tok proračuna — treba promatrati u vezi s dijagramom toka na sl. 13.

6. Troškovi za gorivo u termoelektranama

Na opisani način moguće je odrediti sve energetske veličine potrebne za poznavanje odnosa u elektroenergetskom sistemu, ali bez troškova za



Sl. 18. Dijagram toka za bilanciranje nakon korigiranja konzuma zbog redukcija i zbog tehničkog minimuma



Sl. 19. Primjer angažiranja termoelektrana

gorivo u termoelektranama nema svih potrebnih elemenata za energetsko — ekonomske analize.

Iz konačnih podataka za P_t, W_t i W_{tk} (sl. 18) moguće je aproksimirati krivulju trajanja opterećenja termoelektrana za svaki mjesec posebno, pa pomoću tako aproksimirane krivulje odrediti položaj svakog pojedinog agregata. Položaj agregata određen je redoslijedom agregata definiranim u tab. 2 odnosno u tab. 3, a taj je redoslijed načinjen prema specifičnim troškovima za gorivo s tim da najniži ideks ima agregat s najmanjim specifičnim troškovima za gorivo, zatim redom po veličini tih specifičnih troškova. Položaj novih agregata u tab. 3 definiran je također specifičnim troškovima za gorivo novih agregata u odnosu na specifične troškove postojećih.

Aproksimirana krivulja trajanja opterećenja termoelektrana (sl. 19) definirana je slijedećim relacijama

$$P_{tk} = \frac{W_{tk}}{24\,(r+n)} \tag{100a}$$

$$P_{tv} = P_t - \frac{W_{tk}}{24\,(r+n)} \tag{100b}$$

$$rt_{tv} = \frac{W_t - W_{tk}}{P_t - \dfrac{W_{tk}}{24\,(r-n)}} \tag{100c}$$

Takva aproksimacija — koja je moguća na osnovi veličina izračunatih metodom konstantne i varijabilne energije — dovodi do nešto viših troškova za gorivo, jer se pretpostavlja da sve termoelektrane u varijabilnom dijagramu opterećenja rade s pravokutnim dijagramom opterećenja. U praktičnom pogonu taj će češće imati oblik trapeza ili trokuta, što dovodi do manje proizvodnje više

postavljenih termoelektrana. Određivanje oblika varijabilnog dijela dijagrama opterećenja dovelo bi do znatnih komplikacija, koje ne bi bile ni u kakvom razmjeru s poboljšanjem dobivenih rezultata.

Dijagram toka za određivanje troškova za gorivo prikazan je na sl. 20.

Da bi se što više skratilo vrijeme računanja, proračun počinje određivanjem troškova za gorivo za tehnički minimum svih agregata koje treba staviti u pogon u promatranom mjesecu, koji iznose

$$T = \sum_{i=1}^{I_g} 24\,(r+n)\,C_i S_{mi} \tag{101}$$

gdje je I_g broj agregata koje treba staviti u pogon, a (i) redni broj agregata prema redoslijedu angažiranja (tab. 3), dok su C_i specifični troškovi za gorivo po jedinici energije, a S_{mi} tehnički minimum i-tog agregata.

Ako je potrebna snaga termoelektrana u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja (P_{tk}) upravo jednaka zbroju tehničkih minimuma agregata (S_{min}), relacijom (101) određeni su ukupni troškovi za gorivo u proizvodnim termoelektranama u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja.

Kad ne postoji spomenuta jednakost, način određivanja troškova za gorivo ovisi o tome da li je, ili nije, zadovoljena nejednadžba

$$P_{tk} > S_{min} \tag{102}$$

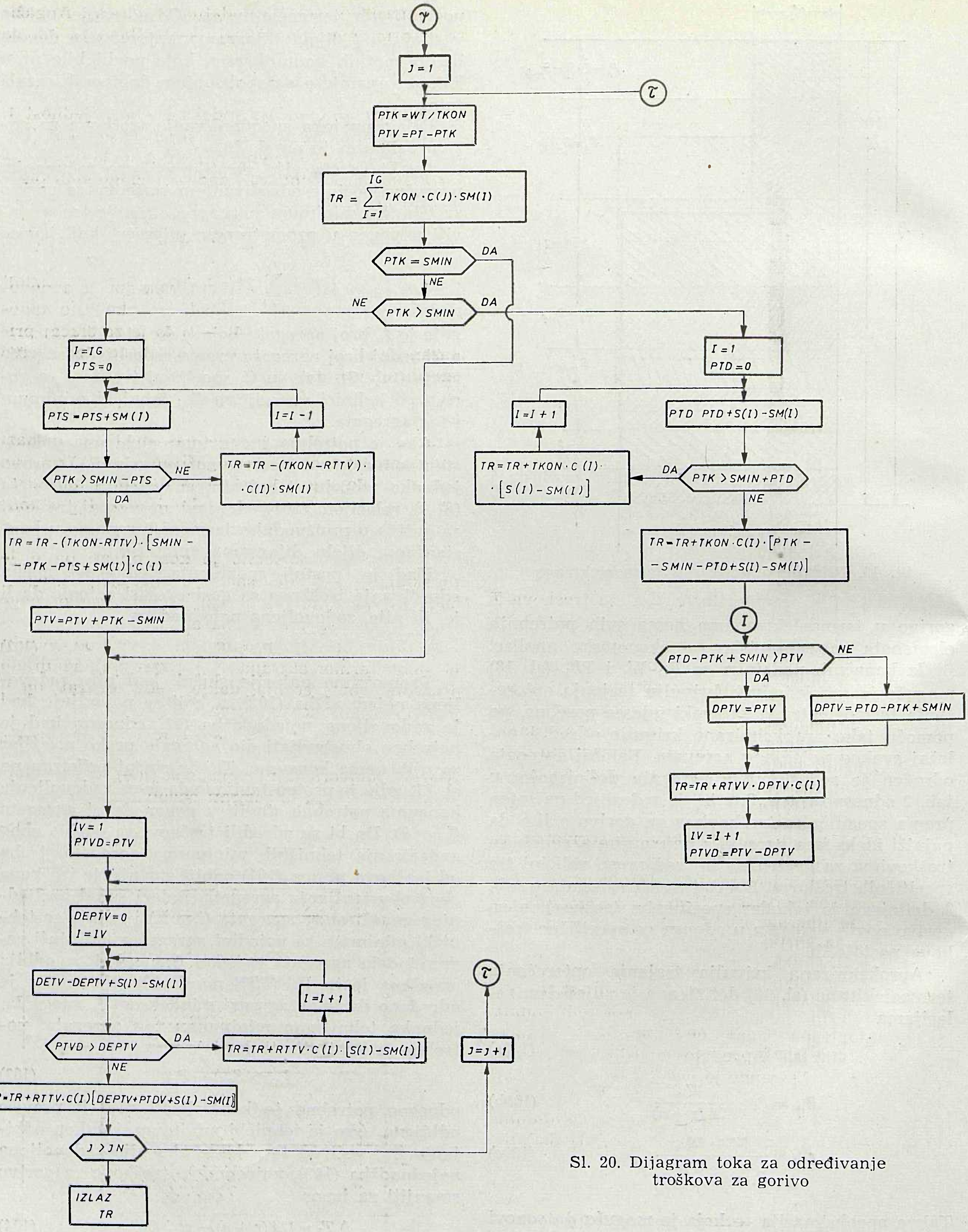
Promotrimo najprije slučaj, kad nije zadovoljena nejednadžba (102), a koji se pojavljuje kad je zadovoljena nejednadžba (93) odnosno kad je potrebno obustavljati dio agregata preko noći, jer za njih nema konzuma. Taj je slučaj prikazan na sl. 21, gdje je pretpostavljeno da je za zadovoljenje konzuma potrebno staviti u pogon devet agregata ($I_g = 9$). Da bi se odredili troškovi za gorivo zbog angažiranja tehničkih minimuma agregata, treba od troškova prema (101) odbiti smanjenje troškova zbog obustavljanja agregata. Polazi se od posljednjeg angažiranog agregata ($i = I_g$) i odbija se tehnički minimum za pojedini agregat smanjujući redom indeks agregata za jedan. Snaga koje se odbija označena je sa P_{ts} (PTS na sl. 20). Nakon što je određeno da je za agregat s indeksom I_g snaga P_{ts} jednaka tehničkom minimumu tog agregata, potrebno je kontrolirati da li je

$$P_{tk} > S_{min} - P_{ts} \tag{103}$$

odnosno potrebno je kontrolirati nije li previše odbijeno. Ako je tehnički minimum, i nakon odbijanja P_{ts}, veći od P_{tk}, dakle ako nije zadovoljena nejednadžba (103), potrebno je troškove za gorivo smanjiti za iznos

$$\Delta T_i = [24\,(r+n) - rt_{tv})\,C_i S_{mi} \tag{104}$$

što upravo odgovara smanjenju trnoškova zbog obustavljanja agregata u razdoblju kad nije potrebna proizvodnja iz termoelektrana u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja. Nakon toga se prelazi na slijedeći agregat ($i = I_g - 1$), pa je sada P_{ts} definirano kao suma tehničkih minimuma agre-



Sl. 20. Dijagram toka za određivanje troškova za gorivo

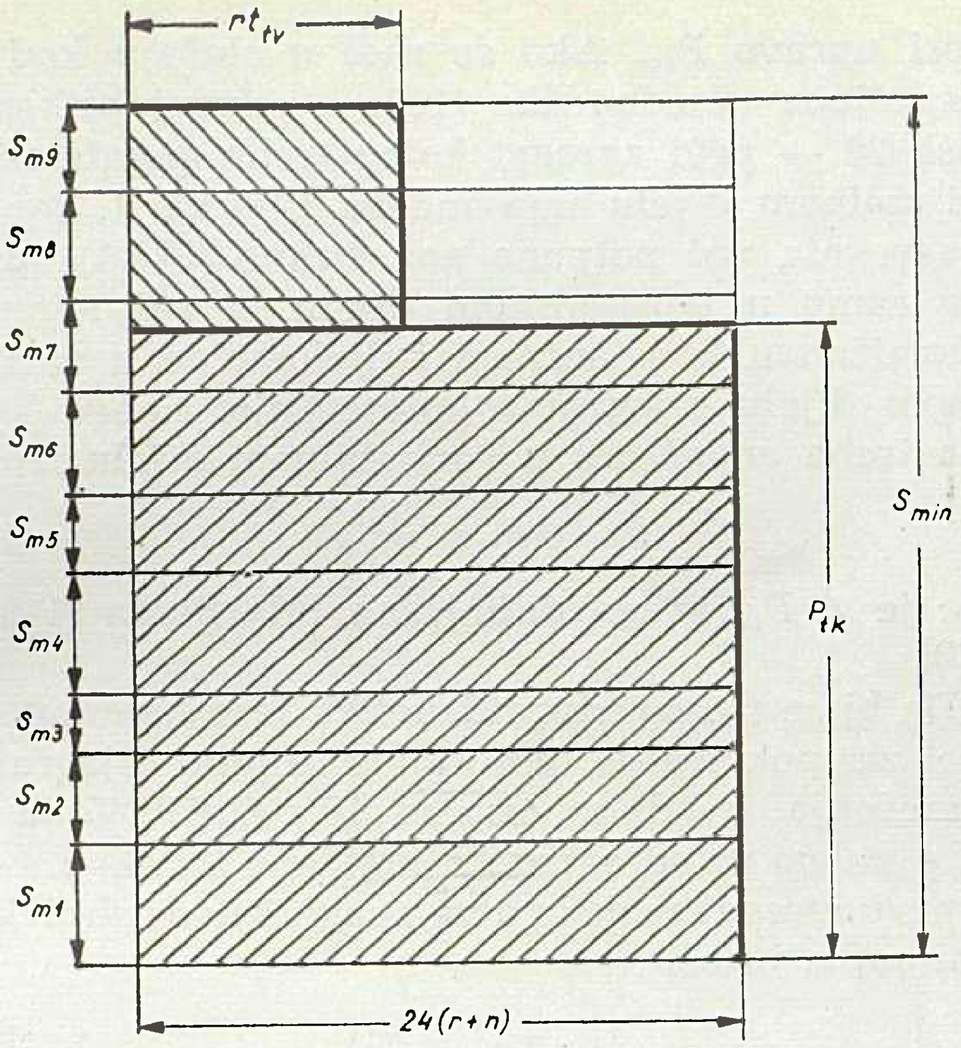
gata s indeksima I_g i $I_g - 1$. To se ponavlja sve dok nije zadovoljena relacija (103). Za slučaj na sl. 21. relacija (103) bit će zadovoljena za $i = I_g - 2 = 7$, pa tada treba odbiti troškove za gorivo samo za dio snage S_{m7}. Taj dio snage možemo odrediti iz relacije

$$\Delta S_{mi} = S_{min} - P_{tk} - P_{ts} + S_{mi} \qquad (103)$$

odnosno uzevši u obzir sl. 21,

$$\Delta S_{m7} = S_{min} - P_{tk} - (S_{m9} + S_{m8} + S_{m6}) + S_{m7} \qquad (106)$$

jer je $P_{ts} = S_{m9} + S_{m8} + S_{m7}$. Dodatno smanjenje troškova iznosi



Sl. 21 Primjer angažiranja agregata u termoelektranama u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja za slučaj kad je $P_{tk} < S_{min}$

$$\Delta T_{d1} = [24(r+n) - rt_{tv}]\, C_i\, \Delta S_{m1} \qquad (107)$$

Odbijajući postepeno troškove ΔT od troškova T dolazimo do ukupnih stvarnih troškova za gorivo za angažiranje termoelektrana sa snagama koje odgovaraju tehničkom minimumu. U promatranom slučaju dio opterećenja u varijabilnom dijelu pokriva se snagom tehničkih minimuma, pa je još preostalo da se odrede troškovi za preostalo angažiranje termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Ta preostala snaga iznosi

$$P_{tv}' = P_{tv} + P_{tk} - S_{min} \qquad (108)$$

za koju još treba odrediti troškove za gorivo, što će biti kasnije opisano.

Ako je zadovoljena nejednadžba (102) (sl. 20), dakle, kad je konstantno opterećenje termoelektrana (P_{tk}) veće od zbroja tehničkih minimuma agregata u termoelektranama (S_{min}) koje treba angažirati za zadovoljenje konzuma, u konstantni dio dijagrama opterećenja može se smjestiti i dio proizvodnje agregata iznad tehničkog minimuma, i to sve dok ukupna snaga ne bude upravo jednaka P_{tk}. Da bi se osigurao predviđeni redoslijed angažiranja agregata, potrebno je poći od agregata s najnižim indeksom (i = 1). Dodatnu snagu koja je još preostala nakon angažiranja tehničkog minimuma označimo sa P_{td}. Za prvi agregat (i = 1) dodatna je snaga dakle

$$P_{td} = S_1 - S_{m1} \qquad (109)$$

Nakon toga treba kontrolirati nije li zbroj dodatne snage (P_{td}) i zbroj tehničkih minimuma (S_{min}) veći od potrebne snage (P_{tk}), odnosno da li je

$$P_{tk} > S_{min} + P_{td} \qquad (110)$$

Ako je zadovoljena nejednadžba (110), što znači da dodavanjem snage P_{td} nije dostignuta snaga P_{tk}, može se u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja angažirati ukupna dodatna snaga P_{td}. Angažiranjem te snage povećavaju se troškovi za gorivo za

$$\Delta T_i = 24(r+n) \cdot C_i (S_i - S_{mi}) \qquad (111)$$

U razmatranom slučaju indeks i ima vrijednost 1.

Nakon toga se prelazi na slijedeći agregat ($i = i + 1$), pa se ponovno određuje dodatna snaga P_{td}, koja sada obuhvaća i dodatnu snagu svih prethodnih agregata, pa je

$$P_{td} = \sum_i (S_i - S_{mi}) \qquad (112)$$

Prelazi se na slijedeći agregat, dok god je zadovoljena nejednadžba (110). Međutim ako nije zadovoljena nejednadžba (110) — a to je za slučaj prikazan na sl. 22 $i = 4$ — dodatni troškovi za gorivo određuju se iz relacije

$$\Delta T_{id} = 24(r+n) \cdot C_i (P_{tk} - S_{min} - P_{td} + S_i - S_{mi}) \qquad (113)$$

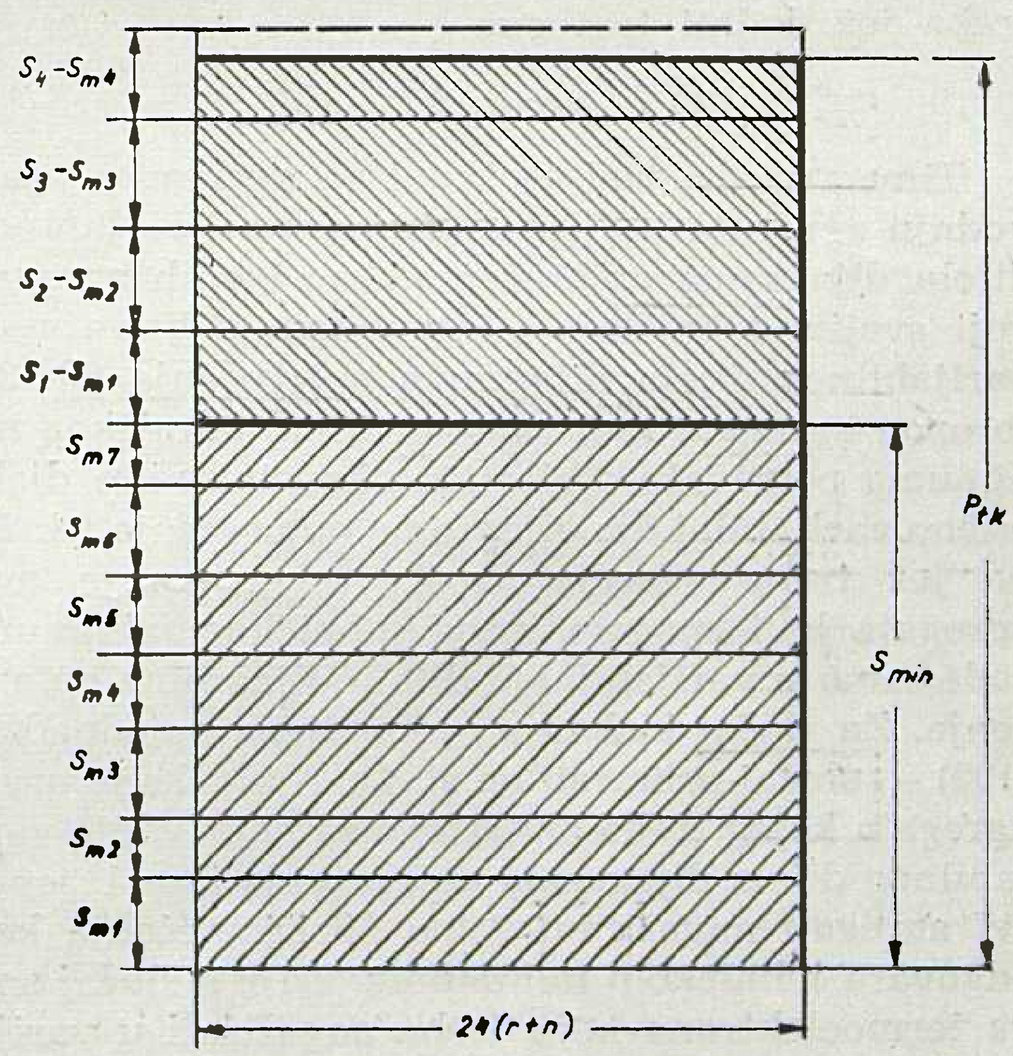
Izraz u zagradi upravo je jednak angažiranoj snazi i-tog agregata (na sl. 22 angažiranoj snazi četvrtog agregata) koja je još potrebna da zbroj angažiranih snaga bude jednak potrebnoj snazi P_{tk} u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja.

Nakon toga potrebno je kontrolirati da li je preostala angažirana snaga posljednjeg agregata (četvrtog agregata na sl. 22), kojemu je dio snage iznad tehničkog minimuma angažiran u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja, veći od potrebne snage termoelektrana (P_{tv}) u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, dakle treba testirati da li je zadovoljena nejednadžba

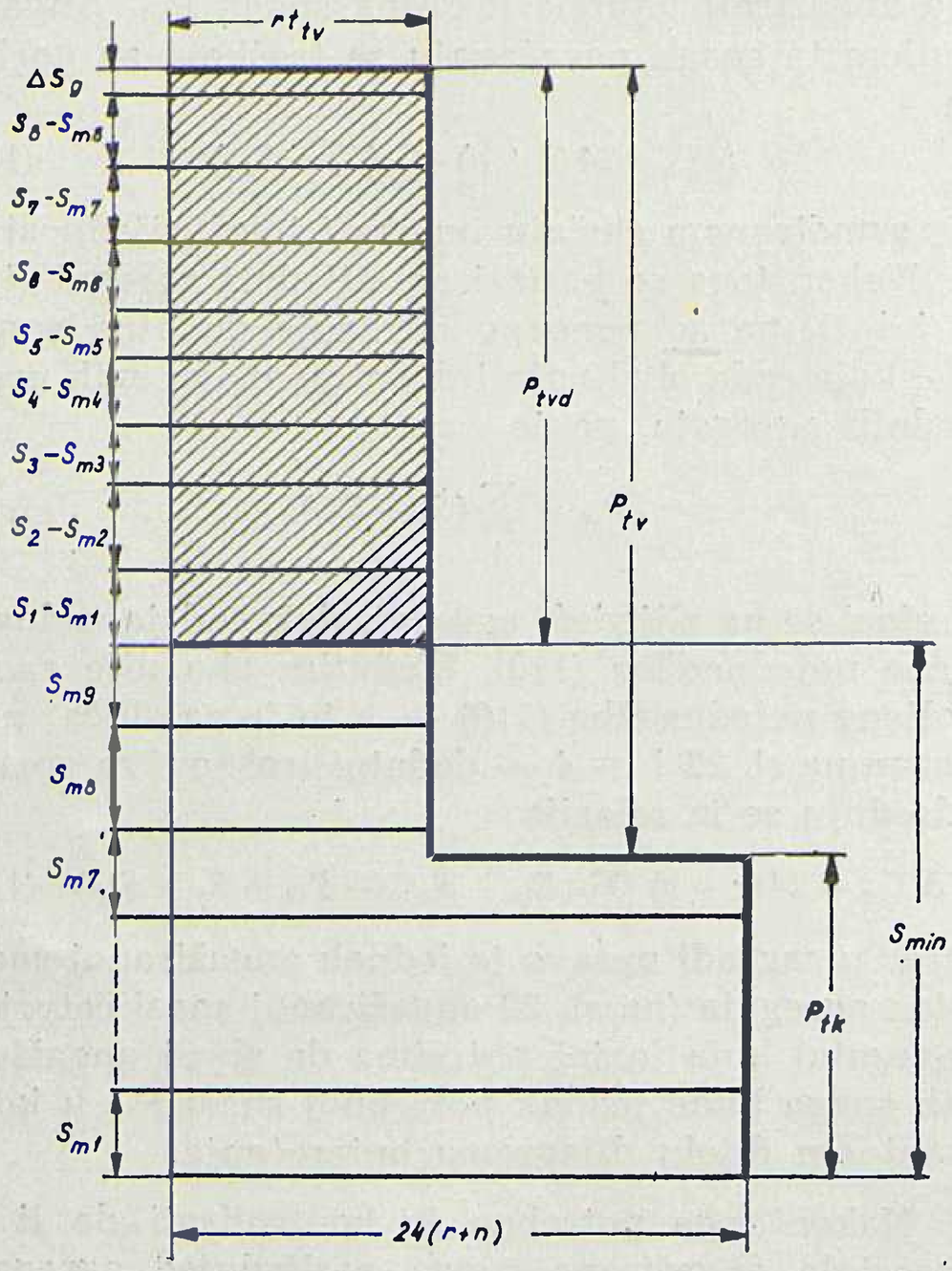
$$P_{td} - P_{tk} + S_{min} > P_{tv} \qquad (114)$$

Ako je zadovoljena nejednadžba (114), u varijabilnom dijelu treba angažirati snagu

$$\Delta P_{tv} = P_{tv} \qquad (115)$$



Sl. 22. Primjer angažiranja agregata u termoelektranama u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja za slučaj kad je $P_{tk} < S_{min}$



Sl. 23. Primjer angažiranja agregata u termoelektranama u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja za slučaj kada je $P_{tk} > S_{min}$

dakle, upravo onoliko koliko je potrebno za zadovoljenje konzuma. Ako nije zadovoljena nejednadžba (114), potrebno je angažirati svu neangaženiranu snagu posljednjeg agregata, pa je

$$\Delta P_{tv} = P_{td} - P_{tk} + S_{min} \tag{116}$$

Da bi se uzelo u obzir angažiranje posljednjeg agregata s obzirom na povećanje troškova za gorivo, treba još dodati troškove

$$\Delta T_{id} = rt_{tv} \cdot \Delta P_{tv} \cdot C_i \tag{117}$$

Time su određeni troškovi za gorivo za proizvodnju agregata koji su angažirani u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja, kao i onih agregata koji svojim tehničkim minimumom pokrivaju dio varijabilnog dijela dijagrama opterećenja (sl. 21), te onog agregata koji snagom iznad tehničkog minimuma pokrivaju djelomično konstantni, a djelomično varijabilni dio dijagrama opterećenja (sl. 22), pa još treba odrediti troškove za gorivo onih agregata koji snagom iznad tehničkog minimuma rade samo u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Za slučaj kad nije zadovoljena nejednadžba (102) — slučaj prikazan na sl. 21 — indeks je prvog agregata kojeg treba angažirati za pokrivanje varijabilnog dijela dijagrama opterećenja $i_v = 1$, jer su svi agregati angažirani samo do opterećenja koje odgovara tehničkom minimumu. Za isti slučaj snaga termoelektrana koju treba angažirati u varijabilnom dijelu (P_{tvd}) određena je relacijom (108), dok za slučaj kad je $P_{tk} = S_{min}$ snaga termoelektrana koju treba angažirati u varijabilnom dijelu iznosi upravo P_{tv}. Ako se radi o slučaju kad je zadovoljena nejednadžba (102) — slučaj prikazan na sl. 22 — prvi agregat kojeg treba angažirati u varijabilnom dijelu ima indeks $i_v = i + 1$, jer je (i) agregata već potpuno angažirano $(i - 1)$ agregata samo u konstantnom dijelu, a i-ti agregat djelomično u konstantnom i djelomično u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Snaga koju sada treba angažirati u varijabilnom dijelu iznosi

$$P_{tvd} = P_{tv} - \Delta P_{tv} \tag{118}$$

gdje je ΔP_{tv} snaga definirana relacijama (115) i (116).

Da bi se moglo utvrditi kolika je snaga angažirana za pokrivanje preostalog dijela dijagrama opterećenja, uvodi se oznaka δP_{tv} (DEPTV na sl. 20), a polazi se od agregata koji ima indeks $i = i_v$. Za prvi agregat maksimalna snaga iznad tehničkog minimuma iznosi

$$\delta P_{tv} = S_i - S_{mi} \tag{119}$$

Ako je tolika snaga potrebna u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, odnosno ako je

$$P_{tvd} > \delta P_{tv} \tag{120}$$

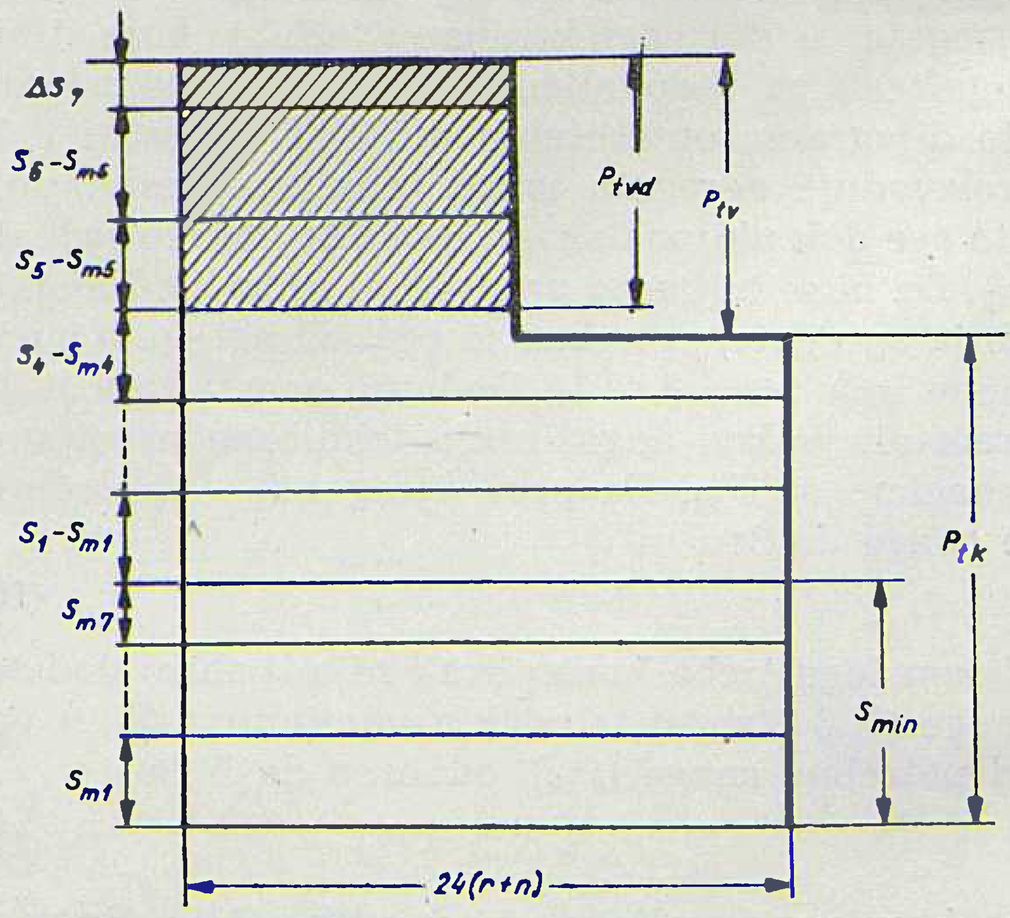
snaga δP_{tv} može se angažirati, pa dodatni troškovi za gorivo — koje treba dodati već ranije određenim troškovima — iznose

$$\Delta T = rt_{tv} \cdot C_i (S_i - S_{mi}) \tag{121}$$

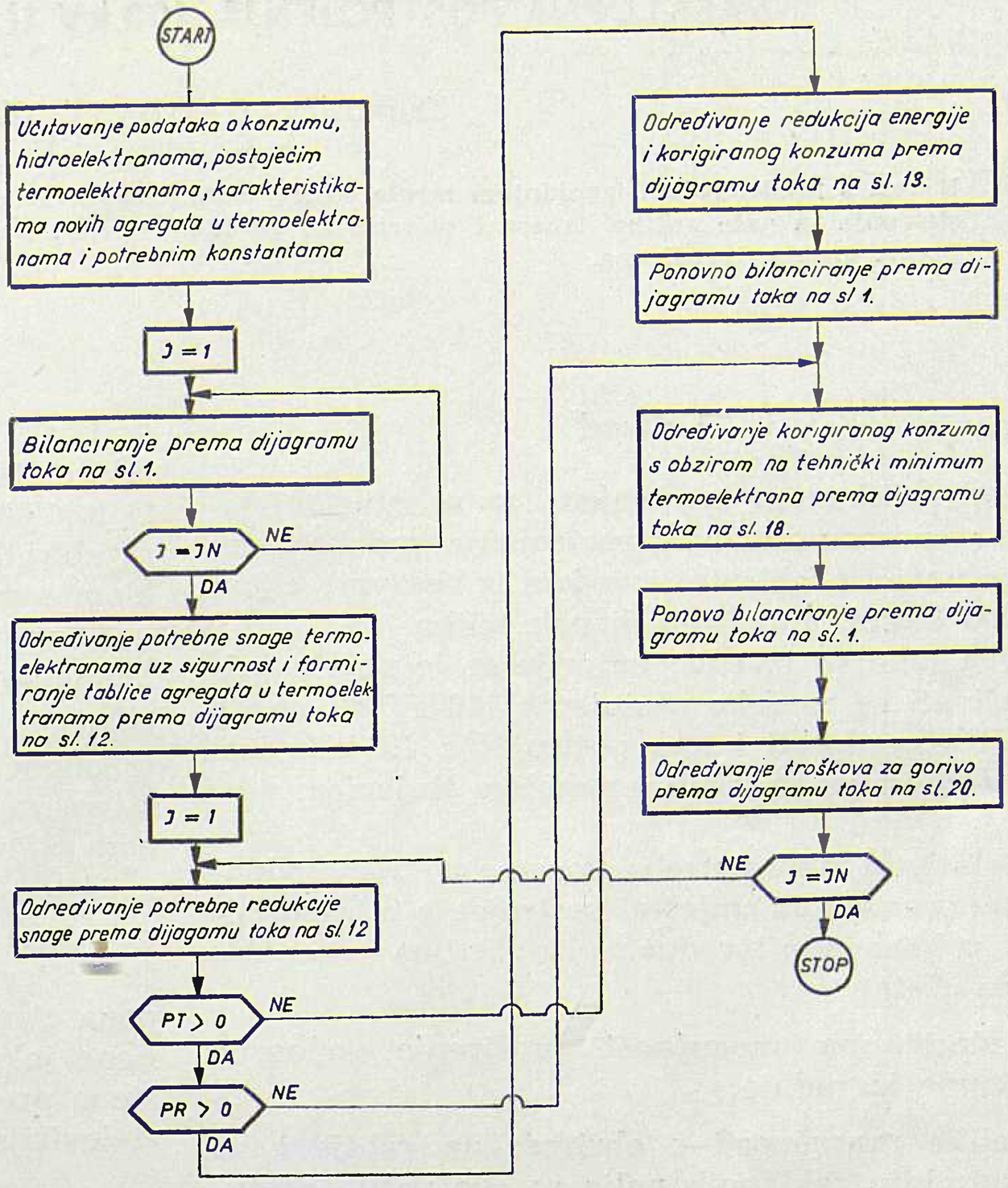
Nakon toga se prelazi na slijedeći agregat $(i = i + 1)$, pa se ponovno određuje δP_{tv} koji je sada suma razlika S_i i S_{mi}, odnosno općenito

$$\delta P_{tv} = \sum_i (S_i - S_{mi}) \tag{122}$$

Prijelaz na slijedeći agregat vrši se sve dotle dok se ne dođe do agregata za koji nije zadovoljena nejednadžba (120), odnosno sve dok dodatna snaga angažiranih agregata (δP_{tv}) ne postane veća od potrebne snage u varijabilnom dijelu (P_{tvd}). To se



Sl. 24. Primjer angažiranja agregata u termoelektranama u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja za slučaj kada je $P_{tk} > S_{min}$



Sl. 25. Blok dijagram za bilanciranje i određivanje troškova za gorivo.

događa kad se dođe do devetog agregata za primjer na sl. 23, odnosno do sedmog agregata za primjer na sl. 24. Kad, naime, nije zadovoljena nejednadžba (140), dodatni troškovi za gorivo određuju se iz relacije

$$\Delta T = rt_{tv} \cdot C_i (P_{tvd} + \delta P_{tv} - S_{mi}) \qquad (123)$$

jer je izraz u zagradi upravo jednak S_9 na sl. 23 odnosno S_7 na sl. 24.

Tim su određeni ukupni troškovi za gorivo u termoelektranama za mjesec s indeksom j, pa se može prijeći na određivanje troškova za slijedeći mjesec s indeksom $j + 1$.

7. Blok-shema proračuna

Na sl. 25 prikazana je blok-shema opisanog postupka, iz koje je vidljiv cijeli tok proračuna i u koju su kao pojedini blokovi uključeni dijagrami toka prikazani na sl. 1, sl. 12, sl. 13, sl. 18 i sl. 20. Osim toga je na sl. 25 prikazan tok proračuna po mjesecima. U blok-shemi nije naveden postupak određivanja prosječnih mjesečnih i prosječnih godišnjih vrijednosti pojedinih veličina koje je moguće odrediti iz pojedinačnih vrijednosti.

8. Rezerva u sistemu

Sve dosad opisane analize provode se s raspoloživom snagom termoelektrana, odnosno točnije, s raspoloživom snagom agregata u termoelektranama, koja je definirana iznosom

$$S_i = \frac{S_{ip}}{\rho} \qquad (124)$$

gdje je S_{ip} maksimalna snaga agregata na pragu termoelektrana, a faktor rezerve, koji je uvijek veći od 1. Računa se, dakle, s manjom snagom agregata od one koju agregat može stvarno postići. U faktoru rezerve uključeni su defekti u termoelektranama i potreban remont agregata, pa se može smatrati da je zbroj tako definiranih raspoloživih snaga agregata stvarno raspoloživa snaga termoelektrana u sistemu, naravno uz pretpostavku da se faktor rezerve odabere dovoljno visok. Poteškoće se, međutim, pojavljuju pri izboru takvog faktora rezerve, pa je razrađena proširena metoda konstantne i varijabilne energije, koja će biti opisana, ali koja se osniva na već prikazanoj metodi.

(Nastavak u slijedećem broju)

Naslov pisaca: Prof. Dr Hrvoje Požar, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet; Vjekoslav Filipović, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet; Petar Bodlović, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb

RASKLOPNA POSTROJENJA 400 kV U CIJEVNOJ IZVEDBI

Krunoslav Begović, Zagreb

U vezi s predstojećom izgradnjom mreže 400 kV u Jugoslaviji studiraju se različite varijante izvedbi postrojenja za naše prilike. Izneseni su rezultati studije cijevnih postrojenja 400 kV uz usporedbenu analizu prema drugim izvedbama.

DK 621.316.3

1. Uvod

Pod rasklopnim prostrojenjima u »cijevnoj izvedbi« podrazumijevamo postrojenja kod kojih su spojni vodiči i sabirnice izvedeni iz bešavnih cijevi bilo od bakra, aluminija ili pak čelika.

Ova tehnika izvedbe najprije se je počela primjenjivati za vanjska postojenja 110 kV ali imade izrazitih prednosti i kod postrojenja 400 kV. Ove prednosti mogu se sažeti u nekoliko činjenica:

1. Relativno mala potreba tlocrtne površine odnosno prostora za smještaj postrojenja (u usporedbi sa klasičnim izvedbama sa užetima i snopovima užeta);
2. Jednostavna mogućnost proširenja, odnosno etapne izgradnje;
3. Velike mogućnosti s obzirom na zahtjeve za izgradnju raklopnih polja sa sve većim nazivnim strujama;
4. Osjetljive uštede na željeznim konstrukcijama, portalima za nošenje sabirnica;
5. Smanjenjem tlocrtne površine postižu se uštede na glavnim i pomoćnim komunikacijama, kabelskim kanalima, signalnim i energetskim kabelima te ostaloj pomoćnoj opremi (vanjska rasvjeta, uzemljenje i gromobrani itd.);
6. Uštede na građevinskim objektima, kao što su temelji portala, kanalizacija, ograde itd.

Uobičajene nazivne struje aparata u postrojenjima 400 kV iznose danas oko 2000 A, ali se može očekivati daljnje povećanje ove nazivne struje. Isto vrijedi za rasklopne snage, koje se kreću od 25 do 35 GVA. Budući da će u našoj mreži 400 kV još dugo vrijeme zadovoljavati rasklopna snaga 25 GVA mi ćemo ostati kod ove vrijednosti. Dok se za struje preko 1000 A mora kod upotrebe užeta ići na »snopove« po 2 ili 4 užeta, cijevi se mogu uz odgovarajuće promjere i debljine stjenke upotrijebiti sa 4000 A, i više.

Kod primjene snopa užeta treba računati s time da su priključci na aparate u slučaju kratkog spoja jače napregnuti, jer osim sila na užeta dolazi i do kontrakcionih sila između oba užeta jednog snopa. Pa i kod primjene jednog užeta na priključke aparata djeluju veće statičke vlačne sile. Cijevi su naprotiv kruti vodiči, s obzirom na savijanje, i naprežu aparate bitno manje nego užeta, ali su neophodne dilatacije zbog produljenja uslijed temperaturnih promjena.

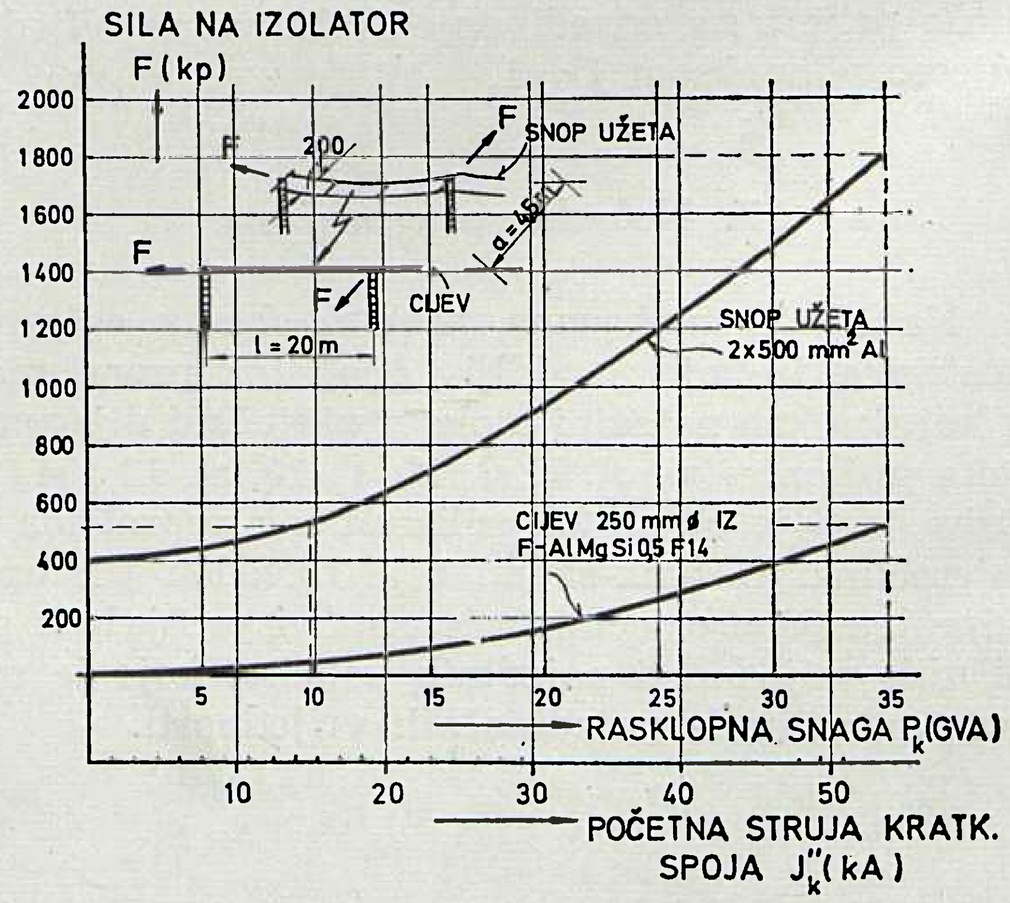
U sl. 1 prikazana su naprezanja potpornih izolatora 400 kV kod kratkog spoja i to kod snopa užeta 2×500 mm² Al i cijevi 250 mm∅. Kao što se razabire kod cijevnih vodiča postiže se tek kod rasklopne snage od 35 GVA isto naprezanje koje se kod snopa užeta postiže kod nešto ispod 10 GVA.

Odavde se može zaključiti da se kod postrojenja koja se grade za velike rasklopne snage mogu postići odgovarajuća rješenja bez posebnih dodatnih mjera za potporne i štapne izolatore, tek primjenom cijevi.

Što se tiče jakosti polja na površini vodiča, kod primjene cijevi prilike su povoljnije. Glatke površine cijevi i veliki promjer smanjuju pojavu prenapona zbog korone. Obično se uzimaju kao dozvoljene jakosti polja 17—18 kV/cm, koje nije dopušteno prekoračiti zbog opasnosti od smetnji radio-televizijskog i VF prijenosa.

2. Materijali cijevnih spojnih vodiča i sabirnica

U obzir dolaze materijali prema tablici 1. Pri tome treba dati prednost materijalima s dobrim mehaničkim svojstvima ali i što većom električkom vodljivosti. Kao što se vidi iz tablice 1 za velike raspone koji dolaze u obzir kod 400 kV postrojenja, najpovoljnije je rješenje primjena aluminijske legure E—AlMgSi 0,5F22, pod rednim brojem 2. Ovaj materijal dade se dobro obrađivati, dobro se vari i optoran je na koroziju.



Sl. 1 Naprezanja potpornih izolatora 400 kV kod kratkog spoja od snopa užeta i cijevi

Materijali za cijevne vodiče

Tablica 1

Redni broj	Materijal	Granica razvlačenja		Električna vodljivost	Specifična težina
		Najveća vrijednost	Najmanja vrijednost	El. spec. otpor (20 °C)	
		$\sigma'_{0,2}$ (kp/cm²)	$\sigma_{0,2}$ (kp/cm²)	$\frac{\varkappa\ (m/\Omega mm^2)}{\rho\ (\Omega mm^2/m)}$	γ (kp/dm³)
1	2	3	4	5	6
1	E – Al F 10(1)	1000	600	$\frac{34,8}{0,02874}$	2,70
2	E — AlMgSi 0,5 F22	2200	1600	$\frac{28 - 32}{0,0357 - 0,0313}$	2,70
3	E – CuF25(2)	2500	1500	$\frac{56}{0,01786}$	8,90
4	ST – 37 – 2(3)	3700 – 4500	2400	$\frac{4 - 10}{0,25 - 0,10}$	7,80

Primjedba:

1. E-AlF10 — aluminij za elektrotehniku prema DIN 40501/1961. VDE 0202
2. E-CuF25 — bakar za elektrotehniku prema DIN 40500/10. 1962, VDE 0201
3. ST-37-2 — čelik prema DIN 17100/10, 1957.

Bakrene cijevi bi zadovoljile također, ali su danas cijene bakra na tržištu takve da on, praktički, ne dolazi u obzir.

Čelične cijevi dolaze u obzir za manje raspone i manje nazivne struje samo kao iznimno rješenje u sasvim posebnim prilikama.

Kod bakrenih cijevi su specifične težine, pa prema tome i vlastite težine, takve da se zbog većih progiba za potrebne raspone ne može izaći bez posebnih međupotpornih točaka.

Od većih profila, koji danas stoje na raspolaganju, a dolaze u obzir za naša postrojenja, treba navesti slijedeće standardne dimenzije cijevi:

Vanjski promjer D (mm Ø)	80	100	120	160	200	250		
Debljina stijenke S (mm)	3	4	5	6	8	10	i	12

Osnovne tehničke karakteristike ovih cijevi dane su u tablici 2.

3. Naprezanja cijevi i izolatora

Za račun naprezanja cijevi, potpornih izolatora i aparata uslijed vlastite težine, leda, vjetra i struja kratkog spoja, dolaze u obzir tri slučaja:

1. Cijev leži na dva ležišta (potporne točke) i u oba postoji mogućnost uzdužnog pomicanja (npr. spojna cijev između sabirničkih rastavljača).
2. Cijev leži na tri ležišta (potporne točke) kao simetričan nosač. Čvrsto je upeta u sredini a na početku i na kraju moguće je pomicanje u uzdužnom smjeru (npr. cijevna sabirnica iznad spojnih vodiča).
3. Cijev leži na više od tri ležišta a upeta je samo jednom. Ako se računa po formulama za slučaj (2), dobivena vrijednost leži bliže na strani sigurnosti.

3.1 Naprezanja

Naprezanja možemo za cijevne vodiče prema DIN 1050 i DIN 4113 računati prema slijedećim relacijama:

Tehničke karakteristike cijevi

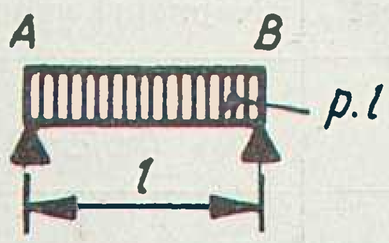
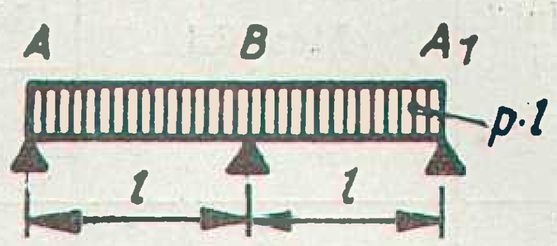
Tablica 2

	Dimenzije cijevi (mm ⌀/mm)					
	120/6	160/6	160/8	160/10	200/8	200/10
S (cm²)	21,5	29,0	38,5	47,1	48,7	59,6
G (kp/cm)	0,058	0,0783	0,1032	0,127	0,130	1,161
i (A/mm2)	1,39	1,39	~ 1,30	~ 1,30	~ 1,30	~ 1,30
j (A)	3000	4000	5000	6000	6500	7500

LEGENDA:

S — presjek u cijevi u (cm²)
G — vlastita težina cijevi (kp/cm)
i — dozvoljena gustoća strujnog opterećenja (A/mm²)
j — dozvoljeno strujno opterećenje (A)

Naprezanje cijevi na savijanje, pregib i opterećenje potpornih točaka za dva slučaja učvršćenja Tablica 3

Karakteristične veličine	Slobodno položeni nosač sa kontinuiranim opterećenjem 	Simetrični nosač na tri potporne točke sa kontinuiranim opterećenjem 
1	2	3
Naprezanje cijevi na savijanje σ (kp/cm²)	$\sigma = p \cdot l \frac{l}{8 \cdot W}$	$\sigma = p \cdot l \frac{l}{8 \cdot W}$
Maksimalni progib Y_{max} (cm)	$k_{OD}\, x = 1/2$ $Y_{max} = \frac{5\,p \cdot l}{384} \cdot \frac{l^3}{E \cdot J}$	$k_{OD}\, x = 0{,}42 \cdot l$ $Y_{max} = \frac{p \cdot l}{185} \cdot \frac{l^3}{E \cdot J}$
Opterećenje potporne točke F (kp)	$F_A = F_B = \frac{p \cdot l}{2}$	$F_A = F_{A1} = 3/8\, p \cdot l$ $F_B = 5/4\, p \cdot l$

LEGENDA:

p — kontinuirano raspoređen teret u (kp/cm) (npr. vlastita težina, led, vjetar, sile od struja kr. spoja)
l — raspon (cm)
E — modul elasticiteta (kp/cm²)
W — moment otpora (cm³)
J — moment tromosti (cm⁴)

»glavni teret« (H)

$$\sigma_{doz} = \frac{\sigma_{0,2}}{1{,}71} \qquad (1)$$

»glavni i dodatni teret« (HZ)
(vlast. težina, led i vjetar)

$$\sigma_{doz} = \frac{\sigma_{0,2}}{1{,}51} \qquad (2)$$

Pri tome treba paziti da se horizontalne i vertikalne sile zbrajaju vektorski. Ovdje također treba dati slijedeće napomene o načinu računa.

Led

Kao ledeni teret treba računati onaj što se dobiva uz debljinu leda od 1 cm, jednolično razdijeljenu preko opsega cijevi.

Vjetar

Treba računati sa brzinom vjetra od najmanje $v = 30$ m/s = 108 km/h, pa se dobiva odgovarajući pritisak od q = 56,25 kp/m², što odgovara propisima VDE 0670/2.65, Teil 2, § 10 za raskl. aparate preko 1 kV.

Opterećenje od vjetra iznosi:

$$P_w = c \cdot q \cdot d \text{ (kp/m)}, \qquad (3)$$

gdje je d — promjer cijevi u (m)

q = 56,25 kp/m²

c = 0,7 za d $\sqrt{q} > 1$

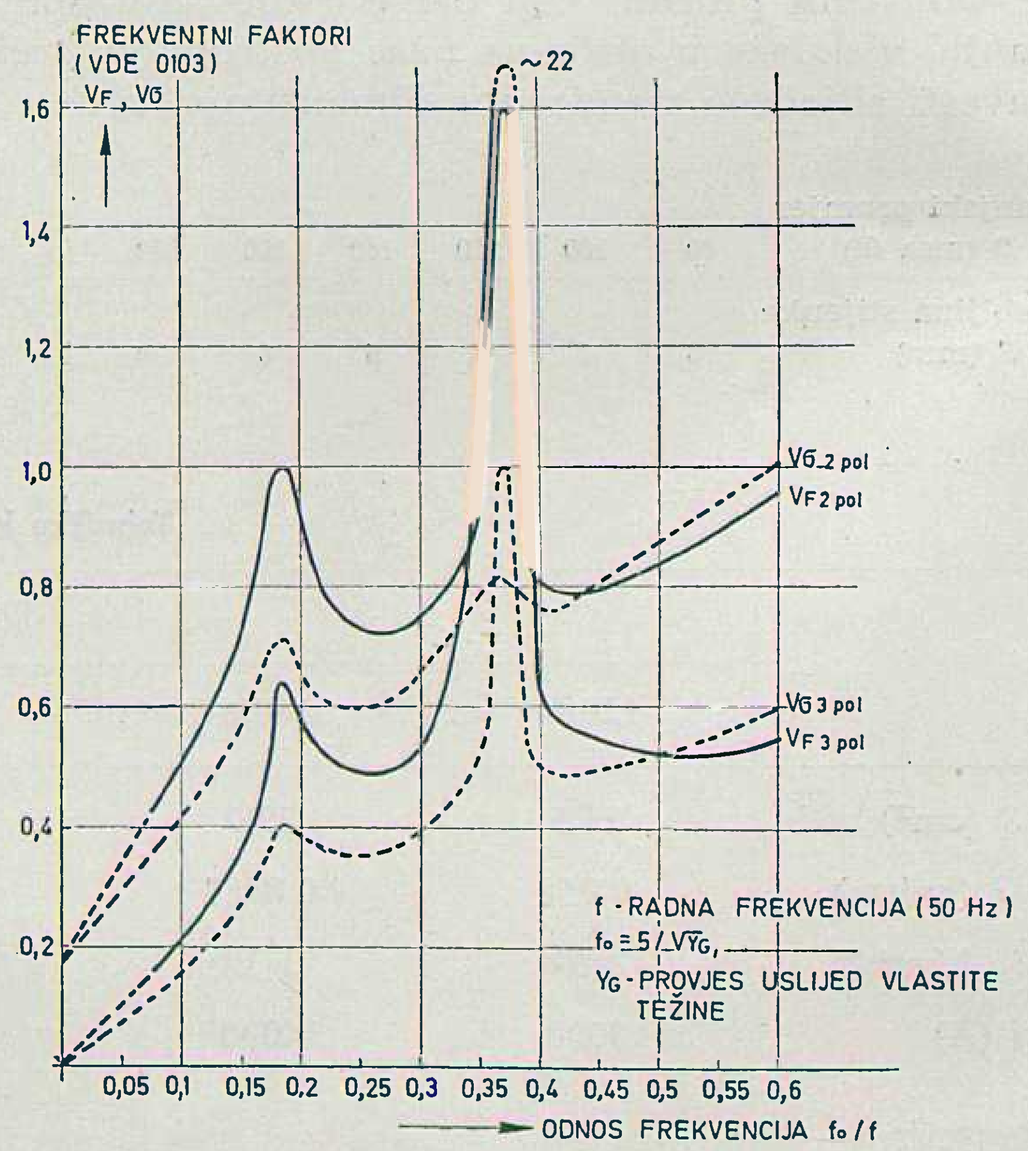
c = 1,2, za d $\sqrt{q} < 1$, prema DIN 1055.

3.2 Progib

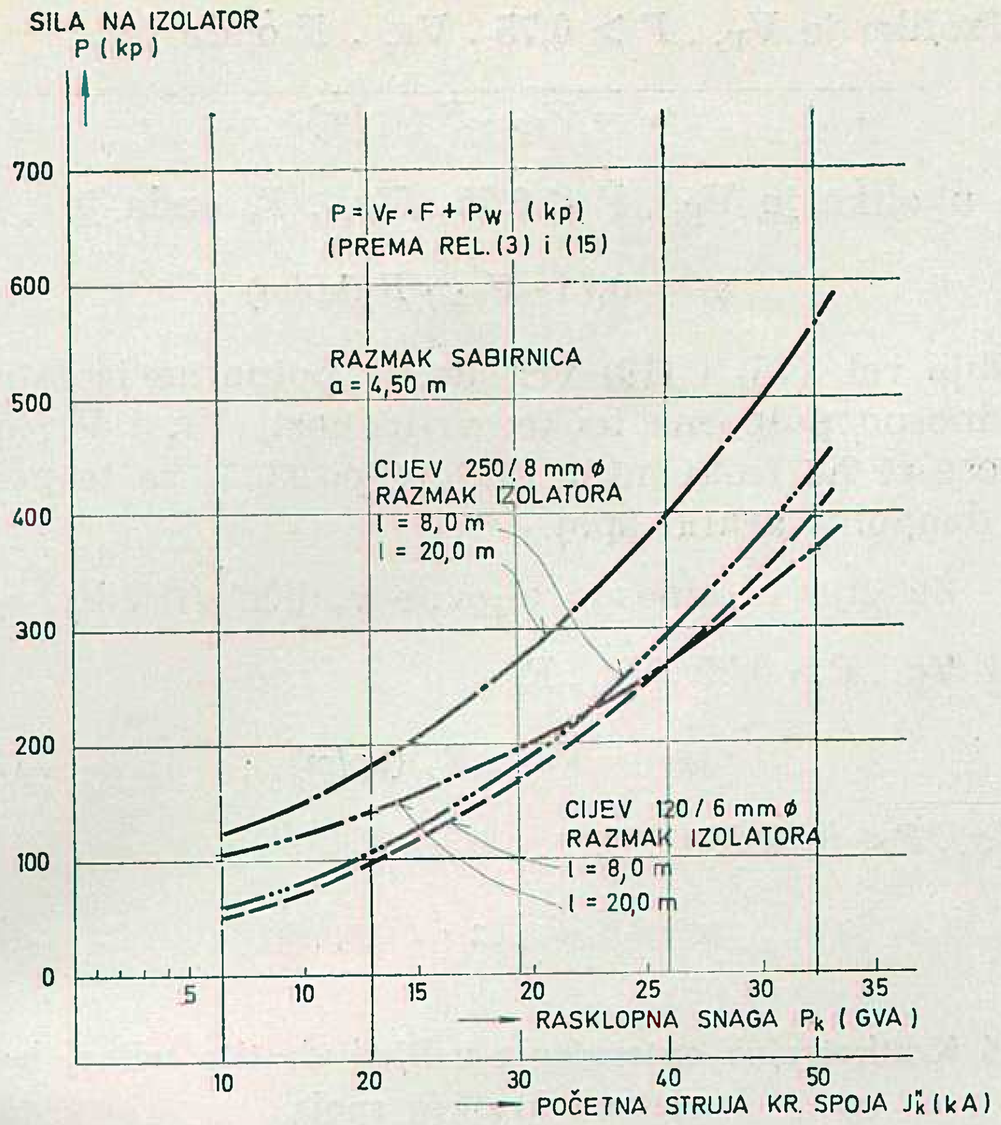
Za dozvoljeni progib nema propisa ali se uzima da je

$$y_{max} = 1/80 \text{ do } 1/150 \qquad (4)$$

Način računa dan je u tablici 3.



Sl. 2 Frekventni faktori V_F i V_σ za 2-polni i 3-polni kratki spoj kao funkcija odnosa f_o/f



Sl. 3 Sile na izolatore za razmake sabirnica $a = 4{,}5$ m i razmak potpornih izolatora $l = 8$ i $l = 20$ m, za cijevi 120/6 i 250/8 mm Ø.

3.3 Naprezanje potpornog izolatora od glavnog i dodatnog tereta

Granica naprezanja za potporne izolatore uzima se kao 0,2-struka srednja vrijednost prijelomne sile F_{BS} ili pak 0,25-struka vrijednost najmanje prijelomne sile, dakle

$$F_i = 0{,}2 \cdot F_{BS}, \quad \text{ili} \tag{5}$$

$$F_i = 0{,}25\, F_{BM}, \tag{6}$$

gdje je F_i — sila koja je dopuštena na izolatoru (kp)

F_{BS} — srednja vrijednost prijelomne sile F_B izolatora (kp)

F_{BM} — minimalna vrijednost prijelomne sile F_B (kp) izolatora

Vlastita težina i led opterećuju izolatore okomito, tj. samo na tlak. Ova opterećenja mogu se zanemariti.

3.4 Titranje uslijed vjetra

Uslijed vjetra javljaju se titraji (vibracije) cijevi okomito na smjer vjetra, osobito kod dugih cijevi odnosno malih vlastitih frekvencija titraja. Uzrok ovih titraja su periodične sile koje se javljaju na strani cijevi suprotnoj od smjera vjetra i to kod prestanka titranja. To se može primijetiti u području Reynolds-ovog broja $R_e = 10^2$ do 10^5. Reynoldsov broj definiran je izrazom

$$R_e = \frac{d \cdot v}{\nu}, \tag{7}$$

gdje je d — promjer cijevi (m), v — brzina vjetra (m/s) a ν — kinematička žilavost zraka (m2/s).

Frekvencija kod koje nastaju titraji dade se izraziti relacijom

$$f_t = 0{,}2 \cdot \frac{v}{d} \text{ (Hz)} \tag{8}$$

gdje je v — brzina vjetra (m/s), d — promjer cijevi (m).

Opasni titraji nastaju kad je frekvencija f_t blizu vlastite frekvencije titraja cijevi.

Vlastita frekvencija titraja cijevi važna za titraje koji nastaju uslijed vjetra dade se odrediti iz jednadžbe:

$$f_o = \frac{5}{\sqrt{Y_G}} \text{ (Hz)} \tag{9}$$

gdje je Y_G provjes uslijed vlastite težine.

Rezonancija se može primijetiti u području od 85—120% vlastite frekvencije titranja. Za gornju granicu od $1{,}2 \cdot f_o$ dobiva se »kritična brzina vjetra« v_{kr}

$$v_{kr} = 6 \cdot f_o \cdot d \text{ (m/s)} \tag{10}$$

gdje je f_o (Hz), d (m).

Uzbudna sila p_{kr} može se izraziti sa

$$P_{kr} = (7 + 10)\frac{v_{kr}^2}{16} \cdot d \text{ (kp/m)} \tag{11}$$

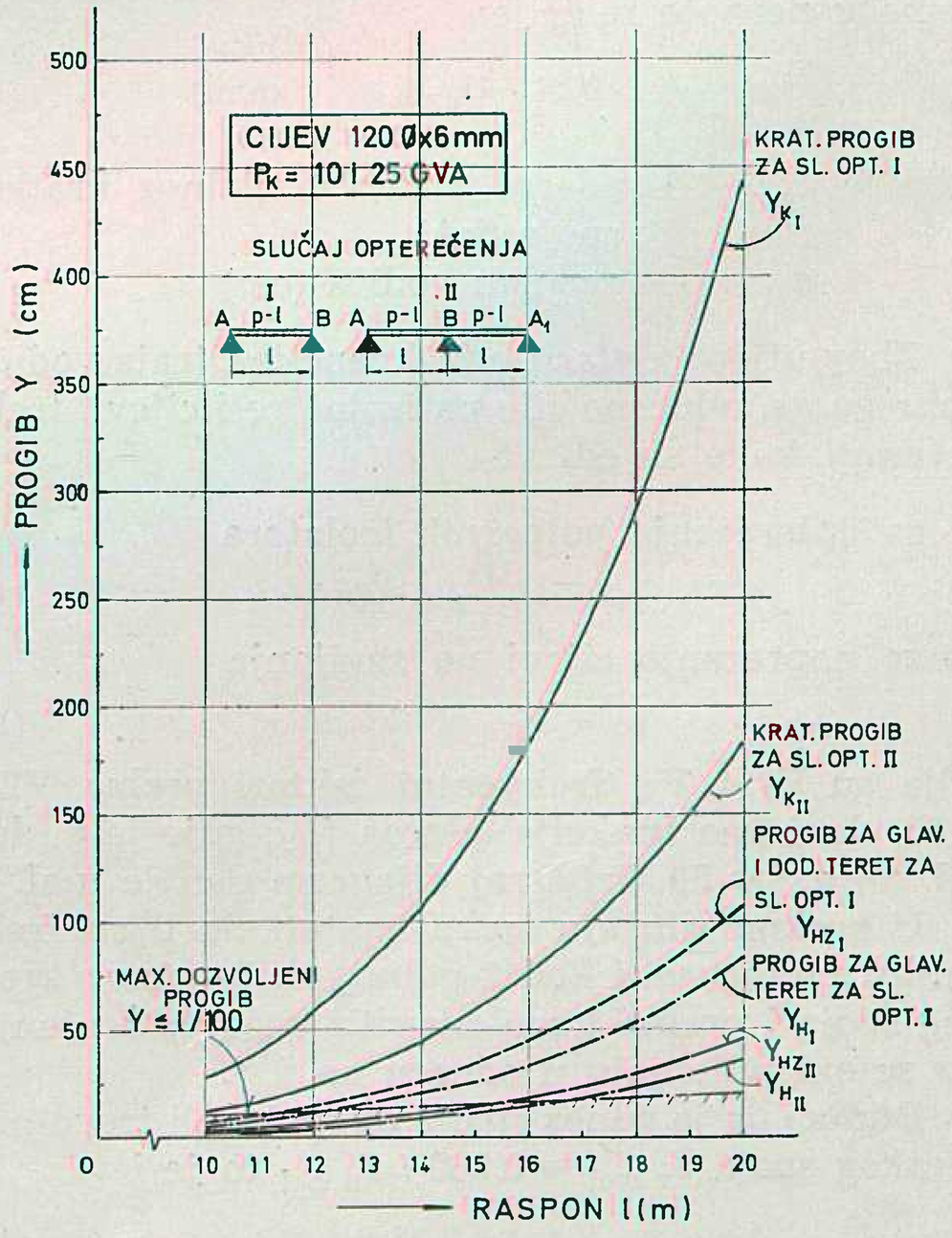
kod rezonancije dobiva se naprezanje cijevi iz rel.:

$$\sigma_{kr} = \nu \cdot P_{kr} \cdot l \cdot \frac{l}{8 \cdot W} \text{ (kp/m}^2\text{)} \tag{12}$$

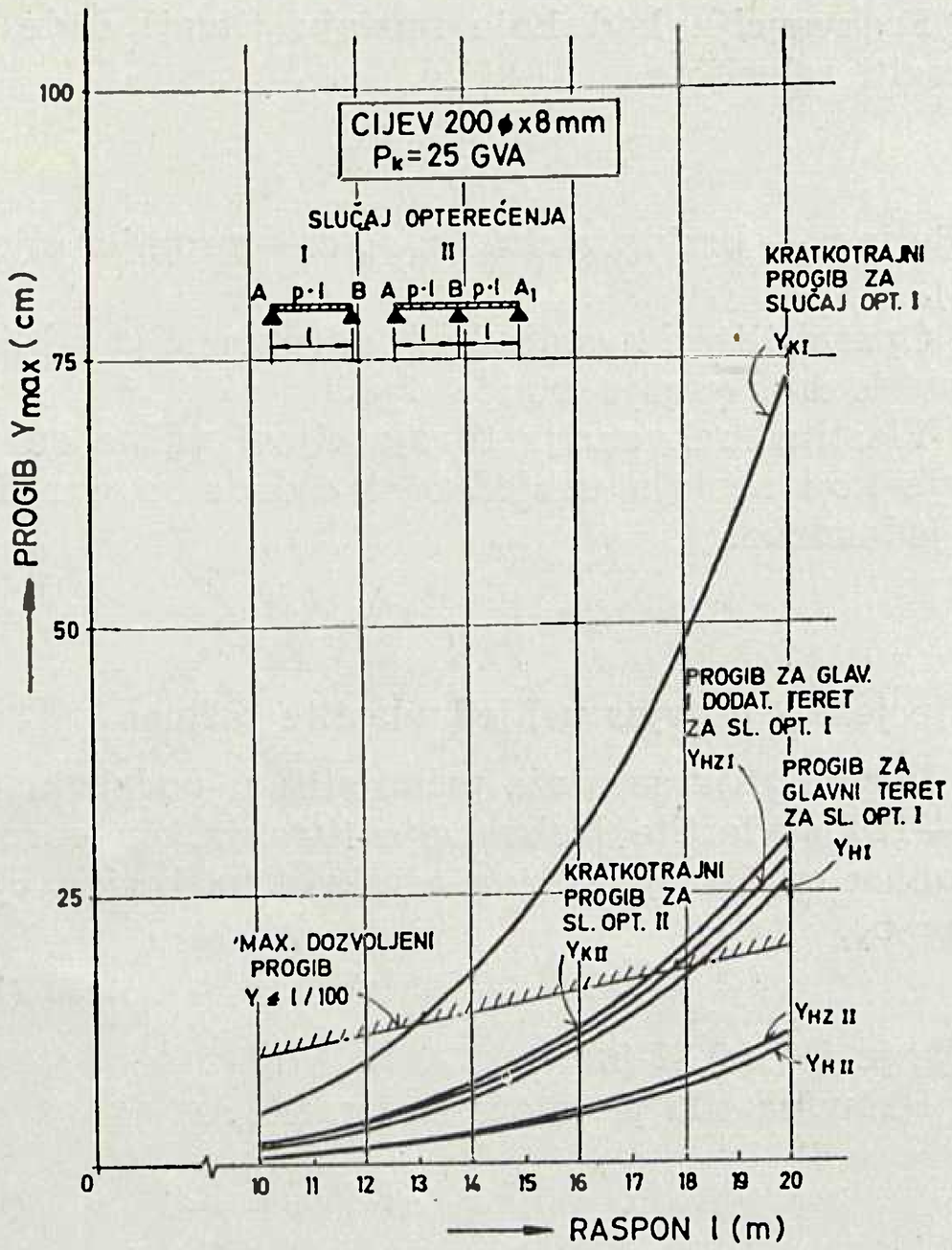
uz W (m3), p_{kr} (kp/m), l (m), dok za ν vrijedi:

$$\nu = \pi / \vartheta = \pi / 0{,}1 = 31{,}4 \tag{13}$$

za cijevi, jer je $\vartheta = 0{,}1$ (ϑ je prirodni logaritam odnosa dvaju titraja na jednu stranu, koji slijede jedan iza drugog).



Sl 4 Progib cijevi 120 Ø × 6 mm (ili 120/6 mm Ø) (E-AlMgSi 0,5 F22) za razne slučajeve opterećenja kao funkcija raspona.



Sl. 5 Progib cijevi 200 Ø × 8 mm za razne slučajeve opterećenja kao funkcija raspona.

3.5 Naprezanja uslijed struja kratkog spoja

Mehaničku čvrstoću uslijed struja kratkog spoja možemo računati po VDE 0103/1.61 uz pretpostavku krutih potpornih točaka. Sile koje izazivaju struje kratkog spoja između glavnih vodiča dobivaju se pomoću poznate relacije:

$$F = 2{,}04 \cdot J^2_{u\,3\,pol} \cdot \frac{1}{a} \text{ (kp/m)} \qquad (14)$$

gdje je $J_{u\,3pol}$ — udarna struja tropolnog kratkog spoja (kA)

a — razmak vodiča (cm)

Zbog utjecaja vlastite frekvencije titraja vodiča, naprezanje, odnosno sile na izolatore i cijevi, treba računati kako slijedi:

— za opterećenje potpornih izolatora

$$p_F = V_F \cdot F \text{ (kp/m)} \qquad (15)$$

— za naprezanje cijevi na savijanje

$$p_\sigma = V_\sigma \cdot F \text{ (kp/m)} \qquad (16)$$

gdje su V_F i $V\sigma$ frekventni faktori prema VDE 0103, dani kao funkcija odnosa f_0/f, gdje je f_0 dan rel. (9) a $f = 50$ Hz. Ovaj dijagram dan je u sl. 2.

U svakom slučaju treba ispitati da li su frekventni faktori veći kod 2-polnog ili 3-polnog kratkog spoja i prema tome odrediti veća opterećenja, jer se oni mijenjaju u odnosu na f_0/f.

Budući da je odnos struja dvopolnog i tropolnog kratkog spoja $J_{u\,2pol} = 0{,}866 \cdot J_{u\,3pol}$ to je i

$$F_{2\,pol} = 0{,}75\,F \qquad (17)$$

gdje je F dan relacijom (14)

Ukoliko je $V_{F_3} \cdot F > 0{,}75 \cdot V_{F_2} \cdot F$ onda je

$$p_F = V_{F3} \cdot F \text{ (kp/m)} \qquad (18)$$

a ukoliko je $V_{F_3} \cdot F < 0{,}75 \cdot V_{F_2} \cdot F$, onda je

$$p_F = 0{,}75 \cdot V_{F2} \cdot F \text{ (kp/m)} \qquad (19)$$

Obje rel. (18) i (19) vrijede za potporne izolatore odnosno potporne točke; vrijednosti V_{F_3} i V_{F_2} odnose se na frekventne faktore po sl. 2, za tropolni i dvopolni kratki spoj.

Za cijevi, odnosno cijevne vodiče vrijedi:

za $V\sigma_3 \cdot F > 0{,}75 \cdot V\sigma_2 \cdot F$,

$$p_\sigma = V_{\sigma 3} \cdot F, \text{ (kp/m)} \qquad (20)$$

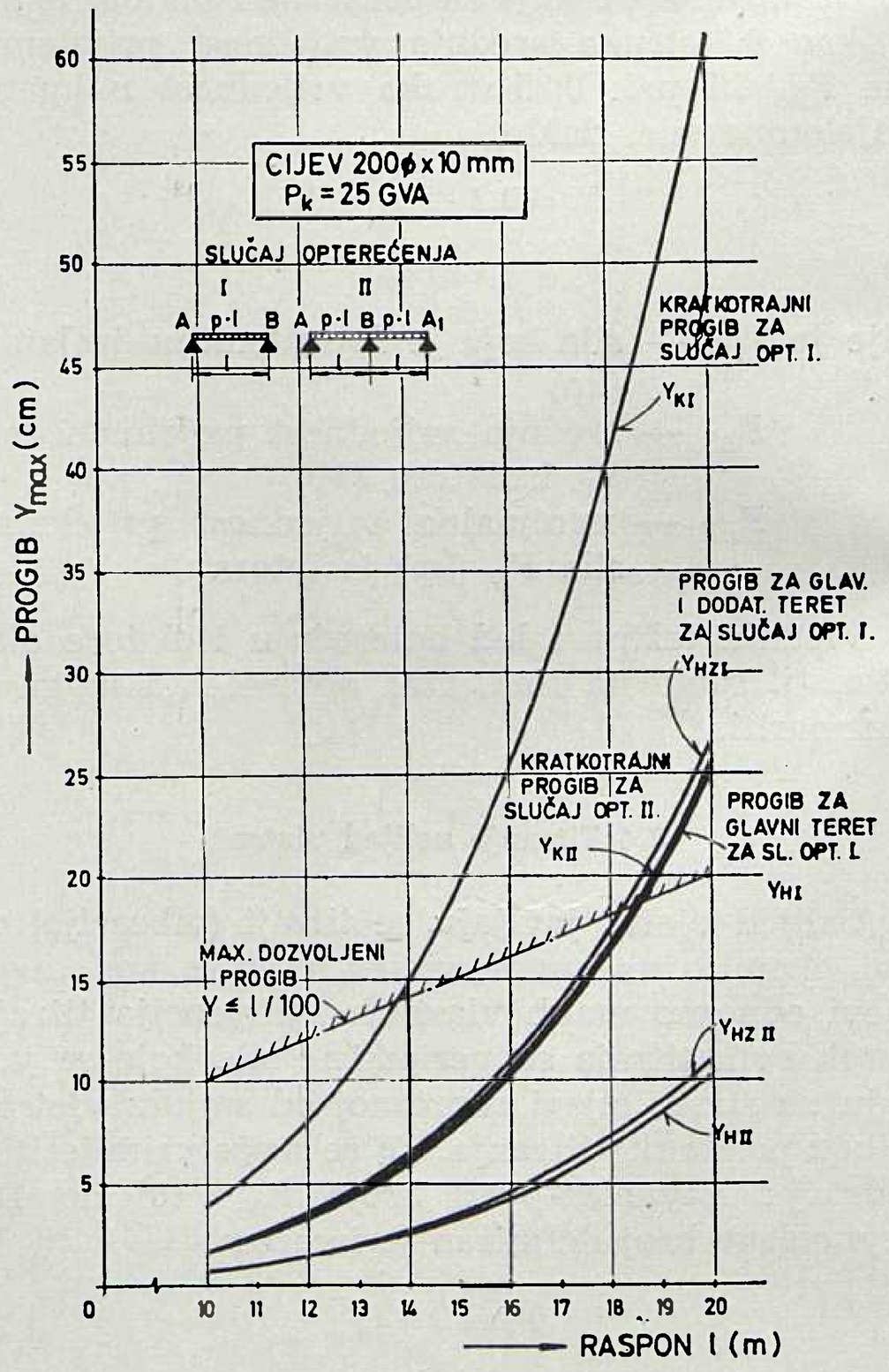
$V\sigma_3 \cdot F < 0{,}75\ V\sigma_2 \cdot F$,

$$p_\sigma = 0{,}75\ V_{\sigma 2} \cdot F \text{ (kp/m)} \qquad (21)$$

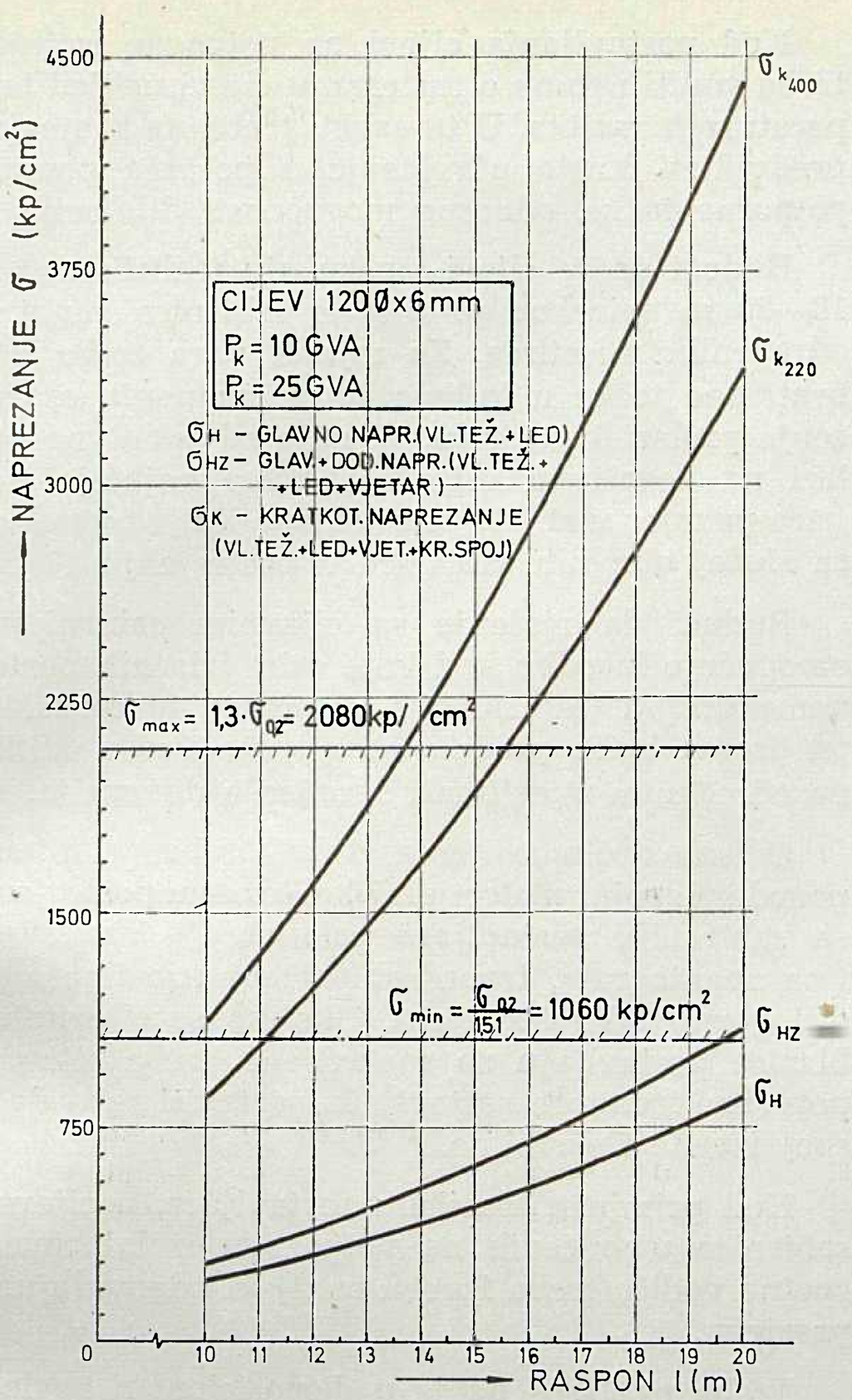
3.6 Kratkotrajna opterećenja uslijed vlastite težine, leda, vjetra i kratkog spoja

Potporne točke (potporni izolatori)

Vlastita težina i led djeluju okomito na izolator, tj. izazivaju tlačno opterećenje, odnosno tlačnu silu. Potporni su izolatori na lom opterećeni samo silom vjetra i silama uslijed kratkog spoja.



Sl. 6 Progib cijevi 200 Ø × 10 mm za razne slučajeve opterećenja kao funkcija raspona.



Sl. 7 Naprezanja cijevi 120 Ø × 6 mm za glavni, dodatni i kratkotrajni teret, kao funkcija raspona, za rasklopne snage 10 i 25 GVA.

Cijevni vodiči (cijevi)

Vjetar i kratki spoj djeluju u horizontalnom pravcu, dok vlastita težina i led u vertikalnom pravcu.

Dozvoljeno opterećenje vodiča u slučaju kratkog spoja uzima se $\sigma_d = 2 \cdot \sigma_{0,2}$, prema VDE 0103/1.61, gdje faktor 2 uzima u obzir i način učvršćenja i oblik presjeka vodiča. Za cijevi sa relativno malom debljinom stijenke uzima se

$$\sigma_d = \leqq 1{,}3 \cdot \sigma_{0,2} \qquad (22)$$

3.7 Odabrani primjeri

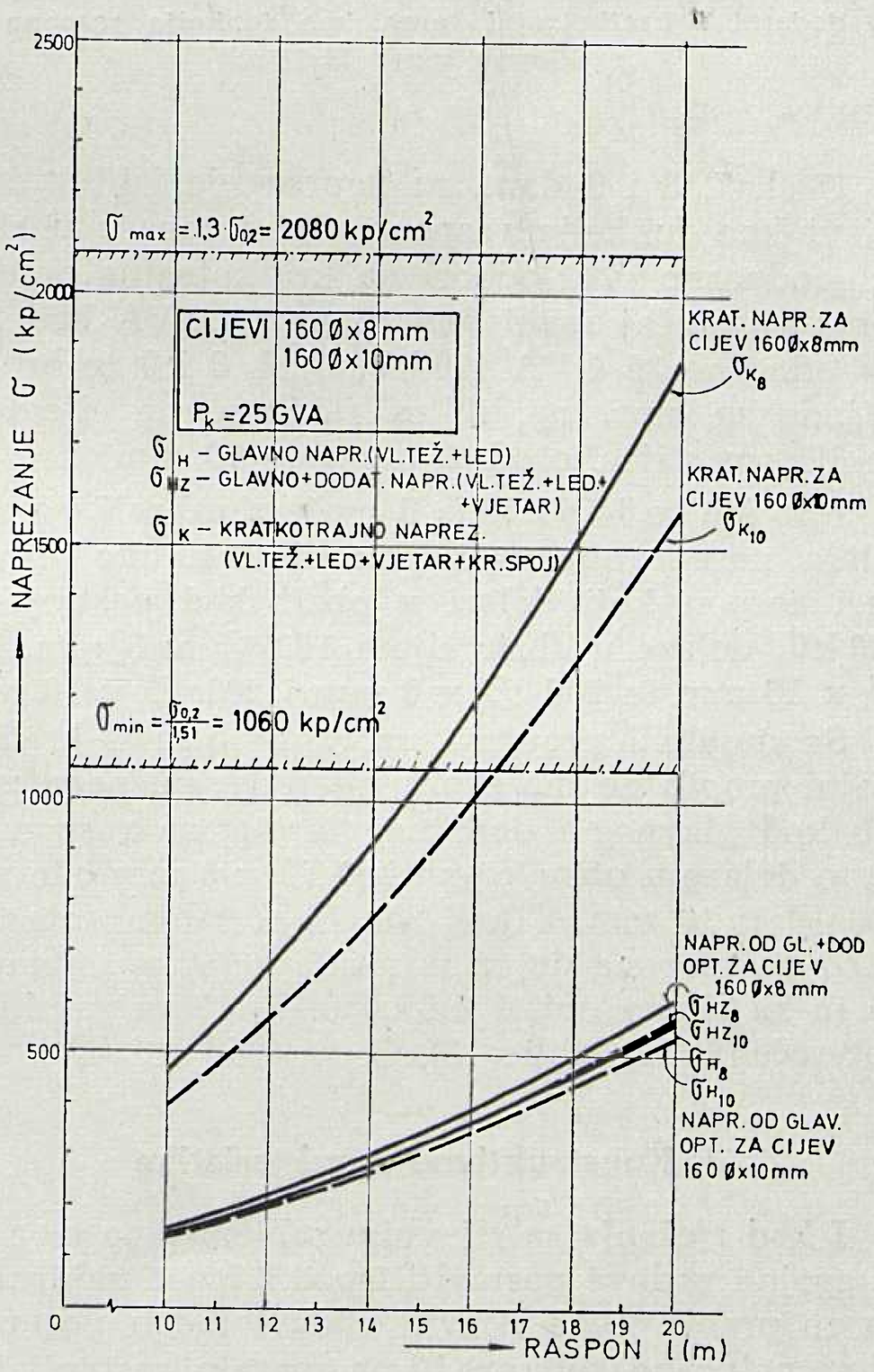
Na tamelju navedenih kriterija i metodologije proračuna kako je naveden u relacijama (1) do (22), odnosno tablici 3, provedeni su proračuni za praktične slučajeve što se pojavljuju u postrojenjima 400 kV.

U sl. 3 dane su sile na izolatore za razmake sabirnica $a = 4{,}5$ m i razmak potpornih izolatora $l = 8$ i $l = 20$ m za cijevi 120/6 i 250/8 mm ∅ (ili 120 ∅ x 6 mm, odnosno 250 ∅ x 8 mm), iz legure E—AlMg Si 0,5 F22. Kao što se iz dijagrama vidi kod raspona do 20 m i rasklopne snage oko GVA sile na izolatore ne dosežu 400 kg, pa je moguća primjena normalnih izolatora koji se mogu dobiti na tržištu. Npr. »Comp. Gén. D'Électro-Céramique« (France) nudi za 420 kV izolatore ovih karakteristika:

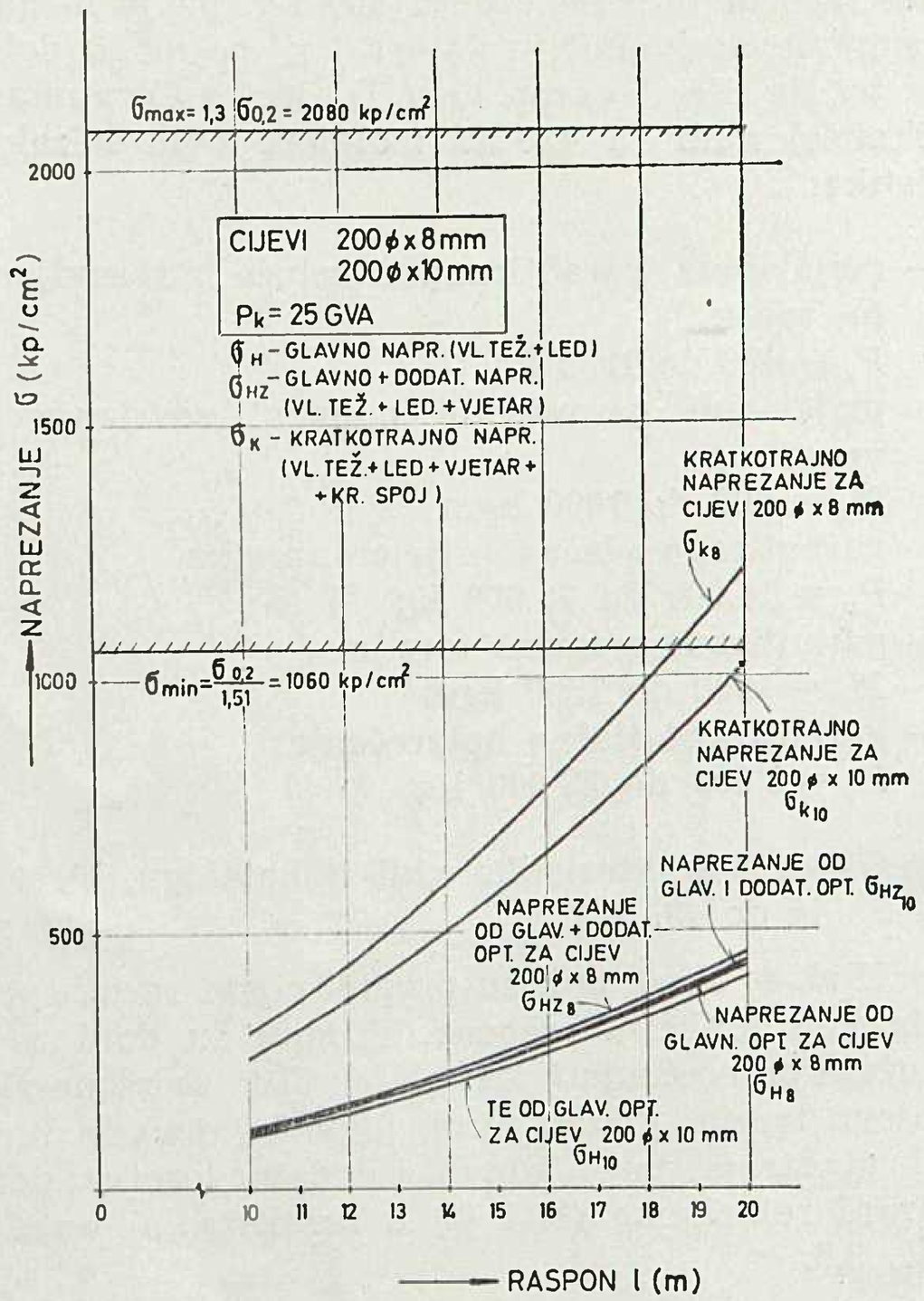
— prijelomna garantirana čvrstoća na savijanje na vrhu:
  $P_s = 400$ do 1200 kg
— prijelomni garantirani moment savijanja na vrhu:
  $M_s = 700$ do 1000 kgm
— garantirana vlačna prijelomna sila:
  $P_v = 14.000$ do 18.000 kg
— garantirani moment torzije:
  $M_t = 1000$ do 1500 kgm
— garantirano tlačno opterećenje:
  $P_t = 8\,000$ do 33 000 kg

Ostale karakteristike vidi u katalogu, F . 4 — — P . 48 do 49.

U sl. 4, 5 i 6 dani su progibi cijevi raznih profila kao funkcija raspona. Progibi su dani za 2 slučaja opterećenja (vidi tablicu 3) te za razne slučajeve tereta: glavni teret, glavni i dodatni teret i kratkotrajni teret. Glavni i dodatni teret su definirani relacijama (1) i (2) a kratkotrajni teret u toč. 3.6.



Sl. 8 Naprezanja cijevi 160 Ø × 8 mm i 160 Ø × 10 mm za glavni, dodatni i kratkotrajni teret, kao funkcija raspona za rasklopnu snagu 25 GVA.



Sl. 9 Naprezanja cijevi 200 ∅ × 8 mm i 200 ∅ × 10 mm za glavni, dodatni i kratkotrajni teret, kao funkcija raspona za rasklopnu snagu 25 GVA.

U sl. 7, 8 i 9 dana su naprezanja istih tipova cijevi kao funkcija raspona. Pri tome se u sl. 7 $\sigma_{k\,400}$ odnosno $\sigma_{k\,220}$ odnosi na kratkotrajna opterećenja za slučaj rasklopne snage 10 GVA kod 220 kV odnosno 25 GVA 400 kV. U sl. 8 i 9 se brojke u indeksu, npr. $\sigma_{k\,8}$ ili $\sigma_{k\,10}$ odnose na cijevi sa debljinom stijenke od 8, odnosno 10 mm*.

Kao što se iz sl. 7 do 9 može razabrati, sa stajališta naprezanja, za raspon od 19 m, što je najveći raspon koji dolazi u obzir kod postrojenja 400 kV, dolaze u obzir cijevi 160 ∅ x 8 mm, 160 ∅ x 10 mm te 200 ∅ x 8 mm i 200 ∅ x 10 mm.

Sa stajališta provjesa, uzevši u obzir da kratkotrajni progib ne može biti mjerodavan, nego progib kod glavnog i dodatnog tereta, za raspon od 19 m dolaze u obzir cijevi 200 ∅ x 8 mm odnosno 200 ∅ x 10 mm. Cijevi 200 ∅ x 6 mm dolaze u obzir za raspone do 16 m a cijevi 160 x 6 mm do 15 m za slučaj opt. I odnosno do 19 m za slučaj opterećenja II (tablica 3).

4. Konstruktivne karakteristike

I kod rješenja sa cijevnim sabirnicama moguće je spojne vodove postaviti ispod i iznad sabirnica, pa se prema tome cijevni vodovi mogu postaviti ili na potporne izolatore ili na aparate (rastavljače).

* Rutinske proračune za navedene dijagrame u sl. 3 do 9 proveli: M. Hendrich, i D. Pavlović, »Elektroprojekt, Zagreb.

Kod postavljanja cijevi na potporne izolatore treba voditi računa o rastezanju cijevi uslijed temperaturnih razlika. U tu svrhu treba na krajevima predvidjeti kruto učvršćenje u poljima pomične potporne točke, odnosno mogućnosti dilatacije.

Budući da se cijevi isporučuju u dužinama od 18—20 m potrebno je cijevne sabirnice variti na određenim mjestima. Za mjesta vara treba odabrati one točke u kojima linija momenta opterećenja prolazi kroz nulu, tj. gdje od pozitivne prelazi na negativnu vrijednost. Ovo najbolje ilustrira primjer u sl. 10, gdje je dana linija momenata za slučaj cijevnih sabirnica u postrojenju 400 kV.

Budući da rješenje sa cijevnim sabirnicama omogućuje izvedbu kod koje osim izlaznih portala nema drugih (sabirnički i pomoćni), to za zaštitu od groma treba predvidjeti cijevne šipke »šiljke« na određenim mjestima i određenih dimenzija.

Ovisno o dimenzijama cijevi, treba primijeniti pouzdani spojni materijal. Ukoliko se u postrojenju za sabirničke rastavljače primjenjuju rastavljači tipa »pantograf«, treba sabirničkoj cijevi prilagoditi gornji fiksni kontakt. Ukoliko se cijevne sabirnice postavljaju na rastavljače, treba cijev na potporne izolatore rastavljača postaviti tako da se spoj izvede fleksibilno.

Kod primjene klasičnih rastavljača, a cijevnih sabirnica učvršćenih na potpornim izolatorima, i spojne vodiče treba izvesti iz cijevi odgovarajućeg presjeka.

Treba naglasiti da je u dispozicionom pogledu optimalno rješenje primjena pantografskih rastavljača kao sabirničkih a klasičnih okretnih rastavljača kao izlaznih rastavljača.

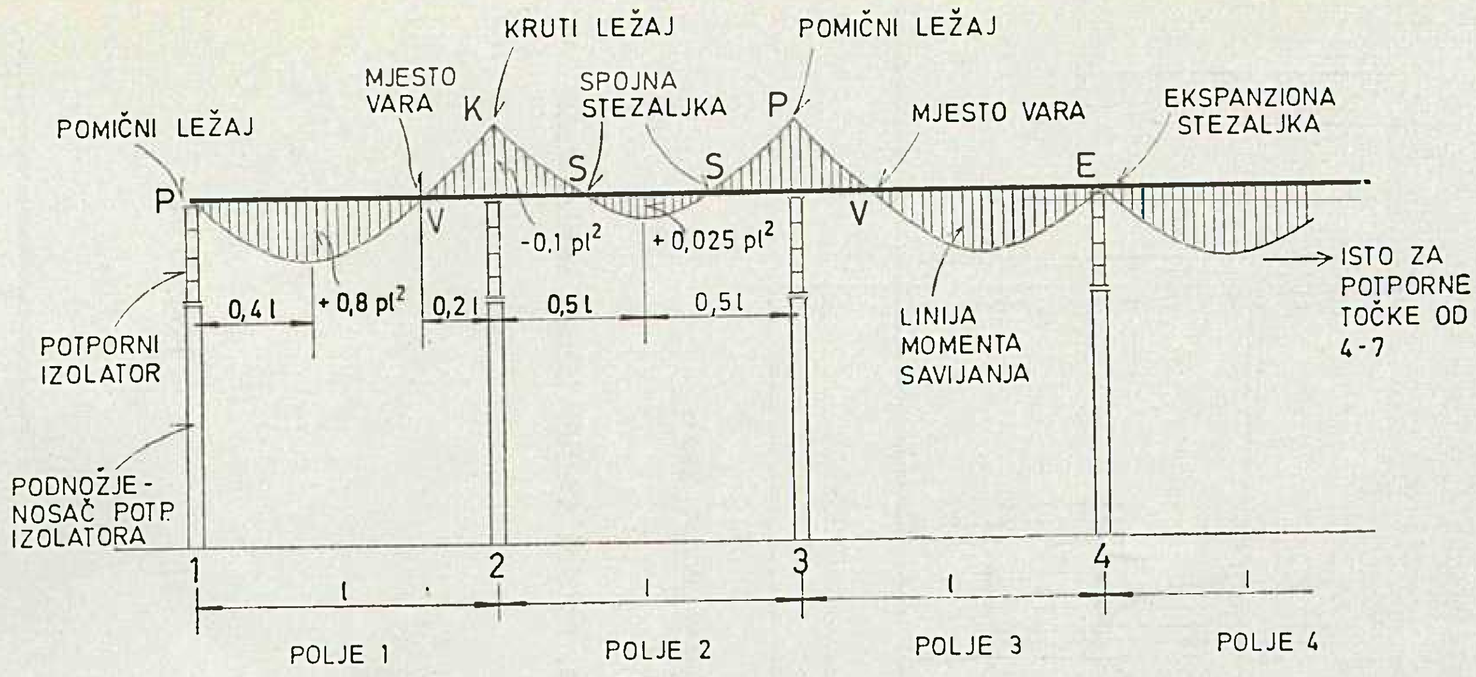
5. Način izvedbe

U principu su moguće vrlo različite izvedbe postrojenja sa cijevnim sabirnicama, kako u pogledu sistema sabirnica, opreme polja, tako i u pogledu dispozicionih rješenja:

a) izvedbe sa grupiranim fazama,
b) izvedbe sa miješanim fazama i
c) izvedbe sa odvojenim fazama.

Analizirajući niz rješenja za konkretne prilike može se doći do zaključka da je rješenje sa cijevnim sabirnicama, učvršćenim na potpornim izolatorima iznad spojnih vodiča između aparata jedno od optimalnih rješenja iz slijedećih razloga:

1. vrlo pregledna dispozicija,
2. konstruktivno i pogonski vrlo pouzdano,
3. sabirnički sistem je konstruktivno nezavisan o aparatu polja,
4. kod primjene pantografskih rastavljača kao sabirničkih, spuštanjem »škara« pantografa, cijelo polje je van napona, što omogućuje reviziju jednog polja bez prekida pogona ostalog postrojenja,



Sl. 10 Tok linije momenta savijanja cijevne sabirnice u postrojenju 400 kV.

5. kod primjene klasičnih rastavljača jednostavnim montažnim zahvatom moguće je, uz kratkotrajni prekid pogona, isključiti jedno polje radi revizije,
6. jednostavno konstruktivno premoštenje pojedinih aparata u polju.

Za ilustraciju mogućnosti rješenja sa cijevnim vodičima dano je u sl. 11 klasično rješenje jednog polja 400 kV sa vodičima iz užeta (sabirnice iz snopa vodiča) te u sl. 12 isto rješenje, tj. rješenje istog polja sa istom glavnom opremom, u cijevnoj izvedbi, tj. sa sabirnicama i spojnim vodičima iz cijevi.

U navedenom primjeru, polje sa jednom glavnom i jednom pomoćnom sabirnicom, izlazi da je ukupna dužina polja u oba slučaja

$$L_1 = 110{,}30 \text{ m} \qquad \text{(sl. 11)}$$

$$L_2 = 68{,}50 \text{ m} \qquad \text{(sl. 12)}$$

Ako uzmemo u obzir da je u klasičnom rješenju (sl. 11) širina polja (minimalno) $S_1 = 23{,}0$ m, a u cijevnoj izvedbi (sl. 11), $S_2 = 19$ m, to dobivamo površine polja u oba slučaja:

$$F_1 = L_1 \cdot S_1 = 2540 \text{ m2}$$

$$F_2 = L_2 \cdot S_2 = 1300 \text{ m2}$$

Prema tome tlocrtna površina u cijevnoj izvedbi iznosi svega 51,3% površine klasične izvedbe.
Kod primjene klasičnih okretnih rastavljača, ova razlika je nešto manja, ali još uvijek vrlo značajna.

Odavde se može zaključiti da u slučajevima gdje je zemljište vrlo skupo, ili gdje treba postrojenje smjestiti na ograničeni prostor, rješenje u cijevnoj izvedbi ostaje kao jedina alternativa.

6. Usporedba troškova

Za ilustraciju odnosa troškova odabrano je jedno konkretno postrojenje i to transformatorska stanica 400/110 kV Zagreb. Za ovo postrojenje izrađene su dvije varijante rješenja:

a) klasično rješenje (u principu prema koncepciji u sl. 11)
b) cijevna izvedba (u principu prema koncepciji kao u sl. 12 ali sa klasičnim okretnim rastavljačima).

Postrojenje se sastoji iz 400 kV dijela koje je predviđeno iz 1 glavne i 1 pomoćne sabirnice a postrojenje 110 kV iz trostrukih sabirnica (u rješenju sa miješanim fazama zbog velikog broja polja).

Rezultati ove analize prikazani su u sl. 13, a osnivaju se na cijenama dobave i montaže opreme, odnosno troškova građevinskih radova i otkupa zemljišta prema stanju iz kraja 1971. godine.

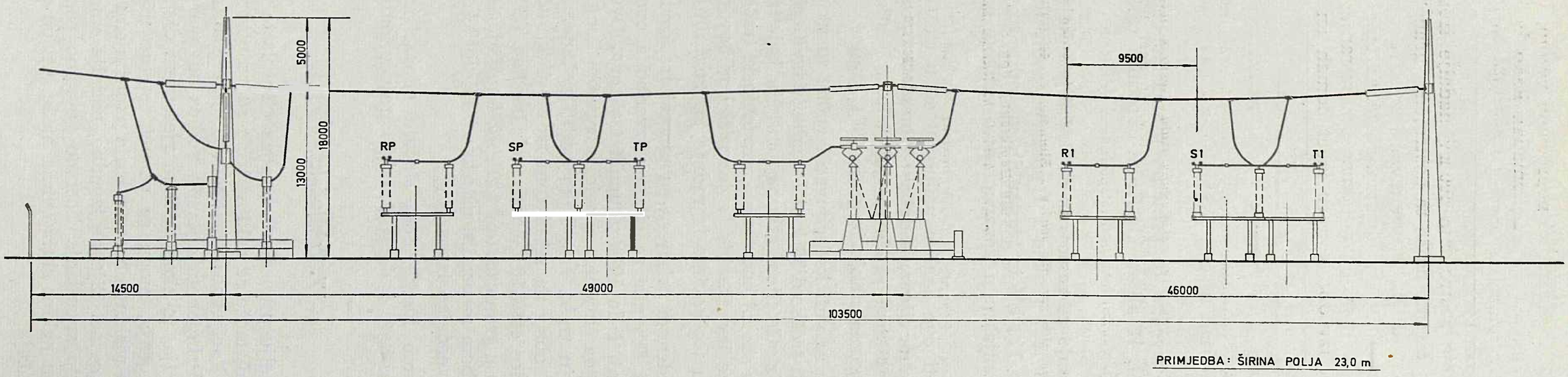
Kao što se vidi kod cijevne izvedbe su ukupni građevinski troškovi 30% niži u odnosu na klasično rješenje. Uz više cijene otkupa zemljišta, koje treba očekivati u skoroj budućnosti, građevinski troškovi kod cijevne izvedbe bit će još niži i njihov udio u ukupnim troškovima izgradnje još značajniji.

U navedenom primjeru su ukupni troškovi izgradnje za 6% niži za cijevnu izvedbu a ovo se može kretati i do 10% ukupnih troškova. Ovo je vrlo značajna činjenica o kojoj u svakom konkretnom slučaju treba i te kako voditi računa. Ako uzmemo u obzir da se ukupni troškovi izgradnje jedne stanice 400/110 kV reda veličine kao TS Zagreb kreću u granicama od 120 — 140 mil. d. cijevnom izvedbom se postiže ušteda od 7,2 do 8,4 mil. d, a to je značajan iznos.

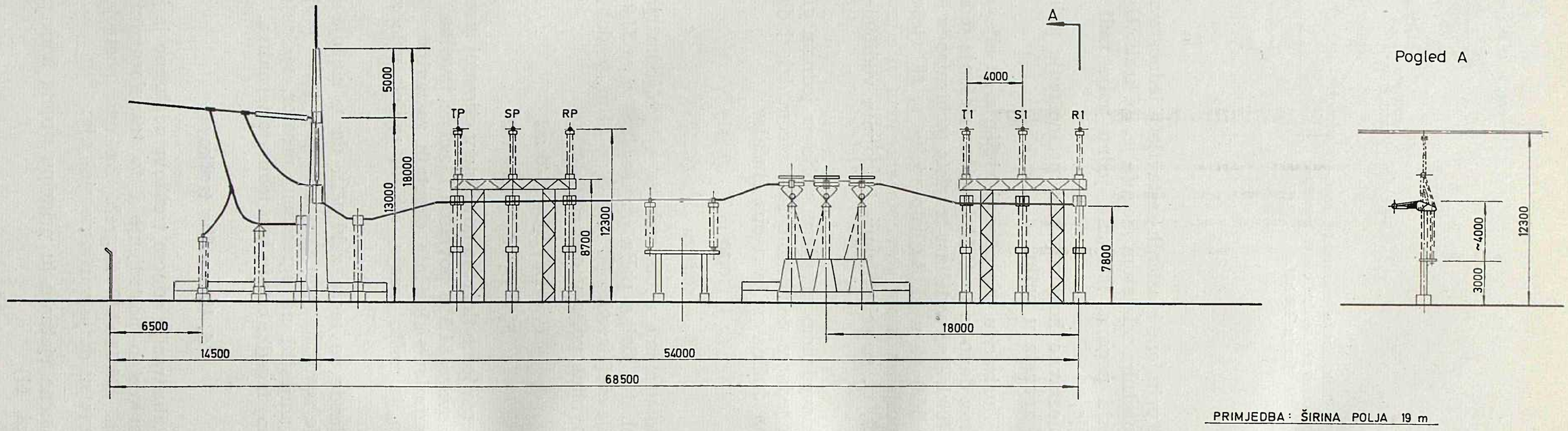
U svakom konkretnom slučaju odnose treba detaljno ispitati i donijeti odgovarajuće odluke.

7. Zaključak

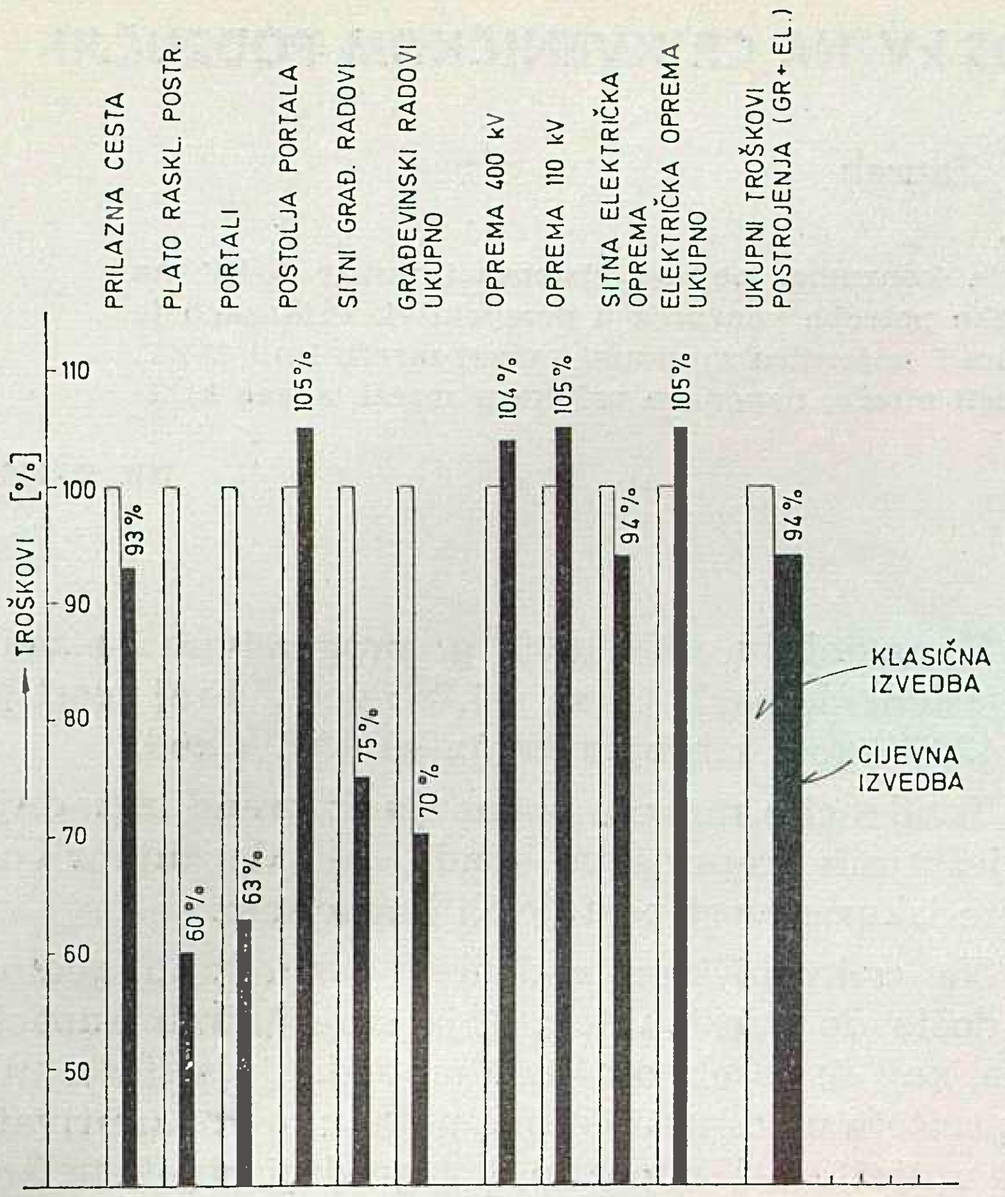
Na temelju provedenih analiza i rezultata koji su dobiveni, može se zaključiti da su za postrojenja 400 kV »cijevne« izvedbe vrlo interesantne i aktualne. Primjenom cijevnih vodiča odgovarajućih dimenzija, te ekonomičkim rješenjem dispozicije postrojenja, mogu se postići osjetne uštede u izgradnji rasklopnih postrojenja uz primjenu iste osnovne opreme. Cijevne izvedbe, nadalje omogućuju osjetno smanjenje tlocrtne površine postrojenja, što u nekim slučajevima može biti od presudnog značaja.



Sl. 11 Klasično rješenje jednog vodnog polja 400 kV postrojena sa jednom glavnom i jednom pomoćnom sabirnicom (izvedba sa užetima, spojni vodiči iznad sabirnica).



Sl. 12 Rješenje vodnog polja 400 kV iz sl. 11 u cijevnoj izvedbi, uz primjenu pantografskih rastavljača kao sabirničkih a okretnih rastavljača kao izlaznih



Sl. 13 Usporedba troškova izgradnje TS 400/110 kV Zagreb za dvije varijante izgradnje (klasična i cijevna izvedba).

Sigurno je da predloženu tehnologiju u gradnji rasklopnih postrojenja 400 kV treba razvijati i dalje, posebno u iznalaženju još povoljnijih cijevnih profila (npr. dvije cijevi sa poprečnom vezom, izvučeno izvaljano iz jednog komada), kako bi se reducirao broj pomoćnih portala i još više snizili troškovi čeličnih konstrukcija.

Kod gradnje postrojenja 400 kV nadalje treba voditi računa o tome da se ta postrojenja grade u više etapa, čemu upravo »cijevne« izvedbe vrlo dobro odgovaraju, jer omogućuju takvu etapnu izgradnju koja dozvoljava etapno investiranje u onom opsegu izvedbe koji će moći odmah ići u eksploataciju.

Literatura:

(1) B e g o v i ć K. *»Suvremene koncepcije o oblikovanju rasklopnih postrojenja 110, 220 i 380 kV«*, »Energija«, 14, (1965), br. 3—4, Zagreb.

(2) G i l e s R. L., *»Reyrolle EHV Substation Designs with Busbar Props«*, Reyrolle Parsons Review, Summer 1971, Vol. 1, No. 1.

(3) L a g e r P., *»Neuzeitliche Höchstspannungs-Schaltanlagen von 110 bis 765 kV«*, Siemens-Z, 41 (1967), S. 847—854.

(4) D ü r s c h n e r R., H e m m e t e r E., *»Schaltanlagen in Rohrbauweise für 220 bis 400 kV«*, Siemens Z. 44 (1970), S. 15—22.

(5) V D E 0103/1.61. *»Leitsätze für die Bemessung von Starkstromanlagen auf mechanische und thermische kurzschlussfestigkeit«.*

(6) »Elektroprojekt«, Zagreb, *»Idejni projekt TS 380/110 kV* Zagreb, (1971).

(7) »Elektroprojekt«, Zagreb, *»Idejno rješenje TS 380/220/110 kV Konjsko«*, Zagreb 1971.

Naslov pisca: Krunoslav B e g o v i ć, dipl. ing.
»Elektroprojekt«, Zagreb

PLAN RAZVOJA ELEKTRIČNE MREŽE 110 i 35 kV NA CRIKVENIČKOM PODRUČJU

Nikola Vagić, Zagreb

Uz prikaz i analizu dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja konzuma, pojnog sistema i mreže 35 kV na crikveničkom području, u članku su dane elektroenergetske potrebe konzuma u perspektivi. Prikazano je i idejno rješenje njegovog napajanja električnom energijom i smjernice za etapni razvoj mreže 110 i 35 kV. Za odabrano rješenje dani su osvrti na pogonske mogućnosti mreže, naponske prilike u mreži, snage kratkog spoja u mreži i troškovi izgradnje planirane mreže.

DK 621.316.1

1. Prikaz dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja konzuma

Razradom obuhvaćeno područje (sl. 1) seže od Kraljevice, Bakarca i Plasa na sjeverozapadu do Sibinja, Bila, Ruševa i Dulibe na jugoistoku. Sa zapada ga ograničava more, a na sjeveroistoku ga zatvaraju obronci Velike Kapele na potezu Plase — Crni Kal.

Proces elektrifikacije na ovom području započeo je izgradnjom TE Crikvenica (132 kVA) 1926. g. i do 1968. g. je obuhvatio gotovo sva kućanstva i naselja.

Promatrano područje zahvaća površinu od oko 490 km² i ima 102 naselja sa oko 7700 kućanstava i oko 23.000 stanovnika.

U turističkim objektima u 1969. g. boravila su 299.972 gosta i ostvareno je 2,240.576 noćenja na oko 41.000 ležajeva.

Naseljenost na crikveničkom području u posljednjih 20 godina koleba između 18.450 i 23.000 stanovnika, bilježeći rast od 1948/1953. g., pad od 1953/1961. g. i porast u razdoblju 1961/1968. g. Godine 1969. na ovom je području živjelo u prosjeku 47 stanovnika na 1 km² i 3 člana u prosječnom kućanstvu.

Obradom se došlo do zaključka da su se demografska kolebanja javila kao popratna pojava uz kolebljive ekonomske prilike. Njih na ovom području karakteriziraju tradicionalno siromaštvo i nerazvijenost privređivanja praćeno migracijom stanovništva u gotovo svim naseljima u unutrašnjosti i kod nekih manjih naselja u priobalnom pojasu. Intenziviranje turističke izgradnje i korištenja turističkih kapaciteta posljednjih godina praćeno je povećanjem stanovništva u naseljima uz obalu. U cjelini ovo se povećanje odvijalo sa progresivnom stopom od 2,4% god.

Za konzum turističke privrede karakteristično je da je uglavnom vezan za priobalna naselja i da se u Crikvenici, nadaleko poznatom klimatskom lječilištu, najprije javio u obliku zdravstvenog turizma. Unatoč neprilikama turistički se konzum vremenom razvio i već je zahvatio gotovo čitavu obalu crikveničkog područja, a počeo se javljati i u Vinodolskoj kotlini u kojoj postoje idealni prirodni uvjeti za razvoj dopunskog turizma.

U dosadašnjem razvoju turizma, porast broja gostiju i noćenja posebno je intenzivan posljednjih godina.

U razdoblju 1960/1969. g. progresivno su rasli smješteni kapaciteti sa 11,7%/god., broj gostiju sa 13,8%/god. i broj noćenja sa 10,8%/god.

Tendencije razvoja pokazuju da trend izgradnje smještajnih kapaciteta opada, ali da intenzivno raste iskoristivost postojećih kapaciteta.

Na crikveničkom području posljednjih godina je došlo do prestrukturiranja smještajnih kapaciteta, koji se posebno ogleda u opadanju smještajnih kapaciteta u odmarališima, naglom porastu privatnog smještaja i intenzivnoj izgradnji objekata komercijalnog turizma, posebno u turističkim naseljima.

Značajnije proizvodno-privredne organizacije i komunalni objekti na crikveničkom području razmješteni su praktično jednoliko po zonama. U zoni Kraljevice: Brodogradilište Tito — Kraljevica, u zoni Jadranova: Poduzeće za ceste—Drivenik u zoni Dramlja: HE Vinodol — Tribalj, u zoni Cri-

Sl. 1 Situacija električne mreže 110 kV i 35 kV na crikveničkom području (stanje 1970.)

kvenice: Marijan Ivančić, pogon stolarije sa pogonom za proizvodnju hladnjača — Crikvenica i pogon Kamensko — Grižane, u zoni Selca: Viševica, pogon za proizvodnju traktorskih prikolica — Bribir, u zoni Novi: Drvno industrijsko poduzeće — Novi i u zoni Klenovice: Vodovod — Žrnovnica.

Elektroenergetske potrebe promatranog crikveničkog konzumnog područja (prema sl. 1) pokriva elektroenergetski sistem preko transformacije 110/30 (35) kV HE Vinodol (20 + 8,5 MVA). Iz prikaza registriranih vršnih opterećenja područnih transformacija 110/30 (35) kV (sl. 4) primječuje se da su elektroenergetske potrebe sumarnog konzuma orijentiranog na transformaciju 110/30 (35) kV HE Vinodol u 1968. g. dosegle iznos od

oko 27,5 MW.

Ukupne elektroenergetske potrebe konzuma na crikveničkom području (prema sl. 2) dosegle su u 1968. g. iznose od

oko 6500 kW i preko 20 GWh/g.

Analize pokazuju da je njihov rast u razdoblju od 1956/1968. g. tekao progresivno:

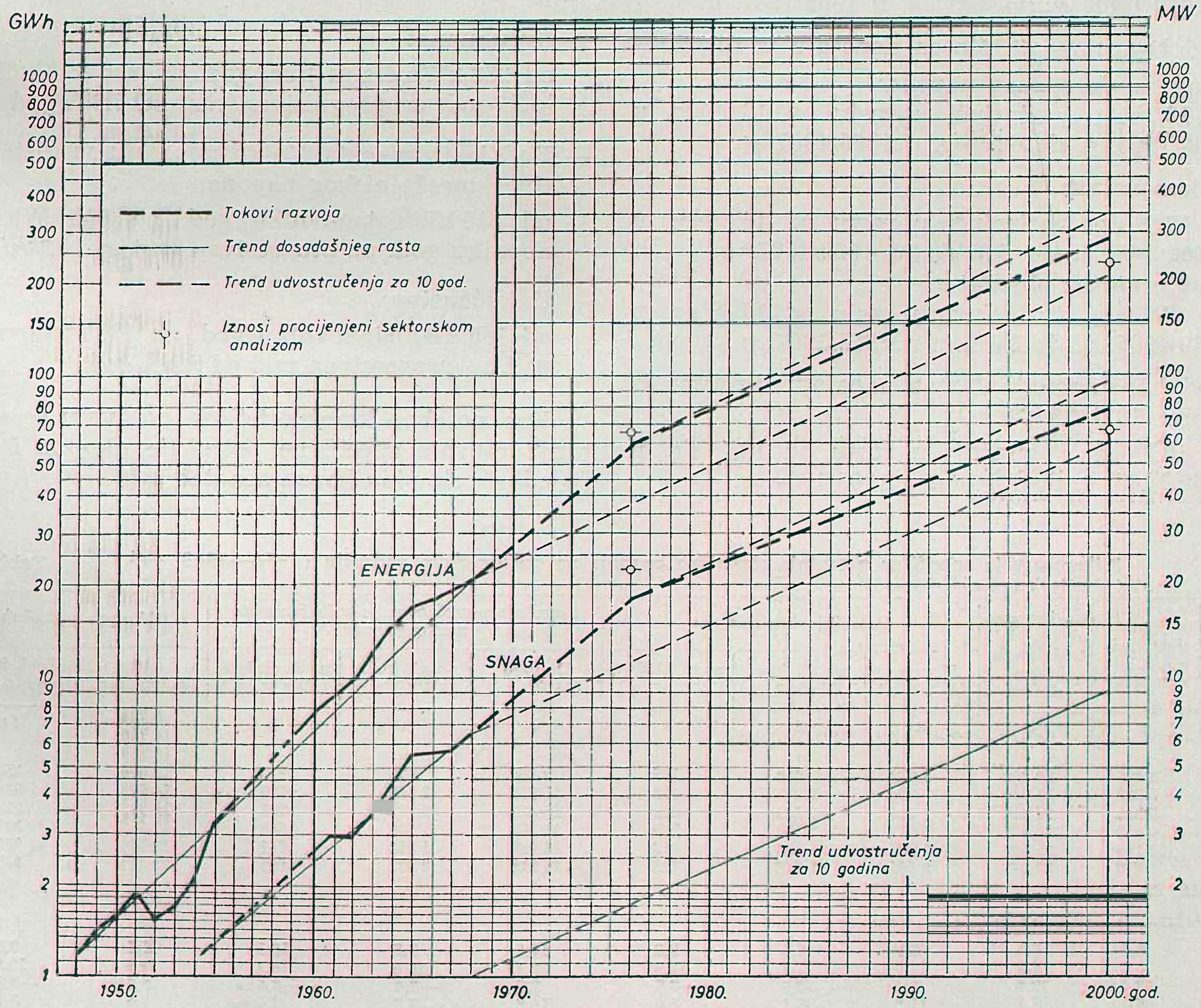
u snazi sa	12,7%/god.
u energiji sa	15,1%/god.

i da je nakon prigušenja u razdoblju 1965—1967. god. ponovo u naglom usponu.

Podaci o potrebama za električnom snagom i energijom crikveničkog područja u 1968. g., predočeni na sl. 7 i sl. 5 ukazuju na sezonski karakter elektroenergetskih zahtjeva konzuma sa špicom u kolovozu, u jeku turističke sezone.

Omjer satnih vršnih potreba konzuma u sezoni i izvan nje kreće se oko 2,3 a omjer najvećih mjesečnih potreba konzuma za električnom energijom (javljaju se u kolovozu) i najnižih mjesečnih elektroenergetskih potreba (javljaju se u veljači) iznosi oko 1,84. Prema sl. 6 omjer ljetnih najviših dnevnih potreba konzuma za električnom snagom (javljaju se nedjeljom oko 11 sati) i najmanjih dnevnih potreba konzuma za električnom snagom (javljaju se nedjeljom u ranim jutarnjim satima), iznosi oko 3,1. Ovi omjeri za konzum na vodu 35 kV Vinodol-Crikvenica, prema sl. 8 iznose oko 3,73.

Razrada strukture elektroenergetskih potreba konzuma, dana na tab. 1 prikazuje da je u razdo-



Sl. 2 Tokovi razvoja elektroenergetskih potreba konzuma na crikveničkom području

Prikaz razvoja strukture potrošnje električne energije na crikveničkom području

Tablica 1

Godina	Elektroenergetske potrebe (MWh/g.)					
	Potrošači napajani iz distributivne mreže niskog napona			Potrošači napajani direktno iz mreže 10 i 30 kV	Sveukupno	Nabava
	Kućanstva	Prateći objekti	Ukupno			
1	2	3	4	5	6	7
1960.	3 650	2 150	5 800	1 672	7 472	
1961.	4 232	1 860	6 092	2 354	8 446	
1962.	5 039	3 156	8 195	1 473	9 668	
1963.	6 190	4 238	10 428	1 837	12 265	
1964.	6 568	5 094	11 662	3 124	14 786	
1965.	7 609	4 801	12 410	3 882	16 292	
1966.	7 882	4 390	12 272	4 740	17 012	
1967.	8 901	5 152	14 053	4 481	18 534	
1968.	9 801	6 114	15 915	4 529	20 444	
Progresivni prirast (%/god.)						
1960/65.	15,8	17,4	16,5	18,4	16,9	
1960/68.	13,2	13,6	13,3	13,2	13,4	
1965/67.	6,3	3,4	6,5	7,3	6,8	

blju 1960/1968. g. potrošnja po pojedinim skupinama konzumenata progresivno rasla:

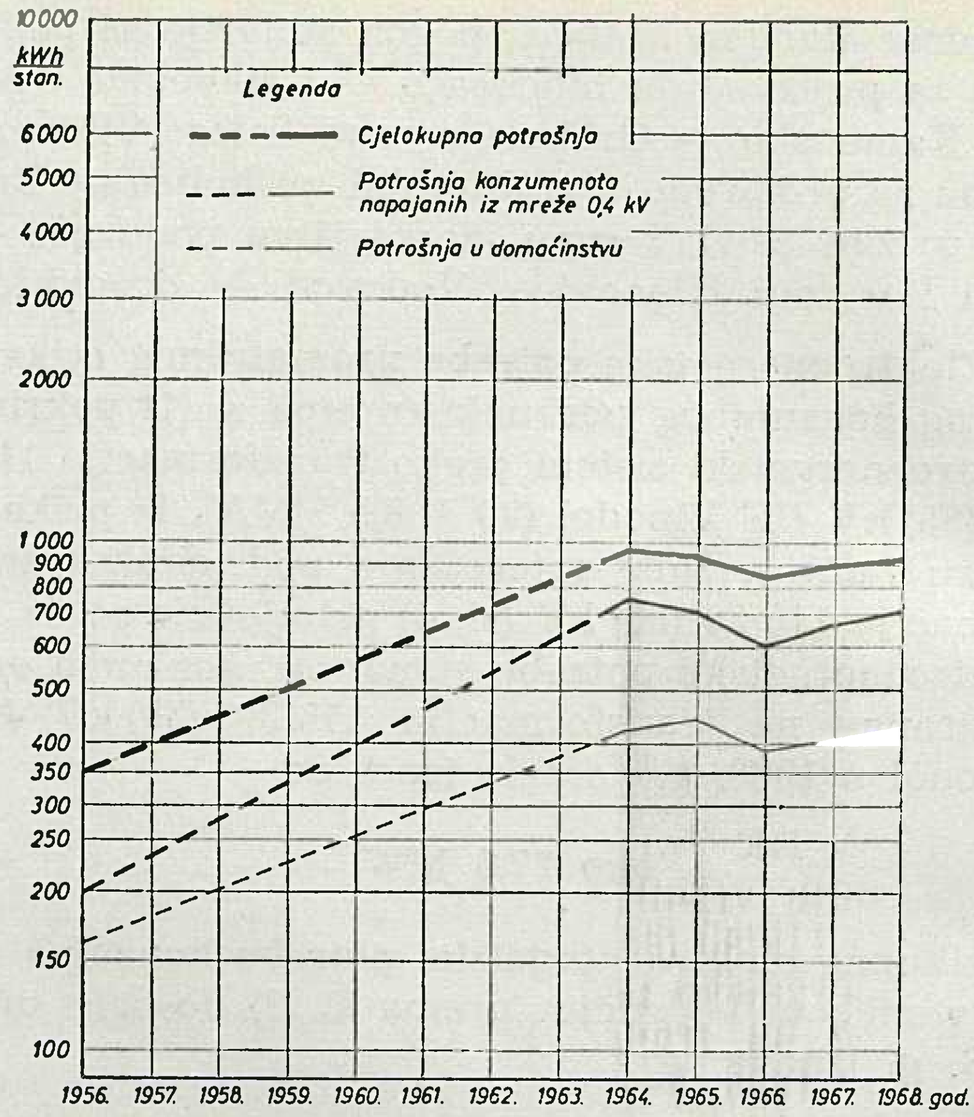
— Sveukupno:
sa 13,4%/g. sa promjenama u rastu od 16,9%/g. u 1960/1965. g. do 6,8%/g. u 1965/1967. g.

— Kod konzumenata što se napajaju iz distributivne mreže niskog napona:
sa 13,3%/g. varirajući u rastu od 16,5%/g. u 1960/1965. g. do 6,5%/g. u 1965/1967. g.

— U kućanstvu:
sa 13,2%/g. varirajući u rastu od 15,8%/g. u 1960/1965. g. do 6,3%/g. u 1965/1967. g.

— Kod pratećih objekata:
sa 13,6%/g. varirajući u rastu od 17,4%/g. u 1960/1965. g. do 3,4%/g. u 1965/1967. g.

— Kod konzumenata što se napajaju direktno iz mreže 10 i 35 kV:
sa 13,2%/g. varirajući u rastu od 18,4%/g. u 1960/1965. g. do 7,3%/g. u 1965/1967. g.



Sl. 3 Tokovi razvoja specifične potrošnje električne energije na crikveničkom području (1956—1968.)

Iz prikaza na sl. 3 i tablice 2 (u prilogu) vidi se da je specifična potrošnja električne energije od 1965. do 1968. g. porasla:

— Sveukupno:
od 350 kWh/članu kuć. god. na 885 kWh/članu kuć. god. uz progresivan rast od 7,9%/god.

— Kod konzumenata što se napajaju iz distributivne mreže niskog napona:
od 218 kWh/stanovniku god. na 691 kWh/stanovniku god. uz progresivan rast sa 10,1%/god.

— U kućanstvu:
od 165 kWh/stanovniku god. na 425/stanovniku god. uz progresivan rast od 9,0%/god.

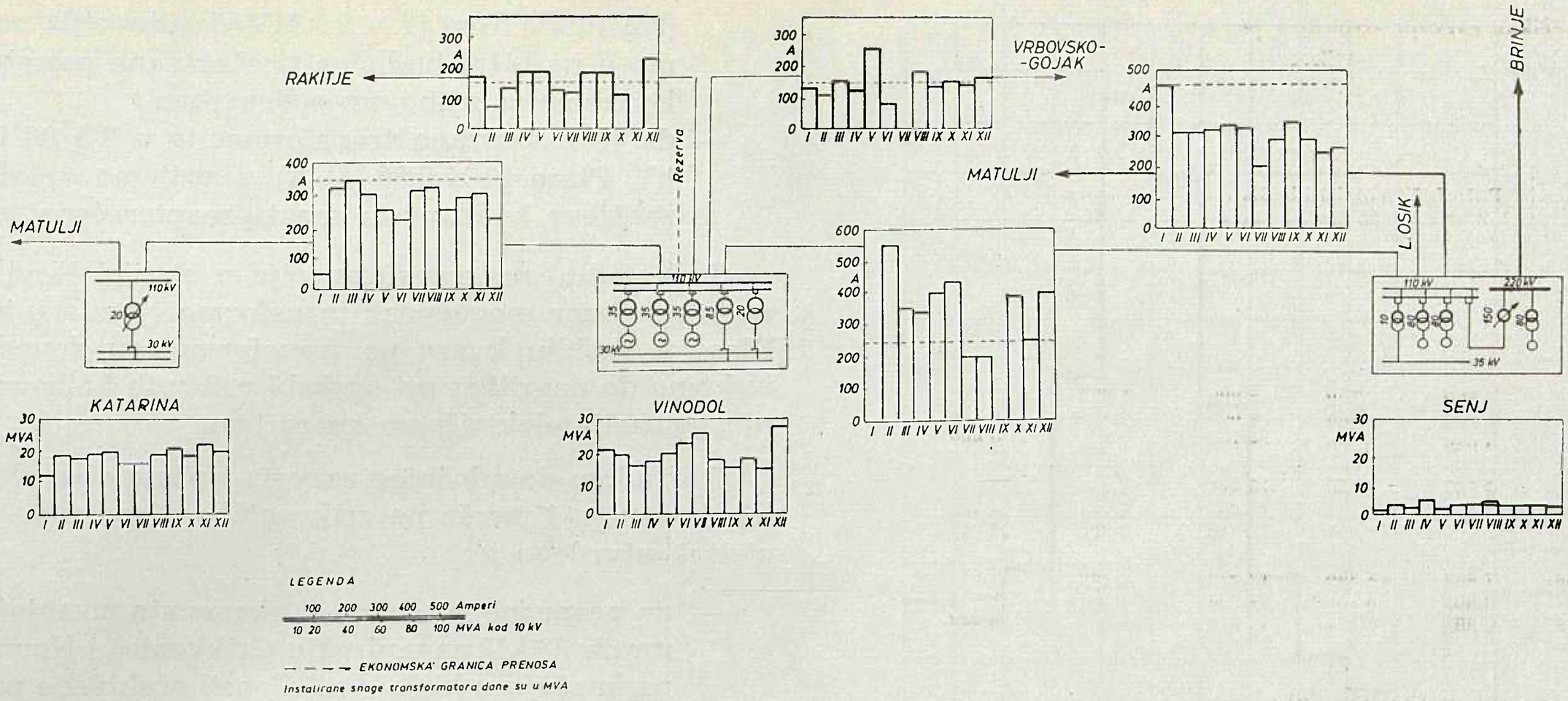
Kao posebno karakteristična uočavaju se variranja razvoja specifične potrošnje ukupno i kod pojedinih skupina konzumenata:

Prikaz razvoja specifične potrošnje električne energije na crikveničkom području (1956—1968. god.)

Tablica 2

Godina	Broj elektrificiranih kućanstava*	Broj stanovnika u elektrificiranim kućanstvima	Potrošnja u kućanstvu			Potrošnja potrošača napajanih iz mreže niskog napona			Ukupna potrošnja	
			Ukupno (MWh/g.)	po el. kuć. (kWh/kuć. g.)	po čl. el. ku). (kWh/st. g.)	Ukupno (MWh/g.)	po el. kuć.) (kWh/kuć.)	po čl. el. kuć. (kWa/st. g.)	Ukupno po čl. el. kuć. (MWh/g.)	(kWh/st. g.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1956.	3 495	10 840	1 778	510	165	2 360	676	218	3 794	350
1964.	5 313	15 940	6 568	1 240	413	11 662	2 189	729	14 786	926
1965.	5 903	17 740	7 610	1 289	429	12 410	2 102	701	16 293	918
1966.	6 819	20 480	7 882	1 156	385	12 272	1 799	599	17 013	828
1967.	7 198	21 590	8 901	1 238	413	14 053	1 952	651	18 534	860
1968.	7 679	23 040	9 801	1 276	425	15 915	2 072	691	20 444	885
Progresivni godišnji prirast (%/god.)										
1956/68.	6,8	6,5	15,2	7,9	9,0	17,2	9,8	10,1	15,1	7,9
1956/64.	5,4	4,9	17,7	11,7	12,0	22,1	15,8	16,1	18,4	12,9
1964/66.	13,4	13,4	9,4	—3,5	—3,5	2,6	—9,4	—9,4	5,4	—3,3
1966/68.	6,1	6,2	11,5	5,1	5,0	14,0	7,3	7,4	9,5	3,4

* Informativne veličine



Sl. 4 Registrirana vršna opterećenja u područnoj prijenosnoj mreži (stanje 1968.)

— Sveukupno:

od progresivnog rasta sa 12,9%/g. u razdoblju 1965/1964. g. do pada od — 3,3%/god. u razdoblju 1964/1966. g.

— Kod potrošača napajanih iz distributivne mreže niskog napona:

od progresivnog rasta sa 16,1%/g. u razdoblju 1956/1964. g. do pada od — 9,4%/g. u razdoblju 1964/1966. g. i

— U kućanstvu:

od progresivnog rasta sa 12,0%/g. u razdoblju 1956/1964. g. do pada od — 3,5%/g. u razdoblju 1964/1966. g.

Analize prigušenja potrošnje i pada specifične potrošnje, zapažene kod svih potrošačkih skupina u razdoblju 1964/1967. i njenog ponovnog intenziviranja u 1967/1968. g. upućuju na zaključak da se radi o pojavi koju je izazvala reforma i da sama po sebi na budući razvoj konzuma neće bitnije utjecati.

Razradom elektroenergetskih karakteristika turističkih objekata, došlo se do zaključka da se postojeće elektroenergetske potrebe turističkih objekata na crikveničkom području kreću:

— u objektima komercijalnog turizma (hoteli, depandanse, moteli, prenoćišta i objekti u turističkim naseljima):

od 154 W/lež. do 810 W/lež. i od 228 kWh/lež. g. do 1860 kWh/lež. g. s prosjekom oko 380 W/lež. i oko 450 kWh/lež. g.

— u odmaralištima:

oko 324 W/lež. i 278 kWh/lež. g.

— u kampovima:

oko 38 W/lež. i oko 30 kWh/lež. g.

— u vikend naseljima:

u prosjeku oko 200 W/lež. i oko 70 kWh/lež. g.

— u privatnom smještaju:

u prosjeku oko 300 W/lež. i oko 100 kWh/lež. g.

Elektroenergetske potrebe potrošača napajanih direktno iz mreže 10 kV, dosegle su u 1968. g. ove veličine:

Brodogradilište, Kraljevica	250 kW	1047 GWh/g.
DIP NOVI, Novi Vinodolski	600 kW	2090 GWh/g.
Vodovod, Žrnovica	430 kW	1340 GWh/g.

2. Prikaz postojećeg stanja elektroenergetskog pojnog sistema i mreže 30 kV

Crikveničko konzumno područje (prema sl. 1, sl. 4 i sl. 9) napaja elektroenergetski sistem posredstvom TS 11/30(35) kV HE Vinodol i područne distributivne mreže 30 kV.

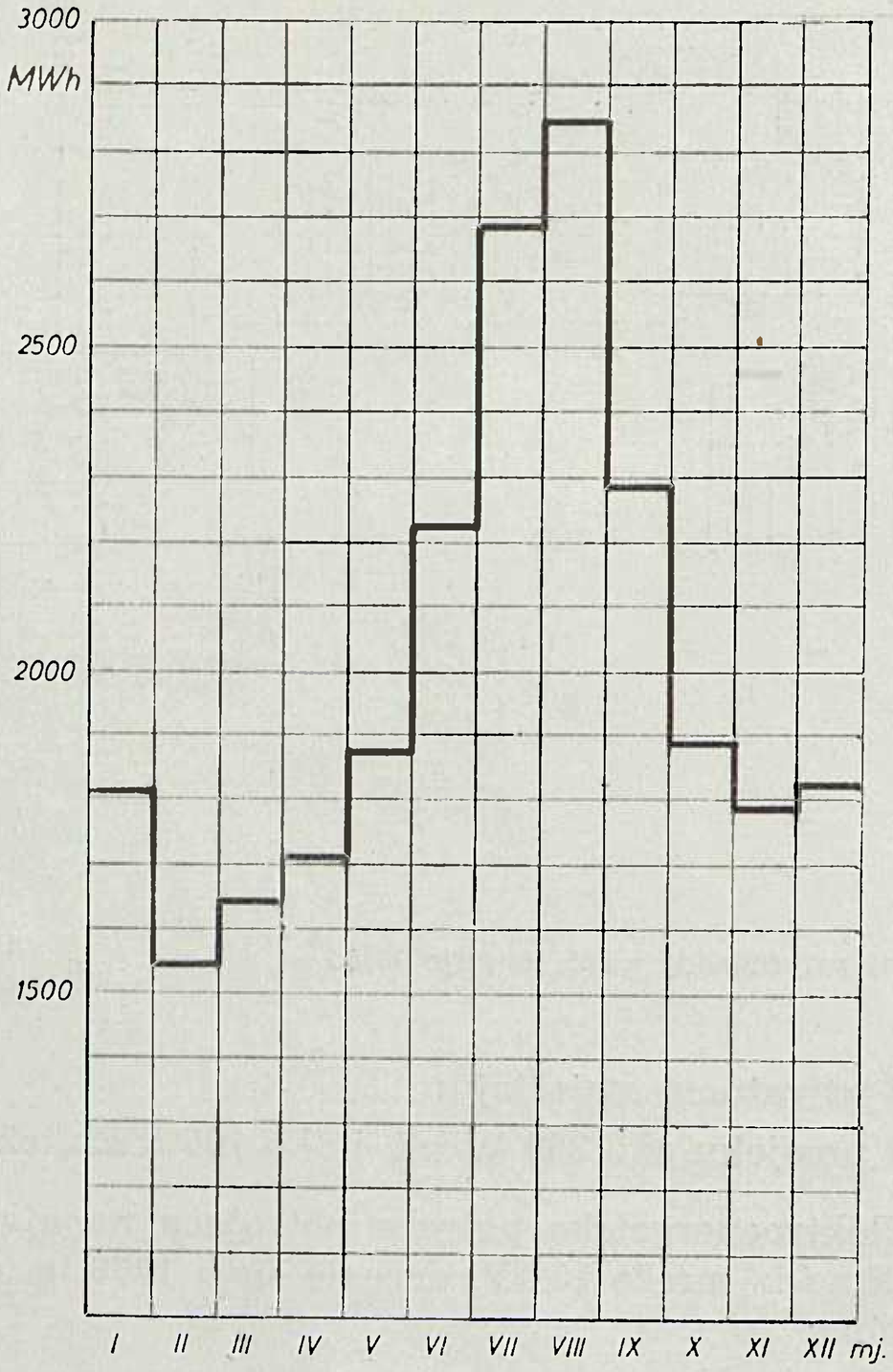
U Vinodolu je instalirana transformacija 110/30 (35) kV 20 + 8,5 MVA a neopremljena su

— na strani 110 kV: 1 polje
— na strani 30(35) kV: 3 polja

Rasklopište 110 kV je izvedeno nadzemno, na platou iznad ulaza u strojarnicu, a postrojenje 30 (35) kV i transformatorske komore u kaverni strojarnice. Komore za transforatore 110/35 kV izvedene su za smještaj transformatora do 35 MVA.

Utvrđeno je da su mogućnosti proširenja postrojenja TS 110/30(35) kV dosta skučene i da se može izvesti jedino na platou kod postojećeg postrojenja 110 kV.

Struktura i kapacitet veza postrojenja 110 kV HE Vinodol sa elektroenergetskim sistemom garantiraju transformaciji 110/30(35) kV u Vinodolu pouzdanu dobavu kvalitetne energije u količinama znatno većim od potreba crikveničkog konzumnog područja, ali vršne potrebe sumarnog konzuma napajanog iz Vinodola (oko 27,5 MW u 1968. g.) dosižu propusne mogućnosti instalirane transformacije 110/30(35) kV HE Vinodol (20 + 8,5 MVA).



Sl. 5 Prikaz elektroenergetskih potreba konzuma na crikveničkom području po mjesecima u 1968.

Očito je da će u određenim prilikama kvar na bilo kojem instaliranom transformatoru 110/30(35) kV u Vinodolu dovesti distributivni konzum napajan iz Vinodola u neodržive prilike.

Mreža 30(35) kV na crikveničkom području razvedena je iz TS 110/30(35) kV HE Vinodol i prikazana na sl. 4 i sl. 9.

U analizama dostignutih vršnih opterećenja i propusnih mogućnosti vodova 30(35) kV na crikveničkom području i stanja izgrađenosti područne mreže, utvrđeno je:

— da je propusna moć voda 30(35) kV Vinodol — Plase iscrpljena potrebama postojećeg konzuma u vrijeme najvišeg opterećenja,
— da propusna moć vodova 30(35) kV Vinodol — Crikvenica i Crikvenica — Novi nadmašuje u bližoj budućnosti očekivane potrebe područnog konzuma,
— da vod 30(35) kV Vinodol — Malinska treba rezervirati za otočni konzum, i
— da će u slučaju kvara na vodu 30 kV Vinodol — Crikvenica bez električne energije ostati područja što se napajaju iz TS 30/10 kV Crikvenica i Novi.

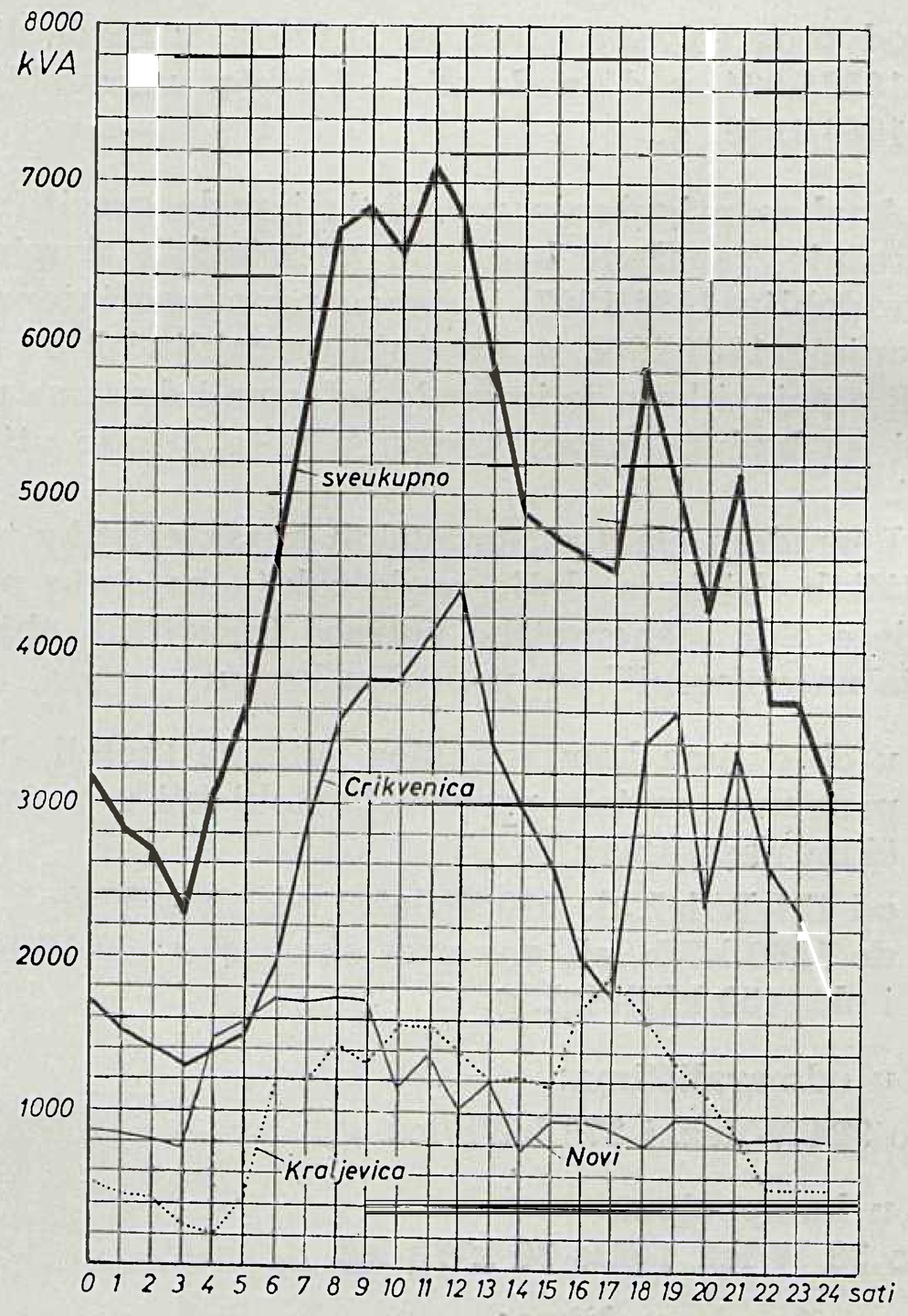
U analizama dostignutih vršnih opterećenja područnih stanica 30(35) kV i njihovih propusnih mogućnosti utvrđeno je:

— da će instalirana transforamcija u TS 30(35) /10 kV Crikvenica (2 × 3,43 kVA) i u TS 30 (35)/10 kV Novi (1 × 2,5 MVA) zadovoljiti samo u najbižoj budućnosti očekivane potrebe konzuma za njihovim područjima i
— da je instalirana transformacija u TS 30/10 kV Plase (2 × 0,86 MVA) u vrijeme vršnih zahtjeva konzuma u snazi preopterećena.

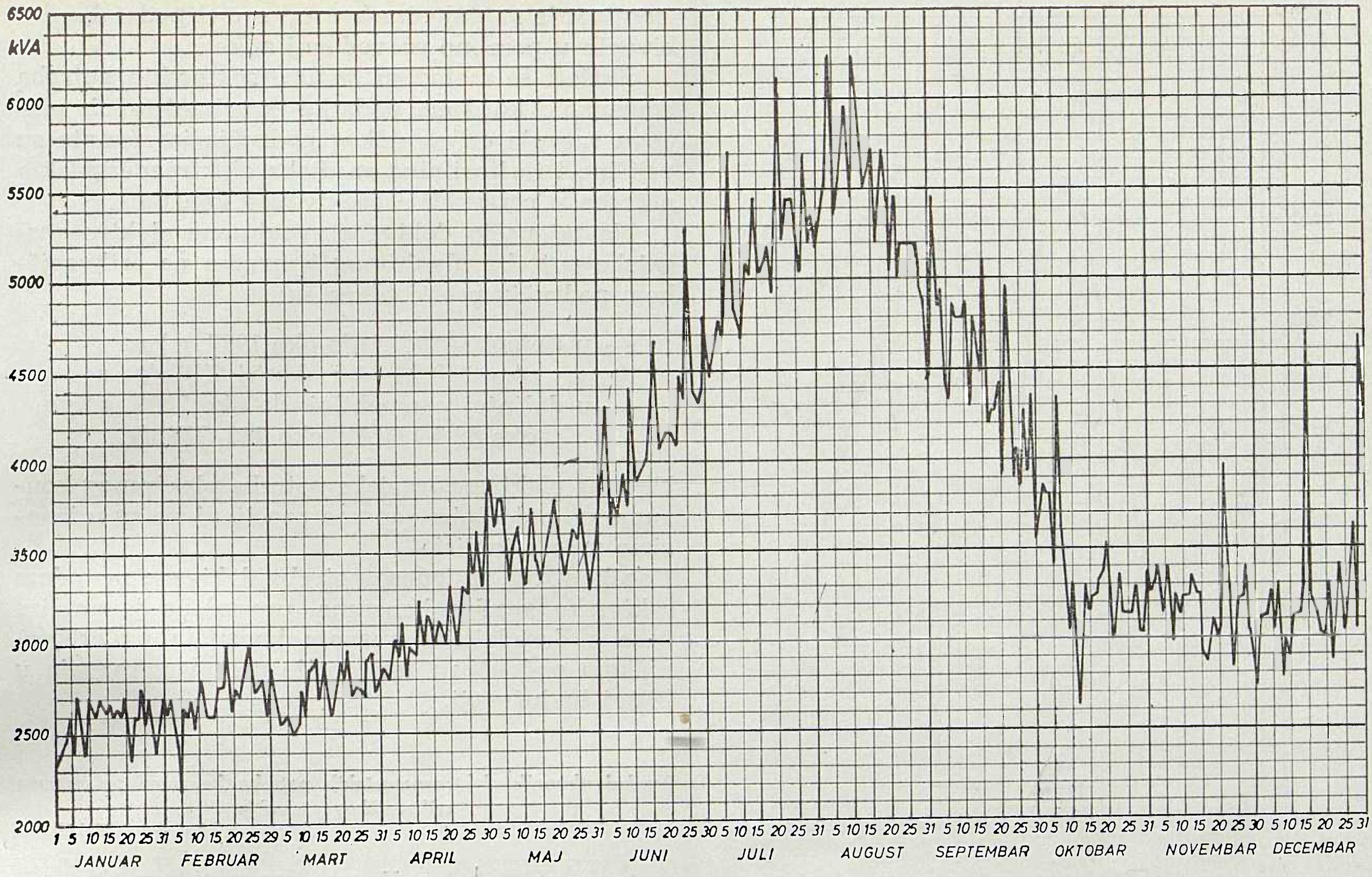
Jednojedinična transformacija u stanici Novi i male propusne mogućnosti transformacije u stanici Plase u slučaju kvara na transformatoru dovode redovno do neprilika pri opskrbi njihovih konzumnih područja električnom energijom.

Razradom dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja konzuma i mreže na crikveničkom području u cjelini, utvrđeno je:

— da propusne mogućnosti elemenata postojeće mreže 35 kV na području Crikvenice i Novog nadmašuju u bližoj budućnosti očekivane potrebe konzuma orijentiranog na ove stanice.
— da će uz hirovite klimatske prilike jednostrano napajanje konzuma ovih stranica i jedinična transformacija u Novom do potpunije dogradnje područne mreže činiti neizvjesnim održanje njenog pogona, a napajanje konzuma nepouzdanim.
— da bi orijentiranje perspektivnog konzuma u zoni Kraljevice na stanicu 30 kV Plase zbog njene dislokacije vodilo potpunom promašaju, i
— da postojeće prilike nalažu što bržu dogranju pojnog sistema i područne mreže 35 kV.



Sl. 6. Dnevne satne elektroenergetske potrebe konzuma po TS 30/10 kV na crikveničkom području (ljetni dan 1969.)



Sl. 7 Prikaz najviših dnevnih opterećenja na vodu 30 kV Vinodol — Crikvenica u 1968.

3. Prikaz predviđenog konzuma

Perspektivni konzum područja obuhvaćenog ovom razradom definiran je »Odlukom koja zamjenjuje regionalni plan obalnog područja općine Crikvenica« (napravljena u Urbanističkom Institutu, Rijeka, 1966. g.), »Odlukom koja zamjenjuje regionalni plan obalnog pojasa područja Kraljevica — Jadranovo« (tekuća razrada Urbanističkog instituta, Rijeka) i nadopunama ovih planova dobivenim anketiranjem stručnih organa uprave, društvenih i privrednih organizacija sa crikveničkog područja i Urbanističkog instituta u Rijeci.

U osnovi je ovim planovima razvoja predviđeno da će se crikveničko područje u budućnosti koristiti prvenstveno za izgradnju objekata turističkog smještaja i stambenih naselja sa najsuvremenijim pratećim objektima.

Predviđa se formiranje niza naselja za oko 56.550 stanovnika i istovremeno prihvaćanje oko 73.660 turista.

Planirano je da će od cjelokupno predviđenog stanovništva 93,9% živjeti u naseljima priobalnog pojasa, a 61% u naseljima u unutrašnjosti.

Objekti turističkog smještaja planirani su u pravilu u priobalnom pojasu, a lokacije su im koncentrirane u posebna turistička naselja ili su vezane uz postojeća stambena naselja.

U strukturi planiranih smještajnih kapaciteta turističkih objekata ističu se objekti privatnog smještaja sa 31.540 lež. (42,5%) i objekti komercijalnog turizma sa 27.510 lež. (37,3%), a slijede ih odmarališta sa 5.990 lež. (8,1%), kampovi sa 5.150 lež. (7%) i vikend kuće sa 3940 lež. (5,1%).

Elektroenergetske potrebe predviđenog konzuma definirane su u cjelini na osnovi:

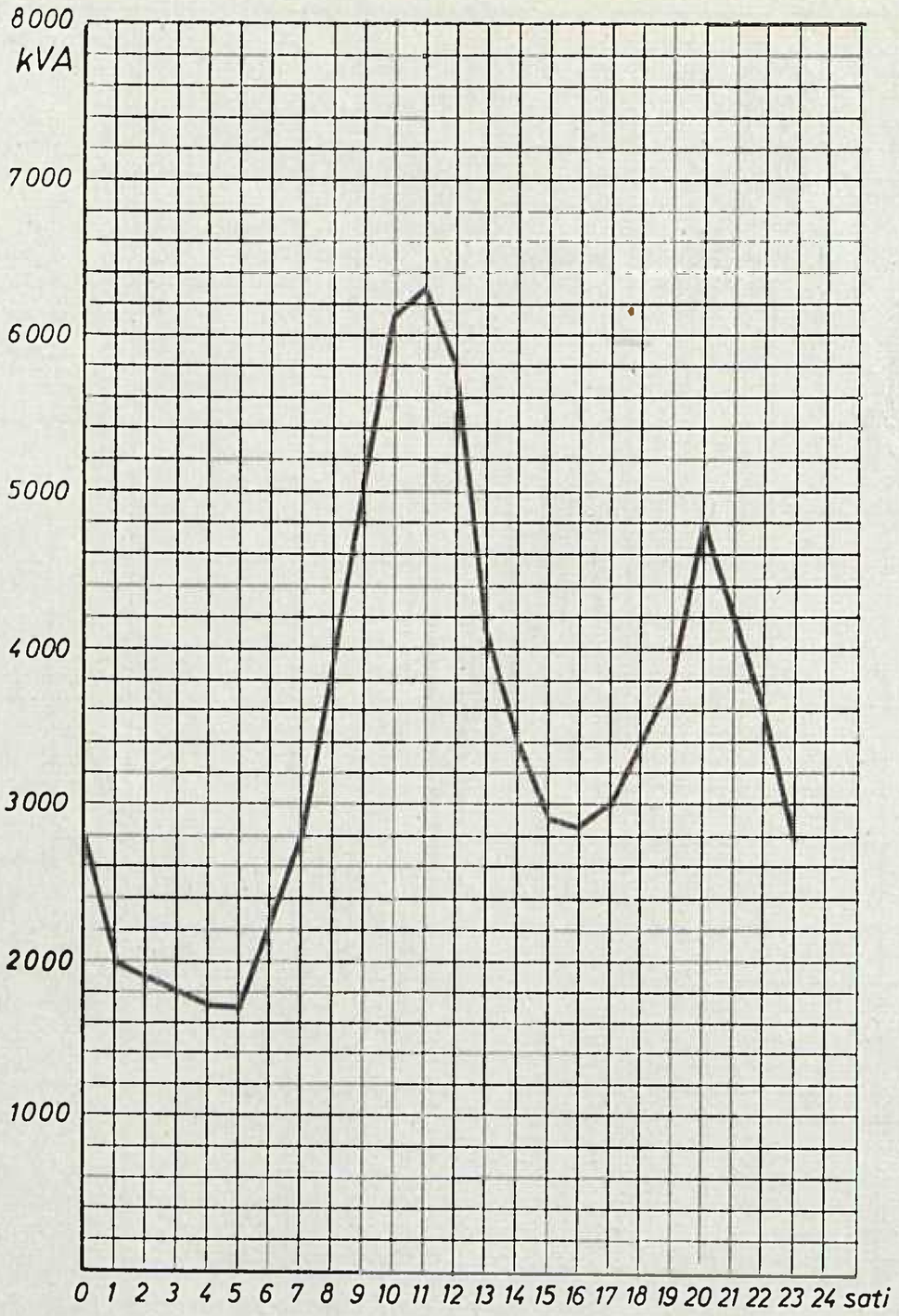
— analitičke razrade dosadašnjeg razvoja iznosa i strukture elektroenergetskih potreba konzuma na ovom području i
— primjene stečenih iskustava i preporuka domaćih i stranih stručnjaka objavljenih u stručnoj literaturi.

Razrada elektroenergetskih potreba provedena je u skladu sa etapnim razvojem predviđenim urbanističkim programima razvoja za bližu budućnost (do oko 1976. g.) i za daljnju perspektivu (do oko 2000. g.)) primjenom metoda

— analize sektorskih potreba konzuma i
— analize globalnog trenda razvoja konzuma.

U razradi po metodi sektorskih potreba konzuma promatranja su svedena 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 prateći, privredni i komunalni objekti, te velika turistička naselja).



Sl. 8 Dnevne satne elektroenergetske potrebe konzuma na vodu 30 (35) kV Vinodol — Crikvenica (nedjelja 14. 8. 1968.)

Analize dostignutih iznosa i tendencije razvoja elektroenergetskih potreba konzumenata snabdijevanih iz distributivne mreže niskog napona pokazale su, da pri definiranju njihovih perspektivnih elektroenergetskih potreba na nivou područne TS 35/10 kV treba računati sa normativnim veličinama danim u tab. 3.

Pregled predviđenih normativnih elektroenergetskih potreba skupina konzumenata napajanih iz distributivne mreže niskog napona i mreže 10 kV na nivou TS 35/10 kV

Tablica 3

Vrsta konzuma	Predviđene normativne potrebe u el. snazi na nivou TS 35/10 kV (W/stanovniku ili W/lež,)	
	oko 1976. g.	oko 2000. g.
Opća potrošnja u naseljima u unutrašnjosti	100	200
Opća potrošnja u naseljima uz obalu	200	500
Objekti komercijalnog turzima (hoteli, moteli, prenoćišta i objekti u turist. naseljima)	400	600
Odmarališta (odmarališta i ljetovališta)	300	400
Kampovi	60	100
Vikend kuće	400	400
Privatni smještaj	300	400

Perspektivne elektroenergetske potrebe pojedinih privrednih komunalnih i pratećih objekata procjenjivanje su pojedinačno na osnovi podataka dobivenih u posebno provedenoj anketi.

Služeći se metodom analize sektorskih potreba konzuma i koristeći podatke iz urbanističkih planova razvoja crikveničkog područja izračunate su veličine i teritorijalna razdioba elektroenergetskih potreba u perspektivi očekivanog konzuma.

Na taj način dobivene sveukupne elektroenergetske potrebe planiranog konzuma na crikveničkom području procijenjene su:

— u I etapi razvoja (do oko 1967. g.) na oko 22,8 MVA i oko 64 GWh/g., a
— u daljnjoj perspektivi (do oko 2000. g.) na oko 69,5 MVA i oko 242 GWh/g.

Ukupne elektroenergetske potrebe planiranog konzuma po pojedinim zonama procijenjene su u iznosima prema tablici 4.

Kao kontrola za iznose potreba dobivene metodom sektorske analize konzuma, provedena je analiza tokova dosadašnjeg razvoja konzuma na crikveničkom području i tendencije njegovog razvoja u bližoj budućnosti.

Pregled ukupnih elektroenergetskih potreba konzuma po zonama crikveničkog područja

Tablica 4

Naziv zone	Ukupne elektroenergetske potrebe			
	u snazi (MVA)		u energiji (GWh/g.)	
	1976. g.	2000. g,	1976. g.	2000. g.
1	2	3	4	5
Kraljevica	4,6	17,3	15	60
Jadranovo	1.4	12.2	4	45
Dramalj	1,9	3,7	5	12
Crikvenica	5,1	11,9	15	40
Selce	2,0	4,7	5	15
Novi	3,1	10,5	8	35
Klenovica	2,8	4,5	8	15
Jezero	0,7	2,5	2	10
Bribir	1,2	2,5	2	10

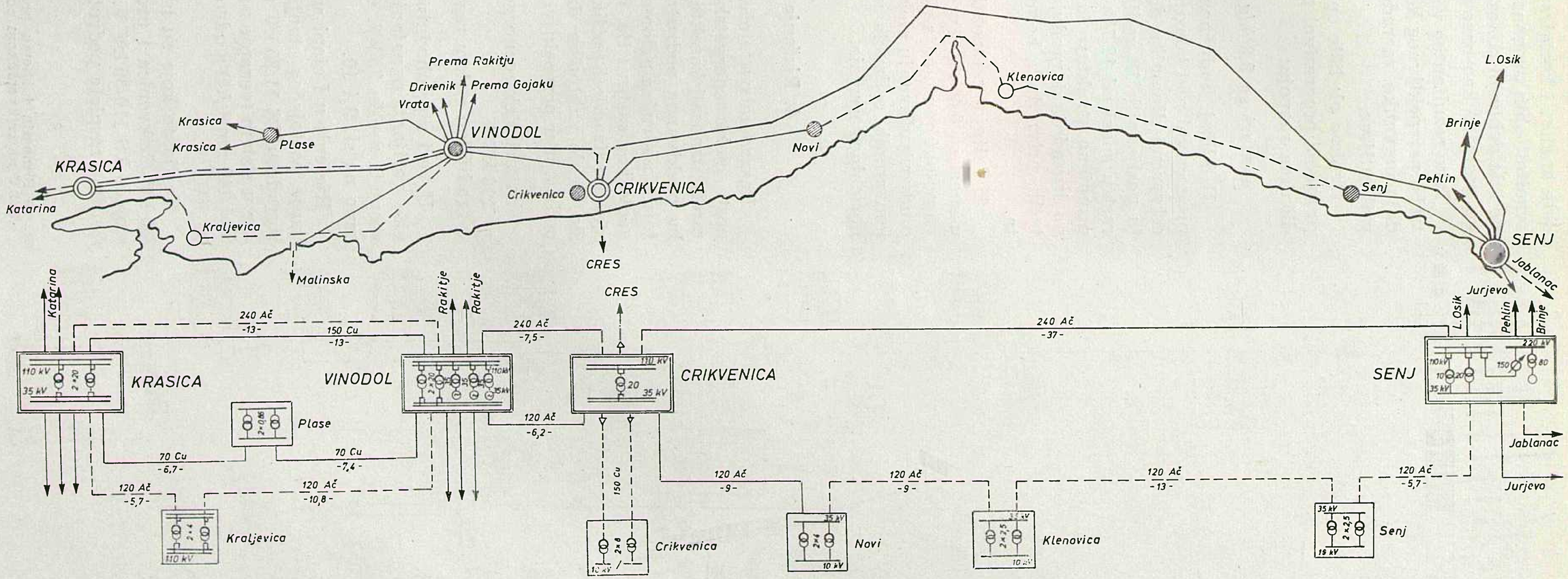
Sveukupni iznosi očekivanih elektroenergetskih potreba dobiveni sektorskom analizom konzuma uspoređeni sa rezultatima analize globalnog trenda razvoja konzuma (po metodi produženja prosječnog godišnjeg porasta iz prošlosti i metodi vremenskog trenda) pokazali su da se razvoj ukupnih elektroenergetskih potreba perspjektivnog konzuma na crikveničkom području može aproksimirati korigiranim trendovima danim u pravcima tokova razvoja na slici 2.

Iz podataka prikazanih na sl. 2 vidi se da se na području razrade mogu očekivati ukupne elektroenergetske potrebe:

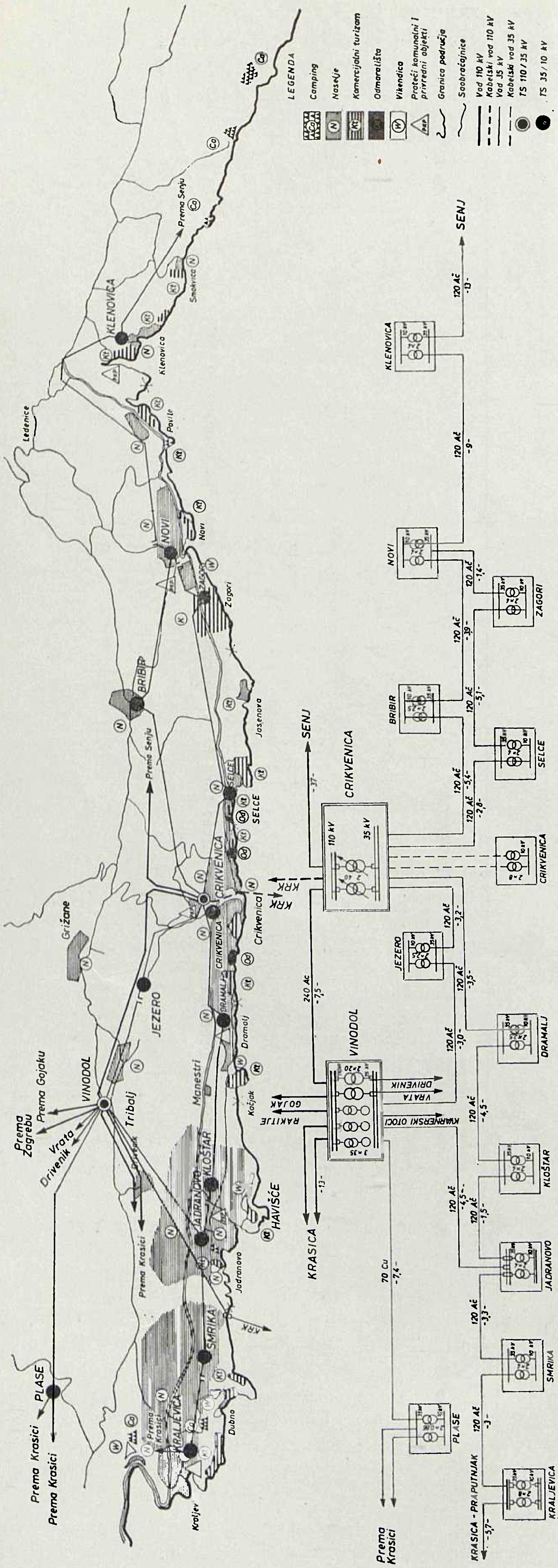
— u I. etapi razvoja konzuma (oko 1976. g.) oko 18 MW i oko 60 GWh/g. i
— u daljnjoj perspektivi (oko 2000. g.) oko 80 MW i oko 300 GWh/g.

Usporedba dobivenih veličina elektroenergetskih potreba perspektivnog konzuma na promatranim područjima, procijenjenih po metodi sektor-

Napomena: Crtkanim linijama su označeni vodovi predviđeni za izgradnju do 1976. god.



Sl. 9 Situacija i shema predviđene električne mreže 110 i 35 kV na crikveničkom području (stanje oko 1976.)



skih analiza i korigiranim trendom, pokazuje da se rezultati obih prognoza nalaze u istom redu veličine i da dobiveni pokazatelji prognoze konzuma mogu poslužiti kao osnova za razradu mreže.

Iako rezultantne veličine elektroenergetskih potreba perspektivnog konzuma na prvi pogled izgledaju prevelike, razradom se steklo uvjerenje da su prihvatljive.

Ovakvo gledište opravdava umjeren predviđeni prosječni progresivni porast u promatranom 32-godišnjem razvoju:

u snazi sa 8,3%/g. i u energiji sa 8,7%/g.

U bližoj budućnosti (do 1976. g.) predviđeni progresivni rast konzuma od oko 14%/g. opravdava ostvarena dinamika dosadašnjeg razvoja konzuma (u posljednjih 12 godina zabilježen je progresivan rast u snazi od 12,7%/g. a u energiji sa 15,1%/g.), promjena strukture konzuma, predviđena stambena izgradnja i predviđeni obuiam izgradnje pratećih, privrednih, komunalnih i turističkih objekata.

U daljnjoj perspektivi progresivni rast konzuma u snazi sa 6,4%/g. i u energiji sa 6,9%/g. opravdava po obujmu manja planirana izgradnja i iskustvo o udvostručavanju elektroenergetskih potreba širih konzumnih područja u desetogišnjim razdobljima normalnog razvoja.

4. Rješenje pojnog sistema

Razradom postojećeg stanja i razvojnih mogućnosti elektroenergetskog sistema i distributivne mreže, iznosa i karaktera elektroenergetskih potreba očekivanog područnog konzuma u perspektivi, forme područne aglomeracije, konfiguracije terena, geološkog sastava tla, klimatskih prilika i uvedene standardizacije i unifikacije u izgradnji mreže, došlo se do zaključka da konzum na crikveničkom području u perspektivi treba orijentirati:

na širi elektroenergetski sistem na nivou mreže 110 kV i
radijalan sistem razvoda na nivou mreže 35 kV.

U vezi s prethodnim zaključkom razmatrano je više varijanti napajanja i odgovarajućih varijanti raspleta mreže 35 kV. Odobreno je rješenje prikazano na sl. 9 i 10.

Rješenje u I etapi razvoja pretpostavlja zadržavanje postojećeg stanja u TS 110/35 kV Vinodol, izgradnju TS 11/35 kV u Crikvenici i njeno uvođenje u sistem (vezanje na vod 110 kV Vinodol—Senj 3 × 240 mm² Ač) s odgovarajućim raspletom mreže 35 kV.

Varijante koje su isključivale gradnju TS 110/35 kV Crikvenica i pretpostavljale proširenje postojeće TS 110/35 kV Vinodol s odgovarajućim rješenjima raspleta područne mreže 35 kV i varijante

Sl. 10 Situacija i shema predviđene električne mreže 110 i 35 kV na crikveničkom području (stanje oko god. 2000.)

koje su u I etapi razvoja mreže u TS 110/35 kV Vinodol pretpostavljale transformaciju 2×31,5 MVA, uz izgradnju TS 110/35 kV Crikvenica, u II etapi razvoja (oko 1980. g.) su napuštene i pored toga što su po ukupnim investicijama, a naročito po dinamici investiranja, predstavljale znatno jeftinije varijante od rješenja prikazanog na sl. 10.

Na odluku o napuštanju spomenutih varijanti presudno su utjecali:

— dislokacija TS 110/35 kV Vinodol u odnosu na težište očekivanog perspektivnog konzuma na crikveničkom području,
— nepovoljan utjecaj na predstojeći prijelaz mreže 35 kV na crikveničkom području od pogona sa 30 kV na pogon sa 35 kV, i
— nesklad u odnosu na planiranu etapnu izgradnju sistema za napajanje otoka Krka, Cresa i Lošinja električnom energijom.

Iz prikaza predviđenog rješenja pojnog sistema (sl. 9 i 10) može se vidjeti da je napajanje perspektivnog konzuma na crikveničkom području orijentirano na širi elektroenergetski sistem sa četiri pojne TS 110/35 kV.

Konzum sjeverozapadnog dijela područja (od Bakarca do Jadranova) orijentiran je na TS 110/35 kV Krasica, 2×40 MVA (u iznosu od oko 12 MVA) i na TS 110/35 kV Vinodol, 2×20 MVA (u iznosu od oko 11,2 MVA).

Konzum jugoistočnog dijela područja (od Povila do Sibinja) orijentiran je na TS 110/35 kV Senj, 2×20 MVA (u iznosu od oko 4,5 MVA).

Prema ranijim rješenjima* konzum sjeverozapadnog dijela područja orijentiran je na Krasicu (2×40 MVA) i Vinodol (2×20 MVA), a jugoistočnog dijela područja na Senj (2×20 MVA).

Konzum centralnog dijela područja (od Jadranova do Novog) orijenitran je na predviđenu TS 110/35 kV Crikvenica, 2×40 MVA.

Elektroenergetske potrebe konzuma orijentiranog na TS 110/35 kV Crikvenica procijenjene su:

— u I. etapi (oko 1976. g.) na oko 14 MVA i oko 37 GWh/g,
— u daljnjem razvoju (oko 2000. g.) na oko 41,8 MVA i oko 142 GWh/g.

Najpovoljnija lokacija pojne stanice, u odnosu na težište ovog konzuma, mogla se dobiti u blizini postojeće TS 30(35)/10 kV Crikvenica.

Predviđenim raspletom na nivou mreže 110 kV, vezala bi se TS 110/35 kV Crikvenica na postojeći vod 110 kV Vinodol—Senj, 3×240 mm² i tako interpolirala u elektroenergetski sistem. Time bi pored uloge pojne stanice područne mreže 35 kV Crikvenica služila i kao rasklopnica preko koje će se energijom iz elektroenergetskog sistema moći napajati i konzumi otoka Krka, Cresa i Lošinja.

Predviđeno je da se TS 110/35 kV Crikvenica izvede za:

— 2 transformatorske jedinice 110/35 kV po 40 MVA,
— na strani 110 kV:
  glavne i pomoćne sabirnice, 4 vodna polja (jedno rezervno), 2 transformatorska polja, mjerno polje i spojno polje,
— na strani 35 kV:
  dvostruke sabirnice, 8 vodnih polja (2 rezervna), 2 transformatorska polja, 2 polja vlastite potrošnje, spojno polje i mjerno polje.

Dinamika dogradnje pojnog sistema na crikveničkom području usklađena je:

— s planiranom dinamikom razvoja područne mreže 35 kV, i
— s planiranom dinamikom razvoja pojnog sistema na području Rijeke i Kvarnerskih otoka.

U I. etapi razvoja (do 1976. g. — prema sl. 9) planira se izgradnja TS 110/35 kV Crikvenica, njeno vezanje vodovima 3×240 mm² Ač, duljine 2 km u vod 110 kV Vinodol—Senj i elektroenergetski sistem, te izvođenje i stavljanje u pogon 110 kV veze Kvarneskih otoka sa sistemom na kopnu.

Obujam predviđene izgradnje TS 110/35 kV Crikvenica u I etapi (do 1976. g.) obuhvaća:

— na strani 110 kV:
  glavne i pomoćne sabirnice, 3 vodna polja, 1 transformatorsko polje (20 MVA), spojno polje i mjerno polje,
— u transformaciji: instaliranje jednog (1) transformatora 110/35 kV, 20 MVA,
— na strani 35 kV:
  dvostruke sabirnice, 4 vodna polja, 1 transformatorsko polje (20 MVA), 2 polja vlastite potrošnje, spojno polje i mjerno polje.

Oko 1980. g. predviđa se instaliranje još 1 transformatora 110/35 kV snage 20 MVA i opremanje odgovarajućih trasformatorskih polja na 110 kV i na 35 kV strani.

U daljnjoj perspektivi (2000. g.) planirano je opremanje TS 110/35 kV Crikvenica na konačno predviđeni obujam izgradnje za transformaciju 110/35 kV snage 2×40 MVA i rasplet prema sl. 10.

5. Prikaz rješenja perspektivne mreže 35 kV

Uvažavajući razradom dobivenu energetsku osnovu, formu dane područne aglomeracije, konfiguraciju terena, geološki sastav tla, klimatske prilike, mogućnosti postojeće područne mreže 110, 35 i 10 kV, te uvedenu standardizaciju i unifikaciju u izgradnji mreže na ovom području, došlo se do zaključka da će osnovnim zahtjevima pouzdanog napajanja kvalitetnom energijom konzuma područne mreže 10 kV najbolje odgovarati rješenje mreže 35 kV u radijalnoj izvedbi prikazano na sl. 9 i 10.

Rješenje je zasnovano na elementima mreže usvojenim i unificiranim u Elektroprimorju:

* Autorovi članci u »Energiji« 7—8/1969. g. i 5—6/1970. g.

— stanice 35/10 kV sa transformacijom od 2×8 MVA (2×2,5 MVA, 2×4 MVA i 2×8 MVA),

— nadzemni vodovi 35 kV presjeka 3×120 mm² Ač i

— kabelski vodovi 35 kV presjeka 3×150 mm² Cu.

Prema bilanci dobivene razdiobe perspektivnog konzuma po područnim TS 35/10 kV u I. etapi (oko 1976. g.) i u daljnjoj perspektivi (oko 2000. g.) elektroenergetske potrebe područnog konzuma orijentirane su:

U I. etapi razvoja (do oko 1976. g., prema sl. 9):

— u zoni Kraljevice i Jadranova sa oko 6 MVA na predviđenu stanicu 35 kV Kraljevica,
— u zoni Dramlja, Jezera, Crikvenice i Selca sa oko 9,7 MVA na rekonstruiranu stranicu 35 kV Crikvenica,
— u zoni Novi i Bribir sa oko 4,2 MVA na postojeću stanicu 35 kV Novi,
— u zoni Klenovice sa oko 2,8 MVA na predviđenu stanicu 35 kV Klenovica.

U daljnjoj perspektivi (do oko 2000. g., prema sl. 10):

— u zoni Kraljevice sa oko 17 MVA na predviđenu stanicu 35 kV Kraljevica i novu stanicu 35 kV Smrika,

— u zoni Jadranova sa oko 12,2 MVA na nove stanice 35 kV Jadranovo i Kloštar,

— u zoni Dramlja sa oko 3,7 MVA na novu stranicu 35 kV Dramalj,

— u zoni Jezera sa oko 2,5 MVA na novu stanicu 35 kV Jezero,

— u zoni Crikvenice sa oko 11,9 MVA na stanicu 35 kV Crikvenica,

— u zoni Selca sa oko 4,7 MVA na predviđenu stanicu 35 kV Selce,

— u zoni Novi sa oko 10,5 MVA na stanicu 35 kV Novi i nove stanice 35 kV Zagori i Bribir, i

— u zoni Klenovice sa oko 4,5 na predviđenu stanicu 35 kV Klenovica.

U skladu sa izloženom razdiobom konzuma na pojne TS 110/35 kV i područne TS 35/10 kV, te usvojenom unifikacijom elemenata područne mreže 35 kV i zahvjevima o pouzdanosti napajanja konzuma područnih stanica 35 kV, rasplet vodova je definiran tako, da u pravilu svaka područna TS 35/ /10 kV može dobiti energiju iz dvije pojne stanice 110/35 kV.

Dinamika dogradnje perspektivne mreže 35 kV je usklađena:

— s predviđenom dinamikom razvoja konzuma,
— sa fizičkim stanjem i propusnim mogućnostima pojedinih elemenata postojeće područne mreže 35 kV,
— sa predviđenom dinamikom dogradnje područnog pojnog sistema.

U I. etapi razvoja (do 1976. g.) predviđena je izgradnja TS 35/10 kV kod Kraljevice, u Crikvenici i kod Klenovice, i vodova 35 kV Krasica—Kraljevica—Vinodol, Crikvenica—Crikvenica i Senj —Klenovica—Novi, te zamjena postojećih vodiča na vodu 3 kV Senj—Senj i prelaganje priključnih veza postojeće TS 30(35)/10 kV Crikvenica na predviđenu TS 110/35 kV Crikvenica.

U daljnjoj perspektivi (do 2000. g.) predviđa se izgradnja TS 35/10 kV kod Jadranova i njeno povezivanje s vodom 35 kV Kraljevica—Vinodol, izgradnja TS 35/10 kV kod Smrike, Kloštara, Dramlja, Jezera, Selca, Bribira i Zagori, te izgradnja magistralnih vodova 35 kV Jadranovo—Kloštar—Dramalj—Crikvenica i Crikvenica—Selce—Zagori —Novi i njihovo vezanje na područne TS 110/35 kV.

Za TS 35/10 kV Kraljevica predviđeno je da se izvede kao tipska gradska stanica, 2×8 MVA na jugoistočnoj periferiji današnje Kraljevice. U izboru tipa i veličine ove stanice presudan je bio utjecaj veličine i karaktera područnog konzuma, te planirane dinamike njegova razvoja.

U I. etapi je predviđeno da se stanica opremi:

— u transformaciji: transformatorima 35/10 kV, 2×4 MVA .
— na strani 35 kV: dvostrukim sabirnicama, sa 2 vodna polja, 2 transformatorska polja, mjernim poljem i spojnim poljem
— na strani 10 kV: dvostrukim sabirnicama, sa 2 transformatorska polja, 5 vodnih polja, poljem vlastite potrošnje, mjernim poljem i spojnim poljem.

Izgradnja voda 35 kV Krasica—Kraljevica, 3×120 mm²Ač, 5,7 km i voda 35 kV Kraljevica—Vinodol, 3×120 mm²Ač, 10,5 km planirana je u I. etapi izgradnje mreža u skladu sa ranijim rješenjem i zahtjevanom pouzdanošću napajanja konzuma TS 35/10 kV Kraljevica, koje je pretpostavlja njeno dvostrano napajanje.

Za TS 35/10 kV Crikvenica predviđeno je da se rekonstruira na 2×8 MVA.

U izboru rješenja stanice uzete su u obzir mogućnosti i lokacije elemenata postojeće mreže, te očekivani iznosi i dinamika razvoja pojnog sistema i konzuma na lokalitetima u Crikvenici i u njenoj bližoj okolici.

U I. etapi predviđeno je da se stanica rekonstruira i opremi:

— u transformaciji: transformatorima 35/10 kV, 2×8 MVA,
— u stanici: rušenje elemenata 35 kV dijela postrojenja i proširenje postrojenja 10 kV uz opremanje novih polja 10 kV.

Predviđeno je da se veza TS 35/10 kV Crikvenica sa pojnom TS 110/35 kV Crikvenica izvede kabelima 35 kV NKBA 3×150 mm².

Za TS 35/10 kV Klenovica predviđeno je da se izvede kao tipska područna stanica, 2×4 MVA sa lokacijom na području Klenovice.

U I. etapi predviđeno je da se stanica opremi:

— u transformaciji — transformatorima 35/10 kV, 2×2,5 MVA,
— na strani 35 kV: jednostrukim sabirnicama, sa 2 vodna polja, 2 transformatorska polja i mjernim poljem.
— na strani 10 kV: jednostrukim sabirnicama, sa 2 transformatorska polja, 4 vodna polja, poljem vlastite potrošnje i mjernim poljem.

Izgradnja predviđenog voda 35 kV Novi — Klenovica, 3×120 mm²Ač, 9 km i Klenovica — Senj, 3×120 mm²Ač, 13 km, planirana je u I. etapi izgradnje (do 1976. g.) u skladu sa traženom pouzdanošću napajanja stanica 35 kV Novi, Klenovica i Senj, koji uključuju potrebu osiguranja rezervnog napajanja, a time i zamjenu postojećih vodiča (3×50 mm²Če) na vodu 35 kV Senj — SENJ* novim vodičima 3×120 mm²Ač.

Za dinamiku razvoja područne mreže 35 kV u daljnjoj perspektivi (do 2000. g.) ovdje je dana samo programska osnova koja će biti potpunije definirana naknadno, na osnovi aktualiziranih potreba područnog konzuma.

Ovom programskom osnovom je predviđeno:

U zoni Kraljevica

izgradnja tipske TS 35/10 kV, 2×4 MVA u području Smrike i njeno vezanje za vod Kraljevica — Jadranovo, 3×120 mm²Ač.

U zoni Jadranovo — Crikvenica

izgradnja tipskih TS 35/10 kV, 2×4 MVA u području Jadranova, Kloštra i Dramlja, te voda 35 kV Jadranovo — Crikvenica, 3×120 mm² Ač kojem će ove stanice biti povezane sa pojnom TS 110/35 kV Crikvenica.

U zoni Selce—Novi

izgradnja tipskih TS 35/10 kV, 2×4 MVA (prema sl. 14) u području Selca i Zagori, te voda 35 kV Crikvenica—Novi, 3×120 mm² Ač, kojim će ove stanice biti povezane sa pojmom TS 11/35 kV Crikvenica.

U zoni Bribir

izgradnja tipske TS 35/10 kV, 2 × 4 MVA u području Bribira i njeno vezanje na vod Crikvenica—Bribir—Novi, 3 × 120 mm² Ač.

U zoni Jezero

izgradnja tipske TS 35/10 kV, 2 × 4 MVA u području Jezero i njeno vezanje na vod 35 kV Vinodol—Crikvenica, 3 × 120 mm² Ač.

6. Osvrt na naponske prilike u perspektivnoj mreži 35 kV

Razrada naponskih prilika u perspektivnoj mreži 35 kV provedena je s ciljem da se utvrde rasponi naponskih stanja na sabirnicama 35 kV najbliže i najudaljenije TS 35/10 kV po područjima pojnih TS 110/35 kV. Račun je proveden za slučajeve od najmanjeg (30%) do punog (100%) opterećenja svih instaliranih transformatora u predviđenom normalnom pogonskom stanju mreže.

Razrada je provedena uz pretpostavke:

1) da će se automatska regulacija napona obavljati u pojnim TS 110/35 kV i da će na njihovim sabirnicama 35 kV vladati stalan napon za 5% veći od nominalnog,
2) da će prosječni faktor snage perspektivnog konzuma mreže 35 kV biti cos fi = 0,9 i
3) da će maksimalno opterećenje voda nastupiti u slučaju punog i istovremenog angažiranja svih instaliranih transformatora u stanicama koje napaja odgovarajući vod.

Dobiveni rezultati su pokazali, da se na sabirnicama 35 kV u TS 35/10 kV na crikveničkom području naponska stanja mogu očekivati u granicama:

— u mreži I. etape (oko 1976. g.)
između 1,014 U_n ili 1,05 U_n,
— u mreži daljnje perspektive (oko 2000. g.)
između 0,986 U_n i 1,05 U_n

Iz onih prikaza proizlazi da će održavanje urednih naponskih prilika u mreži 35 kV na crikveničkom području u prvom redu ovisiti o uspješnosti regulacije napona u pojnim stanicama 110/35 kV Krasica, Vinodol, Crikvenica i Senj.

7. Osvrt na pogonske mogućnosti perspektivne mreže

Najnepovoljnije stanje u elektroenergetskom napajanju postojećeg konzuma na području od Bakarca do Sibinja može nastati u slučaju:

— ispada transformacije 110/30 kV, 20 MVA u Vinodolu, odnosno
— ispada voda 30 kV Vinodol—Crikvenica.

S obzirom na dostignute iznose elektroenergetskih potreba konzuma orijentiranog na TS 110/35 kV Vinodol i stanje područne mreže 35 kV (prema sl. 1) i u jednom i u drugom slučaju ispada dolazi se u stanje praktičnog nestanka električne energije na crikveničkom području. Najbolje rješenje ovih prilika nalazi se u dogradnji područne elektroenergetske mreže prema rjšenju prikazanom na sl. 9.

* Zbog nedefiniranosti konzuma na području Novi—Senj, računalo se da će se ova zamjena moći izvesti kasnije.

Analizom mogućih ispada pojedinih elemenata predviđene područne mreže, zaključeno je da najnepovoljnije stanje u napajanju područnog konzuma može nastati:

a) u mreži I. etape (oko 1976. g.)
— u slučaju ispada transformacije 110/35 kV, 20 MVA u Crikvenici, odnosno
— ispada voda 35 kV Crikvenica—Novi

b) u mreži daljnje perspektive (do 2000. g.)
— u slučaju ispada voda 35 kV Crikvenica—Bribir, odnosno
— ispada voda 35 kV Senj—Senj.

Ispadi u mreži I. etape nadomještaju se angažiranjem voda 35 kV Vinodol—Crikvenica i voda 35 kV Novi—Klenovica—Senj—Senj.

Proračuni su pokazali da se u danim prilikama na sabirnicama 35 kV u TS 35/10 kV na području Crikvenice, Novog i Klenovice mogu očekivati naponi u granicama između

$$1{,}05\ U_n \quad \text{i} \quad 0{,}94\ U_n .$$

Ispadi u mreži daljnje perspektive (do 2000. g.) zamjenjuju se angažiranjem voda 35 kV Crikvenica—Selce—Novi—Bribir i voda 35 kV Crikvenica —Bribir—Novi—Klenovica—Senj.

Proračuni su pokazali da se u danim prilikama na sabirnicama 35 kV u TS 35/10 kV na području Crikvenica—Senj mogu očekivati naponi u granicama između

$$1{,}05\ U_n \quad \text{i} \quad 0{,}86\ U_n .$$

Ima li se na umu, da su predočeni rezultati dobiveni uz pretpostavku punog i istovremenog angažiranja svih instaliranih transformatora u stanicama, koje znatno nadmašuje predviđene potrebe područnog konzuma, može se smatrati da će i planirana mreža zadovoljavati i u prilikama izvanrednog pogona. Ukoliko konzumne potrebe u izvanrednom pogonu mreže ipak izazovu loše naponske prilike na sabirnicama 35 kV u TS 35/10 kV Senj, rješenje će trebati potražiti, ili u zamjeni predviđene transformacije 35/10 kV regulacionom transformacijom, ili u rekonstrukciji TS 35/10 kV Novi, koja bi omogućila prebacivanje transformacije 35/10 kV u Novom na vod 35 kV Crikvenica—Selce—Zagori—Novi i rasterećenje voda Crikvenica—Bribir—Novi —Klenovica—Senj, u normalnom pogonu.

8. Osvrt na snage kratkog spoja

U radovima Instituta za elektroprivredu — Zagreb, snage kratkog spoja u elektroenergetskoj mreži područja koje obuhvaća i šire crikveničko područje, definirane su samo za vremensko razdoblje do oko 1975. g.

— na nivou mreže 110 kV: od oko 1775 MVA (Krasica) do oko 2130 MVA (Vinodol),
— na nivou mreže 35 kV: od oko 100 MVA (Klenovica) do oko 420 MVA (Vinodol).

Na osnovi grube analize očekivanog razvoja elektroenergetskog sistema procijenjeno je da se u daljnjoj perspektivi, do oko 2000. g., u elektroenergetskoj mreži područja pod koje spada i crikveničko područje snage kratkog spoja mogu očekivati u iznosu

— na nivou mreže 110 kV: do oko 3500 MVA (Krasica)
— na nivou mreže 35 kV: do oko 600 MVA (Krasica).

Iz ovih podataka može se zaključiti da snage kratkog spoja u planiranoj elektroenergetskoj mreži 110 i 35 kV na crikveničkom području neće uvjetovati tretiranja koja bi izlazila iz uobičajenih okvira.

9. Aproksimativni troškovi izgradnje planirane mreže

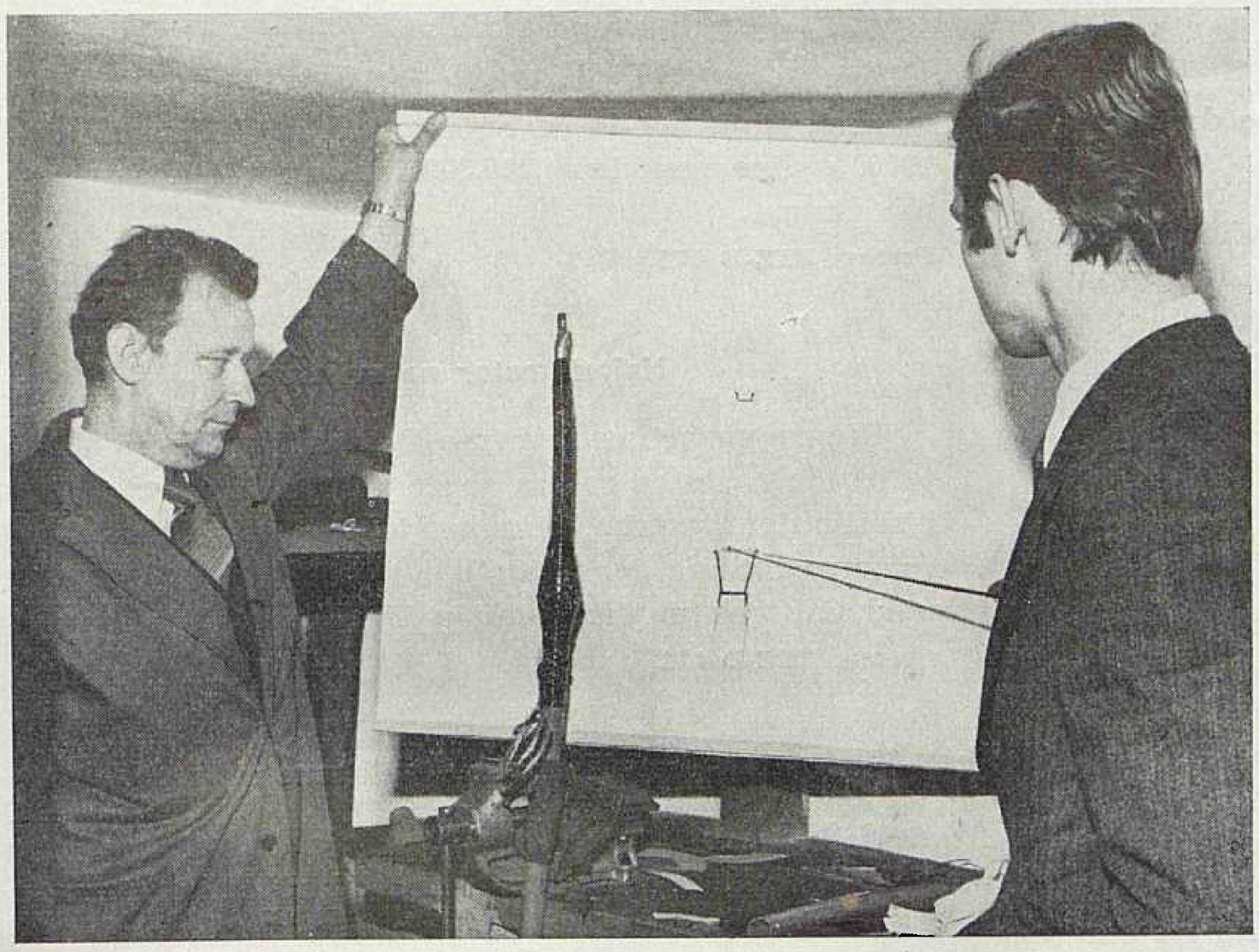
Ukupne kalkulativne troškove izgradnje predviđene mreže 110 i 35 kV na crikveničkom području do oko 2000. g. treba očekivati u redu veličine od oko 43 300 000 d.

Oko četvrtina 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 6 420 000 d uložiti u objekte mreže 110 kV, a oko 12 165 000 Din u objekte mreže 35 kV.

Naslov pisca: Nikola Vagić, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb.

PRIMJENA POLIETILENSKOG KABELA U MREŽI DISTRIBUCIJE SRH



Montaža kabelskog završetka na polietilenskom kabelu u »Elektri« Zagreb

Zašto je izabran polietilenski kabel 20 kV?

Odluka o uvođenju napona reda 20 kV u distributivnoj mreži nametnula je potrebu izbora tipa kabela, vrstu kabelskog pribora i tehnologiju montaže. Za naponsko područje 10—35 kV pored papirom izoliranih kabela danas se sve više primijenjuju kabeli sa izolacijom PVC-a, polietilena (PE) i etilen-propilen gume (EPR). Pojava novih tipova kabela sa sintetičkim izolacijama dovela je u dilemu mnoga distributivna poduzeća u pogledu daljnjeg korištenja klasičnih kabela sa papirnom izolacijom.

Statistički podaci raznih zemalja uvjeravaju nas, da je trend rasta kabela sa sintetičkom izolacijom na srednjem naponu bitno u porastu, na uštrb kabela sa izolacijom od impregniranog papira.

Kabeli sa izolacijom od PVC-a zbog visokih dielektričnih gubitaka nisu pogodni ni ekonomski opravdani za upotrebu u mrežama 20 kV, pa se izbor kod nas priktički svodi na kabele sa izolacijom od papira ili polietilena.

Za izbor tipa kabela odlučujuće su tehničko-ekonomske prednosti i iskustvo stečeno u pogonu.

Kao neke od prednosti polietilena (PE) pred kabelima izoliranim papirom mogu se navesti:

- veća temperaturna otpornost dopušta i veće opterećenje u normalnom pogonu i kratkom spoju (PE 70°—150°C, umreženi PE 90°—250°C).
- Dielektrični gubici su oko 10 puta manji prema papiru, a prema PVC-u preko 2000, što ne treba zanemariti.
- Znatno manja težina kabela i manji promjer, te jednostavnija izvedba.
- Bolja mehanička svojstva i dobra savitljivost, čak na −40°C.
- Veće proizvodne dužine, lakša montaža, manji broj spojnih mjesta,
- neosjetljivost na visinske razlike, jer ne postoji problem migracije uljakonpanda, pa je i nadzor u pogonu nepotreban.

»Elektra« Zagreb se je odlučila na jednožilni kabel sa izolacijom od termoplastičnog polietilena i aluminijskim vodičem presjeka 1 × 150 mm² sa ekranom iz bakrene trake presjeka 16 mm² zaštićenog PVC plaštem.

Vodič kabela odobren je i iz aluminija tehnički jednako vrijednom bakrenom vodiču, a sa gospodarskog stajališta povoljnijim. Napominjemo, da i ostale zemlje kao Francuska, Mađarska upotrebljavaju aluminij u kabelima na niskom i srednjem naponu u preko 90 % svojih mreža, te da su iskustva sa AL-vodičima zadovoljavajuća. Spajanje AL-vodiča izvest će se postupkom gnječenja a spajanje i završavanje kabela samospajajućim trakama »3 M« sa kapacitivnim oblikovanjem polja. Postupak je vrlo jednostavan, ali zahtijeva veliku čistoću pri radu.

Tehnologija montaže razrađena je u suradnji sa tvornicom TEP, i već su uspješno izrađeni prvi uzorci kabelskih završetaka u »Elektri« Zagreb.

Isporuku ovog kabela izvršit će tvornica kabela »ELKA« koja posjeduje najmodernije uređaje za proizvodnju PE kabela, a prototip kabela već je ispitan u laboratoriju tvornice »Rade Končar« pod vrlo oštrim uvjetima. Rezultati ispitivanja su zadovoljavajući. Naručene količine kabela za »Elektru« — Zagreb bit će isporučene do svršetka svibnja, kada treba započeti montaža kabela na terenu.

M. M. — Eldih

Proslava stote obljetnice Britanskog društva elektroinženjera

Sedamnaestog svibnja 1971. proslavilo je Britansko društvo elektroinženjera (British Institution of Electrical Engineers) stotu godišnjicu postojanja. Proslava je trajala tjedan dana i obuhvatila je sve sekcije u Velikoj Britaniji.

Prema: Bull. ASE 4/71 *J. M.*

Proučavanje radioaktivnosti mora

Radioaktivnost mora, je bila tema kojom su se nedavno bavili eksperti međunarodne organizacije za atomsku energiju. Cilj provedenih izučavanja je da se nađe način zaštite ljudi, flore i faune u morima i oceanima od sve veće i veće koncentracije radioaktivnih materijala u morima. Ti radioaktivni materijali zovu se radionukleidi. Oni dolaze u ocean kao otpaci iz nuklearnih elektrana, kada se pohranjuju na dno mora, neki drugi dolaze iz sedimenata sa dna mora, a neki kao posljedica eksperimenata sa nuklearnim eksplozijama. Većina radionukleida ostaje na dnu mora kao talog, ali neki mogu ući u morske organizme a preko njih i u čovjeka. Dogovoreno je da će se organizirati posebna koordinirana akcija istraživanja radionukleida u morima.

Prema: Bull. ASE 4/71 *J. M.*

Plinske turbine za olimpijsko selo kod Münchena

Najveće plinske turbine koje su trenutno naručene bit će uskoro u pogonu u olimpijskom selu u Münchenu. To će biti dvije jedinice po 80 MW sa dvije jednoosovinske turbine vezane uz po dvije komore za sagorjevanje. Cjelokupnu opremu, kako električnu, tako i elektroničku za regulaciju, isporučuje Kraftwerk-Union iz Mannheima. Ove jedinice moraju biti u pogonu u toku olimpijade, u ljetu 1972. Svaka turbina će imati termičku snagu od 290 Gkal/h.

Plinske turbine su predviđene za prirodni plin i mogu raditi na temperaturi od 820° C. U teškim situacijama moći će se raditi i sa 850° C, kada će, uz uvjet da je izlazna temperatura zraka + 15° C i 760 mm tlaka, davati snagu od 86 MW. A ako vanjska temperatura iznosi — 10° C dobit će se i 102 MW snage. Predviđeno je da ova elektrana radi 5.000 sati godišnje.

Prema: Elektrotechnick, 1/71 *J. M.*

Ponuda i potražnja hladnjaka u Zapadnoj Njemačkoj

Proizvodnja hladnjaka za duboko smrzavanje porasla je u Zapadnoj Njemačkoj za 88% u odnosu na prvo polugodište 1969. godine i iznosi 101.700 komada. Ukupan broj hladnjaka za duboko smrzavanje povećao se za 3% i iznosi 330.500 komada. Bez obzira na povećanu proizvodnju, ipak u Zapadnoj Njemačkoj tek svaka peta obitelj posjeduje hladnjak. Računajući s ovim podatkom bilo je na njemačkom tržištu u toku 1970. godine ponuđeno 286.300 komada hladnjaka raznih vrsta.

Prema: ETZ-B 4/71 *J. M.*

Najteži rotor na svijetu

Prema podacima iz firme Brown Boveri, završena je izrada najtežeg rotora za generator. Njegova težina iznosila je 200 tona, a nakon obrade 165 tona. Ovaj rotor se radi za generator u nuklearnoj elektrani Donald C. Cook u Michiganu u USA.

Prema: ETZ-B 4/71 *J. M.*

Izgradnja druge nuklearne elektrane u Švedskoj

U Švedskoj je započela izgradnja druge nuklearne elektrane koja će proizvoditi električnu energiju u komercijalne svrhe. To je elektrana Oskarshamm II. Imat će snagu od 580 MW, a predviđeno je da uđe u pogon u toku 1974. godine.

Prema: ETZ-B 4/71 *J. M.*

Prva nuklearna elektrana u Norveškoj

Prije godinu dana objavljeni su planovi o gradnji prve norveške nuklearne elektrane od 500 MW. Nedavno je norveško ministarstvo industrije odobrilo njenu izgradnju, pa bi prva norveška nuklearna elektrana trebala biti u pogonu 1978. godine.

Prema: ETZ-B 4/71 *J. M.*

Japan najviše instalira kompjutore

Japan je zemlja koja ima najveću stopu porasta broja instaliranih kompjutora, više od 30%. Krajem ožujka ukupni broj elektroničkih računala u pogonu bio je 6.718. Po broju instaliranih računala Japan se nalazi na trećem mjestu iza SAD i Zap. Njemačke. Isto tako raste i proizvodnja kompjutora, te je krajem ožujka 1970. iznosila 74% jedinica i 53% vrijednosti u odnosu na isto razdoblje 1969. godine.

Prema: ETZ-B 4/71 *J. M.*

Ponuda i potražnja strojeva za pranje posuđa u Zapadnoj Njemačkoj

U toku prvog polugodišta 1970. godine proizvedeno je u Zapadnoj Njemačkoj 230.300 strojeva za pranje posuđa, što je za 33% više nego u istom razdoblju 1969. S obzirom na to da uvoz (53%) raste brže od izvoza (20%) u toku prvog polugodišta 1970. bilo je na njemačkom tržištu 149.500 (49%) više strojeva za pranje posuđa nego u 1969. godini. Smatra se da sada svega 4% njemačkih obitelji ima stroj za pranje posuđa.

Prema: ETZ-B 3/71 *J. M.*

XXXIX redovna sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, Udružene elektroprivrede SR Hrvatske, održane 4. XI. 1971. godine u Zagrebu.

Na sastanku je predložen i usvojen dnevni red:

1. *Razmatranje zahtjeva za pokriće manjka prihoda — gubitka u 1971. godini »Elektroprivrede« Zagreb.*
2. *Razno.*

Nakon diskusije, doneseni su slijedeći

zaključci:

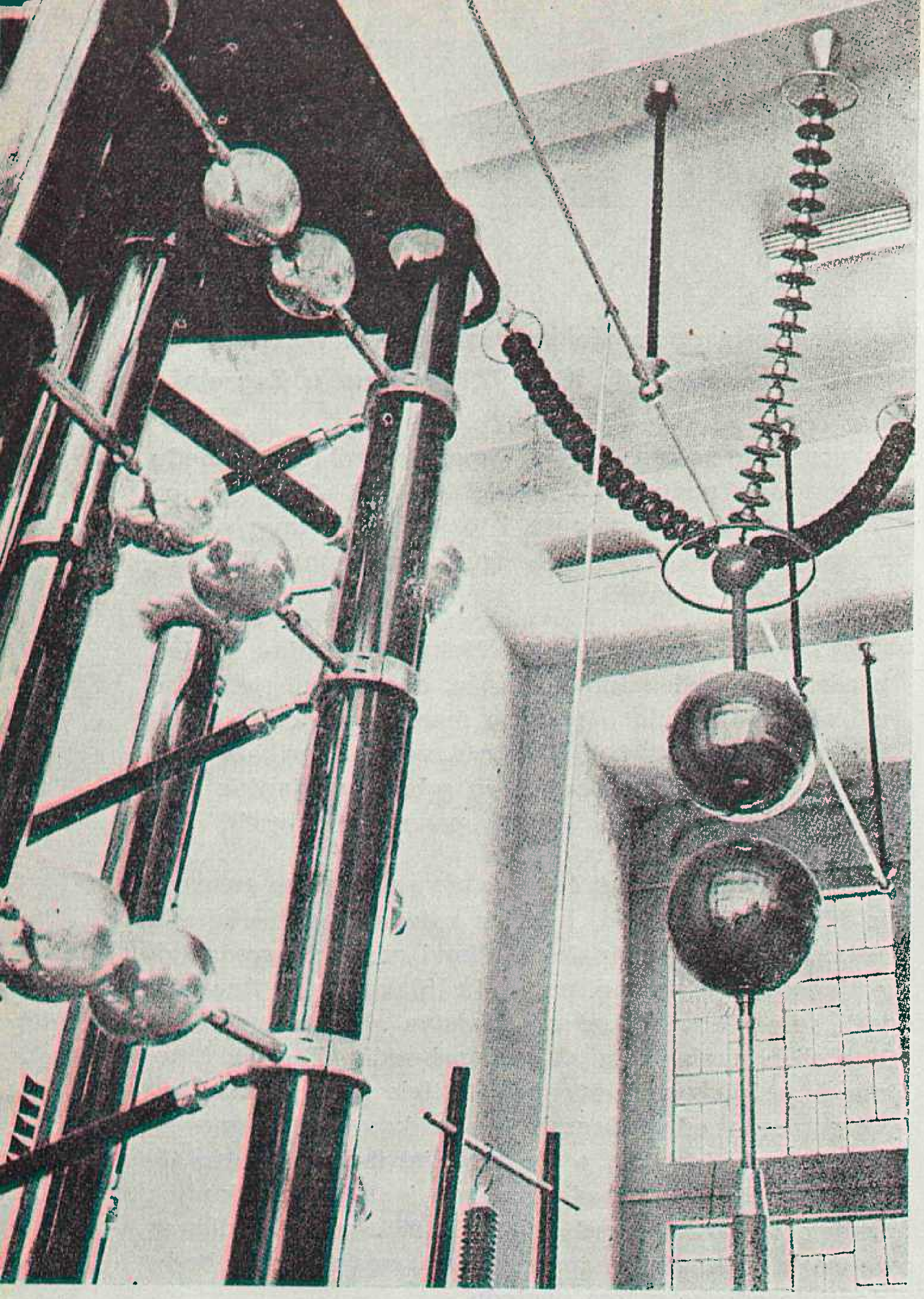
1. Razmatrajući zahtjev za pokriće manjka prihoda — gubitka »Elektroprivrede« Zagreb u 1971. godini, Upravni odbor je — u traženju puta i načina za rješenje tog, kao i svih eventualnih sličnih problema u elektroprivredi Hrvatske, zauzeo slijedeći stav:
   a) neosporno je da postoji gubitak — manjak prihoda u 1971. godini u poduzeću »Elektroprivreda« Zagreb;
   b) neosporno je da se gubitak ne može riješiti u okviru elektroprivrede, nego treba tražiti intervenciju i podršku društva;
   c) dio materijala koji govori o historijatu, potrebno je novom stilizacijom promijeniti tako da se ne bi shvatilo da se ekonomski položaj »Elektroprivrede« Zagreb može riješiti novom organizacijom;
   d) uz zahtjev za pokriće manjka treba dati i pregled ekonomskog položaja čitave elektroprivrede Hrvatske (tj. poduzeća: Osijek, Rijeka, Split i Zagreb), posebno razgraničenje Osijeka i Zagreba;
   e) u materijalu treba detaljnije ukazati na rad koji je u toku oko rješavanja kompleksnih odnosa u elektroprivredi Hrvatske i istaći da će se elektroprivreda Hrvatske — ako se prihvate prijedlozi — konsolidirati tako da se ubuduće neće pojavljivati s ovakvim zahtjevima pred društvom, jer će ti problemi biti riješeni u domeni eksploatacije i proširene reprodukcije, odnosno odgovarajućim sistemskim mjerama.
2. Budući da postoje sporovi u pogledu odnosa između »Elektroslavonije« Osijek i »Elektroprivrede« Zagreb, na sastanku direktora (14. X 1971), dogovoreno je da se za rješenje spornih problema između ova dva poduzeća u razdoblju 1971—1975. godine naprave dvije varijante, i to jedna po stavu »Elektroslavonije«, Osijek, a druga po stavu »Elektroprivrede« Zagreb.

   S obzirom na činjenicu da »Elektroslavonija«, Osijek predstavlja regionalno poduzeće, dogovoreno je da se u ovom materijalu o prikazu manjka prihoda »Elektroprivrede« Zagreb, »Elektroslavonija« prikaže kao takvo poduzeće, što povlači za sobom varijantne prikaze manjka prihoda »Elektroprivrede« Zagreb.

   U varijanti I. prikazat će se nabava električne energije iz HE na Trebišnjici, i efekti zajedničkog nastupa u 1971. godini, te originalni troškovi osnovnih sredstava prijenosne mreže na području Slavonije i Baranje, koji se vode kao osnovna sredstva »Elektroprivrede« Zagreb u poslovanju »Elektroprivrede« Zagreb. Prema tome, »Elektroslavonija« Osijek se u odnosu na »Elektroprivredu« Zagreb javlja kao proizvodno — prijenosno poduzeće, a ne kao distributivni potrošač. Odnosi »Elektroprivrede« Zagreb i »Elektroslavonije« Osijek za razdoblje od 1972. do 1975. godine prikazat će se u naknadnim materijalima onako kako budu donijete odluke u tom pogledu.

   U *varijanti II.* prikazat će se manjak prihoda »Elektroprivrede« Zagreb koji respektira zahtjev »Elektroslavonije« Osijek, tj. s energijom HE na Trebišnjici u okviru »Elektroslavonije« Osijek, i sa raspodjelom efekata zajedničkog nastupa. Ovo će izazvati povećanje manjka prihoda »Elektroprivrede« Zagreb. Ovu varijantu izradit će »Elektroslavonija« Osijek, a priložit će se materijalu o manjku prihoda »Elektroprivrede« Zagreb radi upoznavanja nadležnih organa o stavu »Elektroslavonije« Osijek.
4. Ni varijanta I, ni varijanta II, ne predstavljaju definitivne varijante za raspravu plana 1971. do 1975. godine, nego će on biti napravljen onako kako budu donesene odluke o spornim pitanjima.

Radi poodmaklog vremena i premorenosti prisutnih, o točki »razno« nije se raspravljalo.



RAD INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U 1971.

Institut za elektroprivredu u Zagrebu osnovan je 1953. sa zadatkom da znanstveno obrađuje probleme iz područja elektroprivrede i ostale energetike. Svojim razvojem i afirmacijom postao je nosilac obrade važnih problema jugoslavenske elektroprivrede i energetike, uopće. Naročito treba istaknuti aktivnost Instituta na znanstvenim istraživanjima metoda bilanciranja energetskih sistema uspoređivanjem vrijednosti elektrana i stalni rad na studiji perspektivnog razvoja jugoslavenske mreže visokog i najvišeg napona. Svoju djelatnost obavlja Institut u suradnji s elektrotehničkim institutima u Beogradu i Ljubljani, podjelom rada u skladu sa specifičnostima pojedinih instituta.

Osim uže problematike elektroprivrede, kao povezanog tehničkog i ekonomskog sistema, razvio je rad i na tehnološkim elementima termoenergetike, te u tehnici visokog napona. U pojedinim specijalnostima ovih područja Institut je vodeća ustanova u zemlji.

Institut je stručno znanstvena organizacija koja posluje po privrednim principima. Znanstveno istraživački rad se obavlja prema unutarnjoj organizaciji, u devet posebnih grupa, od kojih svaka ima svoj zaokruženi djelokrug rada.

Studijske i laboratorijske grupe imaju kadar s dugogodišnjim iskustvom u struci i višegodišnjim stažom u radnoj grupi u Institutu.

Kao suradnici djeluju također i priznati stručnjaci izvan Instituta, među kojima i nekoliko istaknutih sveučilišnih profesora.

Studijske i laboratorijske grupe Instituta su:

1 Studijska grupa za elektroenergetske sisteme
2 Studijska grupa za prijenosne mreže
3 Studijska grupa za distributivne mreže
4 Studijska grupa za ekonomiku elektroprivrede
5 Studijska grupa za opću energetiku
6 Studijska grupa za termoenergetske sisteme
7 Laboratorij za toplinska mjerenja
8 Laboratorij za visoki napon i jaku struju
9 Laboratorij za elektroniku
10 Dokumentacija, izdavačka djelatnost, propaganda

U daljnjem tekstu su prikazani važniji radovi iz djelovanja pojedinih grupa u 1971. godini.

STUDIJ ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA

Utjecaj razvoja sistema na korištenje termoelektrana

Naručilac: Zajednica jugoslovenske elektroprivrede — Beograd
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing., Hrvoje *Birimiša*, dipl. ing.

Ovom studijom pokušava se prikazati zakonitost smanjenja korištenja termoelektrana ovisno o razvoju elektroenergetskog sistema, uzimajući u obzir utjecaj strukture proizvodnje u elektroenergetskom sistemu (odnos hidroenergije i termoenergije), te utjecaj tehničkog minimuma termoelektrana.

Na osnovi provedenih analiza određeni su, osim grafičkih, i analitički izvori za određivanje zakonitosti smanjenja korištenja termoelektrana.

Opseg: 90 stranica i 17 slika.

Pregled stanja principa i literature u vrednovanju električne energije

Naručilac: Zajednica jugoslovenske elektroprivrede — Beograd
Autor: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Završeno u rujnu 1971.

Studija prikazuje, na osnovi literature, principe vrednovanja električne energije što su razrađeni i objavljeni, uz kritički osvrt na te principe. Ona daje prikaz (na osnovi literature) odnosa među elektroprivrednim poduzećima, koordinacije rada ekonomski nezavisnih parcijalnih sistema, sistema razmjene energije, odnose cijena, itd.

Opseg: 57 stranica, 5 tablica i 18 slika.

Utjecaj karakteristika elektrana na rad u sistemu

Naručilac: Zajednica jugoslovenske elektroprivrede — Beograd
Autor: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing.
Završeno u lipnju 1971.

U studiji je razrađena metoda određivanja faktora raspoloživosti raspoložive snage termoelektrana, uvažujući pri tome remont agregata u termoelektranama u trajanju od mjesec dana u svakoj promatranoj godini, te određivanje mjerodavne vjerojatnosti s obzirom na sigurnost opskrbe potrošača. U promatranom elektroenergetskom sistemu analizirani su utjecaji remonta u termoelektranama, te veličina rotirajuće rezerve na faktore raspoloživosti i na iznose vjerojatnosti sigurnosti snabdijevanja potrošača. Analiziran je i utjecaj povećanja instalirane snage u hidroelektranama na prilike u elektroenergetskom sistemu.

Opseg: 70 stranica, 19 tablica i 13 slika.

Osnovna načela i metode za vrednovanje električne energije

Naručilac: Zajednica jugoslovenske elektroprivrede — Beograd
Autori: Prof. dr Hrvoje *Požar*, dipl. ing., Vjekoslav *Filipović*, dipl. ing., Petar *Bodlović*, dipl. ing.
Završeno u kolovozu 1971.

U studiji su obrađena osnovna načela o valorizaciji električne energije, zatim pojam energetskih vrijednosti, te bilance metodom konstantne i varijabilne energije prilagođene radu na računalu, uz uvažavanje remonta u termoelektranama i osiguranje rotirajuće rezerve.

U studiji su obrađeni primjeri i principi valorizacije elektrana za određivanje redoslijeda izgradnje, zatim valorizacija energije i snage izmjene među parcijalnim sistemima, kao i valorizacija snage i energije elektrana koja služi kao osnova za raspodjelu prihoda sistema.

Opseg: 205 stranica, 57 tablica i 46 slika.

Utjecaj instalirane snage na energetsku vrijednost hidroelektrane

Naručilac: Zajednica jugoslovenske elektroprivrede — Beograd
Autori: Prof. dr. Hrvoje *Požar*, dipl. ing., Božo *Udovičić*, dipl. ing., Petar *Bodlović*, dipl ing.
Završeno u travnju 1971.

Utjecaj povećanja snage u hidroelektranama na prilike u elektroenergetskom sistemu detaljno je analiziran u ovoj studiji. Povećanje snage u hidroelektranama utječe, osim na mogućnost proizvodnje električne energije, i na osiguranje potrebne rotirajuće rezerve, kao i na osiguranje snage za regulaciju frekvencije, a može utjecati i na raspored remonta u termoelektranama.

Da bi se bolje sagledale sve ove funkcije povećanja snage hidroelektrane, provedena je u studiji analiza energetskih vrijednosti za tri tipa hidroelektrana (s obzirom na veličinu akumulacije), za pet veličina izgradnje i za tri nivoa konzuma.

Opseg: 92 stranice, 19 tablica i 5 slika.

STUDIJ PRIJENOSNIH MREŽA

Problem jalove snage i njezina kompenzacija u mreži Hrvatske

I dio: Bilanca jalove snage regije Zagreb

Naručilac: Udružena elektroprivreda SRH
Autor: Boris *Markovčić*, dipl. ing.
Rad na računalu: Zdravko *Hebel*, dipl. ing.
Završeno u srpnju 1971.

Za područje Zagreba i Slavonije istražen je potrošak jalove snage u mreži 110 kV i 220 kV za konkretne prilike u noći, podnevnoj i večernjoj špici, za 6 karakterističnih srijeda u 1970. godini.

Za uklopno stanje mreže u promatranim momentima određene su jalove i djelatne snage opterećenja sviju stanica i spojnih vodova sa susjednim područjima i snage sviju elektrana područja na pragu.

Na temelju ovih podataka izračunata je razdioba snaga, veličina napona, te djelatni i jalovi gubici, pomoću elektroničnog računala.

Kao krajnji rezultat dobivena je za sve istraživane pogonske slučajeve bilanca jalovih snaga, iz koje se vidjelo gdje se ona troši (konzum, transformatori i vodovi), i kako se pokriva (elektrane područja, kompenzatori, uvoz iz susjednih područja vodovima 110 kV i 220 kV).

Opseg: 13 stranica, 9 tablica, 11 crteža, 18 ispitivanja na el. računalu.

Mogućnost napajanja šireg područja Zagreba električnom energijom

Naručilac: Elektroprivreda — Zagreb
Autor: Boris *Markovčić*, dipl. ing.
Rad na računalu: Zdravko *Hebel*, dipl. ing.
Završeno u travnju 1971.

Za prilike u 1973. godini ispitivan je zapadni sistem Jugoslavije kod maksimalnih opterećenja, kako bi se ispitala mogućnost prijenosa u zdravom pogonu i u slučaju kvara. Naročito se uzelo u obzir ispade TE Sisak, sinhronog kompenzatora i jače opterećenih vodova.

Različita pogonska stanja ispitana su pomoću elektroničnog računala, da bi se vidjelo zadovoljavaju li postojećim uvjetima pogonske sigurnosti.

Kao konačni rezultat dobivene su djelatne i jalove snage koje bi trebalo ugraditi u zapadni sistem, prvenstveno u područje Zagreba, i time osigurati dobavu potrebne snage.

Opseg: 27 stranica, 5 tablica, 30 ispitivanja na el. računalu.

Koridori elektroenergetskih vodova u području Zagreba

Naručilac: Elektroprivreda — Elektroprenos Zagreb
Autori: Boris *Markovčić*, dipl. ing., Nikola *Vagić*, dipl. ing.
Završeno u srpnju 1971.

Prijedlog urbanističkog plana šireg područja Zagreba, koji je obuhvatio razvoj do 2000. godine neobično je malo posvetio pažnje elektro-energetskim objektima.

Da se to ispravi izrađena je karta koridora nadzemnih vodova visokog napona za promatrano razdoblje, uzimajući u obzir buduća postrojenja od 35 kV do 380 kV.

Ovaj je materijal služio kao osnova za primjedbe elektroprivrede na urbanistički plan.

Opseg: Karta šireg područja Zagreba 1 : 50.000

Suradnja na problemima mreže 380 kV

Naručilac: Elektroprivreda — Elektroprenos — Zagreb
Autor: Boris *Markovčić*, dipl. ing.
Radilo se sukcesivno tokom godine.

U vezi s uvođenjem naponskog nivoa 380 kV javilo se niz problema koji su obrađivani u manjim elaboratima:

1. Teški vodovi za opskrbu gradova električnom energijom. Razrađen je problem prijenosa velikih snaga na kraće udaljenosti vodovima 110 kV u snopu.
2. Prijenosni odnos transformatora 400 kV. Razmotren je nazivni prijenosni odnos velikih transformatora 300 MVA 400/115 kV za konkretne prilike u TS Zagreb I.
3. Naponske prilike na vodu Obrenovac — Zagreb 400 kV. Promatrane su prilike na vodu kod različitih opterećenja od 0 do 600 MW i razmotrene mjere za održavanje napona u granicama 380—420 kV.
4. Prigušnice za priključak na tercijarni namot transformatora 400/231 kV i 400/115 kV.

Uzimajući u obzir karakteristike transformatora i prigušnice, razmotren je problem odabiranja najpovoljnijeg nazivnog napona prigušnice, kod kojega je definirana snaga prigušnice od 50 MVAr.

Kratki spoj u mreži 220 kV i 380 kV Jugoslavije oko 1990. godine

Naručilac: Zajednica jugoslavenske elektroprivrede
Autori: Boris *Markovčić*, dipl. ing., Miroslav *Jung*, dipl. ing.
Rad na el. računalu: Zdravko *Hebel*, dipl. ing.
Završeno: I dio rujan 1971. II dio studeni 1971.

I dio

U okviru rada komisije za normalizaciju i usaglašavanje parametara 400 kV pokazala se potreba da se utvrde orijenatcione snage kratkog spoja u mreži 220 kV i 380 kV Jugoslavije u doglednoj budućnosti, kao pokazatelj za odabiranje rasklopnih aparata.

Učinjen je prijedlog mreže i izvora koje je razmotrila i odobrila spomenuta komisija uz stanovite korekture.

U ovom dijelu određene su struje i snage tropolnog kratkog spoja uzimajući u obzir tranzientne reaktancije.

II dio

U drugom je dijelu za istu mrežu i izvore izračunato na bazi subtranzientnih reaktancija:

a) Snaga tropolnog simetričnog početnog kratkog spoja
b) Struja tropolnog simetričnog početnog kratkog spoja
c) Udarna struja tropolnog kratkog spoja
d) Naponi po iznosu i kutu u susjednim čvorovima

Opseg: I dio 18 stranica teksta, 8 tablica, 13 crteža, tablice s el. računala.
II dio 5 stranica teksta, 6 crteža, tablice s el. računala.

Nulte struje distantnog releja u obilaznom polju Te Sisak, kod jednopolnih kvarova u mreži 110 kV, godine 1971.

Naručilac: »Elektroprenos«, Zagreb
Autori: Miroslav *Jung*, dipl. ing., Boris *Markovčić*, dipl. ing.
Završeno u travnju 1971.

U obilaznom polju TE Sisak ugrađena je distantna zaštita sovjetske proizvodnje, koja radi na nadstrujnom principu. Pomoću ovog polja moguće je bilo koji od vodova TE Sisak ostaviti u pogonu i kada dođe do ispada pripadnog vodnog polja, pa su za potrebe udešenja navedene zaštite određene najveće i najmanje trostruke nulte struje kao i najveće i najmanje inverzne i fazne struje kod jednopolnih kvarova te dvopolnih kvarova u spoju sa zemljom na različitim mjestima u mreži odnosno kod nesimetričnih opterećenja.

Opseg: 9 stranica, 18 tablica, 3 slike.

Proračun kratkog spoja u budućim mrežama 110 (35) kV na otocima Braču, Hvaru i Korčuli te u mrežama 110, 220 i 380 kV Dalmacije za godinu 1985.

Naručilac: »Elektroprenos« Split
Autor: Miroslav *Jung*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1971.

Izvršeni su proračuni početnih i trajnih struja tropolnog i jednopolnog kratkog spoja u električnim mrežama visokog napona na otocima Braču, Hvaru i Korčuli za stanja koja se očekuju u godinama 1971., 1975. i 1980. te u mrežama 110, 220 i 380 kV Dalmacije za stanje koje se očekuje godine 1985. Rezultati su dani za sva čvorišta te u obliku raspodjele struja jednopolnog kratkog spoja duž trasa vodova za različita uklopna stanja mreže s obzirom na učvršćenje generatora, transformatora i vodova. Rezultati proračuna prikazani su u tablicama i na slikama.

Opseg: 8 stranica, 6 tablica i 63 slike.

Proračuni raspodjele struja jednopolnog kratkog spoja duž trasa vodova 110 kV u SR Hrvatskoj

Naručioci: »Dalekovod« i »Elektroprenos« Zagreb
Autor: Miroslav *Jung*, dipl. ing.
Završeno u ožujku 1971.

Za potrebe projektiranja novih nadzemnih vodova 110 kV u SR Hrvatskoj izvršeni su dopunski proračuni raspodjele struja početnog i trajnog jednopolnog kratkog spoja duž trasa vodova, kako bi na temelju rezultata ovih proračuna mogli izračunati napone opasnosti koji će se kod kvarova u elektroenergetskim mrežama inducirati u susjednim žičanim dojavnim linijama (PTT, JNA, JŽ i dr.). Proračuni su izvršeni za stanje mreža koje se očekuje u godini 1975., a rezultati su dani u tablicama i na crtežima.

U toku protekle godine izvršeni su proračuni za slijedeće vodove:

Crikvenica — Cres, Crikvenica — Senj i Crikvenica — Vinodol te Međurić — Nova Gradiška i Virovitica — Podravska Slatina.

Ukupno dva elaborata manjeg opsega.

Korekcija uzemljivača TS 35/10 kV u Istri s obzirom na uzemljenje zvjezdišta preko malog otpora

Naručilac: »Elektroistra«, Pula
Autor: Ante *Sekso*, dipl. ing.
Završeno u kolovozu 1971.

Prijelaz mreža 35 kV u Istri s pogona s izoliranim zvjezdištem na pogon sa zvjezdištem uzemljenim preko malog otpora, zahtijeva kontrolu i eventualne korekcije postojećih uzemljivača trafostanica, zbog znatno povećanih struja jednopolnih kvarova u odnosu na dosadašnje struje zemljospoja.

U elaboratu je najprije obrađeno pitanje određivanja specifičnog otpora zemljišta kao temelj ispravnog dimenzioniranja uzemljivača. S obzirom na prilike u Istri posebna je pažnja poklonjena pojavi nehomogenosti tla i njenoj interpretaciji u proračunima uvođenjem pojma tzv. ekvivalentnog specifičnog otpora.

Nadalje, opisan je način proračuna složenih uzemljivača s osvrtom na neka teoretska pitanja u vezi s ovom problematikom. Tako je obrađeno pitanje utjecaja dimenzija uzemljivača na njegova svojstva, pitanje izbora najpovoljnije konfiguracije uzemljivača, problem redukcije struje kvara u zemlji, izbor kratkog spoja mjerodavnog za dimenzioniranje uzemljivača, itd. Od metoda proračuna obrađene su analitička metoda proračuna otpora uzemljenja i razdiobe potencijala, kao i način proračuna primjenom rezultata fizičkog modeliranja uzemljivača u elektrolitskoj kupki. Također je dana i empirijska metoda za brzu provjeru svojstava uzemljivača trafostanica.

Sva navedena pitanja i metode proračuna praktički su primijenjene za proračun 12 uzemljivača trafostanica 35/10 kV u Istri. Kontrola je za većinu trafostanica pokazala da postojeći uzemljivači ne zadovoljavaju u novim uvjetima uzemljenja zvjezdišta postojeće propise o naponima dodira i koraka, pa su za takve stanice predloženi novi, korigirani uzemljivači.

Opseg: 95 stranica, 12 mjernih dijagrama, 30 slika, 6 tablica.

Prenaponska zaštita mreža 30, 10 i 0,4 kV Elektre — Zabok

Naručilac: »Elektra«, Zabok
Autor: Ante *Sekso*, dipl. ing.
Rad je u toku.

Rad obuhvaća analizu prenaponske ugroženosti i rješenja pouzdane zaštite za postrojenja i vodove na području »Elektre« — Zabok.

Najprije su obrađeni mogući uzroci prenaponskih smetnji. Posebna je pažnja posvećena atmosferskim izvorima prenapona (izokeraunički nivo, karakteristike struje groma), kao i faktorima koji su važni za širenje takvih prenapona u mrežama (mjesto udara groma, izolacioni nivo postrojenja i vodova, specifični otpori tla, konfiguracija mreže, važnost postrojenja itd.).

Analizirana je i pogonska sigurnost zračnih 35 kV vodova na temelju statistike ispada i kvarova izolacije, te podataka o istaknutim točkama voda. U rješenju zaštite vodova od prenaponskih smetnji posebno je obrađeno pitanje optimalnih rješenja uzemljivača stupova s obzirom da niske vrijednosti udarnih otpora osiguravaju od prenapona ne samo izolaciju voda, već i postrojenja na krajevima voda.

Problem zaštite postrojenja 35 kV i aparata u njima opisan je za različite slučajeve karakteristika aparata i različite konfiguracije priključnih vodova. Također su dane smjernice za korekcije uzemljivača TS 30/10 kV s obzirom na predstojeće uzemljenje zvjezdišta preko malog otpora.

U daljnjem poglavlju obrađuje se problematika prenaponske zaštite u mreži 10 kV. Zbog redovito visokog izolacionog nivoa voda 10 kV, zahtjevi koji se postavljaju na prenaponsku zaštitu nisu maleni. Također su dana rješenja za izvedbu različitih uzemljenja u niskonaponskoj mreži.

Na temelju načelnih rješenja iz prethodnih poglavlja na kraju se daju detaljna rješenja prenaponske zaštite za postojeća postrojenja 30/10 kV.

STUDIJ DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Električna zaštita i ponovno automatsko uključivanje u mrežama 110, 35 i 10 kV »Elektre« — Sisak

Naručilac: »Elektra«, Sisak
Autor: Vladimir *Hangi*, dipl. ing.
Završeno u lipnju 1971.

U elaboratu je razrađen prijedlog rješenja električne zaštite u mrežama 110 kV, 35 kV i 10 kV »Elektre« — Sisak za sadašnje stanje, uz kruto uzemljenje mreže 110 kV i izoliranu mrežu 35 kV i 10 kV. Pri tome je mreža 110 kV uzamčena i višestrano napajana, a mreže 35 kV i 10 kV radijalne, jednostrano napajane.

Za pogon mreža 35 kV i 10 kV dana su redovna i izvanredna uklopna stanja mreža, s time da zaštita u svim slučajevima uspješno štiti mreže.

Zatim je razrađen prijedlog zaštite za dalju budućnost s prijelazom mreže 35 kV i kabelske mreže 10 kV na užem području grada Siska, na uzemljenje preko malog djelatnog otpora. I ovdje zaštita treba zadovoljiti danim redovnim i izvanrednim uklopnim stanjima.

Također je provedena analiza stupnjevanja zaštite i njenog selektivnog rada. Prikazana je detaljno i analizirana upotreba brzog i sporog ponovnog uključivanja u mrežama 110 kV, 35 kV i 10 kV, a na kraju su pregledno prikazani zaštitni uređaji pojedinih elemenata mreže 35 kV i 10 kV, raznih proizvođača.

Opseg: 45 stranica, 39 slika

Rješenje mreže 110 kV i 35 kV na području »Elektre« — Karlovac (Pogon Karlovac)

Naručilac: »Elektra« — Karlovac
Autor: Zvonimir *Kovačević*, dipl. ing.
Završeno u srpnju 1971.

U elaboratu je prikazano postojeće stanje električne mreže i konzuma na području razrade. Vidi se da se ovo područje snabdijeva električnom energijom preko TS 110/35 kV Karlovac i Gojak te iz HE Ozalj I. i II., odnosno preko 15 transformatorskih stanica 35/10 (6) (3) kV. Konzum je dostigao u 1969. g. opterećenje 30,8 MW i potrošnju električne energije 128,4 GWh.

Na osnovi podataka iz Odluka koje zamijenjuju urbanističke planove mjesta, i podataka o razvoju broja stanovnika i privrede dobijen je konzum u 1975. odnosno 2000. god.:

opterećenje:

63 MW (1975. g.); 200 MW (2000. g.)

i potrošnja električne energije:

238 GWh (1975. g.); 927 GWh (2000. g.).

Da bi se zadovoljio konzum u perspektivi predviđa se, pored završetka postojeće TS 110/35 kV Karlovac, izgradnja druge TS 110/35 kV u Karlovcu, i TS 110/10 kV Slunj. Osim toga, predviđa se izgradnja 12 novih TS 35/10 kV i vodova 35 kV u dužini od 177 km.

Opseg: 53 stranice, 41 tablica, 35 slika.

Redoslijed izgradnje transformatorskih stanica 110/35 kV Poreč i Pazin

Naručilac: »Elektroprivreda« — Rijeka
Autor: Ladislav *Pađen*, dipl. ing.
Završeno u rujnu 1971.

Nagli porast turizma na području općine Poreč i susjednih općina, kao i predviđena proširenja u Pazinu, pogon (rasvjeta i ventilacija) tunela kroz Učku, zahtijevaju izgradnju transformatorskih stanica 110/35 kV u Poreču i Pazinu.

Kako raspoloživa sredstva nisu dovoljna, da bi se odmah pristupilo izgradnji obih stanica, trebalo je odrediti koju treba prije izgraditi. Ustanovljeno je, da se područje Poreča može još 2—3 godine napajati preko mreže 35 kV, dok je za područje Pazina neophodno da TS Pazin 110/35 kV bude u pogonu već 1973.

Predloženo je, da se odmah pristupi projektiranju obih stanica, kako bi se mogao ubrzati rad na izgradnji TS Poreč.

Opseg: 24 stranice, 2 tablice i 7 slika.

Analiza konzuma u Tenju
Komentar rezultata i opis programa za analizu

Naručilac: Elektroslavonija, Osijek
Autor: Josip *Moser*, dipl. ing.
Završeno u prosincu 1971.

Za onketu o potražnji i strukturi instalirane snage u konzumu kućanstava izrađena je serija programa u FORTRAN-u za elektroničko računalo IBM 360-30. Programi su ispitani na rezultatima ankete provedene u naselju Tenje kraj Bijele. Anketirano je 506 kućanstava, od 1300 koliko ih ovo naselje ima. Dobiveni rezultati komentirani su posebno u trećem dijelu elaborata. Pri tom se nastojalo saznati specifičnosti konzuma prigradskog naselja kakvo je Tenje.

Programi za analizu priređeni su na dva načina ovisno o tome želi li se pohranjivanje na magnetski disk, ili ne. U oba slučaja dani su dijagrami toka svih programa. Posebno je opisan način pripreme ulaznih podataka, odnosno prenošenje rezultata iz anketnih listova u bušene kartice.

Opseg: 30 stranica, 28 slika i oko 300 listinga elektroničkog računala:

Rješenje električne mreže za novo naselje Centar u Karlovcu

Naručilac: »Elektra« — Karlovac
Autori: Josip *Moser*, dipl. ing. i Zvonimir *Kovačević*, dipl. ing.
Završeno u siječnju 1972.

Za novo urbanističko naselje Centar u Karlovcu definirana je električna mreža 35, 10 i 0,4 kV. Pošlo se od zahtjeva povećane sigurnosti napajanja, pa je formirana, proračunata i osnovana mreža 0,4 kV poluzamkastog tipa, napajana dvostrano. Mreža 10 kV definirana je kao zrakasta, sa specijalnim rasporedom napajanja TS 10/0,4 kV, kakav odgovara poluzamkastoj mreži.

U okviru ovog zadatka napravljeno je rješenje i troškovnik javne rasvjete za sve saobraćajnice ovog naselja. Posebno je prikazano rješenje izgradnje TS 10/0,4 kV u sklopu objekata i zahtjevi u vezi s time, a definirana je i zaštita mreže od preopterećenja i kratkog spoja.

Svi proračuni i kontrole izrađene su na elektroničkom računalu IBM 1130.

Opseg: 75 stranica, 31 slika, 29 tablica i 23 listinga elektroničkog računala.

Osnovno rješenje električne mreže na području općina Umag, Novigrad i Poreč

Naručilac: »Elektroistra« — Pula
Autori: Ivan *Janić*, dipl. ing. i Ladislav *Pađen*, dipl. ing.
Završeno u lipnju 1971.

Rješenje ove mreže, izrađeno je u Institutu 1960, u sklopu rješenja mreže čitave Istre. Zbog jakog razvoja turizma, a i ostalih većih potrošača, polazne pretpostavke su se toliko promijenile, da je bilo neophodno izraditi novo idejno rješenje. Na temelju najnovijih raspoloživih podataka slijedi, da je potrebna nova transformatorska stanica 110/35 kV u blizini Poreča, a da bi trebalo izgraditi isto takvu stanicu i blizu Novigrada.

Vršno opterećenje na kraju razmatranog razdoblja predviđa se u TS Poreč 110/35 kV 61 MW, a u TS Novigrad 110/35 kV 45 MW. Područje Umaga i dalje bi se napajalo iz TS Buje 110/35 kV, koja bi u istom roku postigla vršno opterećenje od 33 MW.

Predviđa se izgradnja 9 novih transformatorskih stanica 35/10 kV i oko 105 km nadzemnih vodova 35 kV, pri čemu bi mreža 35 kV radila u pogonu kao otvorena, s automatskim prekapčanjem u slučaju ispada vodova redovitog napajanja. Kabeli 35 kV došlil su u obzir samo za ulaz u gradove Poreč i Novigrad. Zvjezdište 35 kV uzemljit će se u doglednoj budućnosti.

Na čitavom promatranom području predviđa se oko 110 novih transformatorskih stanica i oko 120 km novih vodova 10 kV, dok je za priključak novih transformatorskih stanica 110 kV predviđeno oko 135 km nadzemnog voda 110 kV.

Dok mreža 110 kV radi već sada kao zatvorena u pogonu s kruto uzemljenim zvjezdištem, mreža 10 kV bit će svagdje s neuzemljenim zvjezdištem. Za priključak hotela uz more predviđeni su kabe i s automatsk'm prekapčanjem na rezervno napajanje u slučaju potrebe.

Na kraju studije određeni su približni troškovi izgradnje čitave mreže, a računi pada napona i kratkog spoja provedeni su radi kontrole i na DER IBM 1300.

Opseg: 67 stranica, 58 tablica, 41 slika.

STUDIJ EKONOMIKE ELEKTROPRIVREDE

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., Siegfrid *Gehrecke*, dipl. ecc., Ivica *Čauš*, dipl. ing.
Završeno u prosincu 1971.

Istraživanje korelacije provedeno je na osnovi razrađene metodologije, i obuhvaća analizu energetskih, naturalnih i vrijednosnih podataka industrijskog razvoja SR Hrvatske u razdoblju od 1962. do 1968. godine po granama i grupama djelatnosti, kao i pojedinih poduzeća značajnih potrošača električne energije.

Dobiveni rezultati korelacije pokazuju da zaposlena radna snaga nije pouzdan element za bilo kakvo prognoziranje, dok su između razvoja nabavnih vrijednosti osnovnih sredstava elektroenergetike i osnovnih sredstava pojedinih grupa i grana industrijske djelatnosti, zatim između potrošnje električne energije i ostvarene industrijske proizvodnje i njihovih vrijednosti pokazatelja, te utrošenih sredstava i neto produkta, dobivene dobre i čvrste korelacije.

Istraživanja su, nadalje, pokazala da promatranja svakog daljnjeg industrijskog usitnjavanja daje sve slabiju korelativnost između pojedinih pojava, i da takvo praćenje i promatranje tih pojava nije svrsishodno.

Rezultati predmetne studije mogu se koristiti za definiranje razvoja elektroprivrede na temelju poznatog ili određenog razvoja oblasti industrije i rudarstva kao cjeline, ili po granama djelatnosti.

Opseg: 219 stranica i 525 stranica tablica.

Prikaz i usporedba uvjeta snabdijevanja potrošača električnom energijom u zemljama Evrope

Naručilac: Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju vreda SR Hrvatske«
Autori: Božidar *Filipović*, dipl. ing., Daniel *Feöcze*, dipl. ecc.
Radovi su u toku.

Prikaz uvjeta snabdijevanja obuhvaća elektroprivrede Austrije, Francuske, Italije, Švicarske, Savezne Republike Njemačke, Poljske i djelomično Rumunjske.

Istraživanja uključuju energetske, tehničke, financijske i pravne odnose snabdijevanja, uključivo i financiranja proširene reprodukcije, pri čemu se najvažnija razmatranja odnose na strukturu proizvodnje i potrošnje električne energije, na primjenjivane tarifne oblike i postignute jedinične prodajne cijene po glavnim kategorijama i grupama potrošača. U usporedbena promatranja uključena je i struktura vlastitih troškova, te struktura financijskog ulaganja u proširenu reprodukciju.

Razmatranje ostvarenja opskrbe potrošača električnom energijom u promatranim zemljama u razdoblju od 1961. do 1969. godine pridonosi kvaliteti uspoređivanja uvjeta snabdijevanja potrošača električnom energijom promatranih zemalja, s uvjetima u našoj zemlji.

Rad se nastavlja u 1972. godini.

Utjecaj kvalitete isporuke električne energije na tehnologiju i ekonomiku potrošača i proračun ovisnosti investicija u elektroprivredi što ih izazivaju industrijski i drugi potrošači u SR Hrvatskoj

Naručilac: Poslovno udruženje »Udružena elektroprivreda SR Hrvatske«
Radovi obuhvaćaju: I — Utjecaj kvalitete isporuke električne energije na tehnologiju i ekonomiku potrošača, II — Proračun zavisnosti investicija u elektroprivredi što ih izazivaju industrijski i drugi potrošači u SR Hrvatskoj.

I. Utjecaj kvalitete isporuke električne energije na tehnologiju i ekonomiku potrošača.

Autori: Božidar *Filipović*, dipl. ing., Boris *Tilić*, dipl. ing.
Rad u toku.

Radovi obuhvaćaju istraživanja:

a) utjecaja odstupanja od kvalitetne dobave električne energije potrošačima industrije, rudarstva, saobraćaja i ugostiteljstva sa turizmom, i utjecaja takvog odstupanja na električna trošila,
b) kvantifikacije šteta za industrijske potrošače izazvanih nekvalitetnom dobavom električne energije, s obzirom na konstantnost dobave, kvalitete napona i frekvencije isporučene električne energije,
c) utjecaja cijene električne energije na ekonomiku industrijskih i drugih potrošača uključivši njihove osjetljivosti na promjenu cijena električne energije.

Rad se nastavlja u godini 1972.

II. Proračun ovisnosti investicija u elektroprivredi što ih izazivaju industrijski i drugi potrošači u SR Hrvatskoj

Autori: Boris *Tilić*, dipl. ing., Božidar *Filipović*, dipl. ing., Ivica *Čauš*, dipl. ing.
Završeno u prosincu 1971.

Proračun ovisnosti investicija u elektroprivredi, što ih izazivaju potrošači, proveden je u ovisnosti o investicijama u ndustriji, saobraćaju (elektrovuči) i ugostiteljstvu sa turizmom. Radovi obuhvaćaju prikupljanje i analizu energetskih, naturalnih i vrijednosnih podataka za razdoblje od 1962. do 1969. god. tako, da se oni u oblasti industrije i rudarstva odnose na grane i grupe djelatnosti, u elektrovuči na međugradski (željeznički) i na gradski promet, a u ugostiteljstvu sa turizmom na hotele i restorane.

Čvrste investicione korelacije između elektroprivrede i potrošača dobivene su za oblast industrije i rudarstva, za elektrovuču, te za pojedina poduzeća ugostiteljstva sa turizmom. Osim ovisnosti investicija obrađeni su i drugi podaci podesni za širu analizu odnosa razvoja elektroprivrede i promatranih kategorija potrošača.

Dobiveni rezultati mogu se koristiti za određivanje karakteristika razvoja dijela elektroprivrede, kada je poznat ili prognoziran rast odgovarajućih kategorija potrošača, a vrijednost tih rezultata dolazi najviše do izražaja promatranjem razvoja kompletnih grupacija potrošača. Rezultati studije nadalje ukazuju, radi dobivanja što kvalitetnije osnove za plansko planiranje, na potrebu stalnog praćenja odgovarajućih pokazatelja razvoja i potrošača i elektroprivrede.

Opseg: 137 stranica i 180 tablica.

Utjecaj kvalitete isporuke električne energije na tehnologiju i ekonomiku potrošača, utjecaj troškova električne energije na ekonomiku industrijskih i drugih potrošača, te stupanj njihove osjetljivosti na cijenu električne energije

Naručilac: Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske
Autori: Božidar *Filipović*, dipl. ing., Boris *Tilić*, dipl. ing.
Rad je u toku.

Studija je namijenjena iznalaženju podesne metode za kvantifikaciju šteta koje mogu nastati potrošačima električne energije u slučajevima odstupanja od kvalitetne dobave električne energije iz mreže javne elektroprivrede.

Polazeći od definiranja kvalitete isporuke električne energije, s obzirom na konstantnost dobave i kvalitete dobavnog napona i frekvencije, kao i od odabranih oblika odstupanja i vrste šteta koje mogu nastati potrošačima, pristupa se iznalaženju utjecaja takvih odstupanja u djelatnostima industrije i rudarstva, saobraćaja, poljoprivrede i ugostiteljstva sa turizmom, te na trošila električne energije široke potrošnje u obrtu, kućanstvu i drugim grupama malopotrošača.

Za kvantifikaciju vrsta štete u djelatnosti industrije i rudarstva primijenjena je metoda vrednovanja anketiranjem odabranih reprezentanata potrošača pojedinih grana i grupa uz projiciranje dobivenih rezultata na pripadajuće grane i grupe djelatnosti. Promatranje utjecaja na električna trošila obuhvaća žarne i druge vrste sijalica, elektromotore, elektrotermičke naprave, te osnovne elemente kućanskih i drugih aparata široke potrošnje.

Rad se nastavlja.

STUDIJ OPĆE ENERGETIKE

Studija za projekciju dugoročnog razvoja energetike u SR Hrvatskoj

Naručilac: Republički fond za naučni rad SR Hrvatske (za Republički zavod za planiranje SR Hrvatske)
Autor: Ivo *Jamnicki*, dipl. ing.
Rad u toku.

Studija se sastoji iz 2 dijela: 1) Prijedlog dugoročne energetske politike Hrvatske u optimalnom razvoju energetike Jugoslavije i 2) Projekcija optimalnog dugoročnog razvoja i usmjeravanje energetike Hrvatske. Studija se izrađuje na temelju osnovnih načela i kriterija iznesenih u elaboratu Instituta za elektroprivredu »Projekcija dugoročnog razvoja energetike SR Hrvatske do 1985. godine — Metodologija« u 1969. Glavna značajka metodologije je unošenje i humano etičkih faktora u ekonometrijske analize, i izbor brzine rasta regionalnog narodnog dohotka — uz uvjet što bolje raspodjele za osnovni kriterij optimalizacije.

Studija se radi u suradnji s Ekonomskim institutom Zagreb, Institutom INE, Udruženom elektroprivredom Hrvatske, i stručnjacima ostalih energetskih i vanenergetskih djelatnosti iz sektora planiranja proizvodnje i potrošnje. Glavne postavke dugoročnog društvenog razvoja Hrvatske, koji tvori osnovu kvantifikacija razvoja njezine energetike, odabiru se u suradnji s Republičkim zavodom za planiranje SR Hrvatske.

Prvi dio studije je u završnoj fazi, dok će se drugi dio završiti tokom 1972.

Osnove regionalne društveno-ekonomske optimalizacije korištenja energije

Naručilac: Jugoslavenski nacionalni komitet svjetske konferencije za energiju
Autor: Ivo *Jamnicki*, dipl. ing.
Završeno u veljači 1971.

Prikazana je metodologija kojom se utvrđuje 1) društveno ekonomski optimalni razvoj energetike određene geografske regije, i 2) mjere potrebne da se razvoj usmjeri prema utvrđenom optimumu. Navode se osnove od kojih se polazi pri utvrđivanju optimuma energetske strukture o korištenju i dobavi, i za analizu boniteta mjere kojima se usmjeruje energetski razvoj.

Opseg: 11 stranica.

STUDIJ TERMOENERGETSKIH SISTEMA

Izrada dokumentacije i podloga kao osnova za uvođenje novog načina provedbe pogonskih toplinskih obračuna i praćenja pogona

Naručilac: TE — TO Zagreb
Autor: Stjepan *Ivančić*, dipl. ing.

Rad obuhvaća izradu dokumentacije i podloga za uvođenje novog načina provedbe pogonskih toplinskih obračuna i proćenje pogona za kompleks postrojenja TE — TO Zagreb.

Osnovna ideja pri postavljanju novog načina provedbe pogonskih toplinskih obračuna je uvođenje bilanciranja ‚preko stvarnog specifičnog potroška topline, posebno za proizvodnju električne energije, industrijsku i ogrijevnu paru. Razlog za ovakav način bilanciranja je u tome, što su svi, specifični potrošci, u znatnoj mjeri ovisni o režimu pogona kondenzacionih TA sa dva regulirana oduzimanja. Sistem bilanciranja slijedi, dakle, preko niza karakteristika specifičnog potroška, kao funkcije režima pogona tj. snage na stezaljkama i količina pare za industriju i grijanje.

Ispitivanja energetskih postrojenja

Naručioci: Razni
Autor: Kolektiv studijske grupe

Po narudžbi industrijskih poduzeća, elektrana i proizvođača obavljeno je niz primopredajnih i eksploatacionih ispitivanja kotlova, turboagregata, turboduvaljki i druge energetske opreme. Svrha ovih ispitivanja je bila provjeravanje garancija što su ih dali isporučioci opreme, dobivanja osnove za otklanjanje nedostataka i poboljšanja pogona i optimizacije.

Razni radovi

Naručioci: Razni

Autor: Kolektiv studijske grupe

Na zahtjev industrijskih poduzeća obavljala su se razna ispitivanja i intervencije na industrijskim energetskim postrojenjima radi poboljšanja rada i uklanjanja nedostataka. U okviru ovih radova obavlja se:

- baždarenje i kontrola protočnih instrumenata za vodu, paru, plinove, itd.,
- ispitivanja korozivnog djelovanja pri loženju mazutom pomoću utvrđivanja sadržaja SO_2, odnosno direktnog utvrđivanja pomoću korozione sonde,
- kontrola čađenja pomoću utvrđivanja dimnog broja,
- ispitivanja uređaja za pripremu napojne vode,
- kontrola kvalitete pogonskih voda, i
- izrada idejnih rješenja za uređaje pripreme napojne vode.

Metoda kompleksnog pogonskog bilanciranja i pogonski faktori koji utječu na specifičnu potrošnju topline u kompleksu termoelektrana

Naručilac: Udružena elektroprivreda SR Hrvatske
Autori: Jakob *Lucati*, dipl. ing. Zdenko *Selanec*, dipl. ing.

Studija obrađuje dvije teme, međusobno usko povezane. Zbog bolje preglednosti i sistematiziranja materijala studija je izrađena u dva dijela, i to:

I dio — Faktori koji utječu na specifičnu potrošnju topline. Razlike između garancijskih i eksploatacionih potrošaka topline u kompleksu termoelektrana.

II dio — Metoda kompleksnog pogonskog bilanciranja potroška topline u termoelektranama pomoću nomograma i dijagrama.

U prvom dijelu studije obrađeni su razni utjecaji koje treba uvažiti prilikom garantnih ispitivanja. Naime provjera garantnih tehničko-ekonomskih karakteristika, vrši se prilikom preuzimanja novog postrojenja na osnovi strogo propisanih standarda i uvjeta pogona. Međutim, prilikom tih ispitivanja praktički je nemoguće postići i ispuniti sve uvjete, pa je nužno primijeniti razne korekcione faktore.

Nadalje u tom su dijelu obrađeni i razni uzroci odstupanja garantne specifične potrošnje topline od one koja se postiže u normalnoj eksploataciji.

U drugom dijelu studije dane su osnove za provođenje bilanci i to na bazi odstupanja u eksploataciji od nekog uvjetovanog stanja. Ti obračunski faktori prikazani su dijagramima i nomogramima, što pruža mogućnost za brzu bilancu.

Opseg: 150 stranica i 39 slika i dijagrama.

Studijska osnova za snabdjevanje toplinskom energijom rafinerije nafte Sisak iz termoelektrane Sisak

Naručilac: Elektroprivreda Zagreb i INA — Rafinerija nafte Sisak
Kolektivni rad

Razmatrajući programe razvoja Rafinerije nafte Sisak i Termoelektrane Sisak, došlo se do spoznaje o eventualnoj mogućnosti objedinjavanja nekih dijelova tog razvojnog programa. To se prvenstveno odnosi na proizvodnju toplinske energije potrebne za tehnološki proces Rafinerije, te dobavu i obradu tehnološke vode.

Rafinerija Sisak i Elektroprivreda Zagreb, realno ocjenjujući potrebu optimalnog ulaganja sredstava na određenoj lokaciji, odlučile su da se tehničko-ekonomskom analizom dokažu, ili ospore, ove pretpostavke.

U studiji je razrađeno ukupno 9 raznih varijanti mogućnosti snabdijevanja Rafinerije toplinom, pa su za najrealnije varijante izvršene i odgovarajuće ekonomske analize.

Opseg: 216 stranica i 37 shema i nacrta.

Aero-zagađenje uzrokovano emisijom SO_2 iz termoelektrana pri korištenju ulja za loženje

Naručilac: Fond za naučni rad Instituta
Autor: Hrvoje Brkić, dipl. ing.

Studija obrađuje utjecaj vrste goriva i konstrukcije kotlovske opreme na intenzitet onečišćenja okolišnog zraka sumpornim dioksidom. Obrađene su i mjere za ublaženje, odnosno sprečavanje, štetnih utjecaja sumpornog dioksida ispravnim dimenzioniranjem dimnjaka, i nekim drugim mjerama.

Opseg: 90 stranica i 21 slika i dijagrami.

Kompjutorski upravljana postrojenja elektrana

Naručilac: Elektrotehnički institut
Autor: Jakob *Lucati*, dipl. ing.

Ovaj rad je opsežna studija koja se radi zajedno s Elektrotehničkim institutom i Elektroprojektom. Naš dio obuhvaća tehničko-ekonomske probleme regulacije. automatizacije i kompjutorskog upravljanja termoelektranama. Rad se sastoji iz tri dijela i to:

— Analiza razvoja tehnike automatizacije i primjene kompjutorske tehnike u termoelektrana,
— Ekonomska analiza primjene za sadašnje stanje i razvoj prema stupnju automatizacije,
— Prijedlozi rješenja za razne stupnjeve automatizacije za termoelektrane s protočnim kotlom za loženje ložnim uljem.

Rad je u završnoj fazi i bit će potpuno završen početkom 1972. godine.

LABORATORIJ ZA TOPLINSKA MJERENJA

Studija o problemima prijelaza topline kod termičke obrade

Tehnološka termotehnika je suočena s problemom gradnje sve većih peći za termičku obradu, s obzirom na povećanje elemenata, koji se toj obradi podvrgavaju. Istovremeno se s porastom objekata za termičku obradu smanjuje njihov broj, tako da su skupe i veoma velike peći relativno slabo iskorištene, tj. rade mali broj dana u godini. Problem transporta velikih objekata kako tehnički, tako i ekonomski, onemogućava rentabilno korištenje tih peći za usluge drugima.

Radi analize isplativosti razrade sistema termičke obrade bez i van peći, napravljena je studija o optimalnim uvjetima korištenja peći i alternativno korištenje sistema termičke obrade bez peći.

Rezultati ove studije pokazuju da, s obzirom na brzi trend porasta objekata za odžarivanje, optimalno korištenje peći može trajati 3—5 godina, i da se ove peći moraju amortizirati sa skraćenim rokom, što dovodi do njihove još manje rentabilnosti. Studija je, nedvojbeno, ukazala na potrebu razvoja sistema fleksibilnih grijača, izolacija, elektrotermičke, regulacione i komandne opreme prema principu da montažna peć putuje k objektu i da se prilagođuje njegovoj veličini i obliku.

Izgradnja sistema termičke obrade bez i van peći

U okviru zadataka za poduzeća »Litostroj«, Ljubljana, Brodogradilište »Split« — Split i Tvornicu »Bratstvo« Novi Travnik, razrađen je sistem grijača, izolacije, regulacije i komande, tako da se može prilagoditi bilo kojoj veličini, težini i obliku objekata namijenjenog termičkoj obradi.

Osnovicu sistema sačinjavaju grijači savitljivi u dvije ravnine, ukupne površine 24 dm^2 po grijaču i neto snage 1600 W. Ove površine dadu se realizirati u širinama grijača od 50 do 480 mm uz odgovarajuću dužinu. Keramički izolacioni elementi su zamjenjivi u slučaju oštećenja. Regulaciono-komandni uređaji imaju broj polja i blokova prema želji i potrebi, jedino je broj registracionih mjesta ograničen prema vrsti pisača. Uz ovaj sistem opreme ide i davač programa termičke obrade razvijen iz sredstava ovog Instituta.

Termička obrada 35-tonskog bata

U poduzeću »Rade Končar« izvršena je termička obrada 35-tonskog bata sa novorazvijenom opremom. Obrada se sastojala iz predgrijavanja na relativno visokoj temperaturi od 500 °C (bat je od čeličnog lijeva) i trajala je sve dok pukotine u batu nisu bile zavarene. Nakon toga žaren je bat prema određenom programu. O uspješnoj termičkoj obradi bata napravljen je tehnički izvještaj s automatski snimljenim dijagramima, na temelju kojih su nadzorni organi odobrili njegovu upotrebu.

Opremanje laboratorija građevne fizike Visoke građevinske škole u Zagrebu

Za gotovo 40 godina postojanja ovog Laboratorija, upoznalo se različitu mjerno-tehničku opremu na području toplinskih ispitivanja, ne samo u pogledu eksploatacije, nego i u pogledu gradnje i prikladnosti različitih konstruktivnih rješenja.

Na osnovi ovakvog iskustva, ovaj Laboratorij je preuzeo obvezu da izgradi opremu za ispitivanja iz građevne fizike i to prvenstveno iz oblasti prijelaza topline i građevinske akustike.

Tako je izgrađen pločasti aparat po Poensgenu, mjerač toplinskog toka, aparat za mjerenje difuzije vlage, aparat za mjerenje upaljivosti materijala, uređaj za proizvodnju buke od hodanja, uređaj za izvođenje pojedinačnih tonova za mjerenja, baždareni termoelementi Fe-Konst, lanac termoelemenata za mjerenje malih razlika temperatura, mjerilo protoka vode od 5 do 15 lit/min i garnitura »U« cijevi za razlike pritiska.

Ova oprema poslužit će Visokoj građevinskoj školi u nastavne i znanstveno-istraživačke svrhe.

LABORATORIJ ZA VISOKI NAPON I JAKU STRUJU

Radove su obavili:

Inženjeri: Blaž Uzelac, Josip Mužny, Josip Kučak
Tehničari: Svetolik Subotić, Đuro Juretić, Ivan Konfic
Od velikog broja naručilaca, prema opsegu posla, najznačajniji su:

Tvornica elektrotehničkih proizvoda TEP — Zagreb, ŽTP — Zagreb, Elektroprenos — Zagreb, Elektroslavonija — Osijek, Elektroprivreda — Rijeka i razna druga elektroprivredna i elektrodistributivna poduzeća iz čitave države, Energoinvest — Sarajevo, Tovarna elektroporculana — Izlake, Dalekovod — Zagreb, Izolirka — Ljubljana, Radio-televizija — Zagreb, Elektrokontakt — Zagreb, Rade Končar — Zagreb, INA — Zagreb, Telefonvod — Zagreb, Rafinerija nafte — Bos.Brod, »Croatia« tvornica baterija — Zagreb, Hidroelektrana Senj, Termoelektrana Sisak, »SVIT« — Kamnik.

Radovi:

Ispitivanje kabela

Ispitivani su kabeli radi utvrđivanja kvalitete i određivanja karakterističnih konstanti.

Mjerena su svojstva izolacije izmjeničnim, istosmjernim i udarnim naponima, kao i dielektrički gubici i pojave ionizacije. Rezultati mjerenja poslužit će za usporedbu različitih konstrukcija i izvedbi kabela.

Uz ispitivanja u proizvodnji i na novim kabelima, ispitani su i kabeli nakon polaganja. Značaj takvih ispitivanja je velik, jer se pravovremeno mogu otkriti pogreške učinjene prilikom polaganja i izbjeći kasniji prekidi pogona.

Ispitivane su kabelske glave i spojnice. Ispitivanja su obuhvatila naponska ispitivanja izmjeničnim i udarnim naponima, kao i nepropusnost na mjestima brtvljenja. Također su ispitivane kabelske mase i razna ulja.

Mjerenje napona koraka i dodira

Prilikom zemljospoja ili jednopolnog kratkog spoja na uzemljivaču i u njegovoj okolini mogu se pojaviti naponi dodira i koraka opasni za ljude. Radi toga su neophodna mjerenja kojima će se takvi naponi otkriti i otkloniti odgovarajućom rekonstrukcijom uzemljivača.

Unatoč visokom specifičnom otporu tla i visokom otporu uzemljenja, pogodnim oblikovanjem uzemljivača može se postići takva raspodjela potencijala, da se ne pojavljuju opasni naponi koraka i dodira.

Ispitivanja elektrotehničke opreme i materijala

Ispitivane su sklopke, priključni pribor, niskonaponski razvodni uređaji, kondenzatori snage, automatski regulatori, visokoučinski osigurači, zaštitna iskrišta, izolatori, ovjesni materijal, stezaljke, i dr.

Ispitivani su plastični materijali, razna ulja, kabelske mase, itd. Ovakva ispitivanja su važna, jer se njima sprečava ugradnja loših proizvoda u elektroenergetska postrojenja i postiže sigurnost pogona.

Ispitivanje prototipova opreme

Ispitivani su prototipovi pojedine opreme. Pri tome je bila osobito uspješna suradnja između Laboratorija i proizvođača, jer se nije samo formalno ukazivalo na nedostatke, nego su se davali i prijedlozi za njihovo otklanjanje sve dotle, dok naknadna ispitivanja nisu pokazala da proizvod potpuno zadovoljava propise i naznačenu primjenu. Poslije toga naručilac je od Instituta dobio atest za ispitani proizvod.

Primopredajna ispitivanja

Obavljena je kontrola ispitivanja kod preuzimanja visokonaponskih sklopki, učinskih i mjernih transformatora i ostale visokonaponske opreme za elektroenergetska postrojenja.

Laboratorij je surađivao s investitorima kod izbora odgovarajuće elektrotehničke opreme za postrojenja, kao i kod formuliranja karakteristika opreme prilikom sklapanja ugovora s tvornicama.

Ispitivanja za znak kvalitete

Za znak kvalitete opreme za široku potrošnju, što ga dodjeljuje Savez strojarskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara, ispitivale su se grijače ploče za štednjake, termoregulatori, sklopke i bojleri.

Ispitivanje odvodnika prenapona

Povremeno ispitivanje odvodnika obuhvaća kontrolu izmjeničnog i udarnog proradnog napona.

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.

Osim ispitivanja Laboratorij je u svojim radionicama izrađivao i uređaje za ispitivanja i mjerenja.

Uređaji za ispitivanje kabela IPKN-10

Ispitivanje ovim uređajem obavlja se istosmjernom strujom, što ima prednost, jer je uređaj lakši, a osim toga podesniji za pronalaženje eventualne greške u kabelu. Za što točnije 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, nakon što je ispitivanjem ili pak za vrijeme pogona ustanovljena greška u izolaciji kabela, 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 točno pronalaženje mjesta greške u kabelima bilo kojom od poznatih metoda, a može se upotrijebiti u granicama svojih karakteristika i u druge svrhe.

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 već 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. Aparati se priključuju na izmjenični napon 220 V.

Uređaj za ispitivanje releja — posebni

Osim spomenutih uređaja izrađeni su i posebni, prema posebnim željama naručilaca i za ispitivanje primarnih releja od 2000 A i više.

Uređaj za mjerenje napona koraka i dodira

Razvijen je uređaj, koji se sastoji iz cijevnog voltmetra, mjernih elektroda i dopunskih zaštitnih sredstava za rukovaoca.

Elektronski voltmetar, osim za mjerenje napona koraka i dodira može se, s obzirom na veliku ulaznu impedanciju, koristiti za snimanje potencijalnih lijevaka, ekvipotencijalnih linija i za mjerenje otpora uzemljenja UI metodom.

Uređaj je smješten u ukusno izrađenoj kutiji, koja se pomoću remena objesi tako da su ispitivaču slobodne ruke za manipuliranje, pa je uređaj zbog svoje funkcionalnosti i male težine vrlo pogodan za terenska ispitivanja.

LABORATORIJ ZA ELEKTRONIKU

Idejni projekt UKV sistema za govorne informacije

Za potrebe »Elektre« — Sisak , napravljen je idejni projekt UKV sistema za govorne informacije. U okviru toga zadatka snimljeno je postojeće stanje UKV mreže, usmjerenih i radijalnih veza i analizirano iskustvo njihove eksploatacije.

Izrađena je, nadalje, opća koncepcija veza, koja sadrži način rada, tehnologiju uspostavljanja veza, broj fiksnih stanica i broj repetitora.

Razrađeno je etapno uvođenje rješenja novog programa UKV veza i etapnog povlačenja stare opreme iz eksploatacije.

Snimljen je profil terena i izmjerena jačina polja na zaprekama. Predložene su varijante opreme i sakupljena dokumentacija, koja omogućuje optimalni izbor.

20 GODINA DJELOVANJA U. C. P. T. E.

(Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité)

1. Osnivanje

Nakon završetka II svjetskog rata nastale su gotovo u svim evropskim zemljama ozbiljne poteškoće s dobavom električne energije. Predstavnici zapadnih elektroprivreda nastojali su održati međusobne veze, kako bi izmjenjivali iskustva i prebrodili krizu. Sastajali su se svaka tri mjeseca u različitim evropskim gradovima, zajedno s predstavnicima V. Britanije, u okviru organizacije — PANEL — (Public Utilities Panel). Osim toga počela je široka razmjena iskustava putem međunarodnih organizacija CIGRÉ, WPC i UNIPEDE koje su ponovno počele s radom. Radi razmjene iskustava UNIPEDE osniva 1947. Studijski komitet za međunarodno povezivanje. Komitet je izradio i preporučio jedinstvenu metodu za regulaciju frekvencije i izmjenu snage.

Međunarodnoj suradnji mnogo je pomoglo osnivanje centralnih elektroprivrednih organa u pojedinim zemljama:

— u Francuskoj nakon nacionalizacije elektroprivrede osnovan je — EdF — (Electricité de France);
— u Belgiji dobrovoljna organizacija elektroprivrednih poduzeća — CPTE — (Coordination de la Production et du Transport d'Energie électrique);
— u Nizozemskoj je osnovano akcionarsko društvo za koordinaciju rada svih elektroprivrednih poduzeća — SEP — (N. V. Samenwerkende Electriciteits — Productiebedrijven);
— u Švicarskoj — Vereinigung der Schweizer Stromexporteure;
— u Austriji je zakonom osnovano poduzeće ÖVG (Österreichische Verbundgesellschaft), koja je odgovorna za ravnotežu između proizvodnje i potražnje električne energije;
— u Saveznoj republici Njemačkoj osnovan je — DVG — (Deutsche Verbundgesellschaft) dobrovoljni savez od 9 velikih elektroprivrednih poduzeća, koji ima zadatak da koordinira planiranje i pogon njemačke savezne mreže.

Godine 1948. osnovana je organizacija za privrednu suradnju Evrope OECE (Organisation Europeenne de Cooperation Economique), a 1950. je Savjet organizacije preporučio osnivanje UCPTE koja će obuhvatiti Belgiju, Francusku, Italiju, Luksemburg, Nizozemsku, Z. Njemačku, Austriju i Švicarsku. Nova organizacija je u travnju 1951. počela svoje djelovanje.

UCPTE treba pridonijeti što racionalnijem iskorištenju proizvodnih i prijenosnih postrojenja zemalja članica, te unapređenju i povećanju međunarodne razmjene električne energije. Organizacija se naročito bavi pitanjima povezanih sistema, ali nije ovlaštena sklapati ugovore o dobavi i izmjeni električne energije.

2. Organizacija

UCPTE je udruženje osoba iz osam zemalja koje sudjeluju u razmjeni, a prethodno su navedene. Svaka zemlja može imati u udruženju tri redovna člana i još izvanredne članove iz elektroprivrednih poduzeća koja sudjeluju u međunarodnoj izmjeni električne energije. Osim toga može biti imenovan i jedan član iz državne uprave svake zemlje.

Plenarnom sastanku UCPTE prisustvuju svi delegirani članovi, a saziva ga predsjednik dva puta godišnje. Kod glasanja svaka zemlja ima tri glasa, bez obzira na ukupan broj predstavnika.

Sjednicu vodi predsjednik i jedan potpredsjednik, a biraju se na 1 ili najviše 2 godine, redom od predstavnika druge zemlje. U pravilu potpredsjednik je nasljednik predsjednika.

Sekretarijat organizacije je uvijek u onoj zemlji iz koje je predsjednik, a troškove sekretarijata pokrivaju elektroprivredna poduzeća te zemlje. UCPTE nema ni svojih sredstava ni svojega budžeta.

Organizacija ima tzv. Uži odbor koji je poslovni organ plenuma, ima svog predsjednika biranog na 2 godine. Uži odbor se sastaje između plenarnih sjednica.

Širi odbor sačinjavaju članovi Užeg odbora i elektroprivredni stručnjaci iz poduzeća koja sudjeluju u razmjeni električne energije. Na sastancima Šireg odbora se izlažu pogonske prilike i stanje postrojenja u pojedinim zemljama. Sjednice vodi predsjednik Užeg odbora.

UCPTE ima tri radne grupe koje sačinjavaju stručnjaci iz pojedinih zemalja. To su grupe za:

pogonska pitanja.
termoelektrane,
hidroelektrane.

Zadaci organizacije mogu se podijeliti u tri grupe:

— poučavanje pogonskog osoblja o načinu iskorištenja postojećih proizvodnih i prijenosnih uređaja,
— ispitivanje mjera za poboljšanje paralelnog rada vezanih sistema i za proširenje razmjene,
— nastojanje da se poboljšaju upravne mjere koje bi olakšale međunarodnu razmjenu.

Uz tehničke probleme organizacija UCPTE morala se mnogo baviti izvoznim, odnosno carinskim problemima prijenosa električne energije preko državnih granica, budući da je u nekim zemljama izmjena električne energije potpadala pod propise o prometu roba i plaćanja devizama.

Tijekom proteklih godina mnogo je učinjeno upravo na liberalizaciji prijenosa električne energije preko državnih granica.

3. Zadaci radnih grupa

Radne grupe se bave studijem svih problema interesantnih za zajedničku suradnju. Prvo su bili najvažniji problemi u vezi sa zadovoljenjem opskrbe (npr.

izbjegavanje preljeva na hidroelektranama), a zatim su ušli u prvi plan problemi sigurnosti i ekonomičnosti. Grupe razrađuju tehničke aspekte novih električnih povezivanja, kratkoročne prognoze i pokrivanje potreba energije i snage kao i sve mogućnosti međusobne ispomoći. Sakupljaju sve informacije tehničkog razvoja i izmjenjuju pogonska iskustva u pogledu kvarova, održavanja rezerve, izgradnje postrojenja i sl.

Važan uvjet za ostvarenje ovih zadataka su osobni kontakti stručnjaka. Osim sastanaka radnih grupa koji se obavljaju dvaput godišnje stručnjaci su u pismenoj i telefonskoj vezi. Osim toga stručnjaci UCPTE surađuju u okviru međunarodnih organizacija CIGRÉ, WPC i UNIPEDE.

Studije, istraživanja i preporuke se nakon pristanka Užeg odbora publiciraju. Publikacije se tiskaju na četiri jezika: francuskom, njemačkom, talijanskom i nizozemskom.

3.1. Radna grupa za pogonska pitanja

To je grupa stručnjaka koja često radi u specijaliziranim potkomisijama na slijedećim problemima:

— vezani sistem
— računala u službi pogona
— osiguranje vlastitog pogona
— kvaliteta i kontinuitet napajanja
— regulacija
— studije za predviđanje tokova snaga
— terminologija

Grupa rješava periodične i tekuće zadatke, objavljuje rezultate rada, izrađuje pogonske preporuke, preporuke za poboljšanje i pouzdanost snabdijevanja, rješava općenite teoretske probleme u vezi s pogonom i stalno izmjenjuje iskustva članova.

3.2. Radna grupa za termoelektrane

Prvi posao ove grupe bilo je je još 1952. usklađenje remonta u zemljama članicama. Grupa se bavi pitanjima u vezi s uklapanjem rada termoelektrana u sistemu kao:

— pogon kod niskog opterećenja i problem brzog startanja,
— mjere kod stavljanja u pogon novih termoelektrana,
— zaštita termoelektrana koje su izvan pogona,
— pogon kod pada frekvencije i napona,
— preporuke za poboljšanje pouzdanosti dobave energije i sigurnosti pomoćnih pogona termcelektrana.

Ovakve studije od općeg interesa izdane su u mnogo primjeraka za široki krug zainteresiranih.

Posebno su napravljene studije i statistike o raspoloživosti i neraspoloživosti termoelektrana, i izmjenjivana iskustva o radu nuklearnih elektrana snage iznad 100 MW.

Treba još spomenuti vrlo vrijedne izmjene iskustva prilikom rada u radnoj grupi i ostalih osobnih kontakata. U takvim se prilikama izvještavalo o kvarovima i diskutiralo o njihovim uzrocima. I ova radna grupa obavlja periodična i tekuća istraživanja, izdaje dokumentaciju i tehničke informacije.

3.3. Radna grupa za hidroelektrane

Grupa je prvobitno osnovana da proučava regionalne koeficijente mogućnosti proizvodnje hidroenergije. Osim daljnjeg rada na tom problemu ona izrađuje svake jeseni predskazivanje raspoloživosti vodnih snaga za predstojeću zimu, u proljeće raspoloživost vodnih snaga za slijedeću zimu, uzimajući u obzir dva različita punjenja bazena na dan 1. listopada i to, punjenje koje odgovara višegodišnjem prosjeku i punjenju kao u jeseni 1947. Za svaki se mjesec izračunava u proizvodne mogućnosti hidroelektrana na temelju protoka Rajne, Rone i Poa u prošlom mjesecu.

U teoretskim studijama razrađuju se definicije različitih koeficijenata potrebnih kod proračuna hidroenergije, utjecaj akumulacija na regulaciju proizvodnje, korelacije između proizvodne mogućnosti hidroelektrana u zemljama UCPTE i protoka triju prethodno spomenutih velikih rijeka. Nadalje se istražuje ovisnost između vjerojatnosti vodnih odnosa i vjerojatnosti neraspoloživosti termoelektrana. Zatim ovisnosti između nivoa vjerojatnosti moguće proizvodnje svake zemlje članice i vjerojatnosti proizvodnje sviju zemalja UCPTE zajedno. Također se rade i različite prigodne studije u vezi s hidroelektranama.

4. Razvoj UCPTE

4.1. Razvoj proizvodnje, razmjena i mreže

Iza 1951. počelo je normalno razdoblje elektroprivrede zemalja UCPTE. Ratna razaranja su uklonjena, a opskrba gorivom se normalizirala. Ukupna proizvodnja električne energije u zemljama UCPTE iznosila je 1951. 154 TWh, 1960. 300 TWh (+ 95%), a 1969. 572 TWh (+ 90% prema 1960).

Međusobna izmjena narasla je od 1948. do 1958. od 3,2 na 8,2 TWh (+ 160%), a 1969. postigla je vrijednost od 28,1 TWh. Ako se još obuhvati izmjena s ostalim zemljama, onda iznosi 29,4 TWh. Suma istovremenih vršnih opterećenja u međunarodnoj razmjeni, bila je 1952. 1369 MW, a 1969. je dosegla 8893 MW.

U 1960. iznosila je snaga razmjene po prilici 6,5%, ukupne snage proizvodnje. U nekim je zemljama iznosila čak 10%.

Dobrom suradnjom i koordinacijom proizvodnje bilo je zemljama članicama moguće prebroditi i teške prilike snabdijevanja, a naročito vrlo suhu i hladnu zimu 1955/56.

U tablici 1. dan je pregled razvoja instaliranih snaga zemalja UCPTE.

Kako se povećavala energija razmjene i njen odnos prema proizvodnji vidi se iz tablice 2.

Ostale zemlje s kojima je izmjenjivana energija bile su: Čehoslovačka, Danska, Istočna Njemačka, V. Britanija, Španjolska, Jugoslavija i Madžarska.

Tok državnih i međudržavnih razmjena električne energije mogao se uspješno razvijati samo zato, što je izgrađena jaka mreža vodova 110 kV, 150 kV, 220 kV

Instalirana snaga elektrana zemalja UCPTE U MW

Tablica 1

	B	D	F	I	Lux	NL	A	CH	Ukupno
31. XII. 1951.	2.568	12.070	11.098	7.988	182	1.650	2.156	3.130	40.842
HE	40	2.350	5.898	6.770	2	—	1.556	2.930	19.546
TE	2.528	9.720	5.200	1.218	180	1.650	600	200	21.296
NE	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31. XII. 1961.	3.788	27.230	21.699	17.085	247	4.470	4.296	6.210	85.025
HE	46	3.405	11.077	11.699	17	—	3.052	6.010	35.306
TE	3.742	23.810	10.536	5.386	230	4.470	1.244	200	49.618
NE	—	15	86	—	—	—	—	—	101
31. XII. 1970.	6.242	47.340	36.330	31.327	1.119	9.100	7.975	10.530	149.963
HE	62	4.700	15.210	13.408	912	—	5.467	9.620	49.379
TE	6.169	41.750	19.490	17.342	207	9.050	2.508	560	97.076
NE	11	890	1.630	577	—	50	—	350	3.508
NALAZI SE U IZGRADNJI									
1. I. 1971.	3.406	21.900	10.195	3.514	169	900	1.765	1.196	43.045
HE	390	1.480	2.550	678	169	—	735	540	6.542
TE	1.366	15.430	5.700	2.031	—	900	330	—	25.757
NE	1.650	4.990	1.945	805	—	—	700	656	10.746

Razvoj izmjene i proizvodnje u zemljama UCPTE u GWh

Tablica 2

Godina	Međusobno a	$\frac{a}{e}$ %	sa trećima		Proizvodnja e
			uvoz	izvoz	
1948.	2.959	2,61	150	95	113.033
1960.	10.114	3,33	617	439	303.722
1965.	18.781	4,30	2.229	1.862	436.422
1970.	29.638	4,77	2.945	1.430	621.300

i 380 kV. Danas prelaze između zemalja UCPTE i između graničnih država 114 trojke na 81 vodu. Prijenosna moć vodova iznosila je 1. VI. 1971. ukupno 25.700 MVA.

Tablica 3 daje pregled razvoja visokonaponske mreže vodova zemalja UCPTE od 1951. do 1970. god.

Nakon organiziranja centralnih elektroprivrednih ustanova u pojedinim zemljama, osnovani su i dispečerski centri, koji su se naročito opremili i modernizirali nakon 1961. Tada su se počela ugrađivati i elektronička računala u znanstvene svrhe i za uređaje pogona.

4.2. Proširenje suradnje

Godine 1961. ušla su u Plenarni odbor dva delegata UFIPTE (Union Franco — Ibérique pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité), jedan Španjolac i jedan Portugalac, a u listopadu 1964. dva delegata SUDEL, organizacije za izmjenu električne energije između Italije, Jugoslavije i Austrije. Stručnjaci ovih zemalja, koji su na periferiji grupe UCPTE, ušli su također u Uži i Širi odbor, kao i u radne grupe. Time se razmjena iskustava proširila na 11 zemalja.

Premda nordijska grupa NORDEL (Danska, Finska, Island, Norveška i Švedska) nemaju svoje delegate u Plenarnom odboru, suradnja je vrlo dobra. U najnovije vrijeme jedan predstavnik NORDEL-a prisustvuje zasjedanju radne grupe za pogonska pitanja i u Širem odboru.

Danas povoljni odnosi između proizvodnje i potrošnje u evropskim zemljama dopuštaju pojednostavljeno djelovanje UCPTE. Širi odbor zasjeda samo dvaput godišnje. Većinom se rješavaju rutinska pitanja o raspoloživim snagama i kratkoročnim željama o izmjenama između zemalja članica. Stalno se izdaju tromjesečni i godišnji izvještaji.

5. Djelovanje UCPTE u budućnosti

Zemlje UCPTE računaju i nadalje na podvostručenje potrošnje u slijedećih 10 godina. Pri tom razvoju su moguće strukturalne promjene, odnosno promjene krivulje opterećenja o čemu treba voditi računa.

Proizvodne jedinice bivaju iz ekonomskih razloga sve veće, što izaziva posebne probleme u pogledu kon-

Dužina vodova niskog napona zemalja UCPTE — km

Tablica 3

	B	D	F		Lux	NL	A	Ukupno
31. XII. 1951.	745	18.199	14.702	18.813	—	1.610	3.663	57.732
100 220 kV	703	13.226	9.196	16.180	—	1.530	3.150	43.985
220 kV	42	4.973	5.506	2.633	—	80	513	13.747
380 kV	—	—	—	—	—	—	—	—
31. XII. 1961.	1.326	32.114	24.016	35.199	—	2.810	6.350	101.815
100 220 kV	1.284	22.972	9.219	25.009	—	2.730	4.397	65.611
220 kV	42	8.619	13.679	10.190	—	80	1.828	34.438
380 kV	—	523	1.118	—	—	—	125	1.766
31. XII. 1970.	2.132	49.900	32.121	45.379	130	5.920	8.950	144.532
100 220 kV	1.798	34.600	7.061	29.892	28	4.850	5.876	84.105
220 kV	334	12.600	20.569	13.848	102	380	2.714	50.547
380 kV	—	2.700	4.491	1.639	—	690	360	9.880

Opaska: Za Švicarsku nema podataka.

figuracije mreže, vođenja pogona i rezerve. Rješavanje ovakvih pitanja spada također u djelokrug rada UCPTE, koja se brine o sigurnosti snabdijevanja.

S porastom veličina jedinica rastu problemi monetarne i trajne rezerve. Načelno se svaki član brine da u njegovoj mreži bude dovoljno rezerve. No, UCPTE treba svojim radovima omogućiti, da svaki član može procijeniti s kakvom pomoći svojih partnera može računati, uz svoj vlastiti udio koji može pridonijeti sigurnosti zajedničke mreže.

U evropskoj mreži koja postaje sve gušća, stalno će trebati zajednički koordinirati proizvodnju i prijenos, pitanje kratkog spoja, održavanja frekvencije i napona, udešavanja releja i zaštite sistema. Uvjet za to su dobre telekomunikacije i osobni kontakti stručnjaka u okviru UCPTE. Ova organizacija pruža najbolje preduvjete da se takvi kontakti stalno održavaju i produbljuju. Konstruktivna i prijateljska atmosfera koja vlada u organizaciji, omogućila je da se odstrane mnoge zapreke, a sigurno će i u budućnosti pomoći da se riješe nastale poteškoće.

(Prema: U.C.P.T.E. 1951—1971 20 Jahre Tätigkeit)

B. Markovčić

SAVJETOVANJA I KONFERENCIJE

TREĆE SAVJETOVANJE O ENERGETSKIM KABELIMA

(Izvještaj o radu i zaključci)

Izvještaj o radu

Treće savjetovanje o energetskim kabelima što ga je organizirao Jugoslavenski nacionalni komitet međunarodne konferencije za velike električne mreže — CIGRÉ, održano je od 17. do 19. XI. 1971. u Novom Sadu. Ovo, treće po redu, savjetovanje, što se održava redovito svake druge godine (prvo je održano 1967. godine u Zagrebu, drugo 1969. godine u Vrnjačkoj Banji), organizirano je u suradnji sa Novosadskom fabrikom kabela.

Za savjetovanje se prijavilo 358 učesnika iz svih republika i pokrajina. Od proizvođača prisustvovali su stručnjaci iz tvornica kabela i kabelskog pribora, a od korisnika stručnjaci iz elektrodistribucije, rudarstva, željezara, kemijske industrije, željeznica i pomorstva, te fakulteta, projektantskih organizacija i znanstveno-istraživačkih instituta. Na savjetovanju su podnesena 23 referata domaćih autora i dva referata inozemnih stručnjaka, jedan iz Čehoslovačke i jedan iz Mađarske.

Svečano otvorenje savjetovanja, kojemu su prisustvovali predstavnici grada i pokrajine, održano je 17. XI. u 8 sati u velikoj dvorani Radničkog doma u Novom Sadu. Radni dio savjetovanja održan je 17. i 18. XI. a rasprave su se vodile u stručnim sekcijama. Stručnim dijelom ovog savjetovanja rukovodio je Studijski komitet *»Energetski kabeli«*, koji je tijekom savjetovanja održao dva sastanka (16. i 18. XI). Tijekom savjetovanja organizirane su posjete lokalnoj industriji, a nakon savjetovanja organizirana je ekskurzija na hidro-energetsko postrojenje HE Đerdap. Na završnom sastanku 18. XI. prije podne doneseni su zaključci savjetovanja na osnovi rasprave u stručnim grupama. Zaključeno je također da se iduće savjetovanje održi ujesen 1973. godine. Točno vrijeme i mjesto održavanja odredit će studijski komitet.

Zaključci

Zaključci na savjetovanju doneseni su na temelju referata, izvještaja stručnih izvjestitelja i diskusije. Referate je Studijski komitet za energetske kabele razvrstao po njihovu sadržaju u stručne grupe, u kojima se o njima raspravljalo. Na savjetovanju je diskusija vođena u pet grupa, i to: Konstrukcija kabela i kabelski materijali; Kabelski pribor i polaganje kabela; Eksploatacija kabela; Kabelske mreže, te Standardi i propisi.

Zaključci su pročitani na kraju sastanka pojedinih grupa i prihvaćeni na završnom plenarnom sastanku savjetovanja.

Grupa I. Konstrukcija kabela i kabelski materijali

Podgrupa 1.1 kabeli s aluminijskim vodičima

1. *S tehničko-ekonomskog gledišta primjena kabela s aluminijskim vodičima u gradskim i industrijskim mrežama, preko kriterija strujnog opterećenja i termičkog naprezanja kao i ukupnih godišnjih troškova, potpuno je prihvatljiva.*
2. *Domaće tvornice kabela danas su u stanju da proizvedu najsuvremenije konstrukcije aluminijskih kabela za prijenos energije naponskih nivoa od 1 do 35 kV.*
3. *Iskustva s aluminijskim kabelima zadovoljavajuća su u pojedinim elektrodistribucijama gdje se ti kabeli već duže vrijeme koriste.*
4. *Distributivna poduzeća zainteresirana su za kvalitetne aluminijske kabele uz nižu cijenu u odnosu na kabele sa bakrenim vodičem.*
5. *Jednožične aluminijske kabele sa svojim tehničkim prednostima, lakšim spajanjem, kao i ekonomskim prednostima (niža cijena), treba što više koristiti u distributivnim mrežama.*

6. *Potrebno je izabrati i odrediti efikasnu zaštitu od korozije nultog vodiča u kabelima za 1 kV mrežu.*

Podgrupa 1.2 Kabeli s izolacijom od vulkaniziranog i termoplastičnog polietilena i drugih sintetičkih materijala od 1 do 35 kV

1. *Kabeli s izolacijom od polietilena, umreženog polietilena i drugih sintetičkih materijala korisna su novost u srednjonaponskim mrežama i treba raditi na njihovu usavršavanju.*
2. *Ovi novi kabeli steći će svoje pravo mjesto ispunjenjem tehničkih zahtjeva današnjih distributivnih mreža i ekonomskim pokazateljima koji su uvijek osnova za uvođenje novih tipova kabela.*
3. *Proizvođači kabela uložit će maksimalne napore u ispitivanju parcijalnih izbijanja kako bi ovi kabeli bili besprijekorne kvalitete za rad u distributivnoj mreži.*
4. *Za nove tipove kabela uvesti jedinstvenu terminologiju.*
5. *Pratiti dalje razvoj novih sintetičkih materijala na području energetskih kabela kako bi se dobio kabel koji će zadovoljiti tehničke i ekonomske zahtjeve.*
6. *Raditi na studiji izbora najoptimalnije konstrukcije kabela za napone 110 kV koji sve više postaje distributivni napon.*

Grupa II. Kabelski pribor i polaganje kabela

Pogrupa 2.1 Polaganje kabela

1. *Potrebno je nastaviti s korištenjem mehanizacije za polaganje kabela svugdje gdje je to ekonomski opravdano.*
2. *Proizvođači kabela treba da izrade upute za rukovanje kabelima i dadu podatke o dopuštenim naprezanjima kabela pri polaganju.*
3. *Treba proučiti mogućnost za korištenje štitnika plastične mase i traka za upozorenje prilikom polaganja kabela umjesto dosadašnje zaštite kabela s pomoću opeka. Treba predložiti i odgovarajuće dopune postojećih propisa. (Vidi grupa V.)*

Podgrupa 2.2. Spajanje i završavanje kabela

1. *Treba izraditi domaći standard za bitumenske i uljne mase za zalijevanje kabelskog pribora.*
2. *Proizvođači kabelskog pribora treba da prošire asortiman masa za zalijevanje na tzv. »hladne mase«.*
3. *Za kabele s izolacijom od sintetičkih materijala napona do 35 kV proizvođači trebaju usvojiti suvremena i ekonomična rješenja spajanja i završavanja, i osigurati snabdijevanje potrošača potrebnim priborom.*

Podgrupa 2.3 Spajanje aluminijskih vodiča i kabela

1. *Potrebno je, zbog nedostataka domaćih propisa, za ispitivanje prešanih spojeva usvojiti propise VDE 0220 dio 2 . . . 70, prema kojima bi se ispitivao spojni pribor za prešanje.*
2. *Proizvođači kabela i pribora u suradnji s korisnicima i specijaliziranim centrima za obuku kadrova treba da preuzmu mjere za sistematsku obuku na montaži kabelskog pribora.*

Grupa III. Eksploatacija kabela

1. *Ispitivanje termovizijom korisno je primijeniti na raznim uzorcima kabelskih vanjskih spojeva i razraditi tablične odnose ovisnosti vanjskih i unutarnjih faktora zagrijavanja kritičnih mjesta. To ima sve veće značenje u primjeni aluminijskih spojeva.*
2. *S obzirom na problem parcijalnih izbijanja u novim tipovima kabela potrebno je mjerenje proširiti na: rutinska mjerenja u tvornici, lokaciju parcijalnih izbijanja kabela u pogonu, kao i na studiju ovisnosti amplitude parcijalnih izbijanja kod štetnosti za kabel.*
3. *Parametre kabela, s obzirom na ekran i električnu zaštitu, odabrati u sklopu sustava cijele mreže, čime bi bio obuhvaćen tehničko-ekonomski ekvivalent. Preporučuje se izrada studije o ekranu i električnoj zaštiti s obzirom na uvjete pogona.*
4. *Od neobične je važnosti izrada jedinstvenih montažnih uputa za spajanje kabela s obzirom na potrebno unificiranje i efikasno održavanje.*
5. *Pratiti napredak mjerne tehnike i odgovarajuće obuke mjernog osoblja. Mikroblokovi i slična mini postrojenja moraju zadovoljavati uvjete za efikasni priključak mjernih kabela radi obrade greške i sigurnog ispitivanja u pogonu.*

Grupa IV. Kabelske mreže

1. *Potrebno je dogovaranje svih distributivnih poduzeća kao i proizvođača kabela o tipizaciji i uvjetima uzemljenja, ne samo aluminijskih, nego i kabela s bakrenim vodičem. Za to će dati inicijativu radna grupa za tipizaciju studijskog komiteta za energetske kabele.*
2. *Treba posvetiti svu pažnju prijelazu nadzemne mreže u kabelsku, s obzirom na to da je razlika u cijeni kabelske i nadzemne mreže sve manja.*
3. *Distribucija, aluminijska industrija, kabelska i ostala zainteresirana industrija treba da zajednički angažiraju elektroprivredne institute u stalnom i dugoročnom oblikovanju buduće razdjelne mreže od 1 do 110 kV.*
4. *Kod projektiranja i planiranja kabelske mreže treba voditi računa, ne samo o troškovima izgradnje i gubicima energije, nego i o sigurnosti i pouzdanosti pojedinih dijelova mreže.*
5. *Potrebno je nastaviti s istraživanjem ekonomsko-tehničkih zakonitosti dimenzioniranja suvremenim metodama i smjelijim prognoziranjem budućih energetskih parametara, jalovih snaga i cijena električne energije.*
6. *Potrebno je i ubuduće iznositi referate o industrijskim mrežama, a naročito velikih industrija gdje postoje i elektrotermija i elektroliza, koje predstavljaju veliku koncentraciju energije i postavljaju naročite zahtjeve u pogledu kvalitete napajanja.*

7. *Studijskom komitetu se predlaže da ne slijedeće savjetovanje o energetskim kabelima pozove stručnjake iz ostalih djelatnosti koje polažu podzemne instalacije u blizini kabela.*

Grupa V. Standardi i propisi

1. *Preporučuje se Zavodu za standardizaciju da brže donosi standarde ili izmjene standarda kako bi se na vrijeme pratio razvoj energetskih kabela.*
2. *Prihvaćaju se standardi JUS N.C5.020 i N.C5220 kako su ih predložili proizvođači kabela.*
3. *Predlaže se proizvođačima kabelskog pribora i kabela da što prije predlože standarde za kabelski pribor energetskih kabela Zavodu za standardizaciju.*
4. *Za srednjonaponske energetske kabele izolirane polietilenom, umreženim polietilenom, etilen propilenom i drugim sintetičkim izolacijama treba izraditi standarde, kako za kabele tako i za kabelski pribor.*
5. *Savjetovanje usvaja prijedlog da se ne mora u svim slučajevima upotrebljavati pijesak pri polaganju kabela osim u slučajevima kada je to uvjetovano posebnim zahtjevima terena i konstrukcijom kabela.*
6. *Usvaja se gledište da se mehanička zaštita položenih kabela ne mora izvoditi na dosadašnji način (opeka, betonske ploče, impregnirane drvene daske i sl.), već se može upotrijebiti upozoravajuća traka, ili još i plastične profilirane ploče.*
7. *Predlaže se Studijskom komitetu za energetske kabele da daje primjedbe i prijedloge vezane za propise i standarde o energetskim kabelima i kabelskom priboru.*

H. M.

XXIV. ZASJEDANJE MEĐUNARODNE KONFERENCIJE ZA VELIKE ELEKTRIČNE MREŽE VISOKOG NAPONA CIGRÉ U PARIZU

Međunarodna konferencija za velike električne mreže visokog napona — CIGRÉ (Conférence Internationale des Grands Résaux Électriques a haute tension) održat će svoje dvadeset četvrto zasjedanje od 28. kolovoza do 6. rujna 1972. u Parizu, u zgradi za koeferencije UNESCO-a.

U toku ovog zasjedanja, bit će podneseno 139 referata. O problemima električnih mreža za prijenos električne energije govorit će poznati stručnjaci iz cijelog svijeta.

Rasprava će se voditi u četrnaest grupa po stručnim područjima, o problematici koja se odnosi na

RASPORED RADA ZASJEDANJA

	Poslije podne		Prije podne		Navečer
	Dvorana I	Dvorana II	Dvorana I	Dvorana II	N
Ponedjeljak 28. VIII.	9 h. registracija učesnika u prostorijama UNESCO		16 h Svečano otvorenje zasjedanja		
Utorak 29. VIII.	Gr. 13	Gr. 22	Gr. 13	Gr. 22	Prijem CIGRÉ
Srijeda 30. VIII.	Gr. 31	Gr. 35	Gr. 31	Gr. 35	
Četvrtak 31. VIII.	Gr. 32	Gr. 21	Gr. 32	Gr. 21	
Petak 1. IX.	Gr. 32 Tehničke posjete i ekskurzije		Gr. 15 Tehničke posjete i ekskurzije	Gr. 36	
Subota 2. IX.	Gr. 33	Gr. 11	Gr. 33	Gr. 11	
Ponedjeljak 4. IX.	Gr. 12	Gr. 23	Gr. 12	Gr. 23	Prijem Franc. nac. komiteta
Utorak 5. IX.	Gr. 14 Tehničke posjete	Gr. 34	Gr. 14	Gr. 34	
Srijeda 6. IX.	9,30 h Glavna skupština 10,15 h. Završno plenarno zasjedanje				

generatore, transformatore, prekidače, uređaje za konverziju izmjenične i istosmjerne struje, energetske kabele, visokonaponske vodove, električne prijenosne mreže, prenapone i koordinaciju izolacije, zaštitu i releje, te teletransmisije, perturbacije i smetnje.

Raspored rada zasjedanja priložen je u ovoj tablici:

Popis stručnih grupa XXIV. zasjedanja:

Gr. 11 — Rotacioni strojevi
Gr. 12 — Transformatori
Gr. 13 — Sklopni aparati
Gr. 14 — Uređaji za konverziju izmjenične i istosmjerne struje
Gr. 15 — Izolacioni materijali
Gr. 21 — Visokonaponski kabeli
Gr. 22 — Zračni vodovi
Gr. 23 — Razvodna postrojenja
Gr. 31 — Prijenosne mreže
Gr. 32 — Planiranje i pogon električnih mreža
Gr. 33 — Prenaponi i koordinacija izolacije
Gr. 34 — Zaštita, automatizacija i uređaji za telekomandu
Gr. 35 — Telekomunikacije
Gr. 36 — Perturbacije

Sve informacije o ovom zasjedanju i učestvovanju daje Jugoslavenski nacionalni komitet CIGRE, Zagreb, Berislavićeva 6/I, telefon 413-282.

Generalni sekretar:
H. Mattes, dipl. ing.

Osnivački sastanak podkomiteta za termoelektrane Studijskog komiteta za zaštitu i automatiku JNK CIGRÉ

Zaključkom 17. zasjedanja Studijskog komiteta za zaštitu i automatiku JNK CIGRÉ održan je 12. siječnja 1972. u Zagrebu osnivački sastanak podkomiteta za termoelektrane.

Podkomitet se zasada sastoji od 10 članova, od kojih je prisustvovalo 8, a u radu je sudjelovao i predsjednik Studijskog komiteta prof. dr A. Ogorelec. Na dnevnom redu je bio program budućeg rada i plan rada do idućeg sastanka.

Istaknuto je i predloženo mnogo interesantnih tema s područja automatizacije termoelektrana, procesnih računala, zaštite i sličnih, a podcrtana je i važnost tzv. malih problema, kao što su automatski uređaji za brzo preklapanje napajanja pomoćnih uređaja, njihova zaštita, problemi pomoćnih jednosmjernih krugova, i slično. Pažnju treba posvetiti također i izradi preporuka kojima bi se olakšao izbor opreme i rješavanja problema kod projektiranja.

Postavljen je problem financiranja izrade studija, koji bi se mogao pojedinačno rješavati u suradnji s elektroprivredom.

Zaključeno je da se slijedeći sastanak održi početkom svibnja 1972, i da se do tada pripremi nekoliko kraćih referata i prikaza, i to:

Program rada podkomiteta za termoelektrane
Radovi na razvoju automatizacije termoelektrana u Jugoslaviji
Prikaz izvedene signalizacije u jednoj termoelektrani
Problemi transporta ugljena u termoelektranama u Jugoslaviji
Uvođenje procesnih računala u termoelektrane
Problematika zaštite termobloka

Za voditelja podkomiteta izabran je B. Toth, dipl. ing. iz poduzeća »Rade Končar« u Zagrebu.

B. T.

IZVJEŠTAJ O IV ŽENEVSKOJ KONFERENCIJI O MIRNODOPSKOM KORIŠTENJU NEKLEARNE ENERGIJE

I

Četvrta ženevska konferencija o mirnodopskom korištenju nuklearne energije održana je u okviru Ujedinjenih nacija od 6 — 16. IX 1971. godine. U isto vrijeme bila je otvorena izložba tehničkih dostignuća 20 zemalja u području nuklearne energetike.

Na konferenciji je bilo oko 4.000 učesnika iz 75 zemalja, specijaliziranih agencija UN i drugih organizacija. U toku konferencije podnijeto je ukupno 514 referata. Oni su se odnosili prvenstveno na probleme proizvodnje električne energije iz nuklearnih izvora, probleme sredine gdje su locirana nuklearna postrojenja, sociološke i socijalne aspekte nuklearne energije, korištenje u poljoprivredi, medicini, industriji, itd. Na konferenciji je prikazano više od 300 tehničkih filmova iz nuklearnog područja.

Jugoslaviju su predstavljala 34 stručnjaka: 11 iz elektroprivrednih organizacija, 11 iz istraživačkih organizacija i fakulteta, 3 iz projektantskih organizacija, 2 iz industrije, 3 iz poljoprivrede, 1 iz medicine i 3 iz organa državne uprave. Jugoslavija je sudjelovala sa 9 referata od kojih su bili posebno zapaženi referat o iskustvima u korištenju istraživačkih nuklearnih reaktora iz Vinče i Ljubljane, i referat o korištenju nuklearne energije u poljoprivrednoj proizvodnji.

Konferenciju je otvorio američki predstavnik Dr Siborg, a zaključio sovjetski predstavnik, akademik Bogoljubov.

Moto IV ženevske konferencije bila je činjenica da je danas izgrađeno, u izgradnji ili naručeno oko 150.000 MWe nuklearnih elektrana, i da je takav trend ostvaren u izuzetno kratkom razdoblju, uglavnom između III (1964. god.) i IV ženevske konferencije. Ističući ovu činjenicu Dr Siborg je rekao da usprkos tom uspjehu treba uložiti napore za konačni razvoj i dovođenje brzih bridera u komercijalnu upotrebu, jer se tek njima može ostvariti puni ciklus iskorištenja uranskog i torijevog nuklearnog goriva.

II

Rad IV ženevske konferencije odvijao se u četiri sekcije: generalnoj i tri tehničke, te dvije panel-diskusije. Generalna sekcija sastojala se od 10 zasjedanja, a sve tri tehničke od 51 zasjedanja.

Nuklearna energetika

Dugoročno programiranje razvoja energetike u pojedinim zemljama, i u cijelom svijetu, bila je tema više referata. Iako se procjene autora ponešto razlikuju, većina se slaže da će 1980. instalirana snaga nuklearnih elektrana u svijetu iznositi više od 300.000 MWe ili oko 15 % ukupnih proizvodnih kapaciteta u elektroprivrednim organizacijama. Znatno veće promjene u korist nuklearnih elektrana očekuju se krajem ovoga stoljeća kada će ukupna snaga nuklearnih elektrana iznositi preko 3,000.000 MWe, što će predstavljati oko 50 % ukupnih proizvodnih kapaciteta električne energije. U zemljama u razvoju neodređenosti koje prate dugoročno programiranje pretpostavlja se da su veće, pa ipak prema autorima nekoliko referata, u većini zemalja u razvoju već je definirana uloga nuklearne energetike. U onim zemljama u kojima je ova uloga značajnija, one imaju razrađene programe ulaska i u područje brzih bridera. Referati su pokazali da je nekoliko zemalja u razvoju pred odlukom o izgradnji svojih prvih nuklearnih elektrana.

Prilikom razmatranja o zahtjevima za svim vrstama energije u svijetu do 2000. god. referati su pokazali da će konvencionalna goriva, kao npr. bolje vrste ugljena, ligniti, nafta i plin igrati dominantnu ulogu. Referat američkog energetičara Weinberga o globalnom povećanju zahtjeva za energijom pokušao je odgovoriti na tri međusobno povezana pitanja: što je razlog širokom razvoju nuklearne energije, može li ona biti makar i površno procijenjena u smislu realnog troška kapitala, i da li je programiranje razvoja ograničeno raspoloživim rezervama urana, kao i količinom izlučenih radio-aktivnih otpadaka koje sa sigurnošću treba pohraniti?

U odgovoru se ukazuje da čovječanstvo mora imati određenu alternativu neiscrpnosti energetskih izvora pa pretpostavlja, da bi to prema onom što je danas poznato, mogla biti nuklearna energija. Ukazuje se da će se prolaskom raspoloživog uranskog goriva kroz brze bridere povećati korisna energija za oko 60 puta. Isti referat ukazuje da optimizirajući energetske potrebe potpunim iskorištenjem nuklearne energije, čovječanstvo ulazi u rizik. Stoga je potrebno do maksimuma razviti sigurnost i održavanje nuklearnih postrojenja.

Izvedbe nuklearnih postrojenja

Razmatrana su iskustva iz pogona lakovodnih reaktora sa slabo obogaćenim uranom kao gorivom. Oni su u svijetu najbrojniji u izgradnji i u narudžbama. Krajem 1970. godine bila su u pogonu 52 reaktora toga tipa, dok je u izgradnji bilo 125 jedinica. Pažnja je koncentrirana na oštećenja gorivih elemenata i metode otklanjanja tih oštećenja. Zajedničko je iskustvo za sve glavne tipove nuklearnih reaktora da oštećenja gorivih elemenata pokazuju u pogonu veoma mali efekt, odnosno da je pogonska prikladnost nuklearne elektrane vrlo dobra.

Put prema veoma perspektivnim postrojenjima vrlo velikih snaga u jednom bloku otvorio je sovjetski tzv. Bjelojarski tip reaktora, kod kojeg je jezgra konstruirana od grafitnih blokova, a gorivo u kompoziciji karbid-uran, slabo obogaćeni, i kod kojega je gorivi element tako konstruiran da kroz cijevi obavijene oko karbid-uranske šipke dotiče obična voda koja prima

proizvedenu toplinu, pretvara se u tom dijelu gorivog elementa u paru i transportira prema generatoru pare. Prvi blok nuklearne elektrane s takvim tipom reaktora instalirane snage 1000 MWe je u završnoj etapi izgradnje, u blizini Lenjingrada. Elektrana će imati dva reaktorska bloka ukupne snage od 2000 MWe.

Ekonomika nuklearnih elektrana

Troškovi nuklearnih postrojenja su u porastu, ali je glavni zaključak da ona ostaju i nadalje kompetitivna jer su troškovi u cjelini u porastu.

Kapitalni troškovi nuklearnih elektrana u SAD bitno su porasli u posljednjih 10 godina, tako da je ugovorena cijena u 1970. godini oko 300 dolara po kWe, za objekte koji trebaju ući u pogon 1977. godine. Osim toga, konstatira se da su razlike u troškovima između elektrana na nuklearno gorivo i fosilna goriva u SAD ostale i dalje jednake. Porast kapitalnih troškova kod izgradnje nuklearnih elektrana rezultira iz nekoliko faktora, i to: nekompletne procjene u odnosu na razdoblje kada je već bilo sakupljeno potpuno iskustvo o izgradnji nuklearnih elektrana; povećanje troškova za postizanje potpunije sigurnosti i osiguranja nuklearnih postrojenja; povećanje troškova izgradnje i kamatne stope i produžavanje vremena gradnje elektrana. Mada se prema referatu iz SAD može očekivati dalji porast troškova kod gradnje nuklearnih postrojenja to ne bi trebalo utjecati na još veće narudžbe nuklearnih elektrana u SAD.

Iskustva Kanade govore da je glavni faktor koji bi mogao odlučiti kod većine zemalja u razvoju da se opredijele za izgradnju nuklearnih elektrana, stopa učešća inozemnih sredstava u troškovima. Navodi se, da bi za kanadske teškovodne reaktore udio inozemnih sredstava (u uvjetima komercijalnog kreditiranja) mogao biti i do 80 % od ukupne vrijednosti troškova opreme. Kanađani smatraju da smanjenje troškova treba prvenstveno tražiti u indirektnim troškovima: u smanjenju kamata za vrijeme izgradnje, inženjeringu, plaćanja u gotovini, itd.

Na osnovi iskustva s postojećim nuklearnim elektranama, kao i na osnovi podataka za nove, ugovorene nuklearne elektrane, troškovi proizvodnje po glavnim elementima bitno se razlikuju u odnosu na klasične termoelektrane iste veličine.

Glavni elementi troškova približno iznose:

	Klasične TE	Nuklearne NE
— pogon i održavanje	8 %	11 %
— gorivo	52 %	30 %
— troškovi kapitala	40 %	59 %

Sigurnost nuklearnih postrojenja i zaštita od zračenja

U većini zemalja koje su angažirane na području nuklearne tehnike organizirana su specijalna državna tijela koja kontroliraju nuklearna postrojenja, pa se njihovim djelovanjem znatno umanjuje rizik od nuklearnih nezgoda. Dva su glavna pravca djelovanja ovih specijaliziranih tijela: stvaranje preciznih normativa i propisa za projektiranje, izgradnju i pogon nuklearnih elektrana i kontrola ispuštanja radioaktivnih otpadaka u toku rada postrojenja.

U nekoliko referata autori su se založiti za povećanje sigurnosti rada nuklearnih postrojenja. Talijanski referat ukazuje na potrebu boljeg projektiranja, tako da koncepcije dozvoljavaju da pogonsko osoblje i drugi specijalisti periodično kontroliraju sve sisteme u nuklearnoj elektrani: korištenje televizijskih kamera, ultra sonične aparate, termoviziju, i dr. Američki referat skreće pažnju i ukazuje na neprihvatljivost eventualnog predaha, povodeći se dosada uspješnim iskustvom u pogledu sigurnosti rada nuklearnih elektrana, već ukazuje na potrebu brižljivog proučavanja i analize kvarova i nezgoda.

Kontrola kretanja nuklearnih materijala nailazi na veoma širok interes u svijetu. Prvenstvena je briga osigurati korištenje nuklearnih materijala isključivo u mirnodopske svrhe. U tom smislu organiziran je sistem inspekcije preko Međunarodne agencije za atomsku energiju (MAAE) u Beču. Većina zemalja, kao i Jugoslavija, potpisale su sporazum u okviru MAAE o nekorištenju nuklearnih materijala za izradu i širenje nuklearnog oružja. Prema tome, nuklearne elektrane kao proizvođači plutonija dobivaju novu dimenziju, nepoznatu u iskorištavanju klasičnog goriva. Kada bude izgrađena i nuklearna elektrana u Jugoslaviji bit će podvrgnuta stalnoj kontroli proizvodnje fisibilnih materijala.

Izvori urana i torija

Zaključak zajedničkog referata MAAE i Evropske nuklearne energetske agencije (ENEA) je da potražnja za uranom nije pratila proizvodnju. Tekuća godišnja proizvodnja urana iznosi oko 15.000 tona. Međutim, budući da se očekuje znatno veća potražnja tokom slijedećeg desetljeća pretpostavlja se da će ona dostići oko milijun tona koncentrata urana.

Rezultati istraživanja stručnjaka MAAE/ENEA pokazuju da je globalna proizvodnja po nižoj vrijednosti od 10 dolara po libri koncentrata urana mogla biti razvijena do 600.000 tona u 1965, 700.000 tona u 1967. i 840.000 tona u 1970. godini. Nova otkrića depozita urana u Australiji, procijenjena na oko milijun tona njegovog koncentrata, koji bi se mogao dobiti po cijeni nižoj od 10 dolara po libri, unose otpimizam jer ublažuju bojazan da porast instalirane snage nuklearnih elektrana u svijetu ne bi mogao pratiti raspoloživost potrebnog urana po nižim cijenama.

Pretpostavlja se da će trebati u drugoj polovini desetljeća otvoriti nove rudnike ako se ocijeni da bi postojeća nalazišta mogla biti iscrpljena za slijedećih 5—10 godina. Neki autori preporučuju programiranje recikliranja fisibilnog plutona i tako za termalne reaktore trošenja uransko-plutonskog goriva onoliko koliko se smanje zalihe depozita urana.

Autori jugoslavenskog referata izložili su raspoloživost uranskih nalazišta u našoj zemlji s podacima koji su bili izloženi na dva simpozija Srpske akademije nauka i umetnosti u Beogradu.

Obogaćivanje goriva, izrada gorivih elemenata i reprocesing

U središtu pažnje nekoliko referata bila je važnost obogaćivanja nuklearnog goriva izotopom U 235, za nuklearne elektrane kod kojih je gorivo lako obogaćeni uran. Pažnju je izazvalo povećanje zahtjeva za obogaćenim gorivom. Ukazano je da većina postojećih postrojenja u svijetu za obogaćivanje uranskog goriva ne rade punim kapacitetom, ali će sadašnji rast izgradnje nuklearnih elektrana i programirani trendovi veoma brzo utjecati na ekspanziju zahtjeva za obogaćivanjem. Pažnju su privukli referati što su govorili o novoj tehnici separacije izotopa urana U 235 od U 238. U Zapadnoj Njemačkoj već 10 godina uspješno radi jedno pilotsko postrojenje. Svoja iskustva sa postrojenjima gasne difuzije iznijeli su Francuzi i ukazali da će izgraditi veliko postrojenje koje bi moglo na kraju desetljeća zadovoljiti glavne potrebe za obogaćenim uranom u Evropi. SAD će moći u 1975. godini staviti na raspolaganje pet posto svojih postrojenja za obogaćenje goriva potrebnog nuklearnim elektranama izvan SAD, a 1985. godine 35 %, i preuzet će sve da u tim granicama trajno omogući obogaćivanje goriva stranim isporučiocima.

Izrada gorivih elemenata traje već oko 20 godina. Svi referati izrazili su mišljenje da raspoloživa proizvodnja može pokriti sadašnji trend izgradnje nuklearnih elektrana. U pogledu proizvodnje plutonskog goriva za brze bridere diskutiralo se o prednostima i slabim stranama tehnike vibracionog kompaktiranja granuliranog uranovog dioksida i plutonijeva dioksida.

Utvrđeno je, da u odnosu na 1964. godinu kada je u svijetu bilo samo jedno postrojenje za reprocesing, danas ekstrakcija plutona i osiromašenog urana iz gorivih elemenata koji su izvršili rad u reaktoru i odležali potrebno vrijeme u bazenima s vodom, predstavlja već uhodanu industriju.

Odlaganje radioaktivnih otpadaka

Engleski autori su pokazali da je kod njih odlaganje radioaktivnih otpadaka, a oni imaju danas najveću instaliranu snagu nuklearnih elektrana u pogonu, uspješno riješeno, u kontekstu današnjeg i budućeg programa. Predstavnik SAD se zalagao za odlaganje u napuštene rudnike soli uz pažnju da se izbjegnu podzemne vode koje bi mogle ispirati radioaktivne produkte.

Vodila se diskusija o dva divergentna pogleda: da li radioaktivne otpatke prerađivati i koncentrirati pa odlagati, ili voditi o njima brigu u postrojenju koje ih i stvara. Ukazano je na povećanje međunarodne kooperacije na ovom području.

Utjecaj lokacije nuklearne elektrane na okolinu, stav javnog mnjenja

Opći je zaključak autora referata da je stav javnosti u pogledu građenja nuklearnih elektrana u početku bio blagonaklon, ali su se poslije naglog povećanja izgradnje i narudžbi novih postrojenja sve više javili javni prigovori. Ukazano je da je u svijetu dosta učinjeno u pogledu informiranja javnosti o nuklearnim elektranama. Međutim, primjedbe javnosti dolaze zbog bojazni da će nuklearni efulenti (otpadne materije) loše utjecati na zdravlje stanovništva, i zagađivati okolinu. Misli se da se sumnje javljaju zbog nepoznavanja problema.

Kanadski referat je ukazao da je daleko veća zagađenost okoline letećim pepelom u dimu pri sagorijevanju ugljena i isparavanjem šljake. Predstavnik SSSR-a je iznio podatak da su štetni sastojci koji se ispuštaju iz nuklearne elektrane svega 1 % onih iz klasičnih elektrana na ugljen. Htjelo se ukazati na stupanj sigurnosti i organiziranu brigu oko radijacijskog zračenja svih vrsta izvora u elektrani.

Korištenje nuklearne energije u druge svrhe

O primjeni nuklearnih eksplozija u inženjerske svrhe podnijeto je nekoliko referata. Autor referata MAAE predviđa da će se za slijedećih 10 do 15 godina nuklearne eksplozije upotrebljavati u komercijalne svrhe, naročito u izgradnji velikih kanala, rezervoara vode i u eksploataciji izvora plina. Američki predstavnik je iznio podatak da bi kanal kroz teritorij Amerike od atlanskog do pacifičkog oceana, za brodove veličine tankera, stajao u klasičnoj obradi 4, a uz pomoć nuklearnih eksplozija samo 2 milijarde dolara. Predstavnik SSSR-a je kazao, da zaostala radioaktivnost zemljišta poslije eksplozije, sadrži nižu koncentraciju nego što je propisana međunarodnim standardima. Inženjerske studije na ovom području, veoma su brižljive, ali ostaje još dosta poteškoća oko sigurnosti.

Zaključeno je da nuklearne elektrane predstavljaju idealno rješenje za pogon uređaja za desalinizaciju morske vode. Ozbiljniji interes za to pokazuju Ujedinjena arapska republika i Izrael.

Primjena nuklearne energije u medicini veoma je raširena u svijetu. Tako npr. Amerikanci pokazuju da je od svaka četiri bolesnika dovedena u bolnicu 1 koristio tzv. radioaktivne trasere kao dio procesa za utvrđivanje dijagnoze. Utvrđeno je da su radioaktivni izotopi od fundamentalne važnosti u dijagnozi i terapiji. Oni su pridonijeli većim saznanjima o bolestima, abnormalnostima, rastu i funkcijama. Uvedene su nove tehnike i instrumentacija.

Totalni gubici hrane u svijetu zbog kvarenja predstavljaju veoma širok problem. Konzerviranje uz pomoć radijacijskog ozračivanja, kako ljudske tako i stočne hrane, bio je predmet veoma široke diskusije. Najveći problem u ovom sektoru predstavlja ograničenje regulative, pa se sugeriralo svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) da se više posveti tom problemu.

Fuzija-kontrolirane termonuklearne reakcije

Istraživanja koja provode samo veoma razvijene zemlje pokazala su da je danas mnogo određenije saznanje (nego na III konferenciji 1964. godine) o veoma visoko temperaturnoj plazmi, srcu fuzionih reaktora budućnosti.

Vodeći učenjak u svijetu na ovom polju, sovjetski akademik Artsimovič izrazio je da se nada da će svi problemi biti riješeni do tada kada će biti realna potreba za ovom vrstom snage i energije. Međutim, to će vrijeme biti veoma dugo, što ukazuje na veliku obazrivost u davanju prognoze.

Pravne mjere

Postoji nekoliko međunarodnih pravnih konvencija koje utvrđuju odgovornost na polju nuklearne energije: pariska (1968), bečka, briselska. Naglašena je uloga međunarodnih organizacija, namijenjenih djelatnosti na nuklearnom polju: MAAE, ENEA, OECD, EURATOM, u konstituiranju pravnih mjera i prijedloga odgovarajućih konvencija.

Stručna diskusija je bila koncentrirana na pravne probleme međunarodne zaštite nuklearnih šteta i slučajeva nezgoda. Smatra se da današnji pravni dokumenti nisu osigurali mogućnost pružanja zaštite u međunarodnim okvirima. Misli se također, da bi se tzv. preventivna akcidentalna zaštita mogla regulirati samo multilateralnim standardima.

Diskusija o pravnim pitanjima u nuklearnom brodarstvu vodila se na osnovi iskustava s američkim brodom na nuklearni pogon »Savannah« i z. njemačkim »Otto Hahn«. Operativa brodova regulirana je u međunarodnim okvirima prema konvenciji »Solas« »Safety of Life at Sea« (od 1960. g. donijetoj u Londonu i međunarodnoj konvenciji o odgovornosti za plovidbu brodova na nuklearni pogon, donijetoj u Briselu 1962. godine.

Ostalo

Na IV. međunarodnoj konferenciji razmatrana su i druga relevantna područja: međunarodna kooperacija na nuklearnim projektima i izmjena informacija, primjena radioizotopa u industriji, organizacija nacionalnih atomskih komisija i djelokrug njihovog djelovanja, utjecaj nuklearne tehnologije na industrijski razvoj u zemljama u razvoju i specijalna primjena nuklearne energije: razvoj strojeva na nuklearni pogon za svemirske letjelice.

Panel sa temom o uvođenju nuklearne energetike u zemljama u razvoju bavio se faktorima koji utječu na izbor reaktorske strategije i problemima financiranja.

Citirat ćemo stavove nekih predstavnika zemalja učesnika panela.

Brazil. Aktualan je izbor reaktorskog tipa za određenu familiju nuklearnih elektrana, ali je među znanstvenicima nastala konfuzija u pogledu prijedloga koji bi bio prihvatljiv. Lakovodni reaktor pokazao se veoma atraktivnim. U centru pažnje je mogućnost da domaća industrija učestvuje u izradi opreme i izgradnji, međutim, ona za takvu aktivnost nije stimulirana, a niti spremna. Vlada teži ustaliti međunarodnu kooperaciju da bi pomogla vlastitoj industriji. Odluka još nije donijeta, ali se ekonomske konsekvence smatraju primarnim.

Madžarska: Potrebe za energijom optimiziraju se po kriteriju najmanje vrijednosti ukupnih troškova. U tom kontekstu izbor nuklearne elektrane treba počivati na ekonomskim kriterijima.

Meksiko: Nacije koje se opredjeljuju za korištenje nuklearne tehnike i tehnologije moraju njegovati nacionalna znanstvena i razvojna istraživanja i graditi vlastitu tehničku infrastrukturu. Nuklearne elektrane valja izabrati po ekonomskim kriterijima, ali uz angažiranje domaće industrije.

Pakistan: Uvoz nafte se ne isplati. Zato su ušli u gradnju nuklearnih elektrana. Teškovodna elektrana Kannup kanadskog tipa, i pored velikih kapitalnih troškova imat će niske troškove proizvodnje. Nuklearne elektrane malih snaga mogu se graditi samo tamo gdje je tehnologija ukupne proizvodnje energije skupa. Pakistan je posebno zainteresiran za međunarodni kapital i da odgovarajuće banke pruže povoljne uvjete kredita.

Filipini: Uvođenje nuklearnih elektrana u elektroenergetsku mrežu treba počivati isključivo na kriterijima ekonomike i postojećim uvjetima na međunarodnom tržištu. Filipinska vlada je dala posebne carinske beneficije elektroprivrednim organizacijama koje će graditi nuklearne elektrane. Filipini također apeliraju na međunarodne financijske krugove, posebno na MAAE u Beču, da izrade model financiranja nuklearne energetike i orgovarajuće garancije.

Belgija: Nije problem naći financijska sredstva za izgradnju nuklearnih postrojenja, već je veći problem garancija za: tehnološku vrijednost odgovarajućeg projekta, uspješnu izgradnju i puštanje u pogon u roku, i konačno, dobar pogon postrojenja uz povoljne troškove proizvodnje po kaloriji. Logično je da ove tri stavke utječu znatno na smanjenje rizika, što je osnovno za dobivanje kapitala.

SSSR: Predstavnik Sovjetskog saveza zadržao se uglavnom na organizaciji suradnje SSSR-a sa istočno-evropskim zemljama putem SEV-a, Indijom kojoj je dao kompletnu dokumentaciju za brzi brider snage 50 MWe, Pakistanom, Iranom i UAR.

Z. Njemačka: Rješavanje izgradnje nuklearne energetike specifičnost je svake zemlje posebno. Stoga je neobično važno od odluke do pogona utrošiti najneophodnije vrijeme, jer se u razdoblju od 10 godina zbog brze promjene tehnologije i tehnike stvaraju sve ekonomičnija rješenja, dok u zemljama u razvoju od zamisli do pogona protekne razdoblje od 10 godina. Izražava se sumnja u postrojenja malih snaga (300 do 400 MWe), jer su za zemlju u razvoju to posebno skupa postrojenja i s ekonomskog stajališta neprihvatljiva.

SAD: Nuklearna energetika snažno napreduje, razvijene zemlje idu na blokove od 1000 do 2000 MWe, znači raspoložive za pokrivanje obilnih kapitalnih troškova, teže značajnom smanjenju troškova proizvodnje, što je u ukupnoj ekonomici jeftinije. Zemlje u

razvoju ne mogu prihvatiti takav model, jer ne mogu podnijeti tako visoka kapitalna ulaganja. U tim zemljama smanjenje troškova znači i smanjenje troškova gradnje postrojenja. U cjelini uzevši MAAE u Beču bi morala imati značajniju ulogu, i od organizacije koja se znatno posvetila problemima istraživanja i razvoja, pretvoriti se u organizaciju koja će usmjeriti svoj rad na probleme plasiranja nuklearne energetike u zemlje u razvoju.

III

U zaključku se može reći da su Vlade gotovo svih zemalja još uvijek angažirane na nuklearnom području. U domeni razvoja problematika se znatno suzila: na istraživanja koja brze bridere trebaju dovesti na komercijalni nivo i na financiranje istraživanja termonuklearne fuzije. U domeni primjene, Vlade i asocijacije elektroprivrednih organizacija potpomažu u međunarodnoj kooperaciji i sistemu informacija, ostvarivanju dugoročne politike snabdijevanja nuklearnim gorivom, sigurnosnim normativima i pravnim normama.

Status tehnologije brzih bridera je u rukama nekoliko industrijski vodećih zemalja u svijetu: SSSR-a, V. Britanije, SAD, Z. Njemačke, Francuske i Japana. Stanje potpuno slično onom od prije 15 godina kada je otpočeo razvoj termalnih reaktora. Elektroprivredne organizacije bi se trebale kadrovski tako organizirati da budu spremne preuzeti tehnologiju brzih oplodnih reaktora oko 1985. godine.

S. Vrhovac, dipl. ing.
I. Božin, dipl. ing.

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.

MEHANIZACIJA ELEKTROPRIVREDE S VOZILIMA TAM

Nakon višegodišnjeg rada na usavršavanju vozila za potrebe mehanizacije u elektroprivredi, Tovarna avtomobilov in motorjev Maribor je izradila nekoliko tipova specijalnih kamiona od kojih dva želimo posebno predstaviti. To su kamioni: TAM 5000 DV s ugrađenim kranom, odnosno TAM 2001 sa montiranom zglobnom platformom, s kojim smo čitatelje već upoznali.

U ovom članku ćemo se zadržati samo na karakteristikama kamiona TAM 5000 DV — za elektroprivredu. Kamion TAM 5000 DV je zadržao sve bitne karakteristike standardnog kamiona TAM 5000 DV kao što su: pogon na sva četiri kotača i vitlo na prednjem braniku vozila. Takva konstrukcija kamiona namijenjena je prvenstveno terenskom prijevozu tereta, a kako se elektrifikacija i održavanje postojeće električne mreže vrši većim dijelom na saobraćajno neuređenom području, pokazao se upravo taj tip vozila TAM kao najprikladnija osnova za kamion elektroprivrede. Na tu osnovu bilo je potrebno dodatno montirati kran između kabine i sanduka, kako bi kamion osim prijevoza tereta vršio i ulogu samoutovarivača.

U početku su korisnici montirali kranove HIAB 174 (koji u moderniziranoj varijanti nosi oznaku 550), dok danas postoji tendencija među elektroprivrednim poduzećima za ugradnjom najraznovrsnijih tipova dizalica evropskih proizvođača (»Pesci«, »Pagliero«, »Steinbock« itd.).

Kranovi HIAB, po našem mišljenju, najbolje odgovaraju za ugradnju na vozila TAM jer su najlakši u klasi kranova iste nosivosti, pa je nosivost vozila najracionalnije iskorištena. Zbog toga smo kamion TAM 5000 DV najprije priredili za montažu krana HIAB (u saradnji sa stručnjacima HIAB-a).

Mogućnosti ugradnje drugih dizalica rješavamo sukcesivno prema željama korisnika, iako smo svijesni da takav raznovrstan asortiman kranova šteti cjelokupnoj privredi, počevši od poskupljenja osnovnog kamiona zbog malih serija različitih vozila, preko problematike servisa do rezervnih dijelova.



Vozilo TAM 5000 DV sa ugrađenom dizalicom HIAB550 i garniturom za bušenje rupa promjera Ø 450 mm i dubine do 2 m.

Zbog toga ćemo i ubuduće preporučivati korisnicima da uz naše vozilo TAM 5000 DV nabave kran HIAB 550.

S takvom kombinacijom smo se zadovoljavajuće približili osnovnom zahtjevu eksploatacije: kran mora podići maksimalni teret vozila, a da se pritom ne ugrozi čvrstoća elemenata i stabilnost vozila. Optimalno rješenje zahtijevalo je, naravno, i određene prerade vozila. Tako smo način pojačanja okvira šasije riješili uz konzultaciju stručnjaka HIAB-a, a kvalitetu i funkcionalnost provjerili mjerenjima u našim laboratorijama. Tek nakon toga smo prva vozila TAM 5000 DV pustili u eksploataciju. Dosad je u eksploataciji već oko 20 vozila 5000 DV, a iz broja narudžbi za ovu godinu se vidi da se sve više elektropoduzeća odlučuje upravo za taj tip vozila (mehanizacije).

Zašto?

Sa kranom od 5500 kpm max. momenta može vozilo samostalno utovarivati i istovarivati dijelove do 3225 kp, odnosno prevažati terete do težine 4200 kp. S takvim nosivostima je riješen i prijevoz srednjih transformatora u našim trafostanicama. Uz primjenu različitih priključnih naprava kao što su: hidraulički upravljane čeljusti za utovar stupova i cijevi, kliješta i prihvatači za terete raznih oblika, bušilice za rad na mekim terenima, košara za popravak rasvjetnih mjesta i rad na dalekovodima, vozilo ima sve karakteristike univerzalnog samoutovarivača, a zahvaljujući pogonu na sva četiri kotača i vitlu, odlične karakteristike terenskog vozila. Vozilo pokreće četverotaktni, četverocilindrični, zračnohlađeni diesel motor snage 85 KS/2300 min^{-1}.

Mjenjač sa 5 stupnjeva osigurava uz pomoć međumjenjača i pogon na obje osovine, brzine na cesti do 73 km/h i max. uspone na terenu do 48 % kod prijevoza max. opterećenog vozila. Max. uspon od 23 % savlađuje vozilo i sa prikolicom zajedničke težine 17000 kp. Vozilo je sposobno da savlađuje i blatnjave terene i uspone, gdje ne pomaže niti pogon na sve kotače. U takvim će se slučajevima vozilo samo izvući pomoću vitla, sa vučnom silom 4500 kp i užetom promjera 12 mm, dužine 60 m. Dobroj pokretljivosti vozila pridonosi i mali međuosovinski razmak (3,7 mm) te upravljač sa prijenosom 24,4. Sigurnu vožnju osiguravaju zračnohidraulične kočnice na sva četiri kotača (nožno aktivira), odnosno mehanička kočnica na zadnje kotače (ručno aktivirana).

Udobnost je ostvarena ugradnjom polieliptičnih opruga i odgovarajućim sjedištima u kabini.

Na slici je prikazano vozilo TAM 5000 DV sa ugrađenom dizalicom HIAB 550 i garniturom za bušenje rupa promjera ∅ 450 mm i dubine do 2 metra.

ELKA

TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA ZAGREB — JUGOSLAVIJA

TELEFONSKI KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIČNIM MASAMA

»Elka je potpuno usvojila proizvodnju najkvalitetnijih telefonskih kabela za centrale, telefonskih razvodnih (instalacionih) kabela, telefonskih kabela za mjesne mreže, i telefonske montažne i instalacione žice.

KABELI I VODOVI IZOLIRANI PVC-OM

Za centrale i signalne uređaje izrađuje ove tipove kabela sa izolacijom i plaštem od PVC-a:

TC-40 i
TC-46 prema JUS M.C4.140

Osnovne izmjerene karakteristike izolacije ovih kabela su:

Relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 4$
Dielektrični faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}08$
Specifični izolacioni otpor	$r = 10^{15}\Omega$ cm

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela su:

Izolacioni otpor min.	$R = 500$ MΩ km
Radni kapacitet max.	$C = 90$ nF/km
Srednja kapacitivna veza	$C' \leqq 150$ pF/500 m
Gušenje preslušavanja	$a = 8$ nepera
Dozvoljena temperatura kabela u upotrebi	— 20° C do 70° C
Temperatura polaganja	— 5° C do 50° C.

Kabeli TC-40 i TC-41 proizvode se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s promjerima vodiča 0,5 i 0,6 mm.

Telefonski razvodni instalacioni kabeli

TR-40, prema JUS N. C4. 240.

Minimalni izolacioni otpor je 200 MΩ km, a maksimalni radni kapacitet 100 nF/km. Proizvodi se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s vodičima promjera od 0,5, 0,6 i 0,8 mm. Ovaj kabel se upotrebljava za telefonske i signalne uređaje u suhim prostorijama, za polaganje u cijev i zidove.

Telefonska montažna žica

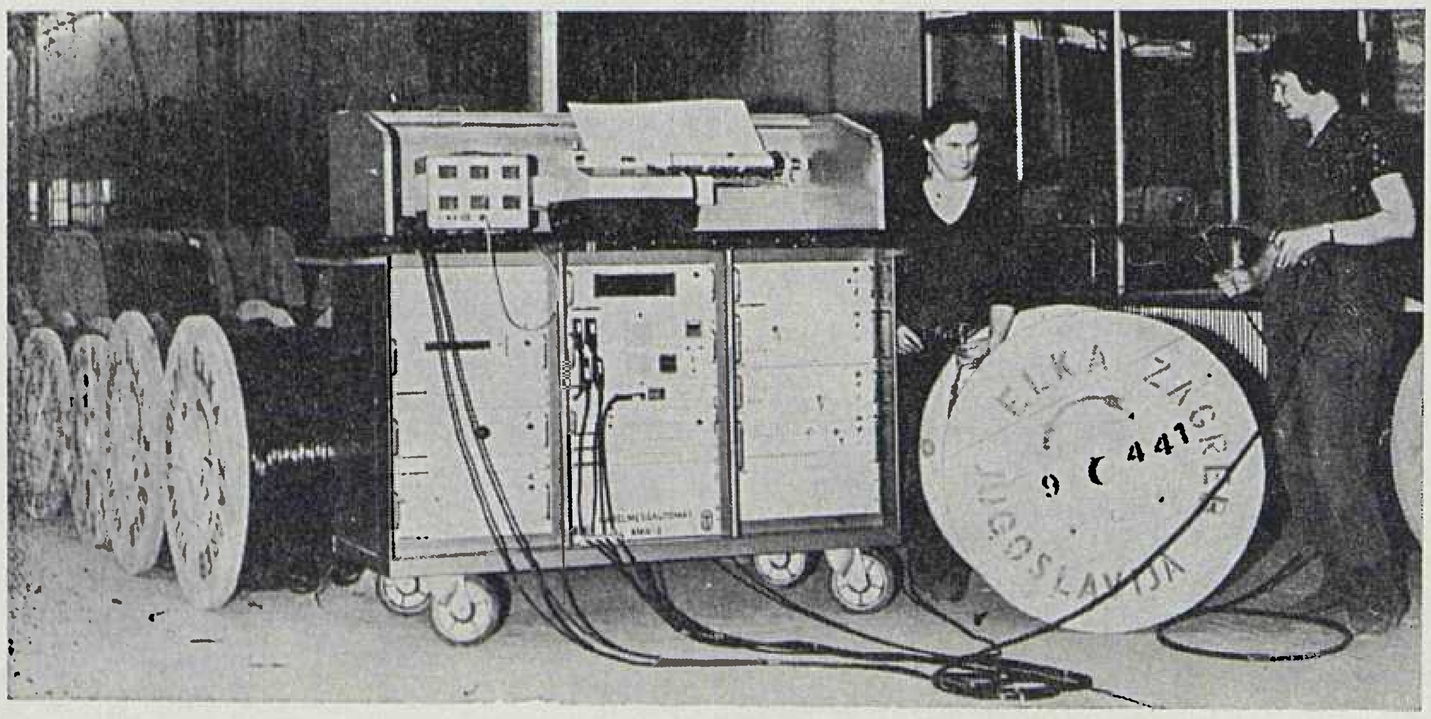
TM-20, jednobojna, dvobojna ili použena u snop od pet žica,

upotrebljava se za unutrašnje veze u telekomunikacionim uređajima i aparatima i za međusobno povezivanje telekomunikacijskih uređaja.

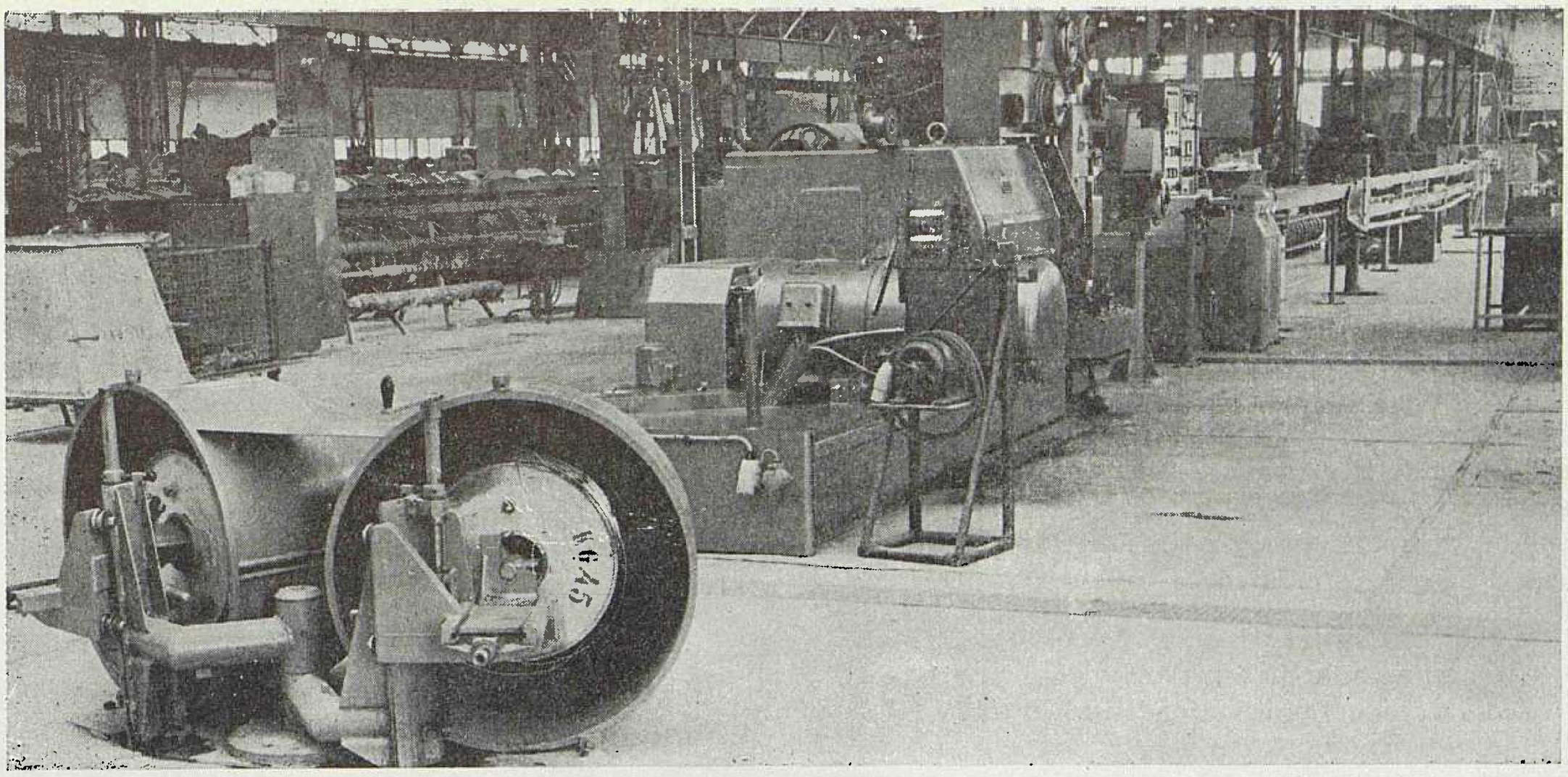
Telefonska instalaciona žica

TI 20,

upotrebljava se za telefonske kućne instalacije u cijevima i po zidu, za priključak zvučnika i signalnih uređaja, za ranžiranje glavnih kabelskih razdjelnika i međurazdjelnika.



Ispitivanje telefonskih kabela na najsuvremenijem uređaju tipa kabelmessautomat



Detalj iz pogona za proizvodnju telefonskih kabela

KABELI IZOLIRANI POLIETILENOM

Telefonski kabeli za mjerne telefonske mreže s izolacijom i plaštem od polietilena:

TK-30, TK-31 i TK-32, prema JUS N.C4.330
i TK-31, TK-32 i TK-33E, prema propisima JZPTT.

Osnovne izmjene karakteristike izolacije:

relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 2{,}3$, kod 1000 Hz
dielektrički faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}003 \div 0{,}005$, kod 1000 Hz
dielektrična čvrstoća	F = 25 kV/mm kod 50 Hz

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela:

Radni kapacitet za zvijezda- četvorke
$C_{IV} \leqq 50$ nF/km
a za paricu
$C_{II} \leq 60$ nF/km.

Izolacioni otpor gotovog kabela:

$R = 10.000\ M\Omega\,km$

Kapacitivna veza maksimalna

$c' \leq 500$ pF/500 m

Dozvoljena temperatura u eksploataciji

$t_o = -30°$ C do $50°$ C

Dozvoljena temperatura pri polaganju

$t_p = 0°$ C do $40°$ C

Primjena:

TK- 30 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža,

TK- 31 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža gdje se zahtjeva zaštita od smetnji,

TK- 32 za polaganje u zemlju, po zidovima, preko mostova i svagdje gdje je potrebna i povećana mehanička zaštita.

TK- 32* i TK- 33E su samonosivi telefonski kabeli za ovjesno polaganje na različita uporišta na zemlji, krovovima, stupovima, posebno u industrijskim centrima sa zagađenom atmosferom, selima, prigradskim, naseljima i primorskim mjestima.

Svi se ovi kabeli proizvode u konstrukcijama od 5 do 50 parica i četvorki.

---

* TK-33 razlikuje se od TK-33E samo po tome što mu je plašt od PVC-a.

ELKA · ELKA · ELKA · ELKA

PODNE INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE

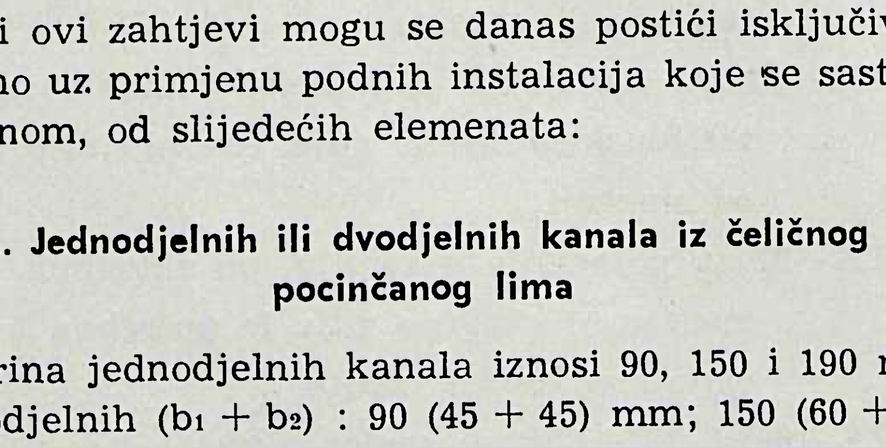
Moderna organizacija poslovanja u uredima, projektnim biroima, računskim centrima, laboratorijima, saobraćajnim i informativnim centrima, bankama, bolnicama, fakultetima i u drugim poslovnim objektima, zahtijevaju najsuvremenije sisteme električnih instalacija u tim objektima. Instalacije jake i slabe struje moraju ispunjavati slijedeće uvjete:

- zauzimati malo prostora,
- da su primjenljive u svim vidovima gradnje,
- omogućavati proizvoljnu adaptaciju prostorija u bilo kojem momentu,
- brzu i jeftinu montažu,
- sigurnu izvedbu u mehaničkom i električnom pogledu,
- kapacitet instalacije mora biti dovoljno dimenzioniran i za buduće potrebe,
- mreža priključnih mjesta mora biti fleksibilna, tj. mora postojati mogućnost da se broj i mjesto priključka može uvijek prilagoditi potrebama i željama korisnika instalacije,
- priključci instalacija jake i slabe struje terbaju biti, po mogućnosti koncentrirani na istim mjestima, da se mogu istovremeno koristiti,
- priključna mjesta moraju biti takva da se mogu proizvoljno kombinirati priključci za jaku struju i telefoniju, i da mogu biti zaštićeni zajedničkim ili odvojenim poklopcima.

Svi ovi zahtjevi mogu se danas postići isključivo i sigurno uz primjenu podnih instalacija koje se sastoje, uglavnom, od slijedećih elemenata:

A. Jednodjelnih ili dvodjelnih kanala iz čeličnog pocinčanog lima

Širina jednodjelnih kanala iznosi 90, 150 i 190 mm, a dvodjelnih ($b_1 + b_2$) : 90 (45 + 45) mm; 150 (60 + 90) mm; 190 (80 + 110) mm; 250 (110 + 140) mm i 350 (160 + + 190) mm. Visina kanala može biti 18 mm; 23 mm; 28 mm; 33 mm; 38 mm, 43 mm i 48 mm. Ovisno o visini kanala i izvedbi priključnih mjesta, vidi točku C, visina premaza ili izolacionog poda koji dolazi iznad betonske deke mora biti 50 do 80 mm.



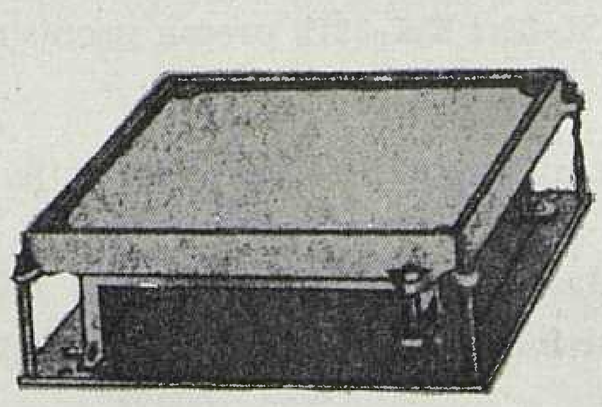
Sl. 1. Dvodjelni limeni kanal

Dvodjelni kanali su jednim svojim poljem predviđeni za vodove jake struje, a drugo polje za vodove slabe struje (telefoni, interfoni i sl.). U sastavu kanala se isporučuju pripadajući spojni elementi kao i koljena za priključak kanala na razvodne uređaje, odnosno na sistem zidnih-parapetnih instalacionih kanala.

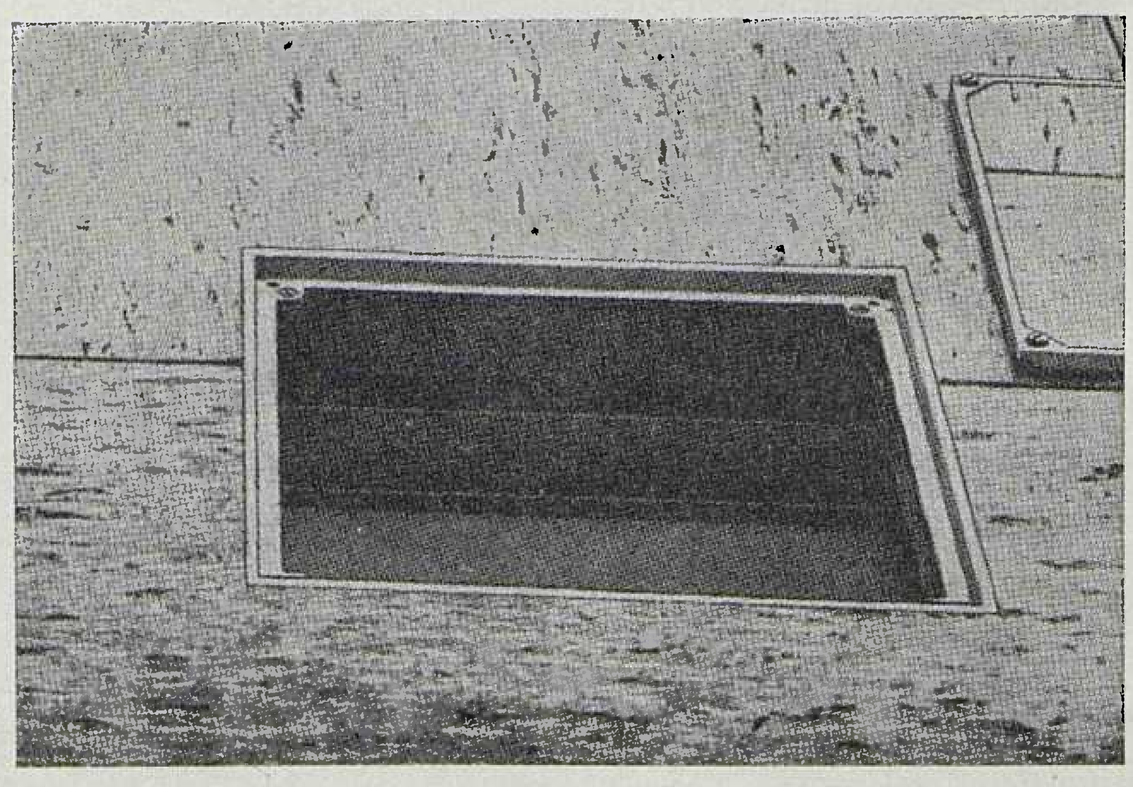
B. Razvodne kutije iz silumina

Kutije iz silumina su predviđene za nastavljanje, odvajanje i završavanje kanala i to ovisno o planu polaganja i spajanja vodova. Prema potrebi se u razvodne kutije mogu ugraditi priključne stezaljke za vodove jake struje, odnosno priključne letvice i reglete za vodove slabe struje i telefonije. U sastavu kutije se isporučuju posebni poklopci koji se isključivo koriste za potrebe transporta i monatе, kao i pregradne pločice koje služe kao mehaničke pregrade na mjestu gdje se križaju vodovi jake struje s vodovima telefonskih instalacija.

Prema potrebi može se na poklopac razvodnih kutija ugraditi i priključni stupić, vidi točku C/c.



Sl. 2



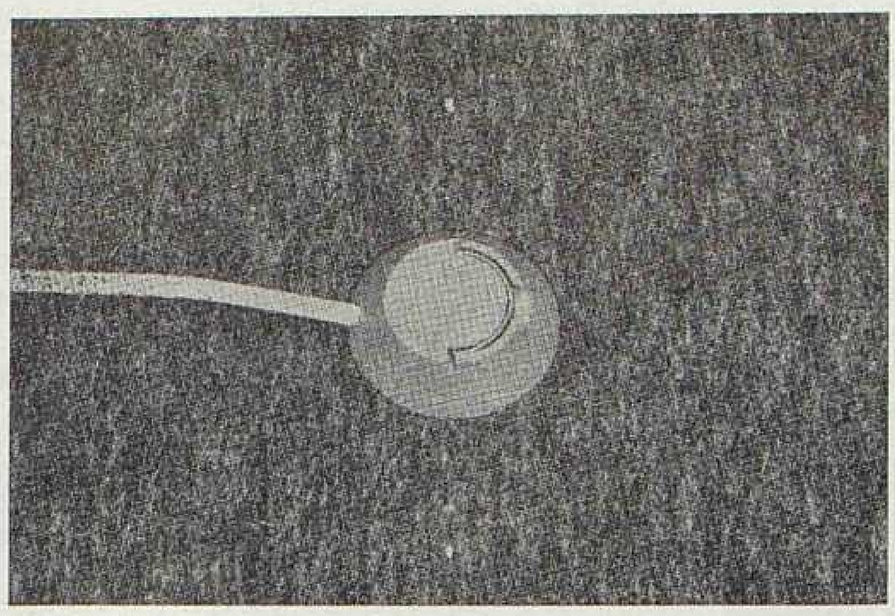
Sl. 3

Na sl. 2 i 3 — Razvodne kutije (dimenzije u skladu sa širinom i visinom kanala)

Č. Priključna mjesta

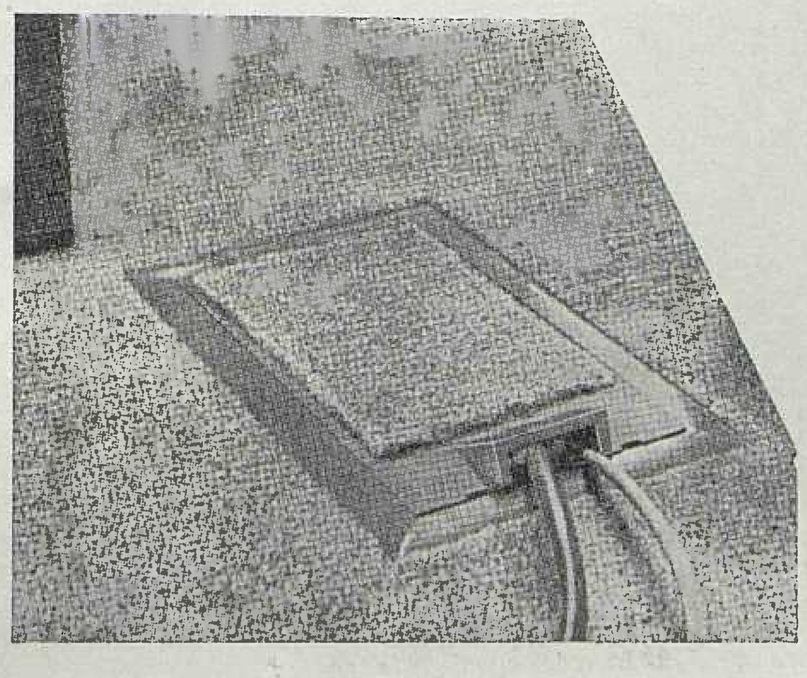
Podne instalacije predviđene su za tri različite izvedbe priključnih mjesta, s time da svaka izvedba omogućava mnogo kombinacija raznih izvedbi priključaka za instalacije jake i slabe struje.

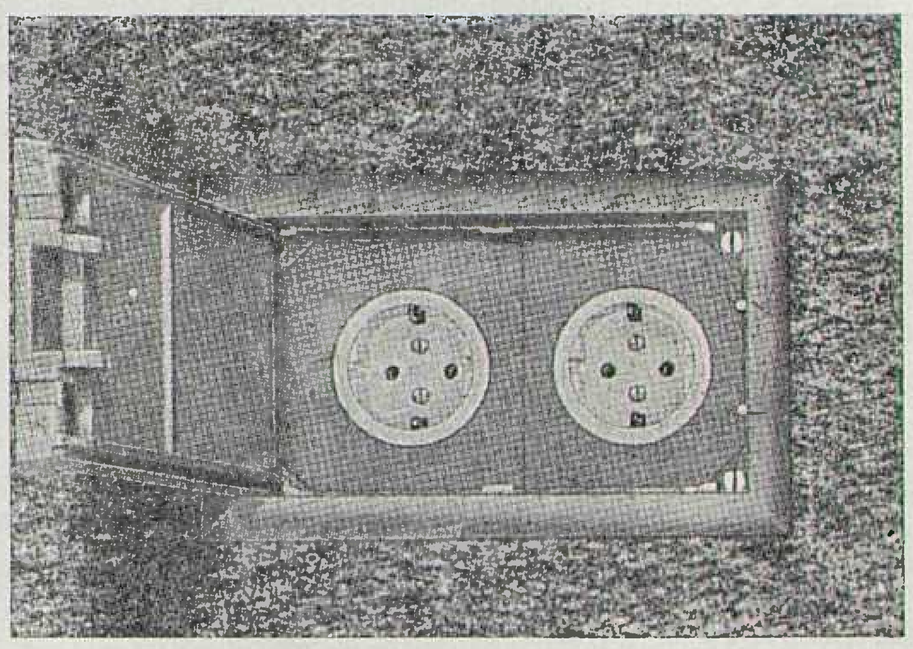
Pregled izvedbi priključnih mjesta:



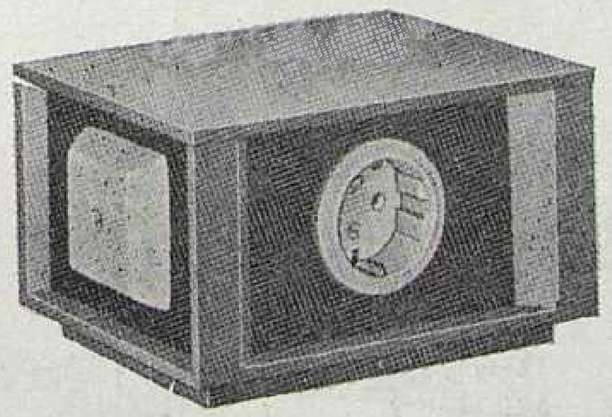
a) Priključno mjesto u visini poda, s jednim priključkom (za jaku ili slabu struju).

Mogu se i naknadno ugraditi. U tu svrhu se koristi odgovarajući alat za bušenje poda i limenih kanala.





b) Priključno mjesto u visini poda s dva ista ili različita priključna gnijezda.



c) Priključno mjesto iznad poda tzv. priključni stupić, u više izvedbi s mogućnosti 12 priključnih gnijezda.

Potpune tehničke podatke o sistemu podnih instalacija i pripadajućim razvodnih ormarima možete dobiti u prodajno-tehničkoj službi tvornice.

Zagreb

Tvornica TEP

PREFABRICIRANA BETONSKA TRANSFORMATORSKA STANICA 10/0,4 kV do 630 kVA

Tvornica el. uređaja u Sesvetskom Kraljevcu poduzeća »Rade Končar«, isporučuje prefabricirane transformatorske betonske stanice koje su se pokazale veoma pogodne i naišle na vrlo veliki interes. Stoga u kratkim crtama iznosimo njezina svojstva.

Kućište transformatorske stanice izrađeno je iz laganog betona s povećanom toplotnom izolacijom. Na mjesto ugradnje doprema se u elementima i tu se jednostavnim postupkom sastavlja.

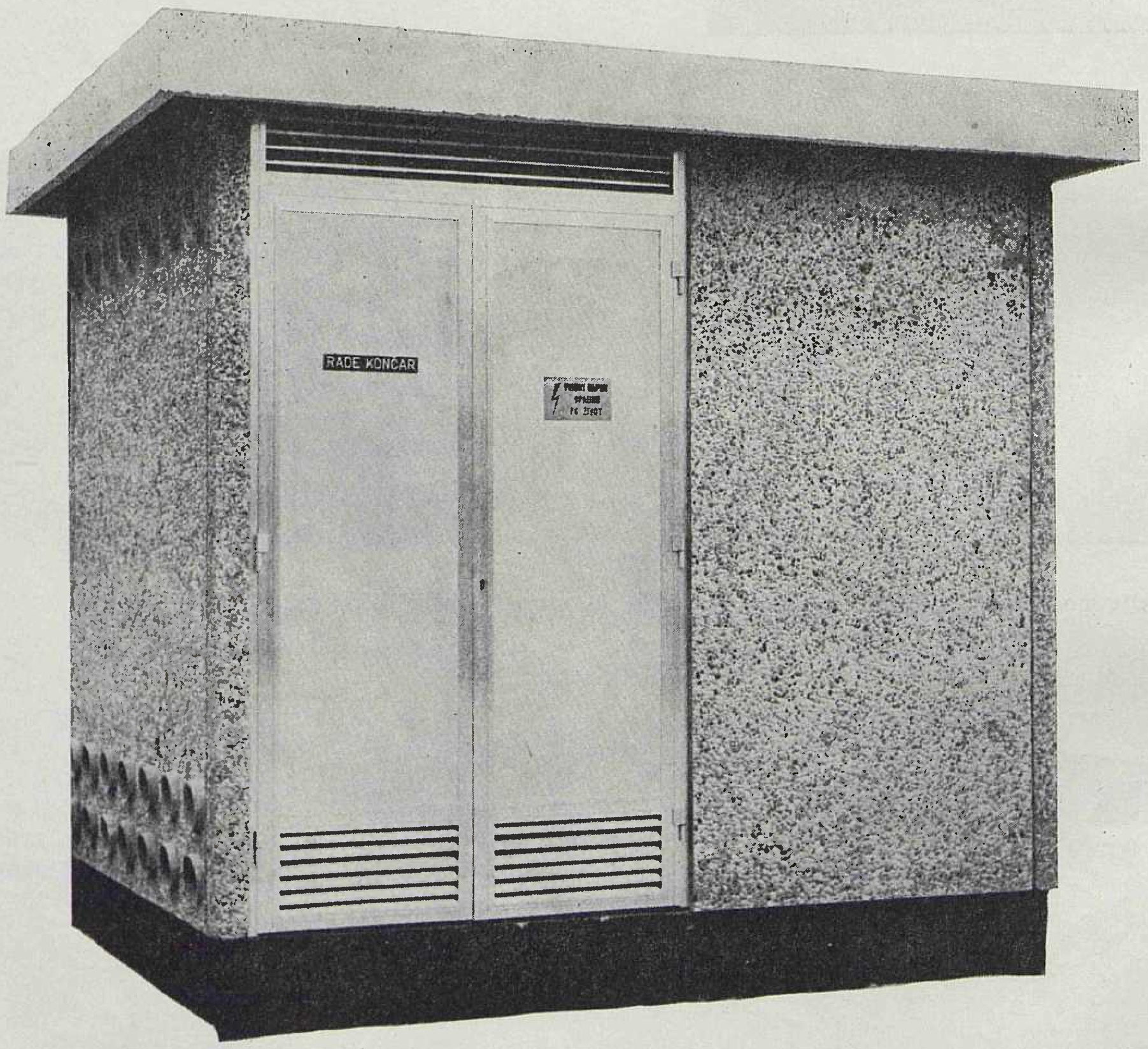
Zidovi su pojačani čeličnom armaturom koja je međusobno zavarena i spojena za zaštitno uzemljenje.

Sklapanje na visokonaponskoj strani vrši se sklopnim blokom Magnefix. Standardni sklopni blok sastoji se od dvije rastavne sklopke za vodna polja i od jedne rastavne sklopke s osiguračima za transformatorsko polje. Na zahtjev se sklopni blok može proširiti. Priključci su kabelski s maksimalnim presjekom $3 \times 150\ mm^2$. U transformatorsku stanicu se ugrađuju standardni serijski transformatori proizvodnje »Rade Končar« tipa Tn 12, snaga od 315 do 630 kVA.

Stanica ima sedam kabelskih odvoda do 400 A i dva odvoda za javnu rasvjetu. Struja se mjeri s tri maksigraf ampermetra, a napon jednim voltmetrom s voltmetarskom preklopkom. Ugrađeni strujni transformatori omogućuju mjerenje ukupne energije kao i potrošak javne rasvjete. Na zahtjev se mogu isporučiti i druge izvedbe niskonaponskog sklopnog bloka.

Transformatorska stanica ima slijedeće karakteristike:

- Stanica je potpuno prefabricirana, tako da su radovi na mjestu postavljanja minimalni. Primjenom laganog betona, aluminijskih vrata, te hladnim cinčanjem unutarnjih čeličnih nosača, postigla se visoka klimatska postojanost, čime je održavanje svedeno na najmanju mjeru.
- Smanjenjem dimenzija visokonaponskog i niskonaponskog sklopnog bloka dobila se stanica malih dimenzija. Mala tlocrtna površina od $6\ m^2$ olakšava pronalaženje lokacije za smještaj u gusto naseljenim područjima.
- Koncepcija zgrade i opreme je takva da se mogu ugraditi transformatori snage od 315 do 630 kVA, što omogućuje povećanje snage transformacije u skladu s porastom potrošnje.
- Lijepi vanjski izgled omogućuje lako uklapanje transformatorske stanice u različite ambijente.



»RADE KONČAR«
PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME,
PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA — ZAGREB

GOD. 21 (1972) energija BROJ 5—6

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

SAMOUPRAVNO I DRUŠTVENO USMJERAVANJE RASPOREĐIVANJA DOHOTKA I RASPODJELE SREDSTAVA ZA OSOBNE DOHOTKE U ELEKTROPRIVREDNIM ORGANIZACIJAMA SR HRVATSKE

Jure Šimović, Zagreb

Razmatra se problematika raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke, danas naročito aktualna, s obzirom na provođenje društvenog dogovora i izradu samoupravnih sporazuma vezanih za ovu temu. Članak je podijeljen u dva dijela. U prvom se daje analiza pravnih izvora, koji reguliraju ovu materiju, a u drugom su iznijeti neki problemi što se javljaju pri sprovođenju zakonskih propisa u elektroprivredi.

DK 621.31

1. Uvod

Problemi usmjeravanja raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke u našem samoupravnom društvu česta su tema rasprave, kako na društveno-političkim, tako i na znanstvenim skupovima.

Za probleme raspoređivanja dohotka i raspodjelu sredstava za osobne dohotke zainteresirana je svaka radna organizacija, zapravo svaki zaposleni radnik, jer se usmjeravanje i zakonsko reguliranje raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke neposredno odražava na visinu mjesečnih primanja.

Budući da je cjelokupna problematika društvenog i samoupravnog dogovaranja o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke prepuštena na provođenje socijalističkim republikama i autonomnim pokrajinama, to će se u ovom razmatranju dati:

— analiza zakonskih propisa koji reguliraju problematiku raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke u SR Hrvatskoj, i
— osvrt na probleme s kojima se susrela Komisija za izradu samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi SR Hrvatske.

2. Analiza zakonskih propisa koji reguliraju problematiku raspoređivanja dohotka i raspodjelu sredstava za osobne dohotke u SR Hrvatskoj

Saveznim ustavnim amandmanima (amandman XXI) utvrđeno je neotuđivo pravo osnovnih organizacija udruženog rada da raspolažu s ostvarenim dohotkom, ali je istovremeno utvrđena i obveza da organizacije udruženog rada moraju vršiti raspoređivanje tog dohotka i raspodjelu sredstava za osobne dohotke po osnovima i mjerilima utvrđenim društvenim dogovorima ili samoupravnim sporazumima.

S tim u vezi, u točki 4 — amandmana XXI se kaže:

»Radnici u osnovnoj organizaciji udruženog rada utvrđuju osnove i mjerila raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke u skladu s osnovama i mjerilima utvrđenim samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima.

Ako se radnici ne pridržavaju osnova i mjerila utvrđenih samoupravnim sporazumima ili društvenim dogovorima, odnosno ako takvi sporazumi ili dogovori nisu zaključeni, a raspoređivanjem, odnosno raspodjelom, se narušava načelo raspodjele prema radu ili normalan tok društvene reprodukcije, zakonom se mogu utvrditi mjere kojima se osiguravaju odnosi što odgovaraju tim sporazumima ili dogovorima, odnosno mjere kojima se osigurava ravnopravnost radnika u primjeni načela raspodjele prema radu« (Službeni list broj 29/1971, amandman XXI — točka 4.).

Saveznim ustavnim amandmanima je u naš sistem raspodjele dohotka, pored samoupravnog, ugrađen i princip društvenog dogovaranja u području stjecanja i raspoređivanja dohotka, te u području raspodjele sredstava za osobne dohotke.

Realizacija ovog ustavnog načela znači bitnu promjenu u odnosu na dosadašnju politiku i praksu raspoređivanja dohotka, u kojoj su organizacije udruženog rada potpuno autonomno utvrđivale kriterije za njegovu raspodjelu. Takva politika raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke »imala je za posljedicu stalne i stalno rastuće razlike u osobnim dohocima, a time

i razlike u materijalnom položaju radnika između pojedinih djelatnosti«, kaže se u obrazloženju »Nacrta općeg društvenog dogovora o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u SR Hrvatskoj«.

Budući da je Saveznim ustavnim amandmanima cjelokupna problematika društvenog i samoupravnog dogovaranja o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke prepuštena na provođenje socijalističkim republikama, Sabor Socijalističke Republike Hrvatske donio je u tu svrhu »Zakon o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke, što je objavljen u »Narodnim novinama«, broj 34 i 56 u 1971. godini.

U Zakonu su utvrđene obveze organizacija udruženog rada u vezi s izradom samoupravnih sporazuma i društvenih dogovora, dana načela od kojih organizacije udruženog rada moraju polaziti pri izradi samoupravnih sporazuma i društvenih dogovora, kao i odredbe oko provođenja samoupravnih sporazuma i društvenih dogovora, te sankcije u slučaju da ih se pojedine organizacije udruženog rada ne bi pridržavale.

2.1. Načela samoupravnih sporazuma i društvenih dogovora o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u SR Hrvatskoj

Prema članu 2 Zakona, samoupravni sporazumi i društveni dogovori, kojima se utvrđuju osnove i mjerila za raspoređivanje dohotka i raspodjelu sredstava za osobne dohotke, moraju se temeljiti, osobito, na slijedećih sedam načela:

Načelo 1: »Sredstva za zadovoljenje osobnih i zajedničkih potreba radnih ljudi izdvajaju se u zavisnosti od ostvarenog dohotka«.

Prvo načelo od kojeg se mora polaziti prilikom izrade društvenih i samoupravnih sporazuma zapravo znači, da se sredstva za osobne dohotke i zajedničke potrebe radnih ljudi moraju formirati samo u okviru ostvarenog dohotka i kretati se u skladu sa dinamikom kretanja dohotka.

Načelo 2: »Grupacije i grane, koje ostvaruju veći iznos dohotka po uvjetno kvalificiranom radniku od prosjeka dohotka privrede u Republici, izdvajaju za proširenje materijalne osnove udruženog rada veći iznos po radniku od prosjeka privrede Republike i veće osobne dohotke od prosjeka, pri čemu porast osobnih dohodaka treba biti sporiji od porasta fondova. Grupacije, odnosno grane, koje ostvaruju dohodak po uvjetno kvalificiranom radniku manji od prosjeka dohotka privrede u Republici, izdvajaju manje iznose za proširenje materijalne osnove udruženog rada od prosjeka privrede, i manje osobne dohotke od prosjeka privrede Republike.

Ova načela primjenjuje i svaka organizacija udruženog rada u odnosu na svoju granu, odnosno grupaciju«.

Analitički gledano, načelo 2 Zakona o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke, na kojem se moraju zasnivati samoupravni sporazumi i društveni dogovori važan je zbog tri principa što iz njega proizlaze:

a) princip progresivnog izdvajanja iz dohotka za fondove, a degresivnog izdvajanja za osobne dohotke i onaj dio Fonda zajedničke potrošnje, koji ima karakter osobnih primanja, ako je dohodak grane ili grupacije po uvjetno kvalificiranom radniku veći od dohotka po uvjetno kvalificiranom radniku Republike. Ovaj princip je vrlo važan jer se na njemu temelje najbitnije odredbe »Općeg društvenog dogovora o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke«, o čemu će u daljnjem tekstu biti više govora;
b) princip da ovo načelo mora da »primjenjuje i svaka organizacija udruženog rada u odnosu na svoju grupaciju ili granu« stvara posebne probleme oko izrade samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi SR Hrvatske, o čemu će, također, naknadno biti više govora i
c) princip da su sve usporedbe o ostvarenom dohotku i prosječnim osobnim dohocima u Republici na osnovi »uvjetno kvalificiranog radnika«.

Ovim principom se u našu praksu uvodi prvi puta uspoređivanje na osnovi »uvjetno kvalificiranog radnika«. Do sada su se kretanja i odnosi u osobnim dohocima među radnim organizacijama, grupacijama i granama pratili isključivo prema prosječnim osobnim dohocima po stvarno zaposlenom radniku. Na ovu metodu uspoređivanja osobnih dohodaka bilo je mnogo primjedbi, jer je pružala iskrivljenu sliku stvarnih odnosa među radnim organizacijama s naslova osobnih dohodaka, jer nije uvažavala elemenat različite kvalifikacione strukture zaposlenih radnika među poduzećima, grupacijama i granama.

Shodno odredbama člana 37 Zakona o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke, Republički zavod za statistiku je donio, u suglasnosti s Komisijom Izvršnog vijeća Sabora za pitanja samoupravnog i društvenog dogovaranja u oblasti stjecanja i raspodjele dohotka, »Upute za jedinstvenu primjenu kriterija za utvrđivanje rezultata rada i osobnih dohodaka prema uvjetno kvalificiranom radniku«, što su objavljene u Narodnim novinama broj 41/71.

Da bi organizacije udruženog rada mogle izračunati svoj iznos dohotka po uvjetno kvalificiranom radniku i usporediti ga s ostvarenim dohotkom privrede SR Hrvatske po uvjetno kvalifici-

ranom radniku, u »Uputama« Republičkog zavoda za statistiku su dani jedinstveni kriteriji za izračunavanje broja uvjetno kvalificiranih radnika.

Koeficijenti za izračunavanje broja uvjetno kvalificiranih radnika za pojedine stupnjeve stručnog obrazovanja za sve zaposlene u SR Hrvatskoj su slijedeći:

— za doktore nauka	2,533
— za specijaliste i magistre nauka	2,200
— za radnike visokog stručnog obrazovanja	2,033
— za radnike višeg stručnog obrazovanja	1,533
— za radnike srednjeg stručnog obrazovanja	1,133
— za radnike nižeg stručnog obrazovanja	0,800
— za visokokvalificirane radnike	1,400
— za kvalificirane radnike	1,000
— za priučene radnike	0,767
— za nekvalificirane radnike	0,667

Kada se govori o koeficijentima za izračunavanje broja uvjetno kvalificiranih radnika, potrebno je spomenuti da oni ne predstavljaju osnovu, niti mjerilo za određivanje raspona u osobnim dohocima između pojedinih kategorija zaposlenih u unutrašnjoj raspodjeli organizacija udruženog rada, što je prepušteno isključivoj nadležnosti samih organizacija udruženog rada i njihovih organa upravljanja. Ova napomena je i u samim »Uputama« posebno naglašena.

Načelo 3: »Razlika u visini osobnih dohodaka radnika na istim ili sličnim poslovima treba da bude odraz razlike u rezultatima rada pojedinih organizacija udruženog rada«.

Realizacija ovog načela traži zapravo posebna rješenja i usklađenja, koja bi trebala biti sadržana u samoupravnim sporazumima svih grana i grupacija.

Načelo 4: »Svaki radnik sudjeluje u raspodjeli sredstava za osobne dohotke prema rezultatima njegovog rada i njegovom osobnom doprinosu poslovnom uspjehu i razvoju radne organizacije, koji je dao svojim ukupnim, tekućim i minulim radom u njoj«.

Ovo načelo sadrži principe na kojima se mora zasnivati raspodjela osobnih dohodaka na svakog pojedinca zaposlenog u organizacijama udruženog rada. U ovo načelo je uključen jedan novi element — minuli rad radnika — s kojeg osnova taj isti radnik ostvaruje pravo učešća u raspodjeli tekućih sredstava za osobne dohotke. Konkretizaciju ovog načela i njegovo ugrađivanje u sistem raspodjele osobnih dohodaka bit će vrlo teško realizirati, jer još i među teoretičarima postoje razmimoilaženja i različiti pristupi tome, kako element minulog rada ugraditi u sistem raspodjele dohotka i osobnih dohodaka.*

Načelo 5: »Visina osobnih dohodaka u organizacijama udruženog rada neproizvodnih djelatnosti u privredi i društvenim djelatnostima treba da bude u skladu s visinom osobnih dohodaka radnika istih kvalifikacija, koji rade pod istim ili sličnim uvjetima u organizacijama udruženog rada proizvodnih djelatnosti«.

Da bi se ovo načelo samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima uspješno realiziralo potrebno je dati prethodno odgovore na dva pitanja koja se iz ovog načela postavljaju:

— koji su to kriteriji koji će definirati »iste ili slične uvjete rada«, i tko će te kriterije propisati. Ako te kriterije budu donosile i propisivale same neproizvodne djelatnosti u privredi i društvene djelatnosti, onda ovo načelo može u neku ruku biti izigrano, i
— koje djelatnosti u privredi spadaju u »neproizvodne«, a koje u »proizvodne«. Ovaj problem postaje još izražajniji različitim pristupom u konstituiranju samostalnih organizacija udruženog rada, koje su prema Zakonu i nosioci politike raspodjele osobnih dohodaka.

Načelo 6: »Prilikom utvrđivanja odnosa u raspoređivanju dohotka treba polaziti od proporcija raspodjele dohotka predviđenih u društvenom planu razvoja Republike za petogodišnje razdoblje«.

Ovo načelo predviđa da će društvenim planom razvoja SR Hrvatske za tekuće petogodište biti točno kvantificirane proporcije u raspodjeli dohotka na osobne dohotke i fondove za pojedine grane i grupacije od kojih bi grane i grupacije morale polaziti prilikom utvrđivanja svoje politike raspodjele dohotka kroz samoupravne sporazume.

Načelo 7: »Najniži osobni dohodak za normalni učinak u punom radnom vremenu ne može biti niži od iznosa koji svakom radniku na osnovi njegovog rada osigurava socijalnu osiguranost i stabilnost«.

Ovo načelo je također novost u našem sistemu raspodjele. Međutim zbog njegove opće formulacije bit će potrebno mnogo napora prilikom njegove konkretizacije u samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima.

2.2. Obvezatni elementi samoupravnih sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u SR Hrvatskoj

Zakonom o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke, Sabor Socijalističke Republike Hrvatske je utvrdio osnovnu koncepciju i organizaciju samoupravnog sporazumijevanja, te propisao obvezatne elemente koje ti samoupravni sporazumi moraju sadržavati.

Istim Zakonom, Sabor Socijalističke Republike Hrvatske ovlastio je Privrednu komoru SR Hrvatske da u suglasnosti s republičkim odborima sindikata donese »Odluku o određivanju u kojim će

* Ova problematika je detaljno obrađena u studiji dra Vladimira Horvata: »Društveno vlasništvo kao ekonomska i pravna kategorija« — Ekonomski institut Zagreb 1971.

granama organizacije udruženog rada zaključivati samoupravne sporazume za cijelu granu, a u kojima za pojedine grupacije«. Ova Odluka objavljena je u »Narodnim novinama« broj 42/1971. g.

Ovdje je potrebno spomenuti da je Odlukom Privredne komore SR Hrvatske određeno da se za sve proizvodne, prijenosne i distributivne elektroprivredne organizacije udruženog rada SR Hrvatske izradi jedan samoupravni sporazum. Prema istoj Odluci, ovom samoupravnom sporazumu priključuju se poduzeća iz grupe 812-60-Toplane.

Samoupravni sporazumi o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke zaključuju se za cijelo područje SR Hrvatske, s iznimkama u stambenoj i komunalnoj djelatnosti, i uslužnom zanatstvu, gdje se samoupravni sporazumi mogu zaključiti na nivou jedne ili više općina.

Prema Zakonu, svi samoupravni sporazumi moraju sadržavati slijedeće obvezatne elemente*:

1. Uvjete za stjecanje dohotka, na koje mogu neposredno utjecati organizacije udruženog rada što su zaključile samoupravni sporazum;
2. Iznos dohotka po radniku u grupacijama, odnosno grani, koji predstavlja donju granicu uspješnosti poslovanja sa stajališta organizacije udruženog rada i društvene zajednice, i koji služi kao donja granica u politici razvoja i u programima poslovanja organizacija udruženog rada i njihovih grupacija, odnosno grana;
3. Minimalne stope učešća sredstava za proširivanje materijalne osnove udruženog rada u dohotku u grupaciji, odnosno grani, ili donju stopu akumulativnosti kao odnos između sredstava izdvojenih iz dohotka u poslovni i rezervni fond i ukupno angažiranih sredstava;
4. Najniži iznos osobnog dohotka radnika u grupaciji, odnosno grani, za normalni učinak u punom radnom vremenu, što ne može biti ispod iznosa utvrđenog općim društvenim dogovorom (točka 5. stav 2. člana 27. ovog zakona);
5. Mjerila za izdvajanje sredstava za osobne dohotke;
6. Osnove i mjerila za utvrđivanje vrijednosti radnih mjesta i za utvrđivanje učešća pojedinih radnika u raspodjeli sredstava za osobne dohotke;
7. Mjerila za utvrđivanje osobnih dohodaka za rad duži od punog radnog vremena i za noćni rad i najniži postotak naknade osobnog dohotka za vrijeme privremene spriječenosti za rad u vezi s korištenjem zdravrstvene zaštite što tereti sredstva radne organizacije;
8. Mjerila za izdvajanje sredstava za zajedničke potrebe radnika;
9. Uvjete i način usklađivanja osobnih dohodaka s troškovima života;
10. Osnove i mjerila za izdvajanje i korištenje sredstava rezervnog fonda organizacije udruženog rada;
11. Način sudjelovanja u ekonomskoj i drugoj pomoći organizacijama udruženog rada, kada dođu u izuzetne ekonomske teškoće;
12. Mjerila za utvrđivanje osobnih primanja koja terete materijalne troškove kao što su: dnevnice i prijevozni troškovi za službena putovanja, selidbeni troškovi, kilometraža, terenski dodaci, dodaci za odvojeni život radnika od obitelji, naknade za korištenje vlastitih automobila radnika u poslovne svrhe, kao i druga osobna primanja koja terete materijalne troškove pod uvjetom da nisu u suprotnosti s načelima iz člana 2. ovog zakona;
13. Pokazatelje za međusobno uspoređivanje uvjeta gospodarenja, raspoređivanja dohotka, raspodjele osobnih dohodaka, osobnih primanja koja terete materijalne troškove isplaćenih radnicima u vezi s radom, naknada i dr.;
14. Mjere za provođenje samoupravnih sporazuma i materijalnu i društvenu odgovornost sudionika sporazumijevanja.

U Zakonu o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima dan je i točan postupak oko izrade i zaključivanja samoupravnih sporazuma, koji se sastoje iz više faza (pokretanje inicijative, razmatranje inicijative i donošenje odluke o pristupanju izradi samoupravnog sporazuma, osnivanje komisije, izrada nacrta samoupravnog sporazuma, razmatranje nacrta samoupravnog sporazuma u organizacijama udruženog rada, davanje primjedbi na nacrt samoupravnog sporazuma i izrada prijedloga samoupravnog sporazuma, te usvajanje samoupravnog sporazuma).

2.3. Analiza »Općeg društvenog dogovora o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke«

Shodno odredbi člana 27. Zakona, Privredna komora SR Hrvatske, Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske i Republičko vijeće Saveza sindikata Hrvatske donijeli su »Opći društveni dogovor o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke«, što je objavljen u »Narodnim novinama« broj 17/1972. godine.

»Općim društvenim dogovorom o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke« detaljno je konkretizirano načelo 2 Zakona, na kojem se moraju temeljiti svi samoupravni sporazumi o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke. Općim društvenim dogovorom je predviđeno da osobni dohoci u SR Hrvatskoj u razdoblju od 1971. do 1975. godine moraju rasti u skladu s porastom dohotka, s tim da grane i grupacije koje su do sada bile u povoljnijem položaju i imale prosjek osobnih dohodaka po uvjetno kvalificiranom radniku veći od prosjeka Republike, trebaju u narednom razdoblju imati sporiju stopu porasta osobnih dohodaka od stope porasta dohotka.

---

* Obvezatni elementi su točno navedeni prema članu 7 Zakona o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke — »Narodne novine« — broj 34/1972.

U tu svrhu, u članu 15 »Općeg društvenog dogovora« dana je i skala gornje moguće granice izdvajanja sredstava za osobne dohotke za one organizacije udruženog rada, koje imaju dohodak po uvjetno kvalificiranom radniku iznad dohotka po uvjetno kvalificiranom radniku Republike. Ta skala izgleda kako slijedi:

U organizacijama u kojima indeks dohotka po uvjetno kvalificiranom radniku prema dohotku po uvjetno kvalificiranom radniku u privredi u tekućoj godini iznosi u %	Visina bruto osobnog dohotka po uvjetno kvalificiranom radniku u organizaciji prema bruto osobnom dohotku po uvjetno kvalificiranom radniku u privredi može iznositi najviše u %
preko 100—125	100+0,80 za svaki indeksni poen dohotka iznad 100 do 125
preko 125—150	120+0,40 za svaki indeksni poen dohotka iznad 125 do 150
preko 150—175	130+0,20 za svaki indeksni poen dohotka iznad 150 do 175
preko 175—200	135+0,16 za svaki indeksni poen dohotka iznad 175 do 200
preko 200—250	139+0,12 za svaki indeksni poen dohotka iznad 200 do 250
preko 250—300	145+0,08 za svaki indeksni poen dohotka iznad 250 do 300
preko 300—400	149+0,04 za svaki indeksni poen dohotka iznad 300 do 400
preko 400	153+0,02 za svaki indeksni poen dohotka iznad 400

Kao što se iz tablice vidi, izdvajanja za osobne dohotke nalaze se u sve oštrijoj degresiji, u slučajevima kada je dohodak po uvjetno kvalificiranom radniku veći od prosjeka privrede. Iz tablice je očito da organizacija udruženog rada, koja ostvari 4 puta veći dohodak po uvjetno kvalificiranom radniku od prosjeka privrede, može tek za 53% ostvariti veće osobne dohotke, dok cijeli ostatak dohotka mora izdvojiti u fondove poduzeća.

Odredba člana 15 »Općeg društvenog dogovora« je osnovna odredba od koje će organizacije udruženog rada morati polaziti prilikom izrade samoupravnih sporazuma.

Osim toga, »Općim društvenim dogovorom« utvrđeni su:

— najniži iznos osobnog dohotka za područje SR Hrvatske,
— kriteriji za utvrđivanje najvišeg iznosa osobnog dohotka na području Republike,
— osnova za utvrđivanje osobnih dohodaka i isplata iz sredstava fonda zajedničke potrošnje, koje imaju karakter osobnih primanja,
— mjerila za utvrđivanje sredstava za isplate ostalih osobnih primanja radnika, koja terete materijalne troškove poslovanja.

Svi ovi utvrđeni elementi su ujedno i polazne osnove organizacijama udruženog rada pri reguliranju ovih pitanja u samoupravnim sporazumima.

Osim toga, Općim društvenim dogovorom utvrđene su osnove i mjerila za raspodjelu dohotka i osobnih dohodaka kod onih grana i grupacija koje ne zaključe samoupravne sporazume, kao i u onim organizacijama udruženog rada koje ne pristupe već zaključenim samoupravnim sporazumima svoje grane, odnosno grupacije.

2.4. Veličina dohotka koja je predmet raspodjele »Općeg društvenog dogovora« i samoupravnih sporazuma

Veličina dohotka koja se raspoređuje »Općim društvenim dogovorom i samoupravnim sporazumima na osobne dohotke i fondove, razlikuje se od veličine dohotka koji je definiran Osnovnim zakonom o utvrđivanju i raspodjeli dohotka u radnim organizacijama (Službeni list 32/1968), i koji se iskazuje u završnim računima organizacija udruženog rada.

Dohotkom u smislu »Osnovnog zakona o utvrđivanju i raspodjeli dohotka u radnim organizacijama« smatra se vrijednost, koja se dobije kada se od ukupnog prihoda odbiju troškovi poslovanja materijalni troškovi i amortizacija organizacije udruženog rada. Prema Zakonu, sve ugovorne i zakonske obveze organizacije udruženog rada čine sastavni dio njenog dohotka.

Međutim, pod dohotkom koji se raspoređuje po osnovama i mjerilima »Općeg društvenog sporazuma«, a koji će ujedno biti osnova za raspodjelu i u samoupravnim sporazumima, smatra se dohodak umanjen za ugovorne i zakonske obveze i uvećan za iznos amortizacije iznad propisanih minimalnih stopa (član 7 Općeg društvenog dogovora).

3. Otvoreni problemi oko izrade samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi SR Hrvatske

Kako je prethodno navedeno, shodno Odluci Privredne komore SR Hrvatske, sva proizvodna, prijenosna i distributivna elektroprivredna poduzeća trebaju izraditi jedan samoupravni sporazum o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u SR Hrvatskoj.

Budući da još nije napravljen ni nacrt samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi SR Hrvatske, to će se u daljem dijelu dati osvrt na neke probleme na koje Komisija za izradu samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi SR Hrvatske nailazi u svom radu.

3.1. Tko su subjekti zaključivanja i primjene samoupravnog sporazuma

Prema Zakonu o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima (član 2), kao i prema članu 15 Općeg društvenog dogovora, subjekti zaključivanja i primjene samoupravnih sporazuma su osnovne organizacije udruženog rada, odnosno radne organizacije, ako ih za to ovlaste osnovne organizacije.

Prema tome, propisi o samoupravnom i društvenom usmjeravanju raspodjele dohotka i osobnih dohodaka temelje se na primjeni Ustavnih amandmana, prema kojima i elektroprivredna poduzeća moraju uskladiti svoju današnju organizaciju. Zapravo, propisi o samoupravnom i društvenom usmjeravanju raspodjele dohotka i osobnih dohodaka pretpostavljaju da je organizacija elektroprivrednih poduzeća već usklađena s Ustavnim amandmanima, što de facto nije slučaj.

Budući da je Ustavnim amandmanom XX osnovnim organizacijama udruženog rada zajamčeno »neotuđivo pravo da stječu dohodak i upravljaju poslovima i sredstvima društvene reprodukcije i odlučuju o dohotku koji ostvare u različitim oblicima udruženog rada«, to se postavlja vrlo važno pitanje, koji dijelovi elektroprivrednih poduzeća ispunjavaju uvjete da se konstituiraju kao osnovne organizacije udruženog rada. Zbog toga je potrebno prije izrade samoupravnog sporazuma o raspodijeli dohotka i osobnih dohodaka u elektroprivredi utvrditi, koji dijelovi elektroprivrednih poduzeća ispunjavaju tri osnovna uvjeta da se konstituiraju kao osnovne organizacije udruženog rada, tj.:

— da dijelovi elektroprivrednih poduzeća predstavljaju »radnu cjelinu«
— da se »rezultat zajedničkog rada može potvrditi kao vrijednost na tržištu ili u radnoj organizaciji«
— da se »rezultat na toj osnovi može samostalno izraziti«.

Nakon što elektroprivredne organizacije usklade svoju današnju organizaciju s Ustavnim amandmanima potrebno je također da osnovne organizacije udruženog rada donesu odluku, da li će se samoupravni sporazum o raspodjeli dohotka i osobnih dohodaka primjenjivati:

— na nivou osnovnih organizacija udruženog rada,
— na nivou današnjih elektroprivrednih poduzeća ili
— na nivou elektroprivrede SR Hrvatske kao cjeline.

Tko će biti subjekti primjene samoupravnog sporazuma u raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi SR Hrvatske jedno je od najvažnijih pitanja. Nejednaki uvjeti privređivanja između pojedinih elektroprivrednih poduzeća, kao i između pojedinih organizacija udruženog rada unutar elektroprivrednog poduzeća, nameću potrebu da se određivanju subjekata primjene samoupravnog sporazuma posveti posebna pažnja. Ovaj momenat je naročito naglašen kod proizvodno-prijenosnih elektroprivrednih poduzeća.

3.2. Uvjeti privređivanja

Da bi se u samoupravni sporazum o raspodjeli dohotka i osobnih dohodaka u elektroprivredi moglo ugraditi osnovno načelo Zakona i Općeg društvenog dogovora, tj. da veličina osobnih dohodaka ovisi isključivo o ostvarenom dohotku, potrebno je prethodno stvoriti približno jednake uvjete privređivanja za sve organizacije udruženog rada unutar pojedinih elektroprivrednih poduzeća, kao i približne uvjete privređivanja među pojedinim elektroprivrednim poduzećima.

Kada se govori o nejednakim uvjetima privređivanja, onda se mora naglasiti da oni daleko manje dolaze do izražaja kod distributivnih poduzeća. Zbog različitih troškova opskrbe potrošača elektrodistributivna poduzeća imaju i različite tarifne stavove za pojedine kategorije potrošača električne energije, što se rezultira i u različitim prosječnim prodajnim cijenama. Isto tako, samostalne organizacije udruženog rada u svojstvu pravne osobe u sastavu distributivnih poduzeća koje će se konstituirati kao osnovne organizacije udruženog rada, imaju različitu prosječnu cijenu realizacije zbog različite strukture potrošnje električne energije.

Uvjeti privređivanja između proizvodno-prijenosnih elektroprivrednih poduzeća u SR Hrvatskoj vrlo su različiti.

Jednaki tarifni stavovi za prodaju električne energije za sva proizvodno-prijenosna poduzeća — uz istovremeno vrlo različitu strukturu vlastite proizvodnje i kupnju električne energije, dovodi do toga da je objektivno nemoguće stvoriti u svim proizvodno-prijenosnim poduzećima u SR Hrvatskoj približno isti dohodak po uvjetno kvalificiranom radniku. Skoro sličnu situaciju susrećemo i među pojedinim organizacijama unutar istog elektroprivrednog proizvodno-prijenosnog poduzeća. Budući da je stvarno ostvarena veličina dohotka osnova za određivanje mase sredstava za osobne dohotke, to je za proizvodno-prijenosna poduzeća od bitnog značenja da li će se član 15 »Općeg društvenog dogovora o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke« primjenjivati na nivou pojedinih osnovnih organizacija udruženog rada, pojedinog elektroprivrednog proizvozno-prijenosnog poduzeća ili na sva elektroprivredna proizvodno-prijenosna poduzeća u cjelini.

3.3. Uvjeti razvoja

Pri izradi samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke mora se voditi računa o uvjetima financiranja razvoja što ih društvo primjenjuje prema elektroprivredi. Ovom problemu treba posvetiti naročitu pažnju, jer se zna da se pod dohotkom koji je predmet raspodjele samoupravnog sporazuma smatra dohodak umanjen za ugovorne i zakonske obveze. Radi ilustracije se navodi da su proizvodno-prijenosna poduzeća SR Hrvatske platila u 1970. godini na ime ugovornih i zakonskih obveza 71,2 milijuna dinara, dok će iste obveze u 1972. godini iznositi 205,0 milijuna dinara. Ove obveze će i dalje progresivno rasti zbog izmijenjenih uvjeta financiranja razvoja elektroprivrede, što će, naravno, iz godine u godinu utjecati na sma-

njenje dohotka uz pretpostavku zadržavanja plafoniranih prodajnih cijena električne energije na istom nivou.

Imajući u vidu ovu činjenicu nameće se zaključak da bi dohodak, kako ga definira »Osnovni zakon o utvrđivanju i raspodjeli dohotka u radnim organizacijama« bio adekvatnija veličina, koja bi se trebala raspoređivati samoupravnim sporazumima.

3.4. Prilagođavanje cijena električne energije

Dosadašnja praksa pokazuje da se cijene električne energije mijenjaju obično svakih nekoliko godina. Za to vrijeme se odmjereni dohodak elektroprivrede, zbog inflacionih tendencija, prelijeva u troškove poslovanja.

Zapravo, porast troškova poslovanja u elektroprivredi mogao bi se razlučiti u dva dijela:

— porast troškova poslovanja izazvan većom proizvodnjom, odnosno većim utroškom raznih proizvodnih i neproizvodnih usluga, i
— porast troškova poslovanja izazvan većim cijenama pojedinih elemenata reprodukcije elektroprivrede.

Za dio povećanih troškova poslovanja, koji je izazvan većim cijenama pojedinih elemenata reprodukcije elektroprivrede, trebalo bi samoupravnim sporazumom o raspoređivanju dohotka priznati elektroprivrednim poduzećima da za taj iznos troškova mogu provesti korekturu visine svog dohotka. Naime, ovi su troškovi rezultat isključivo vanjskih faktora na koje elektroprivredna poduzeća ne mogu djelovati.

Međutim, inflaciona kretanja u privredi dovode, prilikom provođenja revalorizacije osnovnih sredstava, još jedanput do preraspodjele dohotka koja je zbog velikog učešća osnovnih sredstava vrlo snažno izražena u elektroprivrednim poduzećima. Provođenjem revalorizacije osnovnih sredstava sa 31. prosincem 1971. godine znatno će se povećati troškovi amortizacije i neke ugovorne obveze (premije osiguranja) u 1972. godini. Međutim, efekti revalorizacije imat će različit utjecaj na smanjenje dohotka kod pojedinih grana i grupacija. Oni će mnogo više doći do izražaja kod onih grana i grupacija koje imaju veliko učešće troškova sredstava rada u strukturi cijene koštanja njihovih proizvoda, a to je upravo slučaj sa elektroprivredom.

Osim toga, provedeni koeficijenti revalorizacije među pojedinim elektroprivrednim poduzećima u SR Hrvatskoj vrlo su različiti. Oni u elektrodistributivnim poduzećima SR Hrvatske iznose između 1,30 (najniži) do 1,69 kao najviši. Oni će u tom razmjeru utjecati i na različite efekte preraspodjele dohotka, koje veličine nisu beznačajne.

Sve to govori u prilog činjenici da bi se i za efekte provedene revalorizacije trebala provesti korektura dohotka koji je predmet raspodjela u samoupravnim sporazumima.

I treća činjenica koja govori u prilog tvrdnji da bi se za efekte provedene revalorizacije trebala provesti korektura dohotka, koji je predmet raspodjele u samoupravnim sporazumima, jest ta, što je cijeli mehanizam »Općeg društvenog dogovora o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke« (tu se posebno misli na član 15 »Općeg društvenog dogovora«) zasnovan na veličinama dohotka pojedinih radnih organizacija iz završnih računa za 1970. godinu, kada revalorizacija osnovnih sredstava još nije bila provedena.

Zbog iznijetih činjenica, da na veličinu dohotka utječu faktori na koje elektroprivredna poduzeća ne mogu bitno utjecati, (veličina zakonskih i ugovornih obveza i revalorizacija osnovnih sredstava), smatra se da bi društveni proizvod bio najpogodniji kriterij za raspodjelu dohotka u elektroprivrednim poduzećima. U tom su smislu elektroprivredna poduzeća dala i sugestiju nadležnim republičkim organima, ali ona nije prihvaćena.

Umjesto zaključka

Ukazujući na najbitnije otvorene probleme s kojima se elektroprivreda susreće u izradi samoupravnog sporazuma smatra se, da bi samoupravno i društveno usmjeravanje raspoređivanja dohotka i raspodjele osobnih dohodaka u elektroprivredi trebalo biti temeljeno na mjerama ekonomskog sistema, što su se primjenjivale u dosadašnjem, i koje će biti primjenjivane u budućem razvoju elektroprivrede. Prema tome, samoupravni sporazum o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi trebao bi biti posljedica ekonomskih mjera na kojima se je razvijala i na kojima će se ubuduće razvijati elektroprivreda, a ne neovisno od njih. U tom bi slučaju i izrada samoupravnog sporazuma u elektroprivredi, i posebno njegova primjena, prošla bez većih potresa do kojih će inače doći u nekim elektroprivrednim organizacijama.

Literatura:

1. — *»Zakon o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke«* — Narodne novine broj 34/1971.
2. — *»Upute za jedinstvenu primjenu kriterija za utvrđivanje rezultata rada i osobnih dohodaka prema uvjetno kvalificiranom radniku«* — Narodne novine broj 41/1971.
3. — *»Odluka o određivanju u kojima će granama organizacije udruženog rada zaključivati samoupravne sporazume za cijelu granu, a u kojima za pojedine grupacije«* — Narodne novine broj 42/1971.
4. — *»Opći društveni dogovor o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke«* — Narodne novine broj 17/1972.
5. — *»Ustavni amandmani XX do XLII«*, Službeni list — broj 29/1971.
6. J. Dokonal, *»Konkretizacija općih društvenih dogovora i samoupravnih sporazuma u organizacijama udruženog rada«* — Simpozij — Opatija, travanj 1972.
7. — Razni materijali Komosije za izradu samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke u elektroprivredi SR Hrvatske.
8. V. Vučetić: *»Uvjeti za osnivanje osnovne organizacije udruženog rada«* Informator broj 1831.
9. V. Horvat: *»Društveno vlasništvo kao ekonomska i pravna kategorija«* — Ekonomski institut Zagreb — 1971. godine.

Naslov pisca: Jure Šimović, dipl. ecc., »Elektra«, Zagreb

METODA KONSTANTNE I VARIJABILNE ENERGIJE ZA ANALIZU PRILIKA U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU PRILAGOĐENA PRORAČUNU NA ELEKTRONIČKOM RAČUNALU

Hrvoje Požar, Vjekoslav Filipović, Petar Bodlović Zagreb

(nastavak iz broja 3—4/1972)

9. Kriteriji za analizu prilika u elektroenergetskom sistemu

Uz određenu sigurnost opskrbe potrošača potrebno je u elektroenergetskom sistemu imati toliko elektrana da one mogu: a) proizvesti toliku snagu i energiju koliko trebaju potrošači uzevši u obzir oblik dijagrama opterećenja, b) osigurati opskrbu potrošača uz pretpostavku da raspoloživost za pogon agregata u termoelektranama iznosi manje od 1,00, što znači da postoji izvjesna vjerojatnost defekta, koja je definirana kao omjer između vremena u kojem je agregat u defektu i vremena koje godišnje stoji na raspolaganju za normalni pogon, c) osigurati opskrbu potrošača i u slučaju defekta na agregatu najveće snage i u momentu maksimalnog opterećenja (osiguranju rotirajuće rezerve u sistemu), i d) osigurati opskrbu potrošača uz uvjet da svaki agregat u termoelektranama bude mjesec dana godišnje u remontu (remont agregata u hidroelektranama ne uzima se u račun, jer njihov remont normalno kratko traje, pa ga je moguće izvesti u doba malih voda).

Zahtjev da se opskrba potrošača osigura uz određenu sigurnost polazi od činjenice da nije ekonomično izgraditi takav elektroenergetski sistem koji bi bio sposoban da i u najnepovoljnijim prilikama u potpunosti opskrbi potrošača. Pokazuje se naime da su štete kod nekih potrošača u slučaju smanjenja dobave električne energije manje od troškova za proizvodnju te energije.

Zahtjev pod a) — naveden uvodno — razumljiv je sam po sebi naravno uz ograničenje na 90% slučajeva, ako se računa sa sigurnošću od 90%.

Treba računati da svi agregati neće biti uvijek sposobni za pogon (uvjet b), te da će postojati neko razdoblje tokom godine — izvan perioda remonta — u kojem će agregati biti nesposobni za pogon. Vjerojatnost da će agregat biti sposoban za pogon nazivamo raspoloživost agregata, a ona je definirana kao omjer vremena kroz koje je agregat sposoban za pogon i ukupnog vremena kroz koje bi agregat mogao biti u pogonu (u koje nije uključeno vrijeme potrebno za redovni godišnji remont). Uzimajući u obzir sve moguće kombinacije raspoloživosti i neraspoloživosti svih agregata, a uz poznavanje raspoloživosti za svaki agregat, moguće je odrediti krivulju vjerojatnosti ukupne snage, koju mogu osigurati svi agregati zajedno. Uz odabranu vjerojatnost pojave, a uzimajući u obzir potrebnu sigurnost opskrbe potrošača, dobiva se snaga koju mogu osigurati svi agregati zajedno, a koja je manja od zbroja snaga svih agregata. Tu snagu nazivamo raspoloživa snaga, a omjer između raspoložive snage i zbroja svih agregata (na pragu elektrana) nazovimo faktor raspoloživosti. Da bi uzeli u obzir faktor raspoloživosti, te da bi dobili što realnije troškove za gorivo, jer svaki od agregata (i onaj najekonomičniji i onaj manje ekonomičan) može biti nesposoban za pogon, najpovoljnije je račun provesti sa smanjenim snagama svih agregata u termoelektranama. Ta smanjena snaga određuje se kao produkt faktora raspoloživosti i maksimalne snage na pragu svakog agregata.

Da bi se spriječili poremećaji u sistemu, potrebno je imati u pogonu toliko agregata u hidroelektranama i termoelektranama, da oni mogu na sebe preuzeti potrebno opterećenje i u najpovoljnijem slučaju, koji se pojavljuje kad u času maksimalnog opterećenja sistema ispadne iz pogona agregat najveće snage (uvjet c). Budući da se radi o momentanom ispadu, neophodno je da ukupna snaga agregata u pogonu bude najmanje tolika koliko iznosi broj maksimalnog opterećenja i snage najvećeg agregata. Pri tome je svejedno da li se nalaze u pogonu agregati u hidroelektranama ili u termoelektranama uz uvjet da hidroelektrane imaju najmanje akumulacioni bazen za dnevnu regulaciju. Naravno da ukupno opterećenje koje treba da pokriju termoelektrane treba tako podijeliti da se postignu najmanji mogući troškovi za gorivo. To znači, da će najekonomičnije termoelektrane biti najčešće potpuno opterećene, dok će one manje ekonomične raditi na tehničkom minimumu, da bi bile sposobne — ako to zatreba — preuzeti na sebe dio opterećenja, kojim se zamjenjuje ispad agregata najveće snage. Svakako da je povoljnije da tu ulogu preuzmu na sebe hidroelektrane, ali one je mogu preuzeti samo onda ako u hidroelektranama ima još neiskorištene snage.

Za svaki agregat u termoelektranama potrebno je osigurati mjesec dana za remont postrojenja (uvjet d), koji se mora izvršiti unutar svake godine. Naravno da je i tada potrebno osigurati opskrbu potrošača. Raspored remonta treba tako odabrati da se remont provede u onim mjesecima kad agregati nisu potrebni za osiguranje opskrbe potrošača.

Za promatrano stanje u sistemu polazimo od poznatog konzuma i od poznatog stanja izgradnje hidroelektrana. Konzum je definiran mjesečnim potrebama energije, mjesečnim potrebama konstantne energije i maksimalnim opterećenjem, dok su stanjem izgradnje hidroelektrana definirane mjesečne mogućnosti proizvodnje, mjesečne konstantne energije i maksimalne snage hidroelektrana. Osim toga, poznata je struktura postojećih agregata u termoelektranama s njihovim snagama na pragu, tehničkim minimumima i specifičnim troš-

kovima za gorivo. Nepoznato je, međutim, koliko je potrebno izgraditi novih agregata u termoelektranama za zadovoljenje konzuma uz unaprijed određenu sigurnost opskrbe potrošača. Također nije poznata ni krivulja vjerojatnosti raspoloživih snaga na pragu termoelektrana, jer ona ovisi kako o ukupnoj snazi agregata tako i o njihovoj strukturi. Zbog toga nije poznat ni faktor raspoloživosti, jer on ovisi o krivulji vjerojatnosti raspoloživih snaga.

Ovdje se nećemo baviti određivanjem faktora raspoloživosti. Taj je postupak opisan u (Lit. 2), a on je u stvari iteracioni postupak, jer faktor raspoloživosti ovisi o strukturi agregata u termoelektranama sistema. Polazit ćemo, dakle, od pretpostavke da je faktor raspoloživosti određen.

I pored toga što računamo s određenim, unaprijed odabranim faktorom raspoloživosti, dolazi se do iterativnog postupka (točnije određivanje faktora raspoloživosti tražilo bi dodatni iteracioni postupak!), koji počinje od poznate strukture agregata, dakle od postojećih agregata u termoelektranama. Naravno da bi mogli poći i od pretpostavljene strukture agregata uzevši u obzir postojeće agregate i onoliko novih agregata za koje smo sigurni da će biti potrebni za zadovoljenje konzuma. Pri tome moramo paziti da se ne odabere više agregata nego što je potrebno, jer je programom za elektroničko računalo predviđena samo mogućnost povećanja snage u termoelektranama. Zbog toga je najsigurnije poći od postojećih agregata, što može tražiti jedan ili dva koraka proračuna više. Trajanje jednog koraka proračuna vrlo je kratko, pa povećanje broja iteracije ne predstavlja znatnije povećanje vremena računanja.

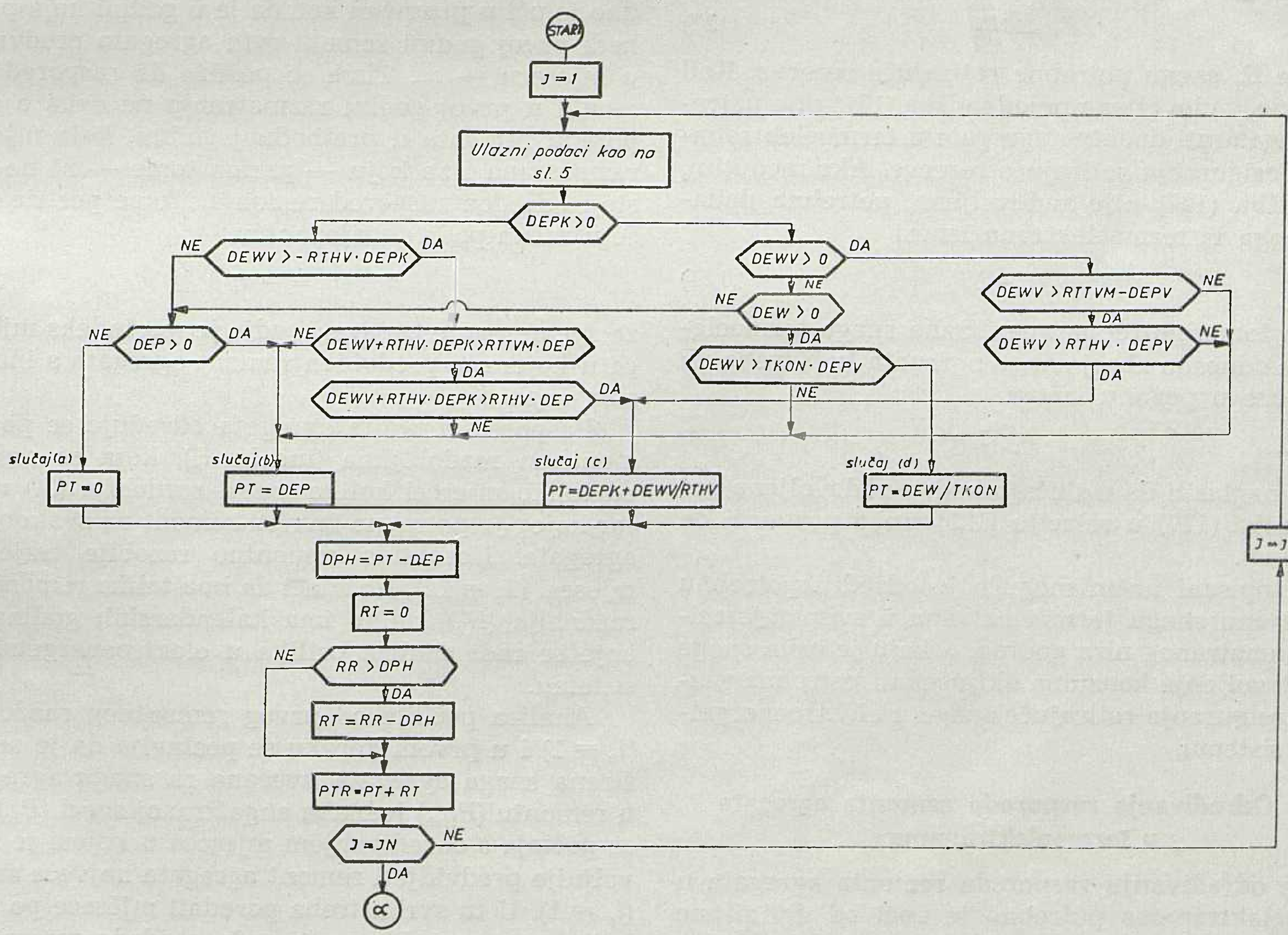
Množenjem maksimalnih snaga na pragu s faktorom raspoloživosti dolazi se do snaga agregata s kojima treba ući u račun.

Osim toga, potrebno je zadati snagu novog agregata, s podacima na tehnički minimum i specifičnim troškovima za gorivo, kao i mjesto u nizu agregata na koje — prema redoslijedu angažiranja — dolaze novi agregati (tab. 3).

Dalje treba zadati potrebnu snagu za rotirajuću rezervu. To je najčešće snaga agregata najveće snage, eventualno uvećana za snagu potrebnu za regulaciju frekvencije. Naravno da je moguće poći od pretpostavke da se dio rotirajuće rezerve može osigurati iz susjednih mreža, pa u tom slučaju treba zadati odgovarajuću potrebnu snagu kao potrebnu rotirajuću rezervu.

10. Određivanje potrebne angažirane snage termoelektrana uz osiguranje rotirajuće rezerve

Kad se želi osigurati potrebnu rotirajuću rezervu i potrebno vrijeme za remont agregata, korisno je — s obzirom na trajanje proračuna — odrediti najprije potrebna opterećenja termoelektrana bez obzira na njihovo angažiranje u konstantnom i varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja i bez obzira na potrebnu proizvodnju u termoelektranama. Određivanje potrebne snage termoelektrana za zadovoljenje konzuma P_t, a bez obzira na



Sl. 26 Dijagram toka za određivanje potrebne snage termoelektrana uz osiguranje potrebne rezerve

potrebnu snagu za osiguranje rotirajuće rezerve, može se provesti na način opisan u toč. 2, ako se eliminiraju računske operacije i testovi koji ne utječu na određivanje snage P_t. Dijagram toka koji udovoljava tim uvjetima prikazan je na sl. 26, koji se osniva na dijagramu toka prikazanom na sl. 1. Budući da se radi samo o određivanju potrebnih snaga termoelektrana (P_t), u dijagramu toka na sl. 26 pojavljuju se samo četiri slučaja, umjesto devet slučajeva na sl. 1. slučaj (a) na sl. 26 odgovara slučaju (1) na sl. 1, slučaj (b) na sl. 26 odgovara slučajevima (2), (3), (5), (6) i (8) na sl. 1, slučaj (c) na sl. 26 odgovara slučajevima (4) i (9) na sl. 1, dok slučaju (d) na sl. 26 odgovara slučaj (7) na sl. 1. Osim potrebne snage termoelektrana (P_t), potrebno je — kako će se odmah vidjeti — odrediti i neiskorištenu snagu hidroelektrana (δP_h), koja se može za sve slučajeve odrediti iz relacije

$$\delta P_h = P_t - (P_{max} - P_{hmax}) \tag{125}$$

koju možemo — da bude evidentnije — napisati i u obliku

$$\delta P_h = P_{hmax} + P_t - P_{max} \tag{126}$$

pa je neiskorištena snaga hidroelektrana razlika između zbroja angažiranih snaga termoelektrana i maksimalne snage hidroelektrana ($P_{h\,max}$) s jedne, te maksimalnog opterećenja (P_{max}) s druge strane.

Kad god je to moguće rotirajuću rezervu u sistemu najpovoljnije je osigurati neangažiranom snagom hidroelektrana odnosno snagom hidroelektrana δP_h, koja nije potrebna za opskrbu konzuma. To je moguće ako je zadovoljena nejednadžba

$$R_r < \delta P_h \tag{127}$$

gdje je R_r snaga potrebne rotirajuće rezerve. Kad je, dakle, zadovoljena nejednadžba (127) nije potrebno angažirati dodatne agregate u termoelektranama za osiguranje rotirajuće rezerve. Ako međutim, jednadžba (127) nije zadovoljena, potrebna dodatna snaga iz termoelektrana iznosi

$$R_t = R_r - \delta P_h \tag{128}$$

Prema tome, potrebna angažirana snaga termoelektrana odnosno zbroj snaga agregata koji treba da se nalaze u pogonu iznose

$$P_{tr} = P_t + Rt \tag{129}$$

Treba naglasiti da u slučaju kad je zadovoljena nejednadžba (127) u relaciju (129) treba postaviti da je $R_t = \emptyset$.

Na opisani način moguće je odrediti potrebnu angažiranu snagu termoelektrana u svim mjesecima promatranog niza godina, u koju je osim snage za zadovoljenje konzuma uključena i potrebna snaga za osiguranje rotirajuće snage u elektroenergetskom sistemu.

11. Određivanje rasporeda remonta agregata u termoelektranama

Pri određivanju rasporeda remonta agregata u termoelektranama potrebno je poći od definirane strukture agregata, a nije dovoljno poznati ukupnu potrebnu snagu termoelektrana. Najzgodnije je kao prvu aproksimaciju prihvatiti strukturu postojećih već izgrađenih agregata, s tim da će se potrebni broj agregata — ako to bude potrebno — povećati unaprijed definiranim tipovima agregata.

Za daljnji računski postupak potrebno je formirati dva niza podataka o agregatima u termoelektranama: prvi, po redoslijedu angažiranja agregata (indeks i), i drugi, po opadajućim snagama agregata (indeks i_a). Prema prvom redoslijedu, kad se na prvo mjesto stavljaju agregati s najmanjim specifičnim troškovima za gorivo a zatim redom agregati sve većih specifičnih troškova za gorivo, vrši se angažiranje agregata za zadovoljenje konzuma kako bi se ostvarila potrebna proizvodnja uz što niže troškove. Drugi redoslijed agregata, kad se na prvo mjesto (indeks $i_a = 1$) postavlja agregat najveće snage, a zatim redom agregati sve manjih snaga, treba da posluži za određivanje rasporeda remonta, jer je povoljnije raspored remonta započeti s agregatima većih snaga, budući da je najteže naći vrijeme pogodno za remont agregata velikih snaga.

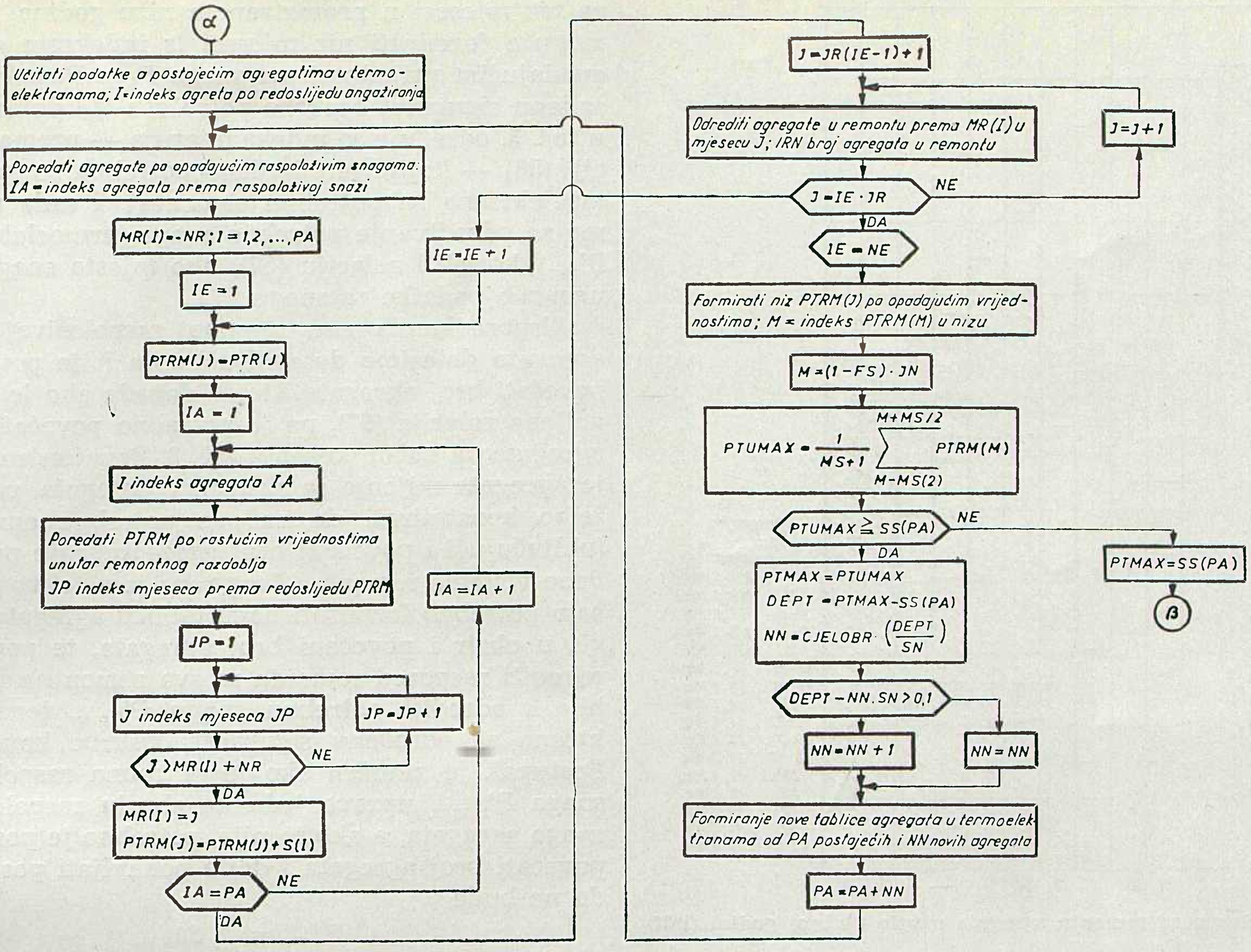
Budući da se analiza za određivanje rasporeda remonta radi u nizu godina, potrebno je unaprijed zadati najmanji vremenski razmak izražen u broju mjeseci (n_r), koji mora postojati između dva remonta istog agregata, da se ne bi dogodilo da se remont istog agregata u dvije sukcesivne godine predvidi u kratkom vremenskom razmaku. Kako se ne bi u proračunu moralo razlikovati prvu godinu razmatranja, kad ne postoji određen raspored remonta za prethodnu godinu, od ostalih godina, zgodno je ući u proračun kao da je u godini koja prethodi prvoj godini remont svih agregata predviđen u mjesecu — n_r. Time se postiže da raspored remonta u prvoj godini razmatranja ne ovisi o rasporedu remonta u prethodnoj godini, koja nije ni razmatrana i za koju — prema tome — ni ne postoji određen raspored remonta. To se postiže ako se u račun pođe s vrijednošću

$$m_{r1} = -n_r \tag{130}$$

za sve agregate (za sve i), gdje je m_{ri} indeks mjeseca u kojem je predviđen remont agregata s indeksom i (sl. 27).

Raspored remonta agregata određuje se po remontnim razdobljima (indeks i_e), koja se sastoje od toliko mjeseci koliko iznosi razdoblje (J_r) unutar kojeg je potrebno izvršiti remont na svakom od agregata. Normalno remontno razoblje traje 12 mjeseci ($J_r = 12$), što znači da ima toliko remontnih razdoblja (N_e) koliko ima kalendarskih godina za koje se radi analiza prilika u elektroenergetskom sistemu.

Analiza počinje od prvog remontnog razdoblja ($i_e = 1$) i u prvom koraku se postavlja da je angažirana snaga agregata uvećana za snagu agregata u remontu (P_{trm}) jednaka angažiranoj snazi (P_{tr}), pa se počinje s određivanjem mjeseca u kojem je najvoljnije predvidjeti remont agregata najveće snage ($i_a = 1$). U tu svrhu treba poredati mjesece po rastućim snagama P_{trm}, s tim da se doda mjesecu s



Sl. 27 Dijagram toka za određivanje rasporeda remonta agregata i potrebne ukupne snage termoelektrana

najmanjom snagom P_{trm} najniži indeks $j_p = 1$, pa redom sve veći indeksi j_p mjesecima sa sve većim snagama P_{trm}. Polazeći od $j_p = 1$, za koji možemo identificirati njegov indeks j koji odgovara kronološkom redoslijedu, potrebno je kontrolirati da li je zadovoljena nejednadžba

$$j > m_{r1} + n_r \tag{131}$$

da bi se osigurao potreban minimalni vremenski razmak između remonta istog agregata u prethodnom i promatranom remontnom razdoblju. Kad se radi o prvom remontnom razdoblju ($i_e = 1$), desna strana nejednadžbe ima uvijek vrijednost nula (130), pa je nejednadžba (131) zadovoljena za bilo koju vrijednost j. Kad je zadovoljena nejednadžba (131), može se odrediti mjesec

$$m_{r1} = j \tag{132}$$

u kojem je predviđen remont promatranog agregata, a to je upravo mjesec s indeksom $j_p = 1$, dakle mjesec s najmanjom snagom P_{trm}. U tom mjesecu treba povećati angažiranu snagu termoelektrana za snagu agregata koji bi trebao biti u remontu (indeks $i_a = 1$, odnosno indeks i koji odgovara indeksu i_a), pa se dobiva nova vrijednost angažirane snage termoelektrana

$$P_{trm} = P_{trm} + S_i \tag{134}$$

gdje je S_i snaga agregata za koju je predviđen remont u mjesecu j (132). Nakon što je određen mjesec remonta za agregat najveće snage ($i_a = 1$), prelazi se na slijedeći agregat ($i_a = 2$ odnosno $i_a = i_a + 1$). Sada se ponovno poredaju snage P_{trm}, uzevši pri tome u obzir i novu vrijednost P_{trm} (134) koja obuhvaća i snagu agregata u remontu, pa se pridaju novi indeksi j_p mjesecima u remontnom razdoblju prema rastućim vrijednostima P_{trm}. Postupak se ponavlja: kontrola nejednadžbe (131), određivanje mjeseca remonta (132) i određivanje nove vrijednosti za P_{trm} (134). Postupak se ponavlja sve dok ne bude određen mjesec remonta za sve agregate, odnosno dok ne bude postignuta jednakost

$$i_a = P_a \tag{35}$$

gdje je P_a broj agregata. Nakon toga se prelazi na sređivanje rezultata za promatrano remontno razdoblje od mjeseca s indeksom $j = 1$ do mjeseca s indeksom $j = J_r$, gdje je J_r broj mjeseci remontnog razdoblja (normalno je $J_r = 12$). To se postiže ako se pođe od indeksa koji je definiran izrazom

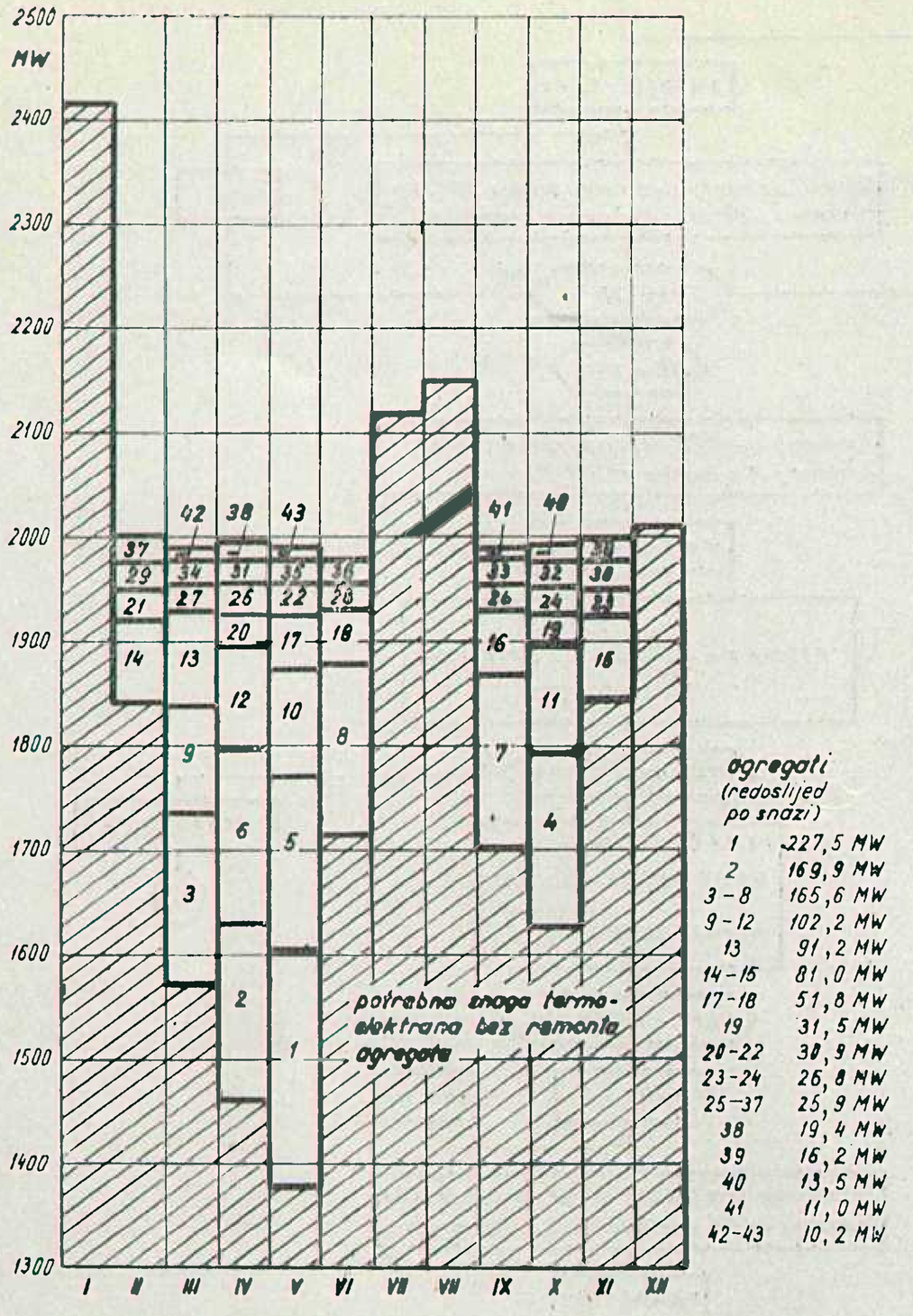
$$j = J_r (i_e - 1) + 1 \tag{136}$$

za početni indeks mjeseca u remontnom razdoblju do indeksa

$$j = i_e J_r \tag{137}$$

Za $i_e = 1$ dobiva se za prvi mjesec $j = 1$ (136), za posljednji mjesec $j = J_r$ (137).

Na taj način određen je raspored remonta agregata u prvom remontnom razdoblju, pa se prelazi



Sl. 28 Raspored remonta agregata u vrlo vlažnoj godini (1937)

na drugo remontno razdoblje ($i_c = 2$ odnosno $i_c = i_c + 1$), jer nije zadovoljen uvjet

$$i_c = N_c \qquad (138)$$

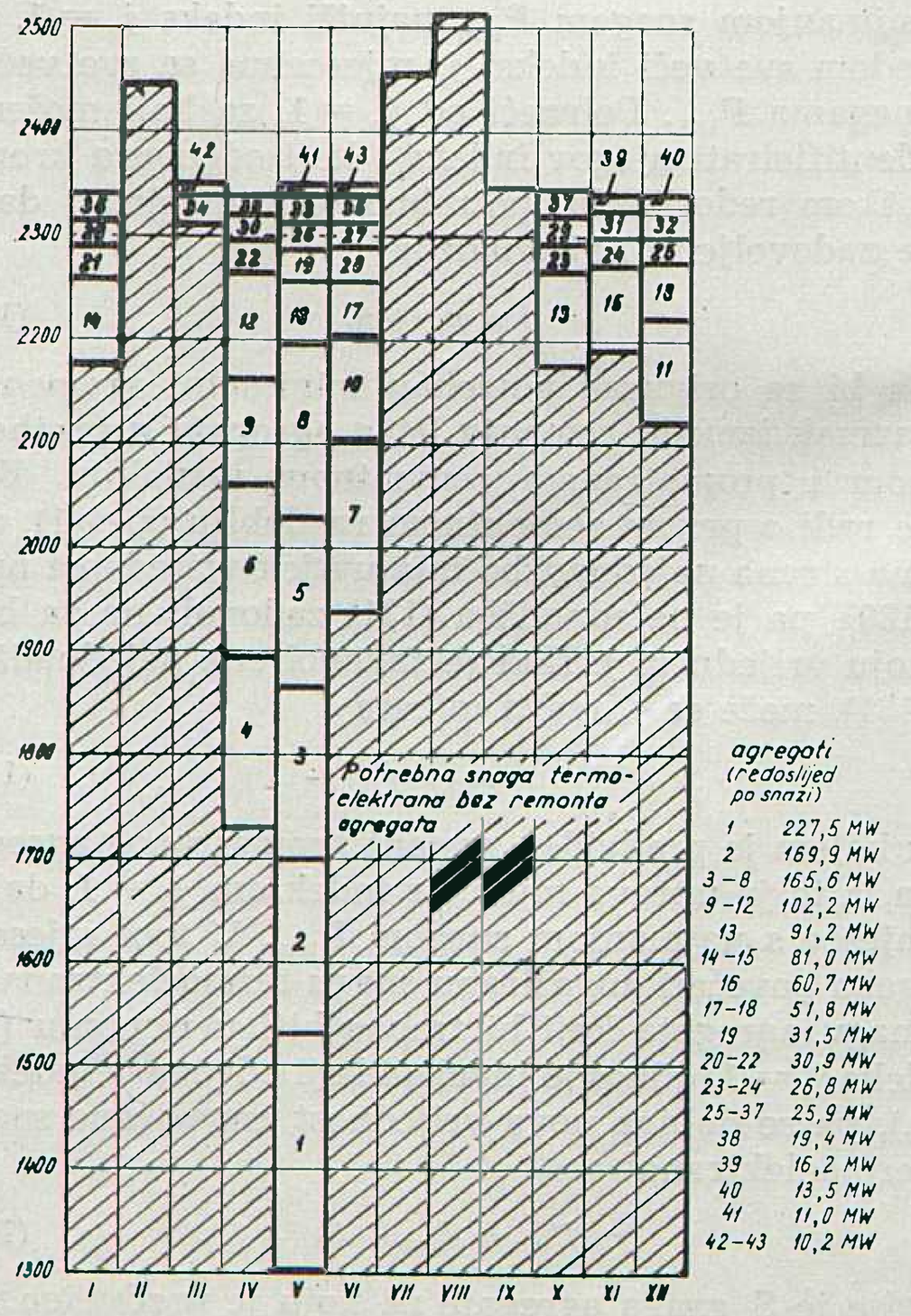
gdje je N_c broj remontnih razdoblja u promatranom nizu godina. Polazi se opet od angažiranih snaga termoelektrana, redaju se te snage po rastućim vrijednostima i određuju se indeksi j_p mjeseci prema vrijednosti angažiranih snaga termoelektrana i počinje se analiza s agregatom najveće snage ($i_a = 1$). Kontrola zadovoljenja nejednadžbe (131) može dati sada i nezadovoljavajući rezultat, jer se u tu nejednadžbu sada ulazi s vrijednošću m_{ri} iz prethodnog remontnog razdoblja. Ako, dakle, nije zadovoljena nejednadžba (131), što znači da mjesec koji odgovara indeksu i_p ne osigurava potrebni minimalni vremenski razmak između remonta u prethodnoj i remonta u promatranoj godini, treba prijeći na slijedeći mjesec ($j_p = 2$ odnosno $j_p = j_p + 1$) u kojem je potrebna snaga termoelektrana nešto veća (drugi mjesec po rastućim vrijednostima P_{trm}) nego u mjesecu s indeksom $j_p = 1$. Ako je sada zadovoljena nejednadžba (131), može se odrediti m_{ri} iz (132) i nova vrijednost P_{trm} iz (134) i prijeći na određivanje mjeseca u kojem treba predvidjeti remont slijedećeg agregata ($i_a = i_a + 1$), a ako nije zadovoljena nejednadžba (152), prelazi se na mjesec s indeksom j_p većim za jedan, itd.

Postupak se ponavlja sve dok nije određen raspored remonta za sve agregate u svim remontnim razdobljima. Nakon toga određene su i snage P_{trm} za niz mjeseci u promatranom nizu godina, pa je moguće formirati niz mjeseci (s indeksom m) po opadajućim vrijednostima snage P_{trm}. Poznavajući zadanu sigurnost opskrbe potrošača (f_s) definiranu u toč. 3, određuje se indeks mjeseca — prema relaciji (56) — kojim je određena potrebna snaga termoelektrana za potrebnu sigurnost. I sada možemo za određivanje potrebne snage termoelektrana P'_{tmax} koristiti relaciju (57), ako mjesto snage P_{tm} uzmemo podatke za snagu P_{trm}.

Usporedbom prema ukupnoj raspoloživoj snazi agregata dolazimo do zaključka da li je potrebno povećati broj agregata, što se događa ako je zadovoljena relacija (67), pa je potrebno povećati broj agregata na način opisan u toč. 3. Povećanjem broja agregata mijenja se struktura agregata, pa možemo konstatirati da za sve potrebne agregate (uključujući i povećani broj agregata) nije predviđeno vrijeme remonta. Zbog toga je u takvom slučaju potrebno formirati novu tablicu agregata uzevši u obzir i povećani broj agregata, te ponovno odrediti raspored remonta za sva remontna razdoblja i odrediti potrebnu snagu $P'_{t\,max}$ termoelektrana za određenu sigurnost opskrbe konzuma. Postupak je završen ako je potrebna raspoloživa snaga $P'_{t\,max}$ upravo jednaka zbroju raspoloživih snaga agregata, a ako to nije, potrebno je ponovno povećati broj agregata i dotle ponavljati postupak da ne bude

$$P'_{t\,max} = \sum S_i \qquad (139)$$

Tada je naime sigurno da se izračunatom raspoloživom snagom termoelektrana uz promatranu stru-



Sl. 29 Raspored remonta agregata u srednjoj godini (1928)

kturu agregata može osigurati konzum, rotirajuća rezerva i vrijeme za remont agregata u termoelektranama uz unaprijed zadanu sigurnost opskrbe potrošača.

Na sl. 28 i 29 prikazan je raspored remonta agregata u termoelektranama u dvije karakteristične godine.

12. Bilanciranje i određivanje potrebnih redukcija konzuma

Da bi se odredila potrebna proizvodnja u termoelektranama i ostali potrebni podaci, potrebno je izvršiti bilanciranje prema dijagramu toka prikazanog na sl. 1 (sl. 30), zatim odrediti potrebnu dodatnu angažiranu snagu iz termoelektrana za osiguranje rotirajuće rezerve na način opisan u toč. 10. Nakon što je određena potrebna snaga termoelektrana uz osiguranje rotirajuće rezerve (P_{tr}) prema relaciji (129), a poznavajući snagu angaziranih snaga termoelektrana (P_{trm}) u koju su uključene i snage agregata u remontu, mogu se odrediti snage agregata u remontu iz relacije

$$P_{rem} = P'_{trm} - P_{tr} \tag{140}$$

pa odatle i raspoloživu snagu termoelektrana sposobnih za pogon ($P_{t\,max\,r}$) iz relacije

$$P_{t\,max\,r} = P'_{t\,max} - P_{rem} \tag{141}$$

koja je mjerodavna za određivanje mogućnosti zadovoljenja konzuma uz istodobno osiguranje rotirajuće rezerve. Prema tome redukcije se pojavljuju ako je zadovoljena relacija

$$P_{tr} > P_{t\,max\,r} \tag{142}$$

Redukcija snage određuje se — kad je redukcija potrebna — prema relaciji

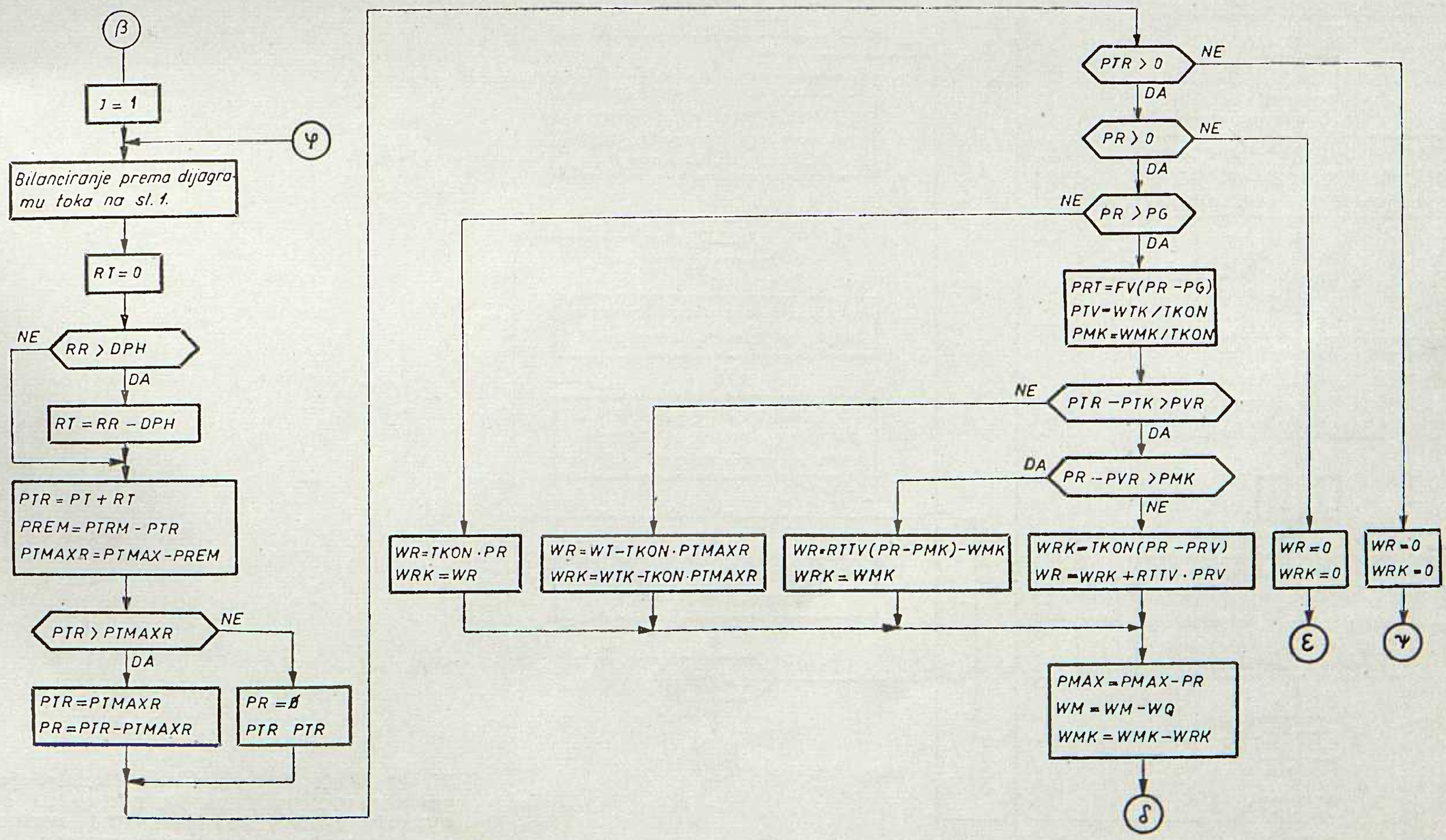
$$P = P_{tr} - P_{t\,max\,r} \tag{143}$$

Potrebna redukcija energije i podjela redukcija snage na konstantni i varijabilni dio dijagrama opterećenja određuje se analogno dijagramu toka prikazanog na sl. 13 s razlikom da se mjesto potrebne snage termoelektrana (P_t) za zadovoljenje konzuma računa s potrebnom snagom termoelektrana (P_{tr}) u koju su uključene i snage potrebne za osiguranje rotirajuće rezerve. Dijagram toka za određivanje redukcija snage i energije prikazan je na desnom dijelu sl. 30.

13. Osiguranje tehničkog minimuma agregata i troškovi za gorivo u termoelektranama

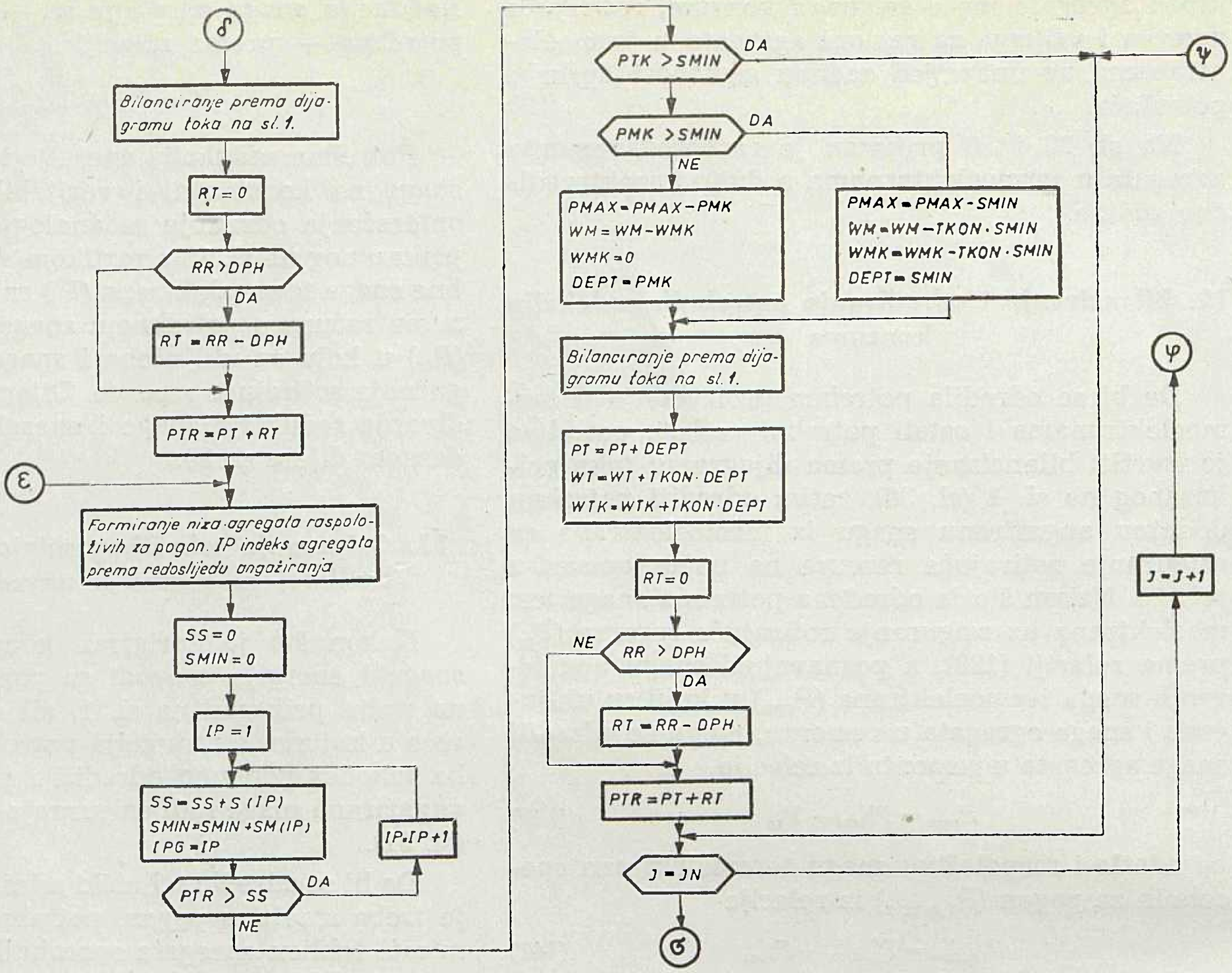
Nakon što je korigiran konzum za redukcije snage i energije provodi se ponovno bilanciranje na način prikazan na sl. 1, ali samo za one mjesece u kojima je redukcija potrebna, u kojima treba također ponovno odrediti i porebno povećanje angažirane snage radi osiguranja rotirajuće rezerve (sl. 31).

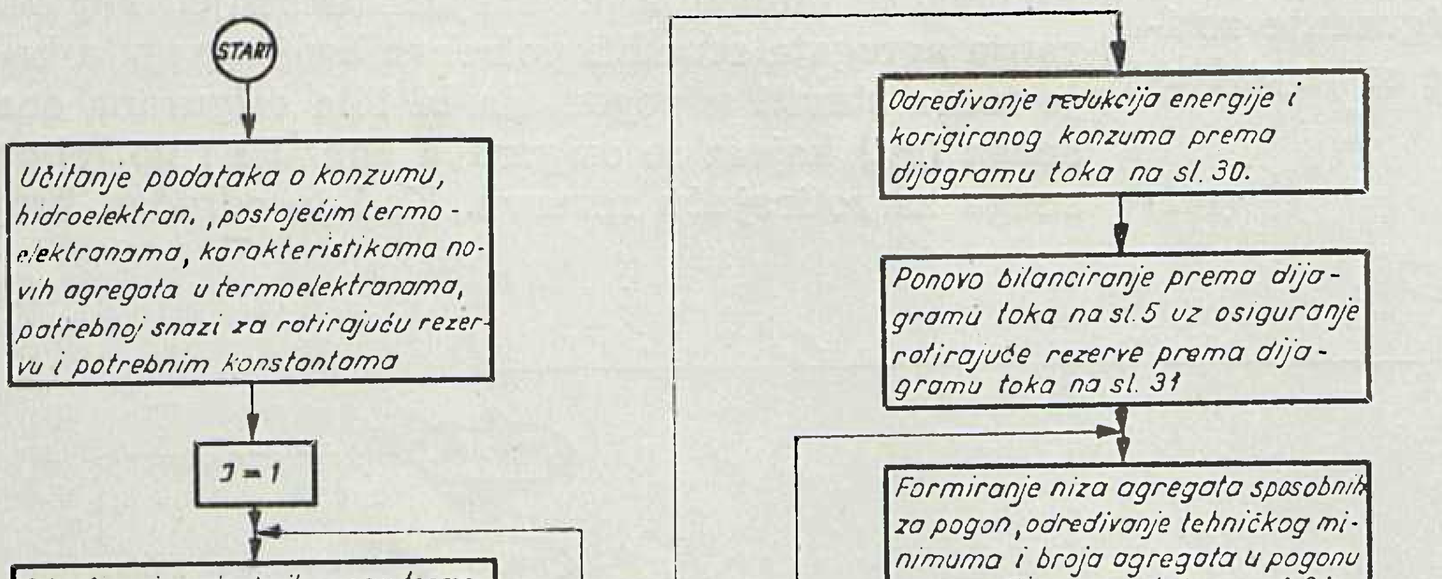
Da bi se odredio tehnički minimum agregata koje treba staviti u pogon, potrebno je najprije formirati tablicu agregata sposobnih za pogon; izuzimajući, dakle, agregate koji se nalaze u remontu. Pomoću te tablice, a poštivajući redoslijed angažiranja agregata odrediti potreban broj agregata koje treba staviti u pogon, da bi bila osigurana ona snaga (P_{tr}) kojom se osigurava konzum i potrebna snaga za rotirajuću rezervu. Kad je određen broj



Sl. 30 Dijagram toka za potrebno angažiranje termoelektrana i potrebnih redukcija

Sl. 31 Dijagram toka za određivanje potrebnog tehničkog minimuma i broja angažiranih agregata, te konačno određivanje potrebne proizvodnje termoelektrana.





Sl. 32 Blok dijagram za bilanciranje i određivanje troškova za gorivo uz osiguranje rotirajuće rezerve i remonta agregata u termoelektranama.

agregata, koje treba staviti u pogon, određen je i potrebni tehnički minimum. Postupkom koji je opisan u toč. 5 korigira se konzum da bi se osigurao tehnički minimum, pa se s tako korigiranim smanjenim konzumom provodi ponovno bilanciranje prema dijagramu toka na sl. 1, da bi se konačno povećao konzum i tako došlo do potrebne proizvodnje termoelektrana, uz istodobno osiguranje tehničkog minimuma za sve agregate koje treba staviti u pogon.

Troškovi za gorivo određuju se prema dijagramu toka na sl. 20, ali s razlikom da se uzmu u obzir agregati koje treba staviti u pogon i za osiguranje rotirajuće rezerve (što je osigurano određenim tehničkim minimumom i određenim brojem agregata), ali samo oni agregati koji su u određenom mjesecu sposobni za pogon, dakle agregati koji se tada ne nalaze u remontu.

14. Zaključak

Prikazanom metodom, koja je pomoću blok-dijagrama prikazana na sl. 32, moguće je odrediti za bilo koji niz godina i za bilo kakav elektroenergetski sistem sve veličine koje moraju biti od interesa za energetske i ekonomsko-energetske analize (potrebna snaga i energija iz termoelektrana, troškovi za gorivo, iskoristivost snage i energije hidroelektrana, sigurnost opskrbe potrošača, potreba eventualnog smanjenja dobave potrošačima, optimalni raspored remonta agregata u termoelektranama.

Prikazana metoda proračuna može poslužiti kao osnova za određivanje najpovoljnije varijante izgradnje elektrana, za određivanje optimalne strukture proizvodnje u elektroenergetskom sistemu, za određivanje optimalne veličine izgradnje hidroelektrana i optimalnog korisnog volumena akumulacije, itd. Ona, naime, uzima u obzir varijacije potražnje tokom dana i tokom godine, vremenski raspored proizvodnje u hidroelektranama, mogućnost korištenja hidroelektrana za pokrivanje varijabilnog dijagrama opterećenja (korištenje sezonskih akumulacionih bazena uključeno je u vremenski raspored proizvodnje hidroelektrana), mogućnost prilagođivanja termoelektrana promjenama opterećenja, individualne karakteristike termoelektrana s obzirom na troškove za gorivo kao i utjecaj odabrane sigurnosti opskrbe potrošača.

Literatura:

1. Požar H.: *Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima*, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd 1966. (Požar H.: *Leistung und Energie in Verbundsystemen* Springer, Wien 1963).
2. Požar H.: *Utjecaj karakteristika elektrana na rad u sistemu*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1971.

Naslov pisaca: Prof. Dr Hrvoje Požar, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet; Vjekoslav Filipović, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet; Petar Bodlović, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, 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.

BILANCA JALOVE SNAGE PODRUČJA SJEVERNE HRVATSKE I POTREBE KOMPENZACIJE U BLIŽOJ BUDUĆNOSTI

Boris Markovčić, Zagreb

Za područje sjeverozapadne Hrvatske učinjene su bilance jalove snage kako bi se dobio uvid u mjesta trošenja i izvore pokrivanja. Na kraju je dan prijedlog o načinu, kompenzaciji i potrebnim snagama kompenzacionih uređaja.

DK 621.3.016.25

1. Uvod

Poznato je da su naponski problemi u cijeloj jugoslavenskoj mreži najteži u području Zagreba i Slavonije, pa je kompenzacija neophodna mjera koju treba što je moguće prije provesti.

Da bi se kompenzacioni uređaji mogli pravilno porazmjestiti i dimenzionirati bilo je, između ostalog, potrebno dobiti uvid u stvarna mjesta potrošnje jalove snage i izvora za njeno pokrivanje.

Zbog toga je izvršeno bilanciranje snage za dva navedena područja.

U razmatranje je uzeto po jedno pogonsko stanje jutarnjeg, večernjeg i noćnog opterećenja za karakteristične srijede u I, II, VI, X, XI i XII mjesecu 1970. Svako od tih stanja (ukupno 18) trebalo je potpuno vjerno rekonstruirati pomoću elektroničkog računala na temelju postojećih podataka o stanju opterećenja i uklopnom stanju mreža. Međutim, poteškoća je bila u tome, što su potrebni podaci registrirani i sakupljeni na različitim mjestima, a dobar dio podataka koji se upravo odnose na jalove snage, uopće se ne vodi i ne registrira.

2. Izvori podataka

Izvori podataka bili su slijedeći:

a) dispečerski dnevnici (kratica DD);
b) mjesečni izvještaji teh. sektora »Elektroprenosa« — Zagreb (kratica TI);
c) mjesečni izvještaji Udružene elektroprivrede SRH, vezani na publikaciju pod b. (kratica MIU);
d) mjesečni izvještaji »Elektre« Zagreb (kratica MIE);
e) posebni podaci dobiveni od dispečerske službe iz Maribora (za Cirkovce) i Sarajeva;
f) mjerenja u TS 110/35 kV.

Kod definiranja opterećenja trebalo je utvrditi djelatnu i jalovu komponentu u MW, odnosno MVAr. Opterećenja koja se pojavljuju svrstana su u dvije grupe: opterećenja distribucije na strani 35/30/kV pojedinih TS 110/35/30/kV i opterećenja direktnih potrošača na 110 kV.

Samo za stanice oko Zagreba mogli su se dobiti točni podaci djelatnih i jalovih opterećenja za karakteristične srijede. Za dio ostalih stanica izvršena su mjerenja tokom nekoliko dana prijenosnim registrirajućim instrumentima, a za neke se moralo pribjeći ocjeni na temelju srednjih mjesečnih faktora snage, registriranih za potrebe obračuna.

Da bi se za promatrana pogonska stanja mogao lakše odabrati odgovarajući faktor snage, statistički su grupirane izmjerene vrijednosti, kao što je to prikazano npr. za TS Zabok u tablici 1.

Posebno su grupirane vrijednosti koje su se pojavile u satima noćnog, jutarnjeg i večernjeg opterećenja, a posebno su ubilježeni i oni faktori snage koji su se pojavili u večernjim vrhovima. Iz rezultata se vidi da postoji znatno rasipanje rezultata, ali razdioba vrijednosti prilično odgovara normalnoj razdiobi prema kojoj bi se eventualno mogla vršiti statistička obrada podataka. Kod svih se stanica vidi da su najlošiji noćni, a najbolji večernji faktori snage. Nedjelje su u tome naročito povoljne. Kod utvrđivanja opterećenja u pogonskim stanjima uzimani su srednji faktori snage koji odgovaraju dotičnoj stanici i razdoblju (noć, jutro, večer) jednako kroz godinu.

U tablici 1 je oznakom X u rubrici »večernji vrh« označen srednji mjesečni faktor snage za mjesec u kojem su vršena mjerenja. Vidi se, da jutarnji faktori snage mogu biti znatno nepovoljniji od srednjih mjesečnih, dok su večernji gotovo svi iznad srednjeg. Ta konstatacija svakako upu-

Tablica 1

TS	Datum mjerenja	cos φ	0,75–0,76	0,77–0.78	0,79–0,80	0,81–0,82	0,83–0,84	0,85–0.86	0,87–0,88	0,89–0,90	0,91–0,92	0,93–0,94
110/30	radni dani	noć	4	7	8	7	4					
Zabok	7—9 V, 11—13 V.	jutro		6	12	9	9	6				
		večer				1	6	4	3	1		
	večernji vrh					1	2	2	1			
								x				
	nedjelja	noć				2	3					
		jutro						1	2	3	1	1
		večer								2	1	
	večernji vrh									1		

ćuje na oprez kod procjena koje se obavljaju na temelju srednjeg mjesečnog faktora snage.

Gledajući prema sezonama pokazalo se da su faktori snage lošiji ljeti nego zimi, što se može protumačiti odsutnošću termičkih aparata. Utješna je činjenica da porastom opterećenja zimi raste i faktor snage.

Opterećenje željezničkih EVP je najneodređenije, jer je udarnog (intermitirajućeg) karaktera, vezano na dvije faze. Zbog toga je na 110 kV u stanicama, gdje je priključena mreža, procijenjeno neko srednje opterećenje s kojim se računalo u svim slučajevima.

Na kraju treba primijetiti da se svi podaci o opterećenjima, uzeti iz bilo kojeg izvora, temelje na energiji izmjerenoj kroz 1 sat, pa su to prosječne jednosatne snage. Kod utvrđivanja momentanih prilika ovo je svakako jedan od izvora netočnosti.

Za razmjenu snaga na vodovima 110 kV Nedeljanec—Kidričevo, Nedeljanec—Mađžarska, Rakitje —Brestanica, Mraclin—Bosna, Sisak—Bosna, Podvinje—Bosna i Vinkovci—Bosna uzimani su podaci iz DD. Za procjenu opterećenja na vodovima Vinodol—Rakitje i Vinodol—Gojak služili su strujni dnevni dijagrami tih vodova iz TI, podatak o primljenoj djelatnoj snazi u HE Gojak i ukupnoj djelatnoj snazi primljenoj iz Rijeke (uključujući vod 220 kV Brinje—Mraclin), kao i evidentirani naponi (iz TI i DD). Iz navedenih podataka, uz pomoć kružnog dijagrama, utvrđena je također djelatna i jalova snaga, koja vodom 220 kV Brinje —Mraclin dolazi u TS Mraclin.

Za vodove 220 kV Mraclin—Kakanj, Mraclin—Jablanica i Mraclin—Cirkovci, evidentiraju se u Mraclinu samo djelatne snage. Na prva dva voda jalove se snage ne bilježe nigdje, a na vodu za Sloveniju u TS Cirkovci. Za daljnja razmatranja i kontrolu kod ispitivanja važan je bio podatak saldo djelatne snage ovih triju vodova 220 kV.

Vrlo su važni podaci za kontrolu jalovih snaga, podaci o naponima. Oni su uzimani iz DD i TI. Treba napomenuti da su se podaci o naponima u mreži 110 kV Slavonije pokazali vrlo nepouzdanim.

Snage koje daju elektrane vode se jedino u DD, no i tamo se ubilježuju vrijednosti na generatoru, pa treba oduzeti snagu koja odgovara vlastitom potrošku. Taj je podatak dosta nesiguran, i za svaki je pogonski slučaj procijenjen prema savjetu stručnjaka iz elektrane. Uklopno stanje mreže uzeto je prema TI i kontrolirano iz DD.

Ovaj prikaz o prikupljanju podataka ukazuje na neobično velike poteškoće na koje se nailazi prilikom svake rekonstrukcije nekog pogonskog događaja, pa bio on i sasvim normalnog statičkog karaktera.

Kad su utvrđena djelatna i jalova opterećenja pojedinih čvorova i svi elementi mreže, moglo se prići računanju pogonskih prilika. Račun je proveden na elektroničkom računalu IBM 1130 Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu.

S obzirom na čitav niz mogućih izvora netočnosti, kako se vidi iz iznijetog postupka dobivanja ulaznih podataka, trebalo je provesti neku kontrolu kojom bi se potvrdila vjerodostojnost dobivenih rezultata, naročito onih koji se odnose na jalove snage. Račun je proveden tako da je na sabirnicama 220 kV u TV Mraclin pretpostavljena regulaciona elektrana čija snaga, u stvarnosti, odgovara saldu snaga vodova 220 kV prema Bosni i Sloveniji. Kako je već rečeno, saldo djelatnih snaga je bio poznat, ali ne i jalovih. Prema tome je pretpostavljeno da račun odgovara stvarnosti, tj. da je rekonstrukcija pogonskog stanja u redu:

a) ako su naponi u vodovima 110 kV slični onima koji su stvarno evidentirani;
b) ako je saldo djelatnih snaga regulacione elektrane približno jednak stvarnom saldu prema DD.

Kod ispitivanja se nastojalo da naponi na 110 kV i 220 kV u Mraclinu, odnosno Đakovu, što više odgovaraju stvarno evidentiranim, a u drugim točkama mreže da razlika bude što manja. Ovaj je moment upravo ovdje vrlo osjetljiv, jer se radi o jalovim snagama koje bitno utječu na napone.

3. Bilanca jalovih snaga

3.1. Područje Zagreb

Konačni cilj rekonstrukcija pogonskih stanja bio je taj, da se odrede mjesta i količine potrošnje jalovih snaga prema sezoni i dobi dana, što je već u uvodu iznijeto.

Bilanca za područje Zagreba dana je u tablici 2. Najprije su unesene djelatne i jalove snage distribucije s odgovarajućim faktorom snage.

Jutarnji faktor snaga varira od 0,85 do 0,88, a večernji od 0,88 do 0,90 s laganom tendencijom pogoršanja u ljetnim mjesecima. Drugim riječima to znači da distribucija uzima ujutro 54—62% jalove snage od djelatne, a uvečer 48—54%. Interesantno je spomenuti da je razrada perspektivne mreže Jugoslavije temeljena na 31% jalove snage od djelatne. U noćnim satima faktori snage su nešto lošiji, no to ne pravi poteškoće zbog i onako niskih opterećenja.

Potrošak jalove snage transformatora dan je posebno za mrežne transformatore 110 i 220 kV, a posebno za blok transformatore elektrana. Potrošak je, nadalje, podijeljen na jalovu snagu praznog hoda i jalovu snagu opterećenja. Od transformatora 220 kV u račun su uzeti samo transformatori u TS Mraclin. Vidi se, da su glavni konzumenti jalove snage u mreži upravo transformatori.

Vodovi 110 kV su i kod vrhova opterećenja prilično iskompenzirani i traže minimalne količine jalove snage. U dosta pogonskih stanja daju jalovu snagu u mrežu.

Od vodova 220 kV promatran je samo vod Brinje—Mraclin. To je vod prijenosnog karaktera, pa se ne može obuhvatiti u istoj grupi kao vodovi mreže 110 kV.

U tablici su u posebnoj rubrici dani djelatni i jalovi gubici mreže i na kraju ukupno opterećenje zagrebačkog područja s odgovarajućim faktorom snage. Utjecaj mreže je takav da su svi

Bilanca snaga za zagrebačko područje

za 6 karakterističnih srijeda 1970. god.

Tablica 2

	Srijeda	21. I 1970.			18. II 1970.			17. VI 1970.			21. X 1970.			18. XI 1980.			16. XII 1970.		
	Sati	12h	20h	24h	12h	20h	24h	12h	20h	24h	12h	20h	24h	3h	8h	19h	3h	8h	20h
	Br. isp.	2	3	4	6	8	9	11	12	14	15	17	18	19	21	23	24	28	29
Konzum u TS 110/35 kV	MW	342	377	232	332	383	227	296	299	223	307	404	212	206	345	416	190	374	422
na 35 kV	MVAr	206	180	128	176	183	139	181	165	138	180	201	126	105	206	209	132	213	202
	cos φ	0,86	0,90	0,87	0,88	0,88	0,85	0,85	0,88	0,85	0,86	0,89	0,86	0,89	0,86	0,89	0,82	0,87	0,88
Mrežni trafo 110/35 kV																			
neopterećen	MVAr	13	13	11	12	13	12	12	12	12	10	10	10	12	13	13	12	13	13
opterećen	MVAr	42	41	15	39	46	13	28	22	12	30	50	11	9	39	46	10	36	41
U k u p n o	MVAr	55	54	26	51	59	25	40	34	24	40	60	21	21	52	59	22	49	54
Blok trafo 110 kV																			
neopterećeni	MVAr	3	3	2	3	3	2	3	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	3
opterećeni	MVAr	9	10	8	12	12	7	2	2	1	8	10	8	11	23	27	9	13	20
U k u p n o	MVAr	12	13	10	15	15	9	5	5	3	12	14	12	14	27	31	12	16	23
Transformatori 220/110 kV																			
neopterećeni	MVAr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
opterećeni	MVAr	25	21	13	18	26	10	19	13	8	6	16	9	3	7	15	4	12	14
U k u p n o	MVAr	26	26	14	19	27	11	20	14	9	7	17	10	4	8	16	5	13	15
Vodovi 110 kV																			
neopterećeni	MVAr	—20	—22	—22	—17	—17	—23	—20	—22	—24	—23	—22	—26	—26	—21	—20	—23	—22	—23
opterećeni	MVAr	28	23	23	27	22	15	14	10	6	8	14	7	13	24	21	11	18	24
U k u p n o	MVAr	1	1	1	10	5	— 8	— 6	—12	—18	—15	— 8	—15	—13	3	1	—12	— 4	1
Vod 220 kV Br.—Mrc.																			
neopterećen	MVAr	—20	—21	—22	—16	—18	—21	—19	—21	—22	—22	—22	—22	—22	—19	—20	—21	—20	—21
opterećen	MVAr	23	23	12	10	19	12	11	7	2	4	7	4	10	1	10	8	2	3
U k u p n o	MVAr	3	2	—10	— 6	1	— 9	— 8	—14	—20	—18	—15	—18	—12	—18	—10	—13	—18	—18
Mreža 110 kV i 220 kV																			
Gubici ukupno	MW	14	12	9	10	11	7	7	5	3	3	6	3	4	8	11	4	6	8
	MVAr	104	96	41	89	107	28	51	29	— 2	26	68	10	13	72	97	13	54	75
U k u p n a POTROŠNJA																			
Konzum + mreža	MW	355	389	241	342	394	234	303	304	226	309	410	215	210	353	427	194	380	430
	MVAr	310	276	169	265	290	167	232	194	136	206	269	136	118	278	306	145	267	277
	cos φ	0,76	0,82	0,82	0,79	0,80	0,81	0,80	0,84	0,86	0,83	0,83	0,84	0,83	0,79	0,82	0,80	0,82	0,84
Pokriće elektrane																			
bez vl. potrošnje {	MW	80	82	74	101	105	78	13	28	13	99	135	66	182	264	288	157	214	241
	MVAr	60	73	59	65	63	76	39	31	27	136	131	51	114	165	174	88	116	155
Kompenzator	MW	48	48	20	39	39	20	40	40	12	15	20	10	—	—	—	—	26	25
Uvoz 110 kV + Brinje {	MW	209	240	121	172	203	126	222	199	124	151	190	68	—25	1	85	—29	61	87
(mjereno u Brinju) {	MVAr	120	113	23	55	102	8	46	52	39	41	15	34	— 4	21	25	— 1	44	27
Uvoz 220 kV {	MVAr	66	67	46	69	86	30	79	77	89	60	85	81	53	88	54	66	105	102
M r a c l i n {	MVAr	82	42	67	106	86	63	107	71	58	14	103	41	8	92	107	45	81	70

faktori snage područja lošiji od distributivnih, ali tako da je pogoršanje u noći (zbog slabog opterećenja mreže) malo, a ujutro i navečer osjetljivo veće, pa su faktori snaga prilično izjednačeni. Ako odbacimo dvije ekstremne vrijednosti (cos φ 0,76, 21. I 12 sati i cos φ 0,86, 17. VI 24 sata) faktori snage se u svim lučajevima kreću između 0,79 i 0,84 (66—78%).

U najdonjem dijelu tablice nalazi se pregled pokrića potrebne djelatne i jalove snage. Pod »Uvoz 110 kV+Brinje« obuhvaćen je saldo snaga koje dolaze iz susjednih područja preko vodova 110 kV i snaga koja ulazi u vod 220 kV prema Mraclinu u RS Brinje, dok je pod »Uvoz 220 kV Mraclin« saldo snaga koje ulaze u transformaciju TS Mraclin iz oba voda 220 kV iz Bosne i voda 220 kV iz Cirkovca. Kako je već spomenuto, jalove se snage iz ovih vodova ne registriraju u TS Mraclin, ali iz podataka dobivenih iz Slovenije proizlazi da je tok jalovih snaga po vodu za Cirkovce minimalan, pa prema tome iz BiH dolazi po prilici ona jalova snaga koja se pojavila prilikom ispitivanja u saldu regulacione elektrane u TS Mraclin.

Kao rezime bilance dani su postoci ukupnog potroška jalove snage za najopterećenije mjesece I, II, XI i XII 1970. godine, bez prijenosnog voda 220 kV Brinje—Mraclin (tablica 3).

Između prva dva i posljednja dva mjeseca u godini najviše se zapaža razlika postotnog udjela jalovih snaga koje troše blok transformatori i transformatori 220/110 kV. Ta razlika dolazi odatle, što je krajem godine ušla u pogon TE Sisak. Budući da je time udio jalovih gubitaka u mreži 110 kV manji, prosječni udio jalove snage distribucije se povećava (sve računom bez utjecaja voda 220 kV iz Brinja).

Na sličan je način interesantno pogledati pokriće potrebne jalove snage u postocima (tabl. 4).

Naravno da je u pokrivanju jalove snage TE Sisak preuzela vidan udio, no i s time proizvodnja jalove snage u samom području ne prelazi u promatranim slučajevima 58% ukupno potrebne jalove snage. Radom TE Sisak naponi se povećavaju što ima za posljedicu znatno manji dotok jalove snage vodovima 110 kV iz pojedinih područja. Ta je pojava uslijedila i na vodu 220 kV iz Brinja, dok je priliv jalove snage iz Bosne, vodovima 220 kV ostao po prilici jednak.

3.2. Područje Slavonije

Za pogonske prilike u Slavoniji izrađena je tablica 5 slična tablici 2. I ovdje su najpovoljniji faktori snage distribucije uvečer, a najslabiji u noći. Oni se kreću ujutru od 0,87—0,89, uvečer 0,90—0,91, a u noći 0,85—0,89. Potrebe mreže znatno kvare faktor snage. Zbog malih jalovih gubitaka kod niskog noćnog opterećenja ispada da je faktor snage Slavonije u cjelini najbolji u noći. Gledajući ovako cijelo područje, faktori snage se kreću: ujutro 0,76—0,80, uvečer 0,80—0,81 i u noći od 0,80—0,84. Treba primijetiti da kompenzator u Đakovu nije radio ni u jednom od promatranih pogonskih stanja. Ako i ovdje učinimo pregled potroška jalove snage u postocima dobijemo iznose navedene u tablici 6.

U II mjesecu uvečer udio jalove snage distribucije naročito je malen, jer su naponi na 110 kV bili niski, pa su posljedica toga bili naročito veliki jalovi gubici mreže. Naročito loš faktor snage je na vodu 220 kV Tuzla—Đakovo. To dolazi odatle što vodovi 110 kV Brod—Doboj i Vinkovci—Brčko daju djelatnu, a uzimaju jalovu snagu. Time se

Tablica 3

		I		II		XI		XII	
		jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer
Distribucija	%	67,1	65,7	65,0	63,6	69,6	66,2	74,3	68,6
Mrežni trafo. 110/35/30 kV	%	18,0	19,7	18,8	20,3	17,6	18,6	17,0	18,3
Mrežni trafo. 220/110 kV	%	8,4	9,6	7,0	9,2	2,7	5,1	4,5	5,0
Blok trafo. 110 kV	%	3,9	4,7	5,5	5,2	9,1	9,8	5,6	7,8
Vodovi 110 kV	%	2,6	0,3	3,7	1,7	1,0	0,3	—1,4	0,3
		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tablica 4

		I		II		XI		XII	
		jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer
Elektrane područja	%	19	27	22	21	56	55	39	50
Kompenzator	%	15	18	13	13	Ø	Ø	9	8
Saldo na 110 kV	%	20	15	14	18	6	Ø	8	6
220 kV iz Brinja	%	21	25	15	19	7	12	17	13
Saldo iz Bosne i Slovenije	%	25	15	36	29	31	33	27	23
Ukupno	%	100	100	100	100	100	100	100	100
Ukupno	MVAr	322	271	297	295	295	318	295	311

Bilanca snaga za područje Slavonije

za 6 karakterističnih srijeda 1970. god.

Tablica 5

	Srijeda	21. I 1970.			18. II 1970.			17. VI 1970.			21. X 1970.			18. XI 1970.			16. XII 1970.		
	Sati	12h	20h	24h	12h	20h	24h	12h	20h	24h	12h	20h	24h	3h	8h	19h	3h	8h	20h
	Br. isp.	46	47	49	50	51	53	55	57	58	60	62	63	64	66	67	68	70	72
Konzum u TS 110/35 kV	MW	92,6	112,0	56,7	95,5	121,5	59,4	100,1	104,3	53,3	110,1	126,7	58,1	45,2	104,8	128,9	52,7	113,0	128,0
na 35 kV	MVAr	48,5	48,8	25,9	51,8	56,9	35,0	57,6	49,6	31,9	59,4	52,1	33,0	28,0	57,6	64,2	29,6	59,0	58,6
	cos φ	0,88	0,91	0,91	0,88	0,91	0,86	0,87	0,90	0,86	0,88	0,92	0,87	0,85	0,88	0,90	0,87	0,81	0,91
Mrežni trafo 110/35 kV																			
neopterećen	MVAr	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
opterećen	MVAr	9,7	13,5	3,0	10,9	25,9	3,1	12,2	15,5	3,1	12,2	15,5	3,1	2,0	10,6	15,3	2,6	12,7	16,0
Ukupno	MVAr	12,7	16,5	6,0	13,9	28,9	6,1	15,2	18,5	6,1	15,2	18,5	6,1	5,0	13,6	18,3	5,6	15,7	19,0
Transformatori 220/110 kV																			
opterećen	MVAr	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
neopterećen	MVAr	8,2	10,6	1,2	11,7	24,0	2,4	12,8	10,8	2,1	9,8	14,0	2,2	1,2	9,7	10,6	1,6	11,1	18,3
Ukupno	MVAr	8,7	11,1	1,7	12,2	24,5	2,9	13,3	11,3	2,6	10,3	14,5	2,7	1,7	10,2	11,1	2,1	11,6	18,8
Vodovi 110 kV																			
opterećeni	MVAr	— 2,8	— 2,8	— 3,2	— 2,7	— 2,0	— 2,9	— 4,1	— 4,2	— 4,2	— 4,2	— 4,1	— 4,3	— 4,4	— 4,3	— 4,2	— 4,3	— 4,2	— 4,1
neopterećeni	MVAr	6,3	7,4	1,6	7,8	17,4	2,3	4,8	4,7	1,3	4,4	6,1	1,4	0,7	4,4	6,6	1,0	5,2	7,2
Ukupno	MVAr	3,5	4,6	1,6	5,1	15,4	0,6	0,7	0,5	— 2,9	0,2	2,0	— 2,9	— 3,7	0,1	2,4	— 3,3	1,0	3,1
Mreža 110 kV																			
Gubici ukupno	MW	2,1	2,4	0,5	2,6	5,7	0,7	1,5	1,5	0,4	1,4	1,9	0,5	0,2	1,4	2,1	0,3	1,5	2,3
	MVAr	24,9	32,2	6,1	31,2	68,8	9,6	29,2	30,3	5,8	25,3	35,0	5,9	3,0	23,7	31,8	4,4	28,3	40,9
Ukupno POTROŠNJA																			
Konzum + mreža	MW	94,7	112,4	57,2	98,1	127,2	60,1	101,6	105,8	53,7	111,5	128,6	58,6	45,4	106,2	131,0	53,0	114,5	130,3
	MVAr	73,4	81,0	36,7	83,0	125,7	44,6	86,8	79,9	37,7	84,7	87,1	38,9	31,0	81,3	96,0	34,0	87,3	99,5
	cos φ	0,79	0,81	0,84	0,77	0,71	0,80	0,76	0,80	0,82	0,80	0,83	0,83	0,83	0,79	0,81	0,84	0,80	0,80
Pokriće elektrane	MW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MVAr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kompenzator	MVAr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uvoz 110 kV (Doboj, Brčko)	MW	28,6	41,8	25,8	33,7	46,6	29,6	19,2	33,5	19,5	41,7	36,5	19,9	15,7	40,0	41,0	24,5	43,0	40,0
	MVAr	— 1,0	0,5	4,0	—10,0	— 3,0	— 7,0	— 2,0	—10,0	— 7,0	— 1,0	— 2,0	— 4,0	— 0,5	— 9,0	—12,0	— 6,0	— 7,0	—16,0
Uvoz 220 kV vod Đakovo — Tuzla	MW	66,1	72,6	31,4	64,4	80,6	30,5	82,4	72,3	34,2	69,8	92,1	37,7	29,7	66,2	90,0	28,5	71,5	90,3
	MVAr	74,4	80,5	28,0	93,0	128,7	51,6	88,8	89,9	44,7	85,7	89,1	42,9	31.5	90,3	108,0	40,0	94.3	15.5
	cos φ	0,66	0,67	0,75	0,57	0,53	0,51	0,68	0,63	0,60	0,64	0,76	0,67	0,69	0,59	0,64	0,58	0,60	0,62

Tablica 6

		I		II		XI		XII	
		jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer
Distribucija	%	66,4	60,2	62,4	45,1	70,6	67,0	67,5	58,9
Mrežni trafo. 110/35 kV	%	17,2	20,4	16,8	23,0	16,7	19,0	18,0	19,1
Mrežni trafo. 220/110 kV	%	11,6	13,7	14,7	19,5	12,5	11,5	13,3	18,9
Vodovi 110 kV	%	4,8	5,7	6,1	12,4	0,1	2,5	1,2	3,1
		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100.0

u stvari dio jalove snage potrebne za periferne stanice 110/35 kV u BiH prenosi tim vodom preko slavonske mreže 110 kV. Ujutro i uvečer u najopterećenijim mjesecima Slavonija dobiva putem vodova 110 kV 30 do 37% potrebne djelatne snage, dok ti vodovi istovremeno uzimaju do 11% jalove snage koja se dobavlja vodom 220 kV.

4. Naponske prilike

4.1. Zagrebačko područje

Naponske prilike u zagrebačkom području ovise prvenstveno o opterećenju vodova prema Bosni i naponskom nivou centralnog dijela jugoslavenske mreže.

Budući da se, kako je već prije rečeno, ne evidentiraju tokovi jalovih snaga na vodovima iz Bosne i na vodu 220 kV iz Slovenije, pokušalo se da se rekonstruiraju za najopterećenije zimske mjesece (I, II, XI i XII). Rekonstruirani su na temelju prilika u vodu 220 kV Mraclin—Cirkovci, mjereno u Cirkovcima, a na vodovima 220 kV prema Bosni, na temelju evidentiranih napona u RS Jablanica i TS Kakanj, dobivenih u Sarajevu. Analizom ovih podataka može se konstatirati slijedeće:

a) tok jalovih snaga vodom 220 kV prema Sloveniji bio je minimalan, većinom se kretao oko nule.
b) tok jalovih snaga vodovima 220 kV iz Bosne nije se bitno promijenio niti nakon stavljanja u pogon TE Sisak, u XI i XII mjesecu, što se vidi iz tablice 7.
c) budući da su se ukupne jalove snage za područje Zagreba kretale oko 300 MVAr, na početku i na kraju godine, Bosna daje podjednako, a TE Sisak 80—100 MVAr na pragu, postavlja se pitanje odakle je u XI i XII mjesecu smanjena dobava jalove snage? Iz tablice 2 se vidi da kompenzator u Mraclinu nije radio u XI mjesecu, a u XII samo s pola snage. Najosjetljivija je razlika na izmjeni jalove snage na vodovima 110 kV, naročito na onima prema Sloveniji. Saldo izmjene na 110 kV i napajanje iz Brinja uvijek su bili pozitivni za zagrebački sistem (sistem je prima). Snage što ih je pimalo zagrebačko područje iznosile su kako slijedi iz tablice 8 (mjereno u čvorovima područja Zagreb).

Promjena naponskih prilika u području Zagreba mnogo ovisi o prilikama u susjednim područjima. Promjena napona u području prvenstveno utječe na promjenu toka jalove snage iz Slovenije i Rijeke, a manje iz Bosne preko vodova 220 kV.

4.2. Slavonija

Naponski problem u mreži Slavonije nešto je jednostavniji nego u zagrebačkom području. Slavonija nema elektrane, pa na ukupni faktor snage područja, osim konzuma, može utjecati samo još rad kompenzatora i razmjena jalove snage preko vodova 110 kV Brod—Doboj i Vinkovci—Brčko. Kolike se snage prenose vodovima 110 kV prema Bosni, prikazano je u prethodnoj točki. Opterećenje voda 220 kV prema Tuzli ima doduše vrlo loš faktor snage, ali su djelatna opterećenja prilično niska. Za naponske prilike u Slavoniji osnovno je pitanje da li je u pogonu TE Tuzla s velikim agregatom ili nije. Budući da je dužina voda Đakovo —Tuzla 91,6 km, a ako se prijenos vrši iz Kaknja, prijenosna se daljina povećava još za 71,2 km. Naravno, ako naponi mreže u centru Bosne nisu visoki, kao što je bio slučaj 18. II. 1970., napon u Slavoniji je vrlo nizak. Tada je naime TS Kakanj imala u 12 sati 220 kV, u 20 sati 218 kV dok su u TS Đakovo naponi iznosili 186 kV odnosno 184 kV. Vod 220 kV prema Đakovu bio je opterećen sa 64 MW, $\cos\varphi$ 0,57 i 81 MW, $\cos\varphi$ 0,53 (mjeren u Đakovu).

Ovdje treba primijetiti da bi u opisanom slučaju kompenzator sigurno osjetno pomogao popravku napona, ali treba računati i s time da bi se povećalo otijecanje jalove snage u spojne vo-

Tablica 7

Mjesec	Jutro				Večer			
	I	II	XI	XII	I	II	XI	XII
Jalove snage iz BiH, MVAr	95	79	86	62	47	76	85	41

Tablica 8

	I		II		XI		XII	
	jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer	jutro	večer
iz 110 kV MVAr	65	40	42	52	18	Ø	22	19
iz 220 kV Brinje	67	68	45	55	20	37	50	42
Ukupno MVAr	132	108	87	107	38	37	72	61

dove 110 kV (koje je iznosilo 10 MVAr, odnosno uvečer 3 MVAr) prema Bosni. Drugi vod 220 kV Kakanj—Zenica—Tuzla—Đakovo znatno će popraviti ove poteškoće.

5. Načelna podjela kompenzacije između prijenosne i distributivne mreže

Na temelju dosadašnjih podataka i razmatranja može se za zagrebačko i slavonsko područje postaviti osnovna koncepcija kompenzacije jalove snage i podjela na prijenosnu i distributivnu mrežu.

Iz prethodnih točaka se vidi koliki dio od ukupno potrebne jalove snage, u jutarnjem i večernjem vrhu, otpada na distributivnu, a koliki na prijenosnu mrežu. Za 6 analiziranih dana dobiveno je da distributivna mreža uzima:

Zagreb, jutro 65 . . . 70%
večer 64 . . . 67%

Slavonija, jutro 63 . . . 70%
večer 60 . . . 67%

Dok naprotiv od djelatne snage koja ulazi u sistem, distribucija uzima u vrhovima opterećenja 97,0—97,5%. Ostatak do 100% otpada na prijenosna postrojenja. Taj dio jalove snage moraju prvenstveno pokrivati elektrane u okviru svojih mogućnosti, a zatim kondenzatorske baterije montirane u TS 110/35 kV. Kako su te baterije ugrađene na strani 35 kV, logično je da pokrivaju i dio jalovih gubitaka u toj mreži. Koji je taj dio može se zaključiti iz slijedećeg razmatranja.

Općenito kod prijenosa neke djelatne snage (kod 35 kV su one u najviše slučajeva veće od prirodne) najekonomičnije je, na kraju voda uzimati samo toliko jalove snage koliko bi dao doknadni kondenzator Pi sheme. Jalove gubitke treba pokriti iz izvora na početku voda. Kako su u pitanju opterećenja i dužine voda, što je od slučaja do slučaja različito, treba računati s nekim prosjekom. U regiji Zagreb većinom se radi o vodovima 35 kV dužine 20 . . . 25 km, koji su na početku opterećeni oko 5 MW. Prema tome bi potrošači (TS 35/10 kV) mogli u ovom slučaju uzimati do $0{,}125 \times 0{,}37 = 0{,}05$ MVAr, što praktički nije ništa.

Sabirnice 35 kV, stanice 110/35, trebale bi davati jalovu snagu za pokrivanje jalovih gubitaka u vodovima 35 kV, a k tome još i onu snagu koja izaziva tolike gubitke u vodovima 35 kV kolika je razlika specifičnih godišnjih investicionih troškova kondenzatora smještenih u TS 110/35 kV i TS 35/10 kV. Prema nekim prijašnjim razmatranjima razlika u cijeni iznosi oko 10%, čemu prema provedenim računima odgovaraju gubici od 2,5 kW/MVAr. Za prosječne dužine vodova za opterećenje od 5 MW, jalovi bi gubici iznosili oko 0,13 MVAr. Jalova snaga koja bi izazvala povećane gubitke za 2,5 kW/MVAr iznosi oko 0,9 MVAr, što ukupno daje oko 1,0 MVAr ili 20% tj. $\mathrm{tg}\,\varphi = 0{,}2$ ili $\cos\varphi = 0{,}98$. Time dolazimo do faktora snage distrifbucije koja se često u literaturi susreće (Francuzi, Švedani). Kod nas se međutim danas plaća samo ona jalova energija koja prelazi srednju mjesečnu vrijednost faktora snage 0,90 ($\mathrm{tg}\varphi = 0{,}48$). Budući da je srednja mjesečna vrijednost mjerodavna za obračun, pita se kako se ona odnosi prema stvarnim vrijednostima u vrhovima opterećenja, kad redovno dolazi do naponskih poteškoća.

Prema analizama za pojedine stanice proizlazi da se faktori snage u jutarnjem i večernjem vrhu

Tablica 9

	Zagreb		Slavonija	
jutro	cos φ 0,85 . . . 0,87,	tg φ 0,62—0,57	cos φ 0,87 . . . 0,88,	tg φ 0,57—0,54
večer	cos φ 0,88 . . . 0,90,	tg φ 0,54—0,48	cos φ 0,91 . . . 0,92,	tg φ 0,46—0,43
sred. g.	cos φ 0,871,	tg φ 0,570	cos φ 0,897,	tg φ 0,492

Tablica 10

	Zagreb		Slavonija	
jutro	cos φ 0,76 . . . 0,83,	tg φ 0,86—0,67	cos φ 0,76 . . . 0,80,	tg φ 0,86—0,75
večer	cos φ 0,80 . . . 0,84,	tg φ 0,75—0,65	cos φ 0,80 . . . 0,81,	tg φ 0,75—0,72

kreću u nekom određenom rasponu. Za planiranje izvora jalove snage treba svakako odabrati lošije prilike, ako nisu suviše rijetke.

Pokazalo se da u jutarnjem vrhu treba računati s jalovim snagama koje su za 20% veće od onih koje bi se dobile na temelju srednjeg mjesečnog faktora snage. Srednja mjesečna vrijednost odgovara donjoj granici vrijednosti stvarnog faktora snage u večernjem vrhu i može se uzeti kao veličina za planiranje večernjeg vrha.

Ako je neka TS 110/35 imala srednji mjesečni $\cos\varphi = 0{,}90$ to znači da su ujutro vrijednosti padale do 0,827, a uvečer većinom iznad 0,90.

Cijelo dosadašnje razmatranje temeljilo se na pretpostavci zdravog pogona. No, u slučaju ispada i preopterećenja pojedinih vodova, naročito prijenosnih, potražnja jalove snage znatno poraste. Za takve je slučajeve potrebna neka rezerva u izvorima jalove snage, prvenstveno zato da ne dođe do naponskih poteškoća. U prijenosnoj mreži ona bi mogla iznositi oko 15%.

Budući da danas ni na jednom naponskom nivou nemamo kondenzatore, današnje potrebe jalove snage i odgovarajući faktori snage mogli bi se nazvati »prirodnim«, jer ih takve diktira konzum i mreža. Prema već iznesenim podacima za promatrana područja, za distributivnu mrežu, dani su u tablici 9.

Računajući cijeli sistem, dakle uključivši i mrežu 110 kV, dobiju se »prirodni« faktori snage, prikazani u tablici 10.

Prema iznesenim podacima i pretpostavci da se »prirodni« faktor snage područja neće bitno mijenjati i u budućnosti, prijenosno proizvodna poduzeća bi morala osigurati izvore jalove snage u određenom odnosu djelatne snage večernjeg vrha P_{max}. Večernji je vrh uzet zato, jer je on u području Zagreba i Slavonije do 15% veći od jutarnjeg (tablica 11).

Tablica 11

	Zagreb	Slavonija
Ukupno potrebna jalova snaga od P_{max}	0,75	0,75
od toga za prijenosnu mrežu	0,36	0,40
udio za distribuciju	0,20	0,20
rezerva za kvarove	0,15	0,15

Prema tome je ukupno potrebna jalova snaga:

a) Zagreb P_{max} 0,75 $(0{,}36+0{,}20+0{,}15)=0{,}54\ P_{max}$
b) Slavonija P_{max} 0,75 $(0{,}40+0{,}20+0{,}15)=0{,}56\ P_{max}$

6. Potrebe jalove snage u blizoj budućnosti

Ako se izvedeni odnos primjeni na očekivano opterećenje (L 8) u 1973. i 1977. godini, mogu se utvrditi potrebni izvori jalove snage za prijenosnu i distributivnu mrežu:

6.1. Područje Zagreb

1973. $P_{max}=607$ MW $Q_p=320$ MVAr
(potrebe prijenosne mreže)

1977. $P_{max}=812$ MW $Q_p=440$ MVAr
(potrebe prijenosne mreže)

Iznos Q_p može se u 1973. i 1977. pokriti iz elektrana i kompenzatora kako slijedi:

Tablica 12

	1971.	1977.
kompenzator	50 MVAr	50 MVAr
TE Sisak	130 ,,	130 ,,
TO Zagreb	48 ,,	48 ,,
HE Gojak	45 ,,	45 ,,
HE Varaždin	—	48 ,,
TE Jertovac	40 ,,	40 ,,
TS Sisak II	—	130 ,,
TO Zagreb II	—	75 ,,
Ukupno	313 MVAr	566 MVAr

	1973.	1977.
Potrebe Q_p	—320 MVAr	—440 MVAr
Mogućnosti bez kond.	313 ,,	566 ,,
Razlika	— 7 MVAr	+126 MVAr

Ova razlika, međutim, nije realna, jer se temelji na punom radu sviju raspoloživih elektrana područja, a s time se ne može i ne smije računati.

Kod nas je uobičajeno da se kao jedan od uvjeta rada mreže pretpostavi ispad najvećeg agregata i jednog voda. S time treba u najmanju ruku računati i ovdje. Za povećane potrebe jalove snage npr., kao posljedica ispada voda, uračunata je rezerva od 15%, ali treba dodati ispad najvećeg agregata, a to je 130 MVAr iz TE Sisak.

Prema tome bi u mrežu prijenosa trebalo ugraditi do 1973. 137 MVAr kondenzatorskih baterija, što bi dostajalo i 1977., ako se izgrade predviđene elektrane.

U ovom računu nije uzet *nikakav uvoz jalove snage iz susjednih područja* premda se danas preko vodova 220 kV uzima 100 . . . 150 MVAr, što ima za posljedicu loše napone. Na opseg ugradnje novih kompenzacionih uređaja bitno će utjecati dinamika izgradnje novih agregata i prijenosnih vodova 220 kV i 380 kV. S gledišta ekonomičnosti mogla bi TS Mraclin uzimati pola jalove snage koju daju priključni vodovi 220 kV. Kod vodova koji danas postoje to bi iznosilo oko 45 MVAr. Uvjet je naravno da vodovi nisu suviše opterećeni i da nema naponskih poteškoća. Kod mreže 380 kV uvjeti kompenzacije su posve specifični i ovdje se neće razmatrati.

Uzme li se u račun pomoć iz mreže 220 kV, trebalo bi ugraditi samo 95 MVAr baterija.

Sve što je rečeno o kompenzaciji u mreži prijenosa vrijedi pod uvjetom da distribucija kompenzira svoj dio. Prema prije izloženim postavkama u distributivnu mrežu bi trebalo ugraditi slijedeću snagu kondenzatora.

$Q_d=0{,}75\cdot 0{,}44\cdot P_{max}$ MVAr
do 1973. $Q_d=200$ MVAr
do 1977. $Q_d=270$ MVAr

U distributivnoj mreži, kod utvrđivanja potrebnih izvora jalove snage, nije se računalo s rezervom za slučaj kvara, jer je povećana jalova snaga u vodovima 35 kV i 10 kV srazmjerno mala prema potrebama sistema u cjelini, pa on može pokriti nastalo povećanje iz rezervi mreže 110 kV, koja kao elastične izvore ima elektrane.

Iz iznesenog pregleda proizlazi da je situacija u 1973. godini, odnosno do izgradnje novih izvora u području Zagreba, vrlo kritična i traži ugradnju znatnih izvora jalove snage. Dok si prijenosna mreža još može u krajnjem slučaju pomoći iz mreža viših napona, odnosna u kritičnim situacijama znatnim sniženjem napona, distribucija može to učiniti samo na račun mreže 110 kV. Visoki faktor snage distributivnih mreža osnovni je uvjet dobrih naponskih prilika.

Područje Slavonije

Analogno kao za područje Zagreba mogu se dobiti potrebni izvori jalove snage za Slavoniju.

1973. $P_{max} = 180$ MW, $Q_p = 100$ MVAr
1977. $P_{max} = 240$ MW, $Q_p = 104$ MVAr

U Slavoniji za sada nema izgleda da se izgradi neka značajnija elektrana, pa ostaje kompenzator kao jedini izvor jalove snage:

U stvari, s obzirom na mogućnosti ispada kompenzatora, što odgovara ispadu elektrane, trebalo bi imati u kondenzatorima toliko snage da se mogu pokriti potrebe, pa bi dobiveni Q_p bio mjerodavan za kompenzaciju. O pomoći iz mreže 220 kV

Tablica 13

	1973.	1977.
Potrebe Q_p	—100 MVAr	—134 MVAr
kompenzator	50 „	50 „
Razlika	— 50 MVAr	— 84 MVAr

i 380 kV vrijedi u principu isto što je rečeno kod područja Zagreb. No u slučaju Slavonije treba za 1973. spomenuti i to da će kod uvjeta ispada elektrane (kompenzatora) i jednog voda, preostali vod biti opterećen iznad prirodne snage, pa zbog napona ne dolazi u obzir još i dobava jalove snage. To također ukazuje na to da bi trebalo ugraditi snagu Q_p.

U distributivnu bi mrežu trebalo ugraditi snagu kondenzatora

$$Q_d = 0{,}75 \cdot 0{,}40 \cdot P_{max}$$

za 1973. 54 MVAr za 1977. 72 MVAr.

I ovdje treba ponovno naglasiti da je važnije forsirati kompenzaciju navedene snage u distributivnoj mreži, nego u prijenosnoj, iz razloga koji su istaknuti već kod područja Zagreb.

Literatura:

B. Markovčić: *Problem jalove snage i njena kompenzacija u mreži Hrvatske,* Institut za elektroprivredu, Zagreb. I dio 1971, II dio 1972.

Naslov pisca: Boris Markovčić, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, Zagreb

GRADSKE DISTRIBUTIVNE TRANSFORMATORSKE STANICE 6-10/0,4 kV U NEKIM EVROPSKIM ZEMLJAMA

Branko Damjanović, Rijeka

DK 621.311.42

1. Uvod

Dinamičan razvoj gradova prije, a naročito nakon Drugog svjetskog rata, zahtijevao je vrlo velika investiciona ulaganja u izgradnju nove i za rekonstrukciju postojeće električne distributivne mreže srednjeg[1] i niskog napona (uključujući i odgovarajuće transformatorske stanice). Na osnovi detaljnije analize troškova izgradnje dobiveni rezultati su pokazali da su ulaganja u distributivna postrojenja vrlo velika i da iznose skoro polovinu svih sredstava utrošenih za elektrifikaciju, od čega veliki dio otpada na distributivne transformatorske stanice.

S druge strane, vrlo skupa elektrooprema, a često puta i nemogućnost da se dobije povoljna lokacija za izgradnju odgovarajuće stanice u blizini potrošača, uvjetovala je da su ekonomisti, energetičari i projektanti distributivnih poduzeća morali usmjeriti svoje napore k pojednostavljenju stanica, uklanjajući iz njih sve ono što su smatrali da nije neophodno za njihovo normalno funkcioniranje. Ovo se moglo postići tek onda, kada su se odbacile starije koncepcije izvedbe, i usvojila nova, smijelija načela razvoda i napajanja potrošača električnom energijom.

Putem pojednostavljenja i pojeftinjenja izgradnje distributivnih stanica krenula su prije dvadeset i više godina mnoga distributivna poduzeća u najnaprednijim Evropskim zemljama i pronašla vrlo originalna rješenja ostvarivši na taj način ne samo preglednu, jednostavnu, jeftinu i brzu izvedbu, nego su tom izvedbom udovoljili sigurnosnim propisima zaštite osoblja od slučajnog dodira dijelova pod naponom, a postrojenja od opasnih kvarova. Osim toga su upotrebom jednostavne i ekonomične opreme toliko izmijenili i smanjili vanjske dimenzije transformatorskih stanica, da su se one bez bojazni mogle locirati i izgraditi čak i tamo gdje urbanističkim planom nisu bile predviđene, i za koje se nikada ne bi dobila dozvola za građenje da su se morale izvesti u obliku i u veličini klasičnog, zidanog tipa.

2. Pojednostavljenje transformatorskih stanica

Dužim praćenjem kretanja opterećenja potrošača široke potrošnje konstatiralo se, da se mogu dobiti bolja ekonomska i tehnička rješenja samo ako veće transformatorske stanice s većim jedinicama, koje su se gradile na klasičan način u obliku zidane zgrade, ustupe mjesto većem broju manjih, odnosno dvije ili više stanica manjeg kapaciteta zamijene jednu većeg. Takvo rješenje je s jedne strane dovelo do porasta broja transformatorskih stanica, ali je s druge strane znatno opao njihov kapacitet i važnost s obzirom na manji broj napajanih potrošača. Tako se kod manjih, pojednostavljenih stanica oprema, zaštita, te broj, duljina i presjek niskonaponskih kabelskih izvoda mogao u priličnoj mjeri smanjiti s tim da se sigurnost pogona i pad napona zadrži nadalje u prihvatljivim granicama, pa čak da se i poboljša. Također su se takve stanice mogle lakše kompletno ili djelomično izrađivati u specijaliziranim tvornicama, a zatim locirati u samom centru opterećenja ili u blizini važnijih i osjetljivijih potrošača.

Za visokonaponski dio ovako malih stanica bilo je dovoljno usvojiti, osim transformatorskog polja, samo jedno ulazno i samo jedno izlazno vodno polje (s mogućnošću napajanja stanice i preko izlaznog polja). Kakva se oprema i u kojem obimu se ona montirala u ta tri polja: klasična, specijalna, pojednostavljena ili nikakva, ovisilo je o koncepciji poduzeća.

Važno je spomenuti da su sva ta poduzeća, ostavljajući energetski transformator kao osnovni i najvažniji elemenat u stanici bez posebne zaštite, preispitali funkciju ostale električne opreme, pa je pojednostavili ili reducirali na najmanju moguću mjeru, a — ukoliko nije direktno koristila — potpuno uklonili iz stanice. Na taj način je oprema u transformatorskoj stanici svedena na minimum:

- sabirnice su na višem naponu u priličnoj mjeri skraćene ili potpuno uklonjene,
- rastavljačima se promijenio oblik da bi se dobilo na prostoru ili se više njih spojilo u jednu cjelinu čineći višestruki prebacivač,
- umjesto visokoučinskih osigurača niskog napona normalne veličine upotrebljeni su manjih dimenzija približno istih karakteristika,
- ponegdje su uklonjeni voltmetri i razni releji
- uklonjeni su strujni mjerni transformatori ugrađivanjem ampermetra direktno u sabirnice, pa čak i bez ampermetra.
- smanjen je broj izlaza na niskom naponu, itd.

Pojednostavljenje transformatorskih stanica i smanjenje na prostoru uglavnom je išlo na račun visokonaponskog dijela. U nešto manjoj mjeri je smanjena trafokomora ili je pak spojena sa prostorijom rasklopnog postrojenja uklanjanjem pregradnog zida. Najmanje je smanjen i pojednostav-

[1] U daljnjem tekstu umjesto »srednji napon« upotrijebit ćemo izraz »visoki napon« koji se kao izraz kod nas već davno udomaćio.

ljen niskonaponski dio tako da on danas u nekim stanicama zauzima veći prostor od dijela visokog napona.

U većini slučajeva transformator je na primarnoj strani štećen visokoučinskim visokonaponskim osiguračima, a na sekundarnoj strani automatskom sklopkom opremljenom sa termičkim i elektromagnetskim okidačima za zaštitu od preopterećenja i kratkog spoja. Niskonaponski kabelski izlazi (2 do 6 izlaza) najčešće su štićeni učinskim osiguračima, a rjeđe automatskim sklopkama.

Primjena automatske sklopke na strani nižeg napona, umjesto na strani višeg napona, usvojena je iz čisto ekonomskih i praktičnih razloga: nabava i montaža sklopke niskog napona je jeftinija, manevriranje je jednostavnije i sigurnije a preglednost veća, zauzima manje prostora, itd. To nam jasno govore i činjenice da prostor potreban za montažu sklopke niskog napona iznosi samo $40 \times 40 \times 50$ cm, a za visokonaponsku sklopku trebao je donedavno $100 \times 100 \times 160$ cm. U novije se vrijeme taj prostor smanjio na $70 \times 70 \times 110$ cm, ali ipak distributivna poduzeća izbjegavaju upotrebu sklopki za zaštitu transformatora na primarnoj strani iz jednostavnog razloga, što im je cijena još i danas vrlo visoka.

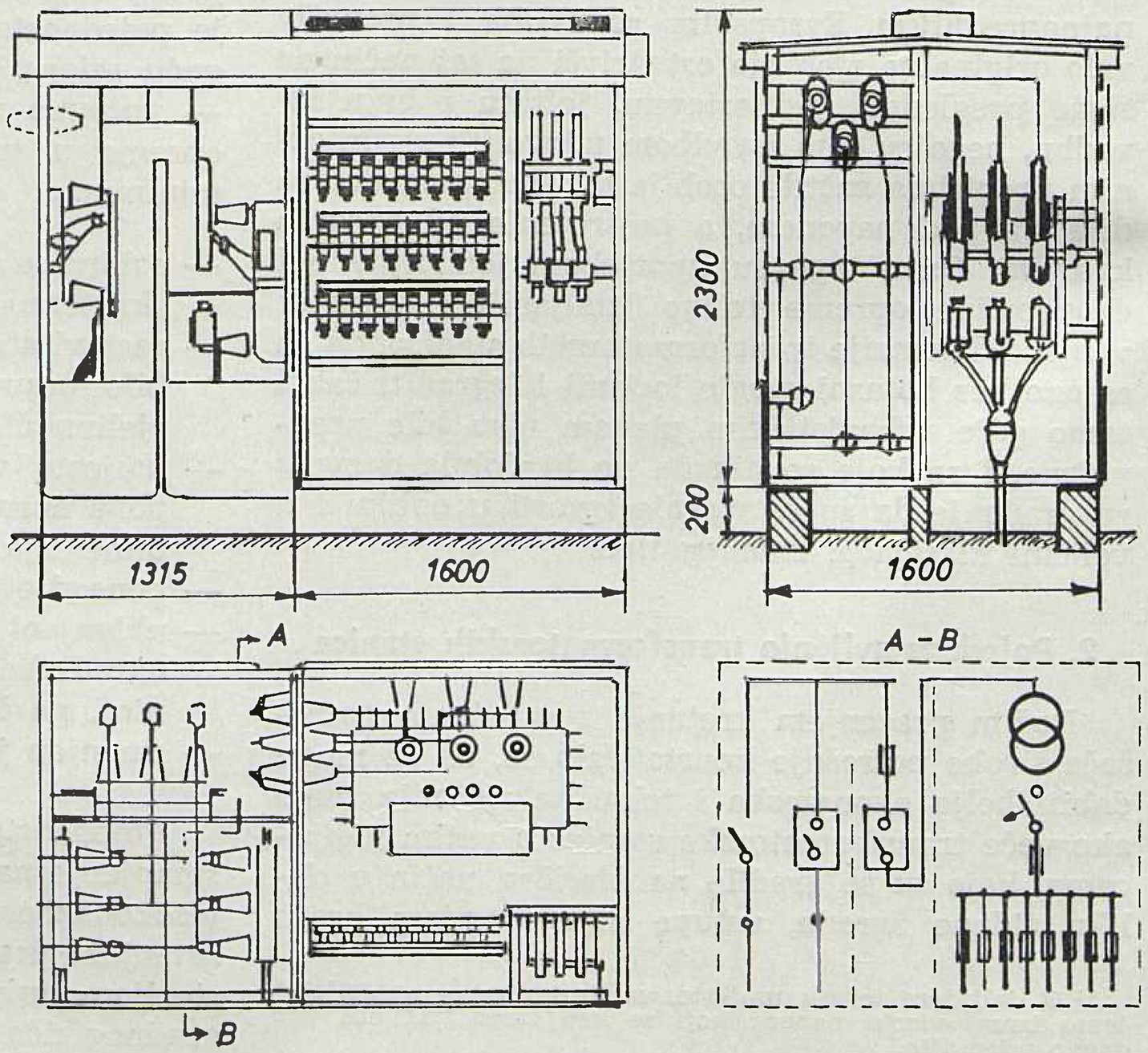
Radi potpune sigurnosti od požara i stvaranja plinova, povoljnije težine, manjih dimenzija, lakšeg transporta, pogona bez buke i vibracija uz veću pogonsku sigurnost, suhi se transformatori sve više počinju primjenjivati i tamo gdje se izbjegavala svaka montaža uljnih transformatora, kao što su stambene zgrade, bolnice, škole, industrijske hale, itd.

Korištenjem novih sintetičkih izolacionih materijala te pojednostavljenjima i redukcijama suvišne opreme, smanjile su se dimenzije čitave stanice u tolikoj mjeri da se sada čitava može smjestiti u prostoriju koja zauzima samo nekoliko kvadratnih metara ili na otvorenom prostoru od svega 2,5 m^2 površine, a ponegdje čak i manje.

Povoljno locirana transformatorska stanica sa jednom jedinicom od 100 do 500 kVA energetski je u stanju pokriti sva opterećenja u gradovima čija se površinska gustina opterećenja (specifično opterećenje) kreće od 12 do 14 MVA/km^2. Stanice s većim jedinicama npr. 630 kVA ili pak s više jedinica nisu ekonomične za napajanje potrošača široke potrošnje, pa čak ni u gradovima gdje specifično opterećenje prelazi 15 MVA/km^2. Kao ekonomičnije rješenje danas se sve češće u većim gradovima, na novim objektima, počinju upotrebljavati stanice s jedinicama snage 100 do 200 kVA umjesto 400 i 500 kVA.

Važno je naglasiti da se paralelno sa reduciranjem opreme u transformatorskoj stanici smanjila i veličina nadzemnog građevinskog dijela. Ukoliko se to nije moglo postići, inozemna su se poduzeća orijentirala na djelomičnu ili na potpunu izgradnju transformatorskih stanica pod zemljom. Ovo se moglo opravdati činjenicom da se u većini slučajeva u najbližoj okolini većih potrošača u gusto naseljenim stambenim i poslovnim četvrtima nije mogla dobiti povoljna lokacija, pa se moralo pribjeći ovom rješenju da bi se izbjeglo polaganje više duljih kabela niskog napona.

Ipak tamo, gdje se ovaj način lociranja nije mogao izbjeći (npr. kod nebodera i vrlo visokih građevina) izabran je drugi sistem: transformator-



Slika 1

ske stanice manjeg kapaciteta se razmještaju po katovima tako da se jedna ili dvije lociraju u prizemlju za napajanje poslovnih prostorija, trgovina, klimatizacionih uređaja i kotlovnice, u srednjim katovima jedna ili više za napajanje stanova, poslovnih prostorija i stepenica, i u potkrovlju jedna ili dvije za dizala, stanove, stepenice, itd.

3. Transformatorske stanice u nekim evropskim zemljama

A sada evo kratak opis zanimljivih tipova gradskih distributivnih transformatorskih stanica napona 6/0,4 do 10/0,4 kV i snage do 500 kVA iz nekoliko evropskih zemalja, koje se nalaze u eksploataciji više od 25 godina.

3.1. Distributivne stanice u Njemačkoj

3.1.1. Limom oklopljene (blindirane) transformatorske stanice za vanjsku montažu su izvedene od dva puta dekapiranog lima debljine 2,5—3,0 mm sa nosećom konstrukcijom od prešanih profila debljeg lima (Sl. 1). Ovakvom izvedbom postignuta je ne samo veoma lagana nego i čvrsta konstrukcija, a trajnost oklopa je dobivena premazom odgovarajuće antikorozivne zaštite.

Transformatorska komora, koja je od razdjelnika niskog napona odvojena limenom pregradom predstavlja elemenat koji se na licu mjesta spaja s elementom za visoki napon. I kod ovog elementa su, radi zaštite od slučajnog dodira, sve ćelije odvojene pregradom. Treba napomenuti, da se visokonaponska oprema transformatora nalazi u jednoj, a dva kabelska izvoda u drugoj ćeliji.

Iako su dimenzije ćelija visokog napona i transformatorske komore svedene na minimum, ostvarena je povoljna ventilacija, naročito transformatorske komore, a osim toga je sva oprema pregledno postavljena i pristupačna.

Rastavljači visokog napona su međusobno spojeni golim sabirnicama, a izvedeni su tako da se otvaraju, radi uštede na prostoru, na posmak umjesto na »nož«. Također je i transformator priključen na razdjelnik niskog napona i na učinski rastavljač visokog napona pomoću golih sabirnica.

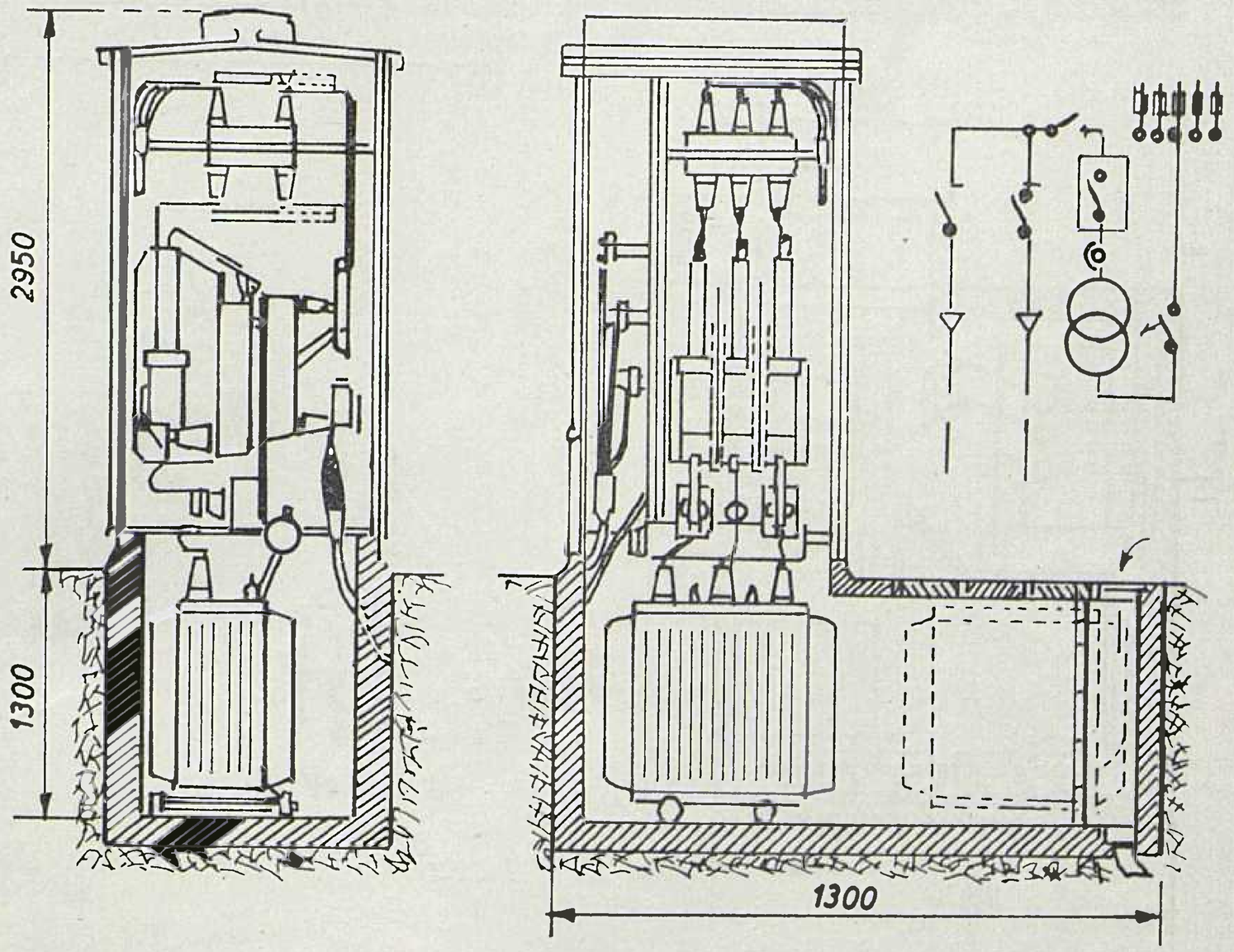
Nezgodna strana svih blindiranih transformatorskih stanica za vanjsku montažu leži u tome, što se s opremom upravlja i na njoj obavlja kontrola direktno s otvorenog prostora otvaranjem odgovarajućih vrata. Da bi se ipak kod pregleda, rukovanja i popravka zaštitilo osoblje od vremenskih nepogoda, ispod krova ćelije visokog napona i razdjelnika niskog napona postavljene su pokretne nadstrešnice koje se nakon otvaranja vrata podižu ručno. Na visokonaponskim ćelijama su još postavljena posebna mrežna vrata kao zaštita osoblja od slučajnog dodira za vrijeme dok obavljaju pregled dijelova pod naponom.

Ove stanice ipak imaju prednost nad zidanima: dovoljno je izgraditi lagani betonski temelj na kojega se može odmah smjestiti kompletna stanica, budući da se radovi na montaži mogu obaviti u bilo koje doba godine.

Pomicanjem, povećanjem ili smanjenjem opterećenja, naročito kod privremenih i nestabilnih potrošača i industrije, čitava se stanica može lako i brzo premjestiti ili proširiti dodavanjem novih elemenata, što predstavlja znatnu prednost u odnosu na zidane stanice.

Dimenzije transformatorske stanice ovog tipa montirane na betonski temelj iznose 2,92×1,60×
×2,50 m.

3.1.2. Transformatorska stanica prikazana na Sl. 2 predstavlja vrlo zanimljivu kombinaciju zidanog podzemnog dijela sa nadzemnim prerađenim elementima za vanjsku montažu.



Slika 2

Podzemni dio je zapravo u zemlji iskopana jama sa čvrstim betonskim zidovima, koja ujedno služi kao trafokomora. Opasnost od prodiranja vode ili poplave je mala. Ako bi slučajno i prodrla voda i potopila kućište transformatora, do kratkog spoja ne smije doći, jer položaj jame prema okolnom terenu i odljev vode mora biti takav da čitava visina izolatora i dijelova pod naponom ostane uvijek iznad nivoa potopljenog terena.

Za otjecanje vode, a eventualno i ulja, na dnu jame je ostavljena drenažna rupa. Posebna uljna jama, kao što se vidi, ovdje nije predviđena, a nije ni potrebna.

Jedan dio jame pokriven armirano-betonskim pločama pored kojih se nalazi ventilacioni otvor za ulaz svježeg zraka, dok je na drugom, nepokrivenom i nešto uzdignutom dijelu, postavljen blindirani nadzemni dio u kojem je montirano visokonaponsko i niskonaponsko postrojenje.

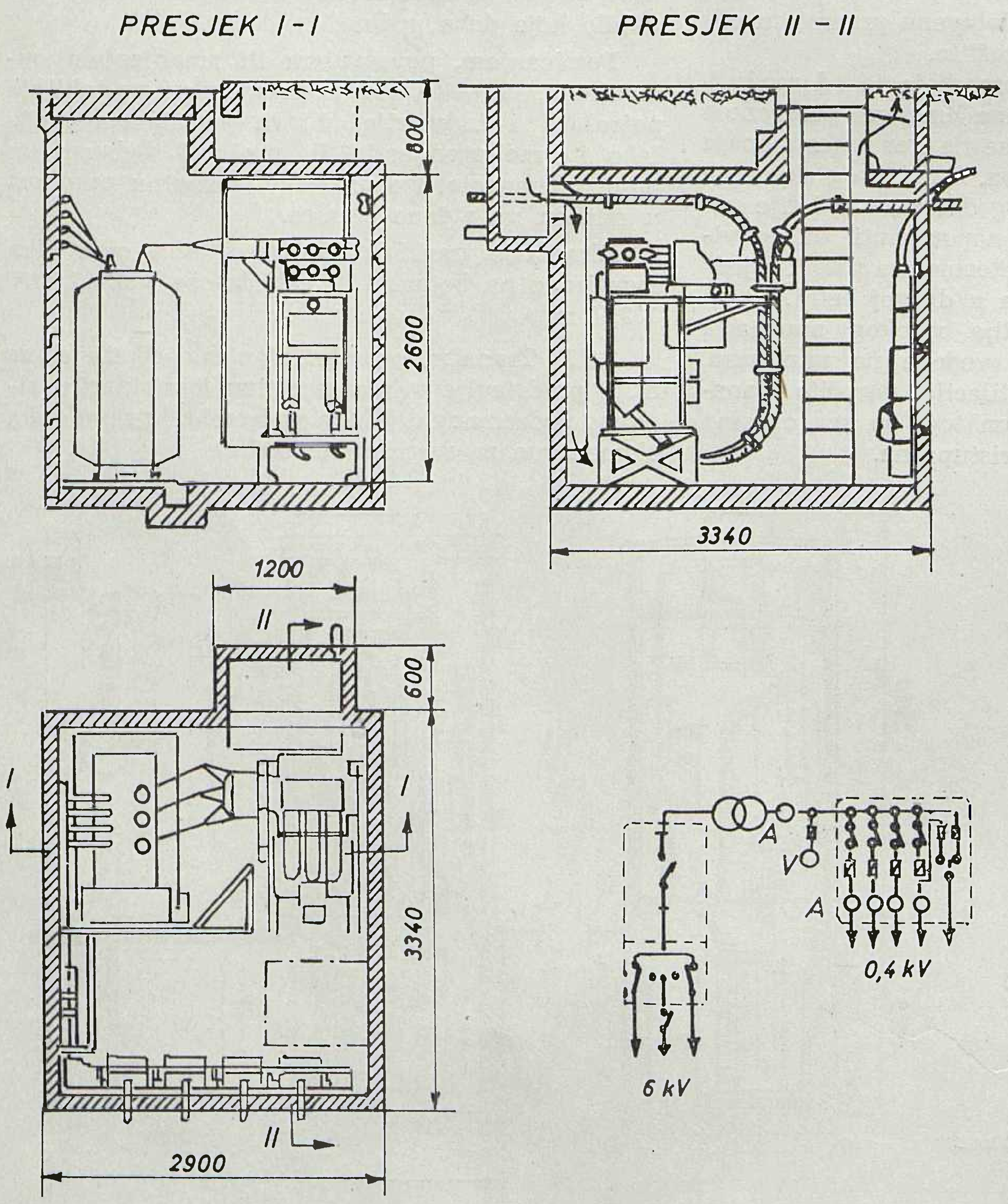
Transformator snage do 500 kVA montira se uklanjanjem betonskih ploča, a zatim se spuštanjem u jamu i guranjem postavi na svoje mjesto. Položaj transformatora je odabran tako da su dobiveni vrlo kratki, a ujedno i vrlo pristupačni transformatorski priključci na odgovarajuće aparate.

Nadzemni blindirani dio izrađen od dekapiranog lima zauzima površinu od $1{,}45 \times 1{,}45 = 2{,}10\ m^2$. Čitav se dio, sa unaprijed, u tvornici kompletno montiranom elektroopremom, učvršćuje na nepokriveni betonski dio jame, a zatim se pojedini aparati spajaju na licu mjesta sa transformatorom ili sa podzemnim kabelom.

Dvoja vrata sa dvije bočne strane, koja ujedno služe kao zidovi stanice, osiguravaju pristup opremi visokog napona, dok se otvaranjem čeonih vrata pristupa razdjelniku niskog napona.

Ispod krova su ostavljeni ventilacioni otvori kroz koje izlazi zrak zagrijan od transformatora.

Treba napomenuti da se ovaj tip transformatorske stanice, zbog svoje specijalne izvedbe, locira na onim zaštićenim i manje prometnim dijelovima ulica, trgova, dvorišta, kao i tamo gdje ne prijeti opasnost od vode i od namjernog oštećenja.



Slika 3

3.2. Distributivne transformatorske stanice u Danskoj

3.2.1. Poseban i vrlo zanimljiv tip gradske podzemne transformatorske stanice s jednopolnom shemom prikazan je na Sl. 3.

Pogledamo li građevinski dio čija je izvedba uvjetovana montiranom elektroopremom, uočit ćemo nekoliko neuobičajenih detalja:

a. Stanicu je moguće locirati »nasred ulice« jer ne zauzima nadzemne površine.
b. Transformator nema posebne uljne jame, a u podu stanice nema ni drenažnog otvora.
c. Bočni su zidovi izrađeni od tvorničkih montažnih armirano-betonskih greda složenih jedna iznad druge na preklop.
d. Otvor kroz koji se spušta transformator nalazi se u kolniku, a pokriven je jakom armirano-betonskom pločom koja dobro brtvi mjesta nalijeganja.
e. Dva ventilaciona otvora su pokrivena jakom rešetkom. Oni su postavljeni tako da je omogućena ne samo potrebna ventilacija, nego je spriječeno direktno prodiranje vode u stanicu. Oba se otvora nalaze na povišenom dijelu ulice — na pločniku.
f. Efikasno se hlađenje postiže odvođenjem topline kroz ventilacione otvore a djelomično preko zidova i stropa.
g. Ulazni otvor je pokriven poklopcem od rebrastog lima a nalazi se pored otvora za izlaz toplog zraka.
h. Silaženje u stanicu je omogućeno pomoću željeznih ljestava pričvršćenih uza zid.

Upotrebom mehanizacije građevinski se dio stanice može izvesti za svega nekoliko dana.

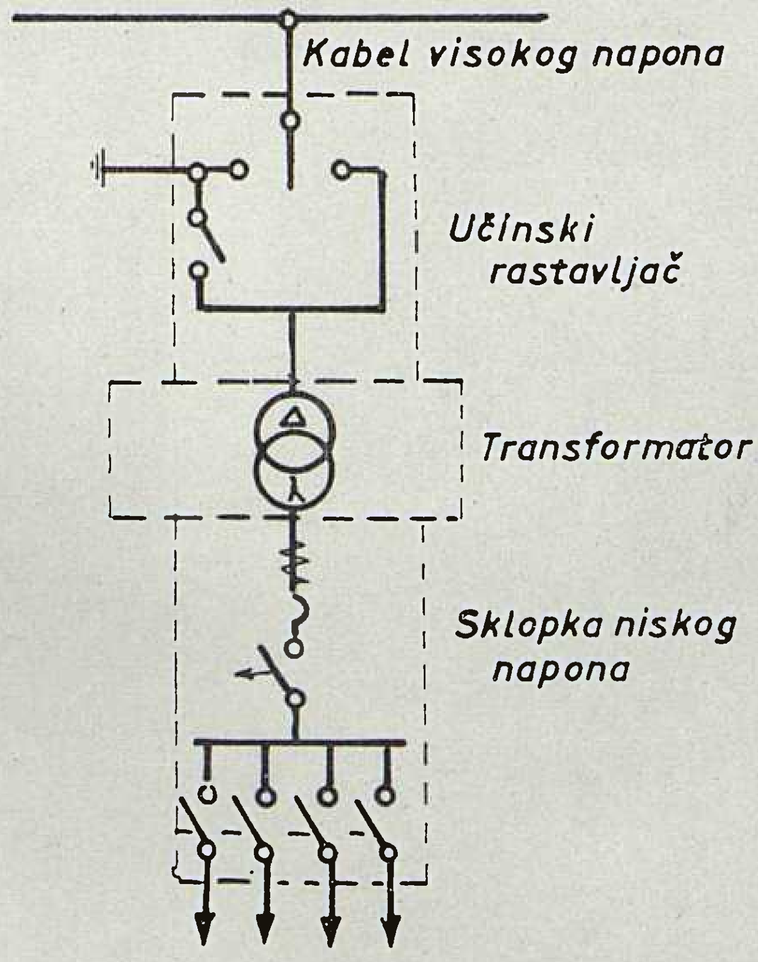
Čitava je elektrooprema tako sastavljena u tvornici da su se dobila samo tri osnovna, u potpunosti kompletna elementa koji se na licu mjesta međusobno spajaju: visokonaponski ormar, transformator i niskonaponski zatvoreni razdjelnik. Svi lako pristupačni dijelovi elektroopreme, koji su u normalnom pogonu pod naponom (sabirnice visokog napona i niskog napona te izolatori transformatora) u potpunosti se zaštićuju od slučajnog dodira gustom jakom mrežom.

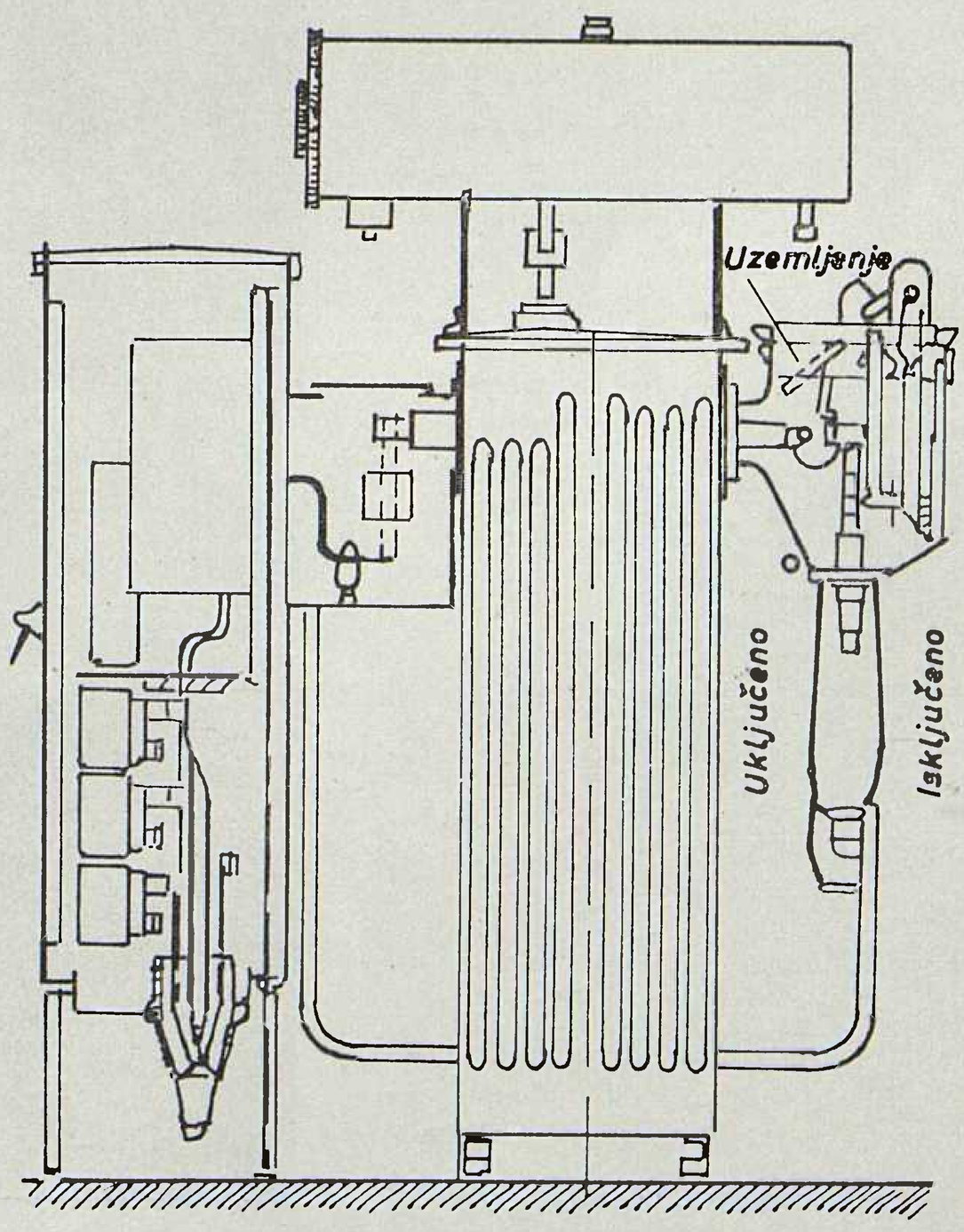
Umjesto tropolnih rastavljača za dva vodna i jednim transformatorskim poljem visokog napona ovdje su upotrebljeni tropolni prebacivači koji su tako vješto kombinirani da se samo sa dva prebacivača može izvršiti nekoliko operacija. Oba su montirana u jednom zatvorenom metalnom sanduku oblika kocke dimenzija 80×80×80 cm. Montiran na postolje sa kabelskim glavama i sa sklopkom transformatora ima visinu 210 cm, širinu 120 cm i dubinu 140 cm.

Položaj prebacivača u normalnom pogonu prikazan je na jednopolnoj shemi Sl. 3.

Kad je izlazni prebacivač prebačen u drugi položaj, ulazno i transformatorsko polje su pod naponom, a izlazno je izvan pogona — bez napona. Uključivanjem noževa za uzemljenje izlazno se kratko spaja i uzemljuje.

Ako je prebačen samo ulazni prebacivač, ulazno je polje izvan pogona, a izlazno i trafo polje mogu ostati pod naponom (napajanje se vrši sa druge strane). Uključivanjem noževa za uzemljenje ulazni se kabel kratko spaja i uzemljuje.





Slika 4

Prebacivanjem oba rastavljača, ulazno i izlazno vodno polje ostaje pod naponom, dok se trafo polje isključuje. Uključivanjem noževa za uzemljenje oba se kabela istodobno uzemljuju. Na novijim prebacivačima ugrađeni su noževi za uzemljenje transformatora. Noževi se mogu uključiti tek onda kada je transformator isključen.

Ovaj se tip transformatorske stanice može vrlo lako, sa potpuno istim rasporedom elektroopreme, osposobiti za zidanu nadzemnu stanicu.

Vanjska zapremina ove stanice 2,90×3,34×3,00 m sa ventilacionim otvorima iznosi oko 30 m³.

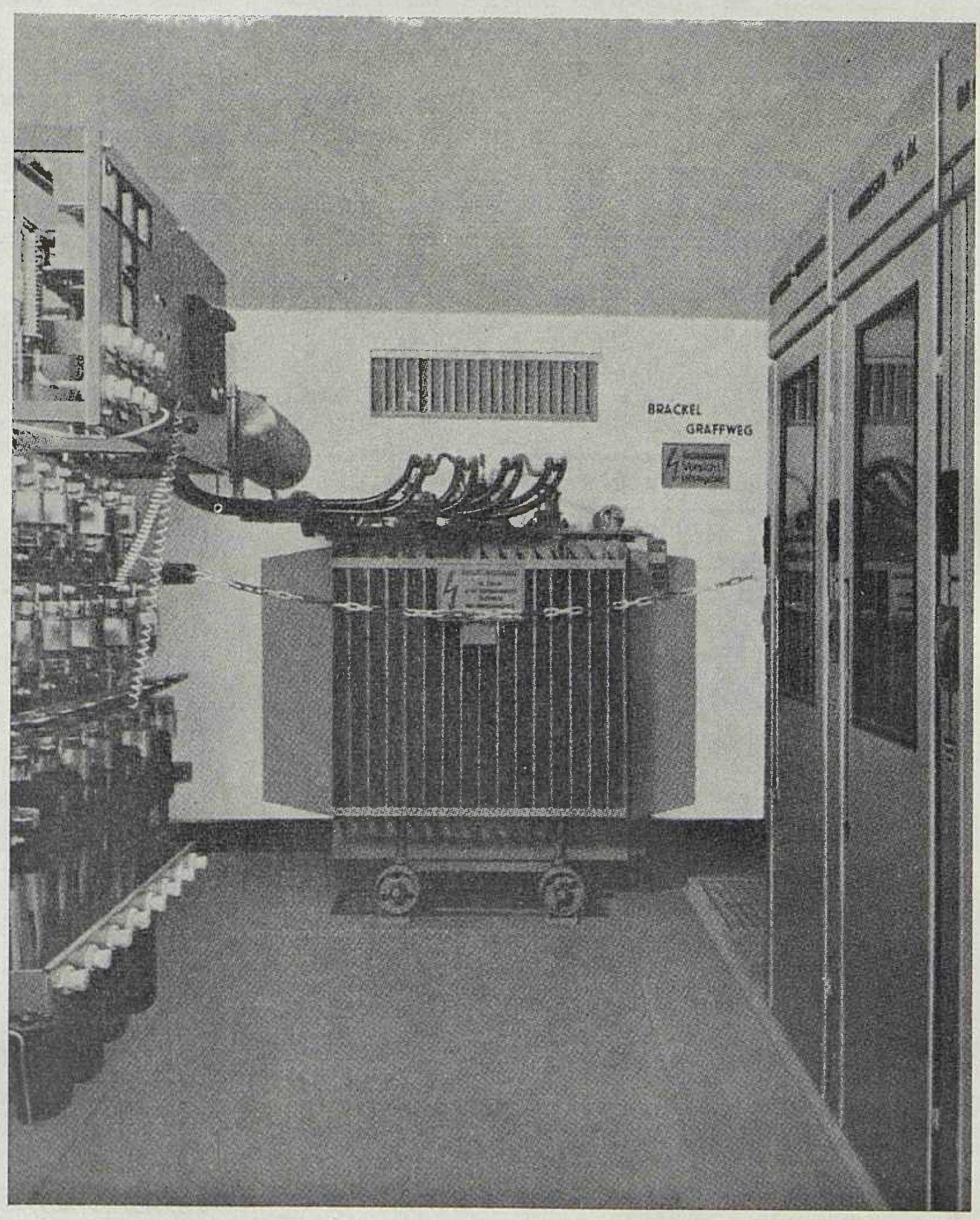
Ista tri osnovna elementa: visokonaponski ormar, transformator i niskonaponski razdjelnik raspoređeni racionalnije u blindiranoj stanici zauzimaju na lakom betonskom temelju površinu 1,9× ×1,9=3,61 m², a sa visinom 2,55 m obujam 9,2 m³.

3.3. Distributivne transformatorske stanice u Engleskoj

Engleske su tvrtke razradile takav oblik transformatorske stanice gdje transformator, visokonaponsko i niskonaponsko postrojenje sačinjavaju jednu kompaktnu cjelinu (Sl. 4). Kućište u kojem se nalazi visokonaponski dio je pričvršćeno na jednu, a niskonaponski ormarić na drugu stranu kotla učinskog transformatora snage 500 kVA. Na mjestu gdje se predviđa stanica ne trebaju se izvesti, osim jedne čvrste podloge, nikakvi građevinski radovi, jer je čitav sklop predviđen za montažu u zatvorenoj prostoriji ili na otvorenom prostoru. Dakle, dovoljno je priključiti kabele na odgovarajuće izvode transformatora, pa da se stanica stavi u pogon u toku istog dana.

Jednopolna shema transformatorske stanice je prikazana na istoj slici. Kao što se vidi iz sheme, kabel visokog napona, kojim se napaja transformator preko odvojka, jer neprekinut tj. nije podijeljen na dionice, tako da ne postoji mogućnost njegovog sekcioniranja. Radi sigurnosti, transformator se na strani visokog napona može uzemljiti tek nakon isključenja primarne strane. I kabel visokog napona se na transformatoru može uzemljiti.

Namjerno izbjegavanje montaže rastavljača na ulaznom i na izlaznom polju radi sekcioniranja napojnog kabela visokog napona u transformatorskoj stanici ili na transformatoru, opravdava se činjenicom da su kvarovi na transformatorima



Slika 5

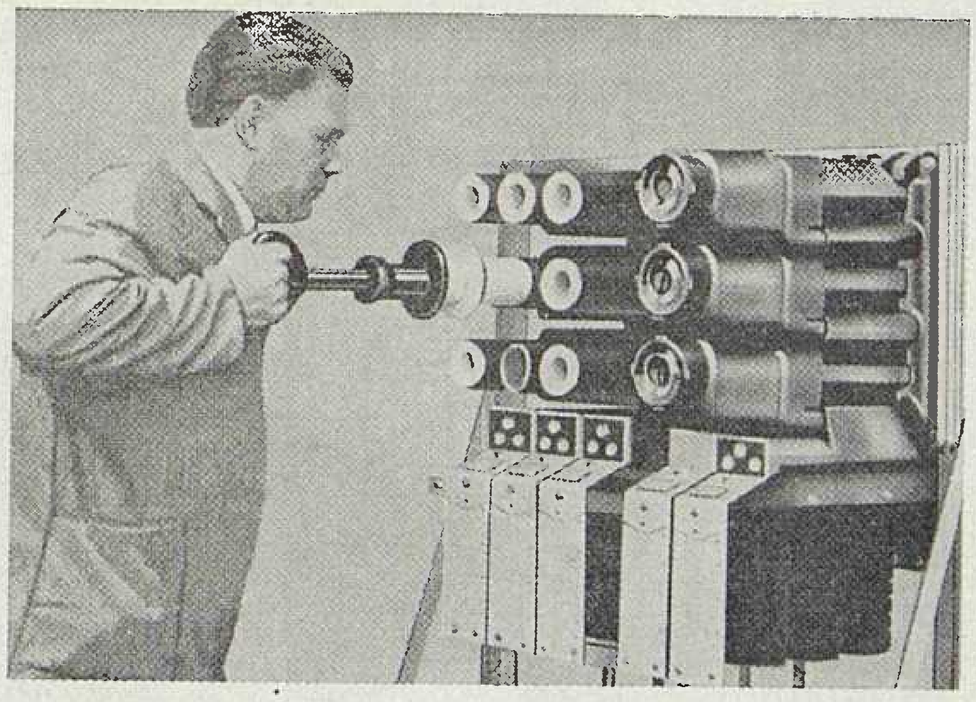
i na propisno položenim i pravilno dimenzioniranim kabelima vrlo rijetki.

Karakteristika svih prethodno opisanih transformatorskih stanica je pojednostavljena ili sasvim napuštena izgradnja građevinskog dijela, kao što je poznato, izgradnja zidane stanice je skupa, radovi dugo traju, ne može se raditi na otvorenom u svako godišnje doba, teren na kojem se želi locirati stanica je vrlo skup, ili se uopće ne može dobiti, itd.

Koliko su pojedina distributivna poduzeća u spomenutim zemljama do sada usavršila svoje gradske distributivne transformatorske stanice nije mi poznato, ali i opisana rješenja jasno govore da su pojeftinjenju, tehničkom pojednostavljenju i štednji na prostoru posvećivali naročitu pažnju već prije 20, a možda i više godina.

4. Distributivne transformatorske stanice novijeg datuma

Ovdje ćemo samo ukratko opisati jednu zidanu distributivnu stanicu i nekoliko tipova čiji se limeni, pa čak i građevinski nadzemni elementi za vanjsku montažu, proizvode u tvornicama i sastavljaju na licu mjesta. Neke ćemo samo spomenuti, budući da se mnogo ne razlikuju od onih koje ćemo opisati ili s kojima smo se već upoznali.

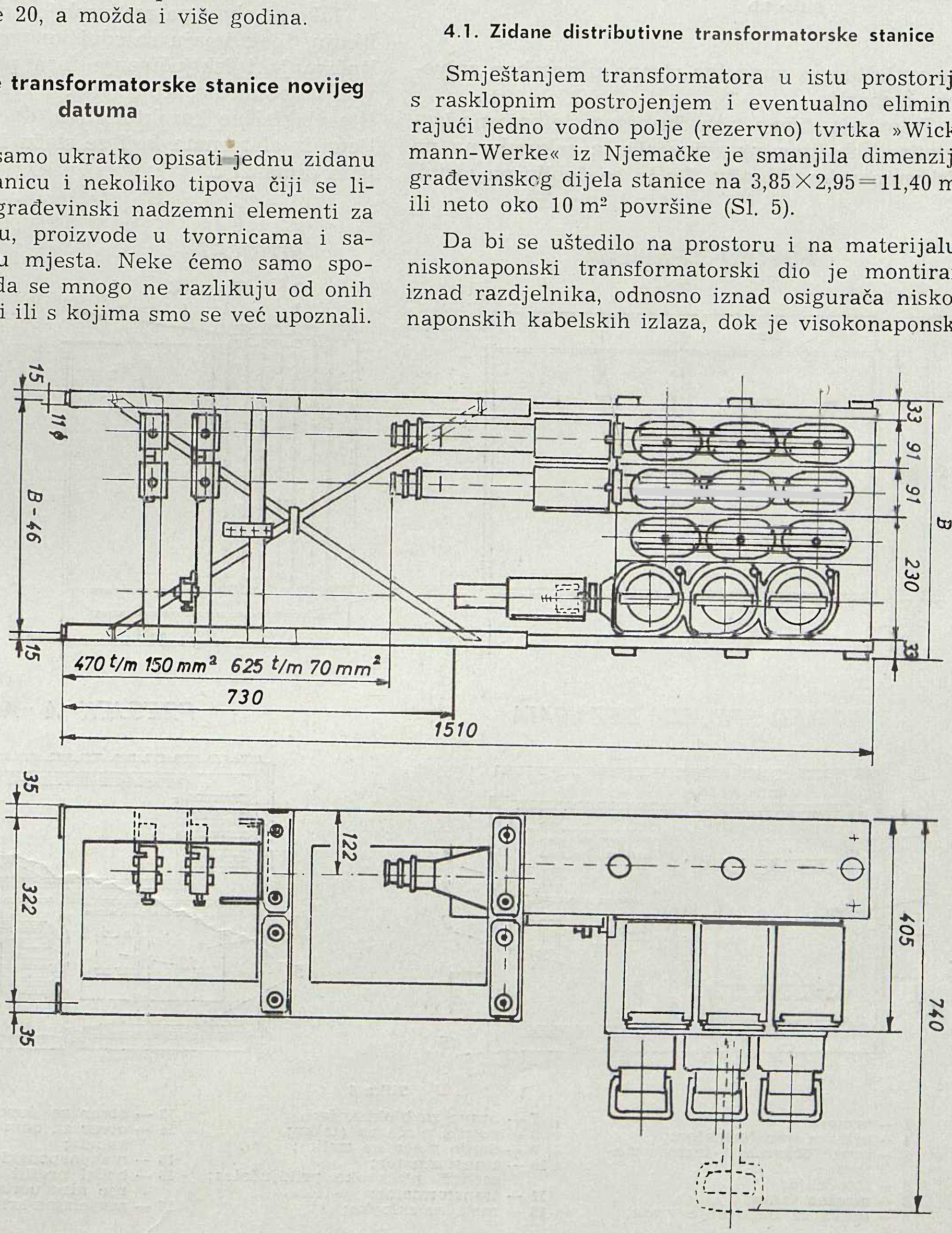


Slika 6

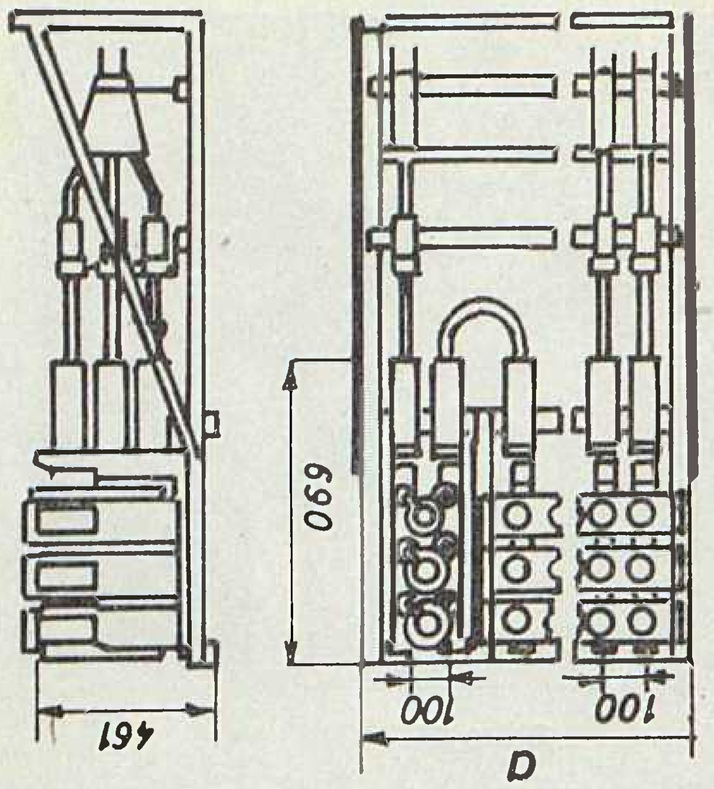
4.1. Zidane distributivne transformatorske stanice

Smještanjem transformatora u istu prostoriju s rasklopnim postrojenjem i eventualno eliminirajući jedno vodno polje (rezervno) tvrtka »Wickmann-Werke« iz Njemačke je smanjila dimenzije građevinskog dijela stanice na $3{,}85 \times 2{,}95 = 11{,}40\ m^2$ ili neto oko $10\ m^2$ površine (Sl. 5).

Da bi se uštedilo na prostoru i na materijalu, niskonaponski transformatorski dio je montiran iznad razdjelnika, odnosno iznad osigurača niskonaponskih kabelskih izlaza, dok je visokonaponski



Slika 7a



Slika 7.b

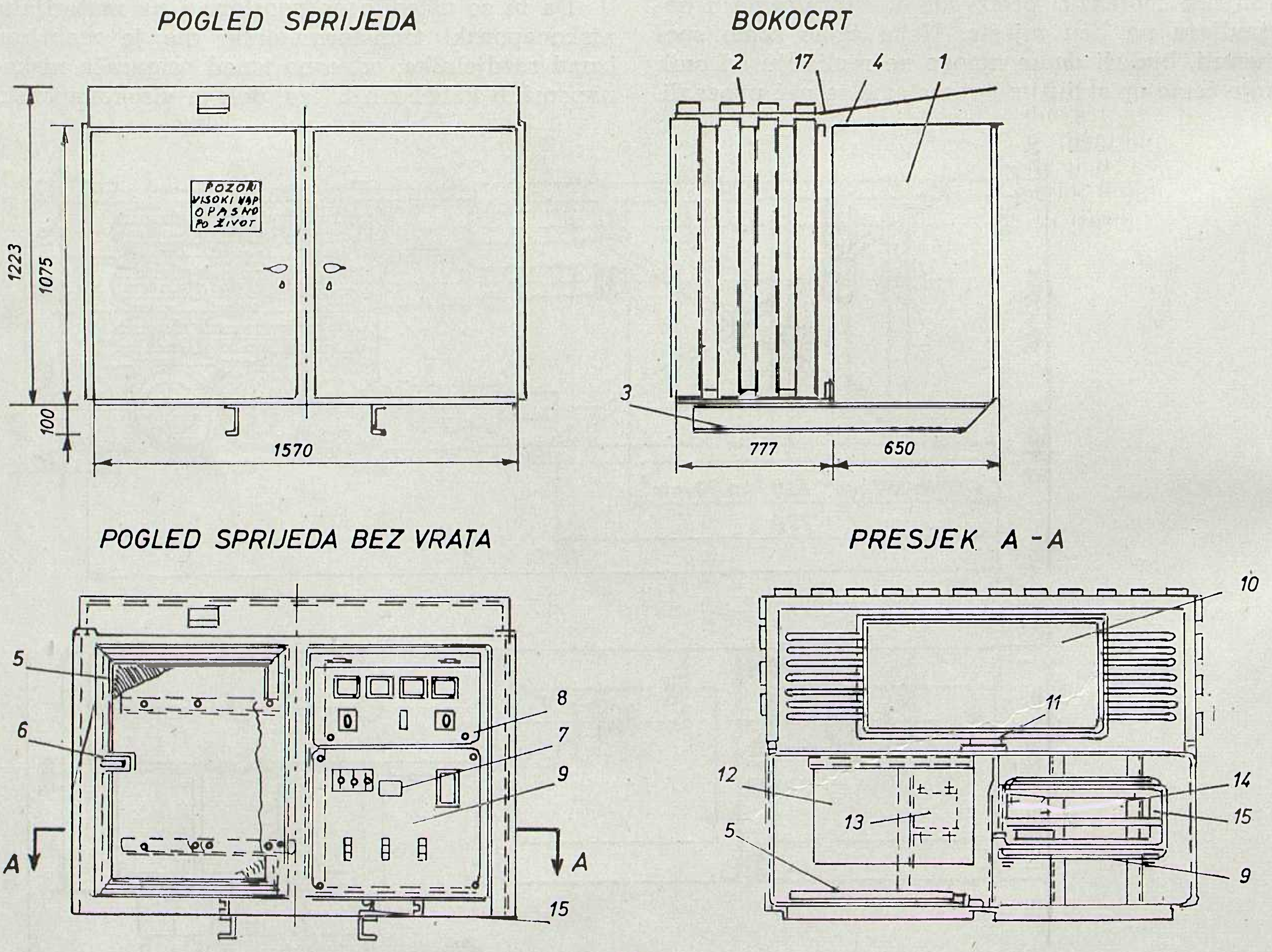
dio smješten sa suprotne strane u posebne zatvorene ormariće.

Primarna strana transformatora je spojena izoliranim kabelima na osigurače, a sekundarna na niskonaponsku sklopku. Da bi se dobilo na visini, transformator je direktno postavljen na pod. Na bočnim su zidovima ostavljeni vrlo mali otvori za ventilaciju, jer se pretpostavlja da će veliki dio topline apsorbirati zidovi i krov zgrade.

4.2. »Mini« distributivne transformatorske stanice

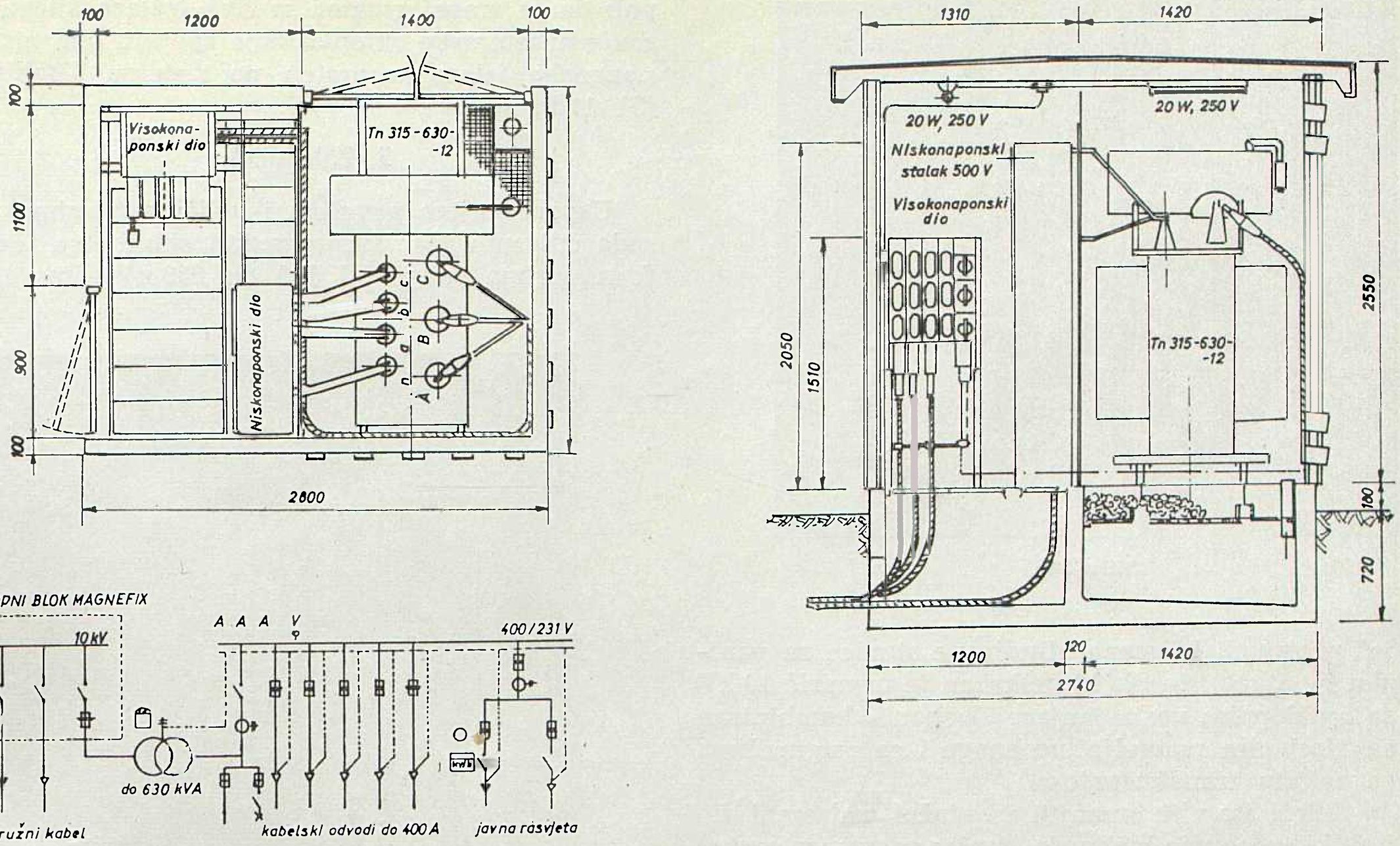
Prije nekoliko godina upoznali smo rastavne sklopke 10 kV za unutarnju montažu »Magnefix« tvrtke Hazemeyer iz Nizozemske, a nedavno i provodne rastavljače »Isopont« tvrtke Calor-Emag iz Njemačke. S obzirom na sigurnost pogona, praktičnost, neznatne dimenzije i pristupačnu cijenu, njihovu su proizvodnju prihvatila naša dva renomirana poduzeća: prvi tip »R. Končar« — Zagreb, a drugi tip »TSN« — Maribor.

Iako se oba tipa međusobno konstruktivno razlikuju, ipak imaju zajedničku osobinu da se uključivanje i isključivanje faza pod opterećenjem vrši pojedinačno, a ne odjednom (Sl. 6), da imaju iste električne karakteristike, da su polja sastavljena iz elemenata koji se slažu i da su približno istih dimenzija.



Slika 8

1 — ormarić;
2 — krletka transformatora;
3 — nosač orgarića i transformatora;
4 — fotoćelija;
5 — mrežna vrata;
6 — brava za blokiranje vrata;
7 — brava za blokiranje;
8 — gornja ploča na stalku;
9 — donja ploča na stalku;
10 — transformator; zaštitni plašt oko priključnica;
11 — transformator;
12 — rastavna sklopka;
13 — otvor za dovod kabela 10 kV;
14 — otvor za odvod potrošač kabela;
15 — niskonaponski stalak;
16 — bočni profili (vijci za uzemljenje nisu ucrtani);
17 — zavješajne krletke.



Slika 9

Tako dimenzije jednog kompletnog visokonaponskog »Magnefix« elementa sastavljenog od ulaznog, izlaznog i transformatorskog polja s osiguračima za transformator, ima približno visinu, širinu i dubinu 730×470×520 mm (Sl. 7a), a »Isopont« 630×595×461 mm (Sl. 7b). Oba elementa, kada se montiraju na svoje postolje, imaju visinu 1500 mm.

Zbog malih dimenzija ovi elementi dozvoljavaju montažu i tamo gdje je do sada bilo nemoguće locirati stanicu sa klasičnim visokonaponskim postrojenjem: u niše u zidu, u slobodnostajaće ormariće na ulici ili u parku, u postojeće transformatorske stanice, kao i u sve ostale pogonske i slične prostorije gdje ne prijeti opasnost od mehaničkog oštećenja i rukovanja nestručnih osoba.

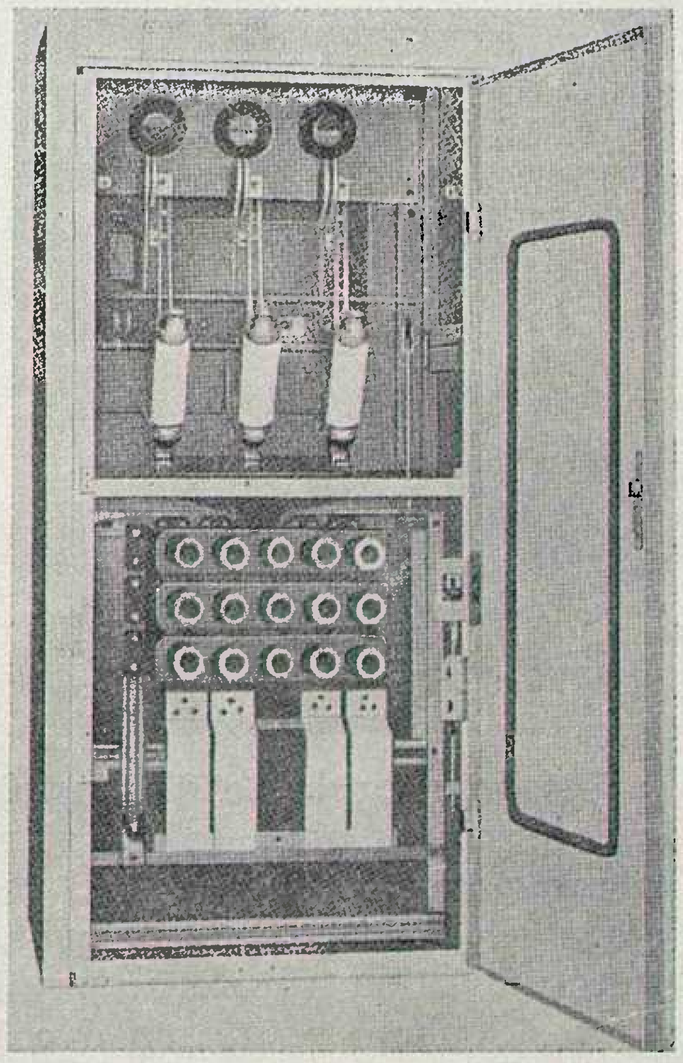
Upotrebom »Magnefix« elemenata, prikladno oblikovanim učinskim transformatorom, te izborom najpotrebnijih aparata niskog napona, tvornica R. Končar je dala dva nova osnovna tipa minijaturnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV za vanjsku montažu sa transformatorima snage od 100 do 630 kVA. Nadzemni dio prvog tipa je potpuno izrađen od lima (Sl. 8), a drugog tipa od prerađenih betonskih »sendvič« zidova i betonskog krova koji se sastavljaju u kompletan objekt na licu mjesta (Sl. 9). Za oba je tipa potrebno prije montaže izraditi laki betonski temelj s odgovarajućim otvorima. Vrijeme potrebno za montažu i za stavljanje transformatorske stanice u pogon traje samo 2 do 3 dana.

Površina prve stanice[1] iznosi 1,57×1,48=2,33 m², a druge sastavljene od prerađenih elemenata i za transformator snage do 630 kVA, površina iznosi 2,8×2,2=6,16 m².

Spojevi transformatora s aparatima visokog i niskog napona izvedeni su kabelima, što je jedino i moguće kod upotrebe ove vrste postrojenja.

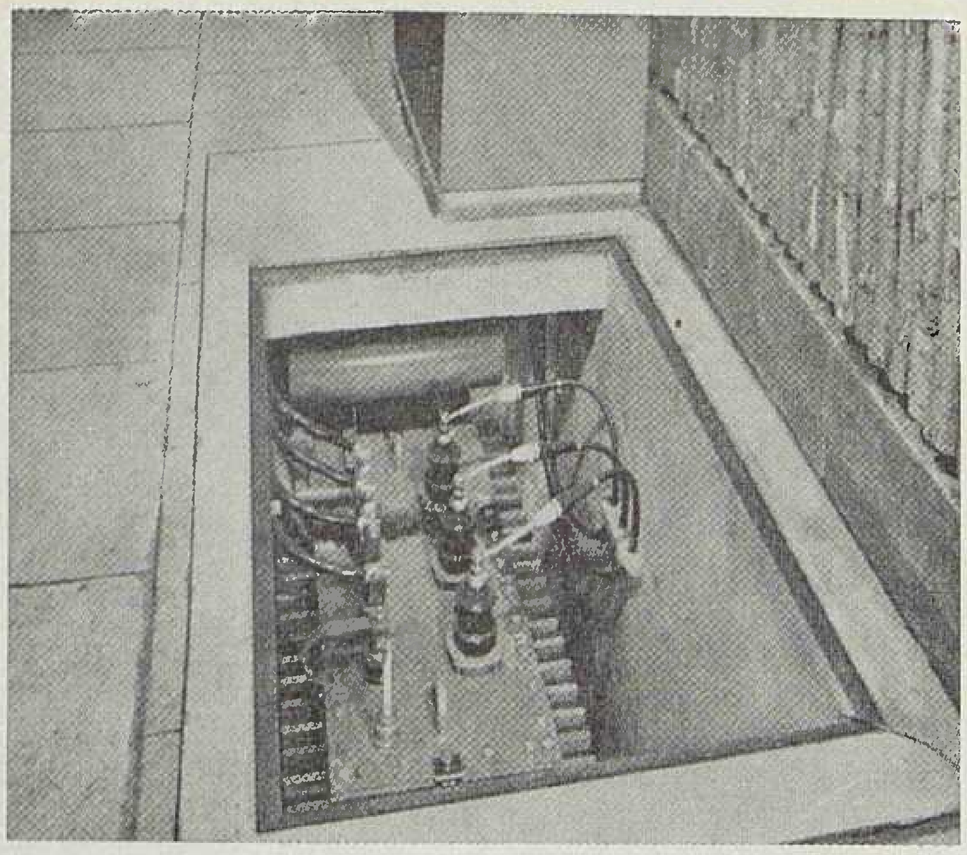
Prema broju, važnosti, udaljenosti i veličini potrošača određuje se i broj izlaza niskog napona i snaga transformatora. Izlazi se u većini slučajeva štite automatskim sklopkama.

Slične trafostanice, također od prerađenih betonskih elemenata koji se na licu mjesta stastavljaju, proizvodi »TSN« — Maribor. Ova tvornica



Slika 10

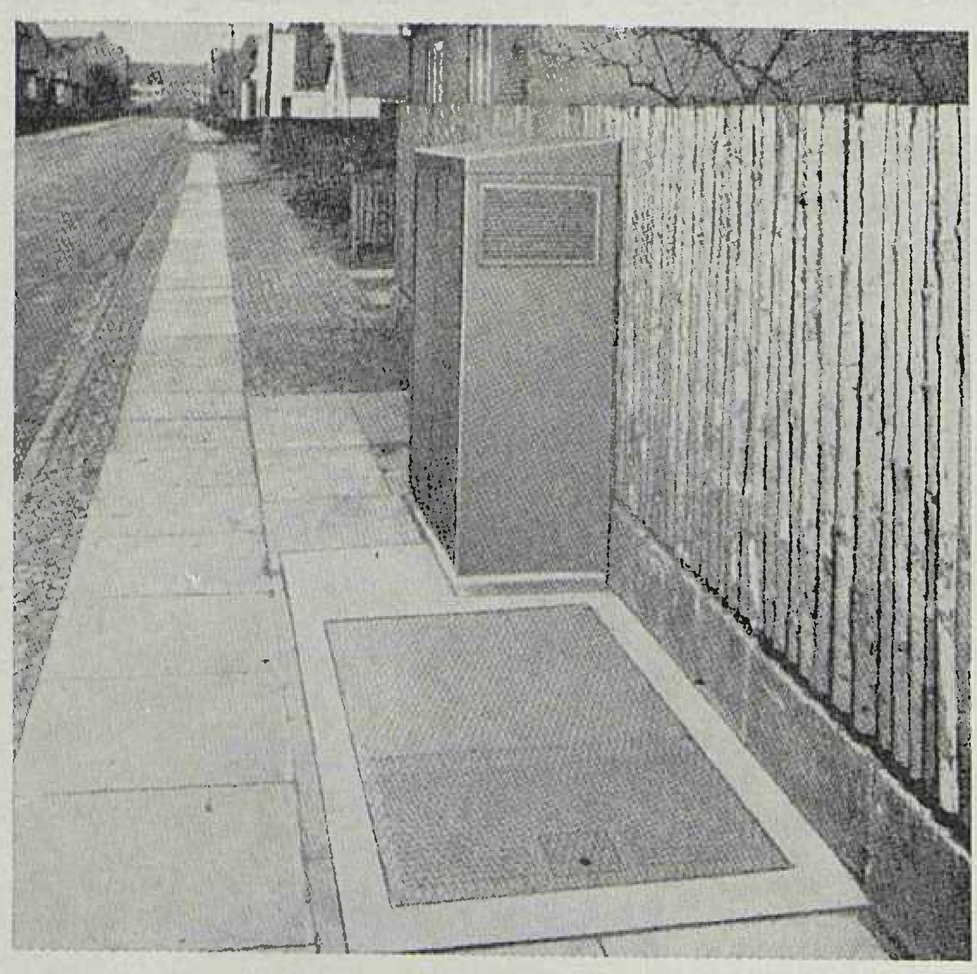
[1] Ovdje je usvojena blindirana stanica sa transformatorom snage 250 kVA.



Slika 11.a

još proizvodi i limene blindirane stanice za vanjsku montažu. Na Sl. 10 prikazan je ormarić 10 kV sa rasklopnim postrojenjem »Isopont« kombiniran sa klasičnim rastavljačem snage i sa osiguračima za zaštitu transformatora.

Želeći što više smanjiti montažni nadzemni dio koji bi omogućio lociranje stanice u samom centru opterećenja niskonaponskog energetskog područja, firma »Hazemeyer« je dala tip stanice prikazan na Sl. 11. Raspored elektroopreme je isti kao i na Sl. 2 samo s osjetno smanjenim dimenzijama nadzemnog dijela. Tako slobodno stojeći, ili uz zid naslonjeni, željezni ormar ima veličinu 1150 × × 500 × 1700 mm, a jama u kojoj se nalazi smješten učinski transformator 2300 × 1400 × 2100 mm.

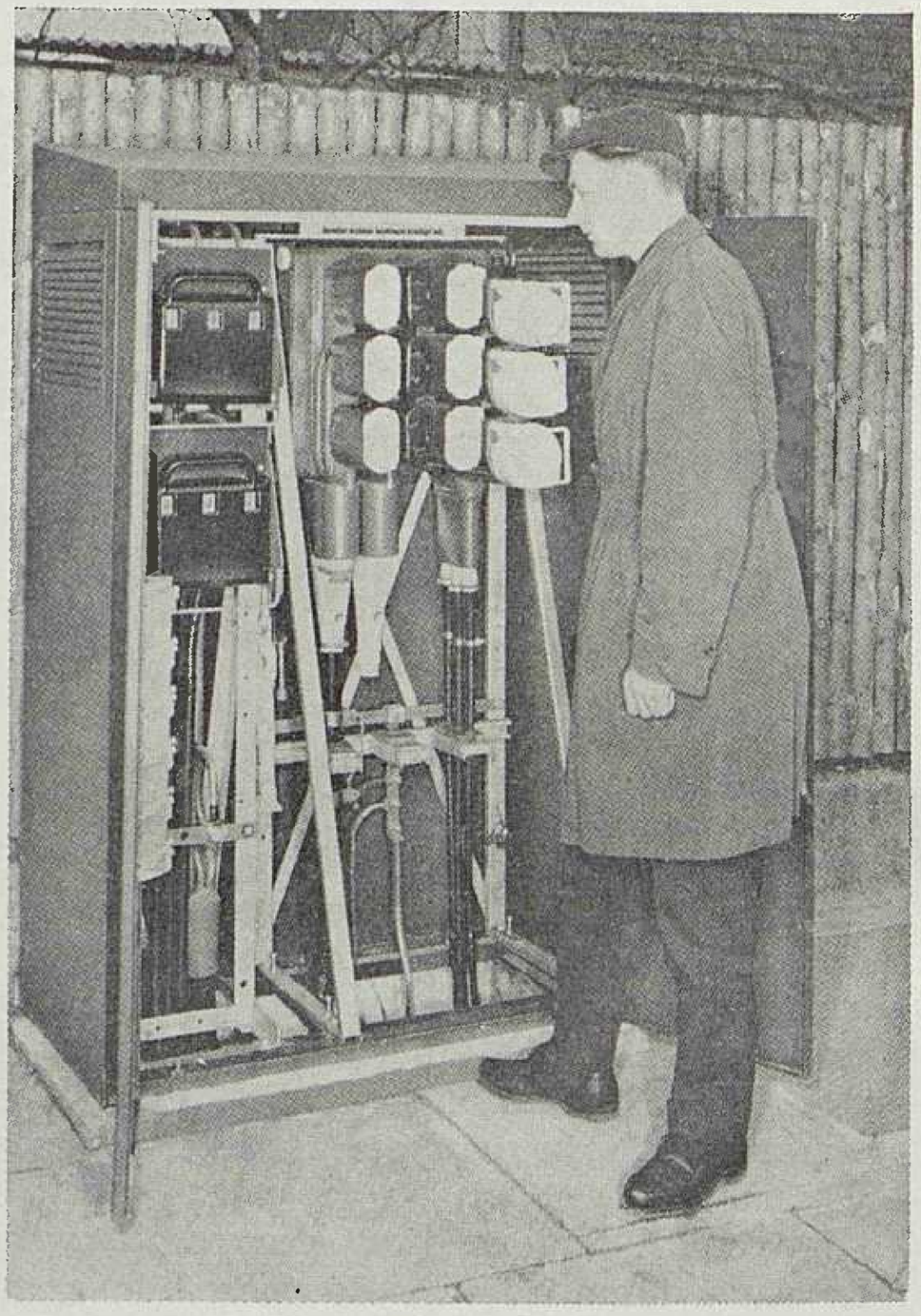


Slika 11.b

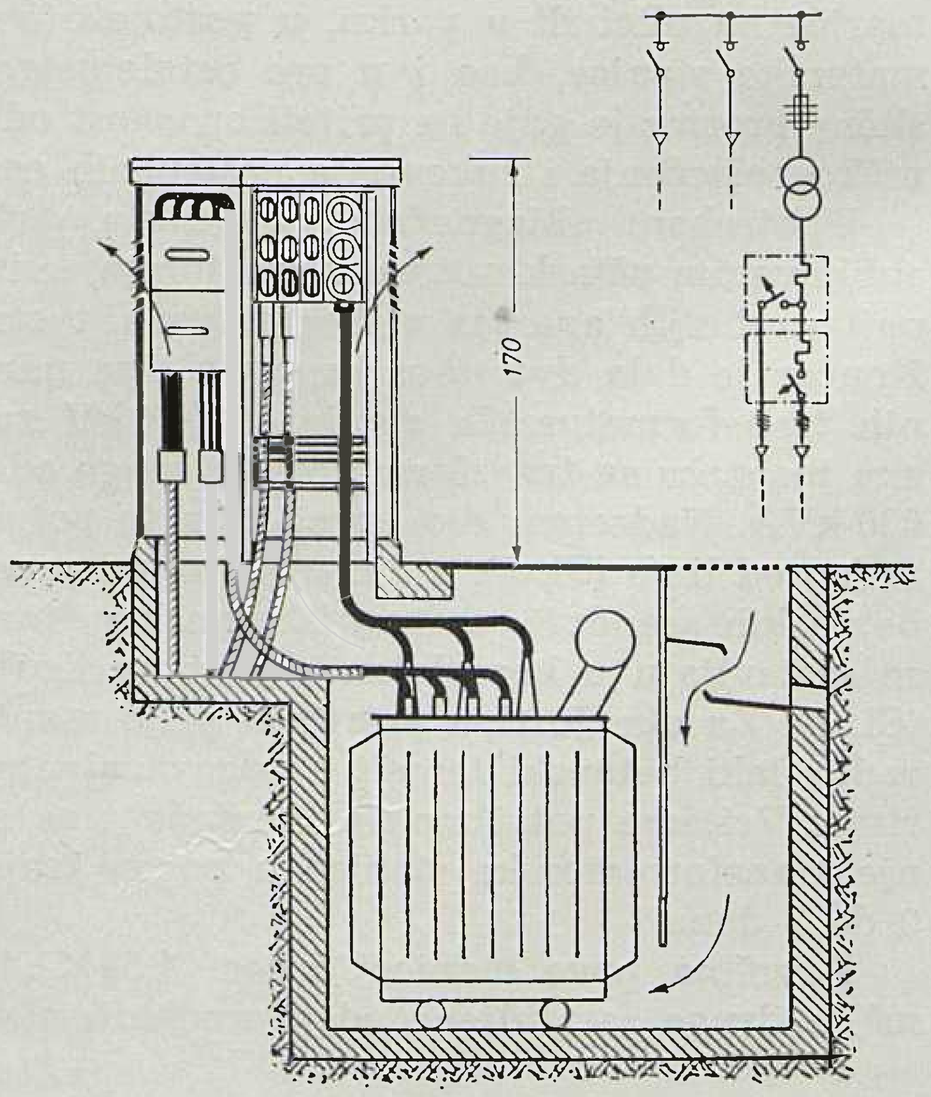
Visokonaponski se dio sastoji od ulaznog i izlaznog vodnog polja te transformatorskog polja s osiguračima, a niskonaponski dio od dva kabelska izlaza. U nedostatku jednopolne sheme može se pretpostaviti da transformator nije štićen automatskom sklopkom već samo dva kabelska izlaza ili pak da je transformator sa dva izalaza štićen sa dvije automatske sklopke koje spajaju oba niskonaponska izlaza u prsten po sistemu »Baking« (Sl. 11d).

5. Zaključak

Uspoređenjem površina i veličina (obujma) do sada opisanih transformatorskih stanica sa transformatorima snage od 100 do 630 kVA može se



Slika 11.c



Slika 11.d

Uspoređenje opisanih transformatorskih stanica Tablica 1

Država ili firma	Tip	Montaža	Dimenzije u metrima			Površina m^2	Zapremina* m^3	Instalirana snaga kVA	$\frac{m^2}{kVA}$	$\frac{m^3}{kVA}$	Slika u tekstu	Napomena
			Dužina	Širina	Visina							
Njemačka	blin.	nadz.	2,92	1,60	2,50	4,67	11,680	500	0,0092	0,0233	1	AEG-Hilfsbuch VIII
	blin.	komb.	1,45	1,45	2,95	2,10	6,207	500	0,0042	0,0124	2	AEG-Hilfsbuch VIII
Danska	zid.	podz.	2,90	3,34	3,00	2,70	29,700	500	0.0194	0,0594	3	Prema nacrtu firme
	blin.	nadz.	1,90	1,90	2,55	3,61	9,206	500	0,0072	0,0184	—	Prema nacrtu firme
Engleska	oklop.	nadz.	2,00	2,00	1,75	4,00	7,000	500	0,0080	0,0140	4	El. stancii 4/58
Domaća TSN	blin.	nadz.	4,04	2,00	2,75	8,08	22,220	630	0,0128	0,0353	—	Prema prospektu
	zid.**	nadz.	3,32	2,22	2,30	7,37	16,951	630	0,0117	0,0268	—	Prema prospektu
Wickmann	zid.	nadz.	3,85	2,95	2,80	11,36	31,808	500	0,0229	0,0636	5	Prospekt firme
R. Končar	zid.**	nadz.	2,80	2,20	2,70	6,16	16,632	630	0,0098	0,0264	9	Prospekt poduzeća
	blin.	nadz.	1,57	1,48	1,58	2,32	3,666	250	0,0092	0,0146	8	Prospekt poduzeća
TSN	blin.	nadz.	3,10	1,50	1,75	4,65	8,138	630	0,0073	0,0130	—	Prema nacrtu tvorn.
Hazemeyer	blin.	komb.	1,15	0,60	1,70	0,69	1,173	160	0,0041	0,0073	11	Prema prospektu

Napomena:

* Zapremina građevinskog dijela nad zemljom

nadz. = nadzemna trafostanica podz. = podzemna blin. = blindirana
zid. = zidana; ** zid. montažni oklop. = oklopljena željezni lim
komb. = kombinirano: djelomično podzemna djelomično nadzemna

dobiti koeficijent iskorištenja stanice u odnosu na instaliranu snagu transformatora. Kao što se iz priložene tablice vidi, zidane transformatorske stanice imaju nepovoljniji koeficijent iskorištenja od blindiranih klasične izvedbe, a ove nepovoljniji od stanica u kojima je upotrebljen »Magnefix« ili »Isopont«.

Najekonomičnije, a ujedno i najjeftinije, su kombinirane transformatorske stanice, to jest one kojima je oprema djelomično montirana pod zemljom (transformator), a djelomično nad zemljom (oprema niskog i visokog napona).

Svakako da bi bilo poželjno da sva naša distributivna poduzeća ispitaju ekonomičnost do sada upotrebljenih transformatorskih stanica u vlastitom poduzeću i da ih počinju zamjenjivati s jednim jeftinijim tipom od kojih su neki opisani u ovom članku. Usvajanje takvih stanica najvjerojatnije bi dovelo do izmjene sistema razvoda niskog napona — u pozitivnom smislu, o čemu bi trebalo povesti računa pri projektiranju i rekonstrukciji postojećih objekata.

Literatura:

1. V. A. Kozlov: *O konstruktivnom vipolnenii transformatornih punktov.* »Električeskie stancii«, April 1958.
2. H. Ruff: *Planung und Bau von Stromversorgungsnetzen für Städte,* 1966.
3. D. I. — M. S.: *Preinaka radialne distributivne niskonaponske mreže u mrežu prema shemi »Bankong«.*
4. Brošure: »R. Končar« — Zagreb, »TSN« — Maribor, »Hazemeyer« — Hengelo (Nizozemska), »Wickmann-Werke« — Njemačka, itd.
5. AEG — Hilfsbuch — VIII. izdanje 1960.

Naslov pisca: Branko Damjanović, dipl. ing.
»Elektroprimorje« Rijeka

RAZVOJ I STANJE NAFTOVODA U SVIJETU S POSEBNIM OSVRTOM NA EVROPU

Ante Lešić, Zagreb

Opisan je povijesni razvoj izgradnje naftovoda u svijetu i istaknute su ekonomske prednosti transporta nafte cjevovodima. Dan je pregled predviđene izgradnje naftovoda do 1975. godine, s posebnim osvrtom na takve gradnje u Evropi.

DK 620.91

Cjevovodi kao inovacija u prijevozu, dolaze nam u Evropu iz Sjedinjenih Američkih Država (SAD). Mada to ne predstavlja ništa novo u odnosu na stare rimske aquadotte, poznate više od dvije tisuće godina, u razdoblju od 1863. godine — kada je u SAD položen prvi naftovod izgrađen iz željeznih cijevi promjera 2 cola što je povezivao bušotinu »United States« i željezničku stanicu Oil Creek u dužini od 32.000 stopa (oko 10 kilometara) u Pensilvaniji, pa sve do naših dana, prijevoz nafte, plina i derivata cjevovodima toliko se razvio i usavršio, da je moderna naftna industrija u svijetu bez njih nezamisliva.

Čovjek, kome trebamo zahvaliti za taj prvi pothvat na području izgradnje cjevovoda u službi moderne industrije nafte, zvao se Samuel Van Syckel.

Već kod tog prvog pothvata došle su do punog izražaja bitne ekonomske prednosti cjevovoda u odnosu na druga sredstva prijevoza. Naime, Van Syckel je mogao za prijevoz barela sirove nafte tražiti od korisnika prijevoza 1 dolar, a kako su stvarni troškovi bili negdje oko 5 centi/barel, to mu se je posao ubrzo isplatio, da bi dvije godine kasnije zbog velike konkurencije ipak propao.

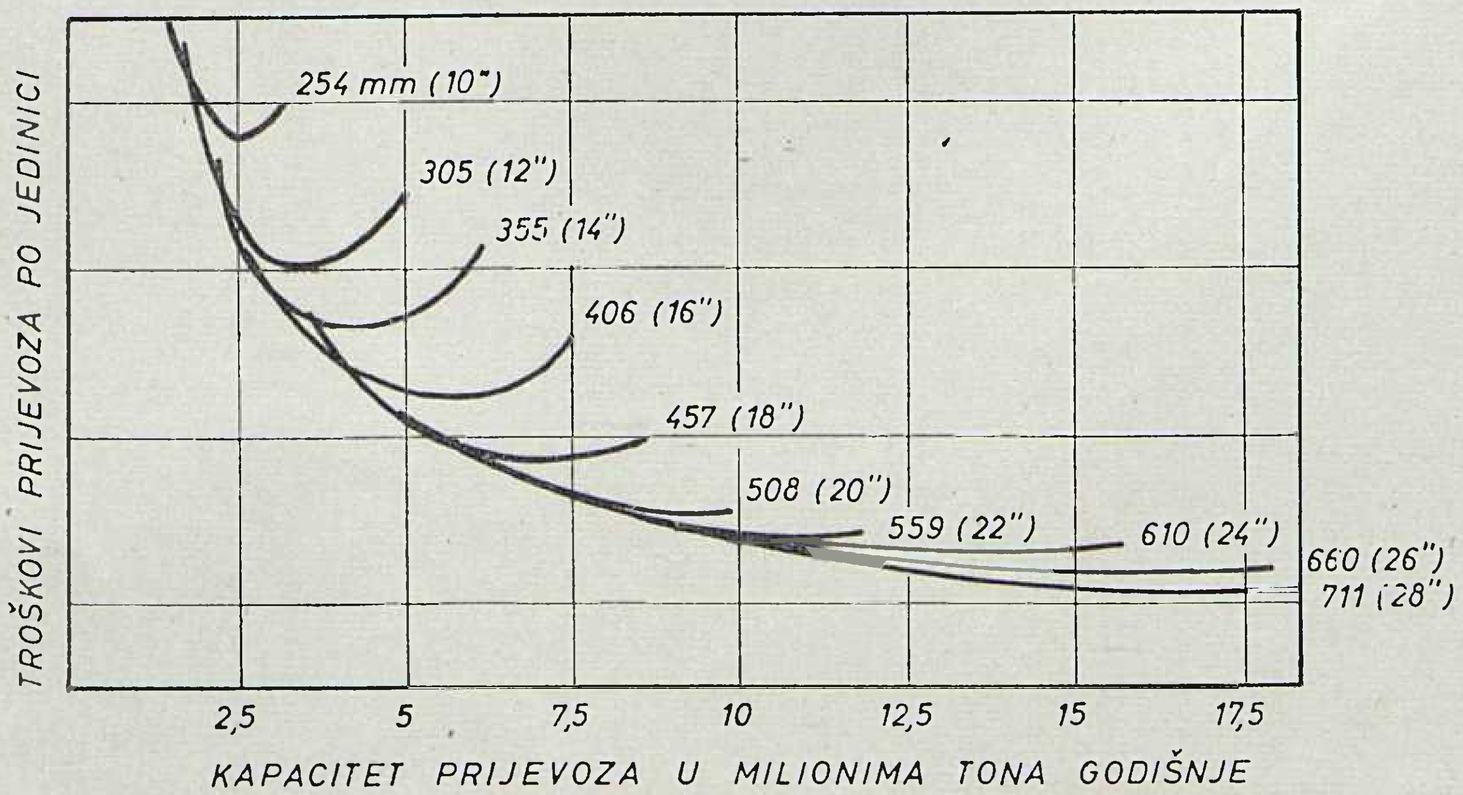
Godine 1907. SAD već imaju izgrađeno 45.000 milja (oko 72.400 km) cjevovoda za potrebe svoje naftne i plinske industrije, da bi 30-tih godina ovog stoljeća, kada je tehnički i tehnološki napredak omogućio izradu bešavnih cijevi i električno zavarivanje, došlo do snažne ekspanzije u izgradnji svih vrsta cjevovoda (naftovoda, plinovoda i produktovoda).

Ipak, svoju do tada najveću ekspanziju u SAD cjevovoda doživljavaju za vrijeme Drugog svjetskog rata, kada se dobar dio pomorske tankerske flote SAD odvaja za potrebe Savezničkog rata, a istočna obala te velike zemlje ostaje djelomično odsječena od izvora nafte u Meksičkom zaljevu. Osim toga, u to su se vrijeme pojavile i neprijateljske podmornice, koje su 1942. za 4 mjeseca potopile 48 tankera. Kao rezultat svih tih napora, izgrađeno je u to vrijeme novih 11.000 milja (oko 17.700 km) naftovoda i povećan kapacitet prijevoza do kraja 1945. godine za 65% — na 6,5 milijuna barela/dan.

Kako se s povećanjem promjera cjevovoda povećava kapacitet prijevoza i snizuju troškovi po prevezenoj jedinici količine (vidi graf. 1), to se stalno težilo da se izgrade sve veći i veći cjevovodni sistemi. Godina 1948. smatra se prekretnicom, jer je u toj godini dovršen naftovod promjera 20 cola (oko 51 cm) u dužini od 648 milja (oko 1050 km), koji je povezivao srednji Teksas sa srednjim dijelom države Ilinoj.

Na kraju 1948. godine u SAD je bilo u pogonu 110.400 milja magistralnih i priključnih naftovoda i 13.700 milja produktovoda. Osamnaest godina kasnije tj. 1966. dužina naftovoda i produktovoda bila je gotovo udvostručena. Međutim, u ovoj najrazvijenijoj zemlji svijeta — u kojoj se naftovodima i produktovodima prevozi danas oko 600 milijuna tona sirove nafte i derivata godišnje, i oko 600 milijardi Nm^3 prirodnog plina — plinovodima, ekspanzija cjevovodne mreže nipošto nije završena. Predviđa se naime, da će i u godinama koje slijede, svake godine biti izgrađeno po nekoliko tisuća kilometara cjevovoda, naročito produktovoda i plinovoda.

Ostali je svijet relativno s velikim zakašnjenjem krenuo za SAD u izgradnji cjevovoda, najmoćnijih sredstava prijevoza poslije velikih tan-



Sl. 1 Odnos između veličine cjevovoda (godišnjeg kapaciteta prijevoza) i troškova prijevoza

kera, što se može vidjeti uspoređujući troškove prijevoza za 1 Tkm iz tablice 1.:

Tablica 1

Prosječni troškovi prijevoza za 1 Tkm prevezene nafte, odnosno derivata, različitim sredstvima prijevoza (prosječni evropski uvjeti)

	u d (parama) za 1 Tkm
— cestovni prijevoz:	
sve pruge (30 t)	60,0—91,2
— željeznički prijevoz:	
maršutni vlak s el. vučom 1200 t neto	7,2—10,8
maršutni vlak s ostalom vučom 1200 t neto	15,6—21,6
— riječni prijevoz:	
tankeri s vlastitim pogonom do 3000 t neto	9,1
tegljači do 3000 t neto	6,0
— prijevoz cjevovodima:	
protok 1,5—2 mln. t/godišnje	6,0—9,6
protok 15—25 ,, ,,	3,0
protok 25—30 ,, ,,	1,8
— pomorski prijevoz:	
tankeri nosivosti 30.000 dwt	1,0
tankeri nosivosti 50.000 ,,	0,7
tankeri nosivosti 100.000 ,,	0,6

Prvi naftovod izvan SAD izgrađen je u bivšoj Rusiji 1905. godine između Bakua i Batumi-a. Godine 1934. izgrađen je I. P. C. (Iraq Petroleum Co.) naftovod promjera 12 cola od Kirkuka do Haife i Tripolia; 1938. godine izgrađen je naftovod od Damhana do Ras Tanure; 1950. godine naftovod TAPLINE (Trans-arapski) od Arapskog zaljeva do Mediterana.

Prema podacima koje J. Masseron navodi u knjizi: »L'economie des hydrocarbures«, do 1966. je bilo izgrađeno u svijetu oko 1,8 milijuna kilometara različitih cjevovoda za potrebe industrije nafte i plina. Njihova struktura i teritorijalna rasprostranjenost izgleda otprilike, ovako:

Cjevovodna mreža svijeta u (000) kilometara

Tablica 2

	Naftovodi	Produktovodi	Plinovodi
Svijet bez socijalističkih zemalja	300	126,4	1.254
— SAD	250	105,7	1.235
— Kanada	12,4	3	22
— Zapadna Evropa	6,9	3,9	26
— SSSR	28	5	76

S obzirom na dosta intenzivan razvoj u razdoblju od 1966. god. na ovamo, vidi se da je ukupna dužina mreže cjevovoda znatno povećana. To naročito vrijedi za zapadnu Evropu i SSSR, gdje je razvoj u odnosu na SAD započeo kasnije.

Da se cjevovodi još uvijek intenzivno grade, možemo ilustrirati raspoloživim podacima za razdoblje od 1971—1974. u kojem se za izgradnju predviđa oko 7,3 milijarde dolara, ne računajući izgradnju u socijalističkim zemljama. Prema podacima iz World Petroleuma br. 3 iz 1971. struktura ulaganja po područjima je slijedeća:

Predviđena izgradnja cjevovoda u razdoblju od 1971—1974 god. (u izgradnji i predviđeno)

Tablica 3

	Naftovodi (km)	Produktovodi (km)	Plinovodi (km)	Ukupno (km)	Ukupno mln. $
— Zapadna Evropa	3.202	3.789	3.508	10.499	732
— Afrika	1.537	. . .	1.577	3.114	361
— Srednji istok	3.033	1.078	523	4.634	1.556
— Daleki istok	217	265	2.301	2.783	344
— Latinska Amerika	1.786	282	3.894	5.962	442
Ukupno:	9.775	5.414	11.803	26.992	3.435
— SAD / Kanada	2.629	4.907	13.773	21.309	3.932
— Ukupno svijet bez socijalističkih zemalja	12.404	10.321	25.576	48.301	7.367

Kako se iz podataka u tablici 3 može vidjeti, program razvoja do 1974. godine vrlo je impresivan, a to je i normalno, kada se zna, da potrebe za energijom neprestano rastu, da je učešće nafte i plina u energetskoj potrošnji svijeta također u stalnom porastu i konačno, da je prijevoz energetskih sirovina (nafte, plina i derivata) cjevovodima upravo ono, što treba danas suvremenom svijetu na gusto naseljenim i urbaniziranim područjima — sa sve većim brojem nužnih ograničenja ekonomske i vanekonomske prirode.

Naftovodi i njihove prednosti

Naftovodi, odnosno cjevovodi, u širem smislu — pružaju niz prednosti ekonomske i vanekonomske prirode u odnosu na druga sredstva prijevoza kada ih gradimo u pravo vrijeme, na pravom mjestu i kada ih racionalno koristimo.

Prednosti prijevoza sirove nafte naftovodima uglavnom se sastoje u slijedećem:

1) ako je stalan, prijevoz naftovodima eliminira potrebu za izgradnjom velikog skladišnog prostora i nabave prijevoznih sredstava koja u polasku idu natovarena, ali se vraćaju prazna;
2) eleminiraju probleme vremenskih i klimatskih nepogoda jer su ukopani i u normalnim uvjetima (umjereni pojas) na njih neosjetljivi, što se ne može reći za ostale vidove i sredstva prijevoza;
3) eliminiraju opterećenje i habanje cesta i željezničkih pruga, što je inače slučaj (auto cisterne i željezničke vagon-cisterne);
4) vijek otpisa (tehnička i ekonomska amortizacija) znatno je duža u odnosu na druga sredstva prijevoza;
5) investiciona ulaganja za svaki kilometar naftovoda — kada se uspoređuju s drugim vidovima prijevoza za određeni kapacitet i jedinicu vremena, neusporedivo su niža;
6) isključimo li tehničke ili neke druge razloge, naftovodi omogućavaju kontinuiran prijevoz velikih količina sirove nafte, tamo gdje se to drugim sredstvima prijevoza može samo u

jednom pulsirajućem — isprekidanom ritmu, od slučaja do slučaja, i u ograničenim količinama;

7) naftovodi u najvećoj mjeri skraćuju udaljenosti između različitih mjesta (točaka) koja treba da se povežu, jer gotovo u potpunosti mogu slijediti pravu liniju;
8) u najvećoj mjeri reduciraju mogućnost gubitaka nafte u slučaju različitih udesa, naročito onda kada se mogu ugraditi sigurnosni ventili na relativno kratkim udaljenostima između jednog i drugog. Njihovu efikasnost na tom području ilustriraju podaci analize Stichting Concawe za razdoblje od 1966—1969. gdje je u slučaju 22 istražena udesa na cjevovodnim sistemima u zapadnoj Evropi ustanovljeno, da je izgubljeno svega 1650 m³ nafte, a trošak za podmirenje nastalih šteta trećim licima, za popravke i saniranje zemljišta zagađenog naftom. i drugo, iznosio je ukupno 143.000 dolara, što je oko 35.000 dolara godišnje;
9) omogućavaju izvanredno veliku fleksibilnost, jer dozvoljavaju, odnosno omogućavaju, prijevoz više različitih vrsti nafte istim naftovodom do iste lokacije, bez prekida — odvajajući ih po sistemu sendviča;
10) jedan magistralni naftovod s odgovarajućim priključcima može snabdijevati relativno veliko prostranstvo (kao primjer možemo spomenuti naftovod TAL (Trans-alpski naftovod) s odvojkom za Beč i Karlsruhe);
11) makako bili izvedeni, oko 98% od njihove dužine uglavnom je ukopano pod zemljom i njihova trasa — izuzev pumpnih stanica i rezervoara — ubrzo se uklopi u pejsaž kojim prolazi i u novu izraslu floru. To znači, da se na okolinu neznatno utječe (za razliku od gradnje cesta i željezničkih pruga), a isto tako i na ekonomiku poljoprivrede u zoni kojom prolazi;
12) rad naftovoda — kao i svih cjevovodnih sistema, visoko je automatiziran, što znači, da je utjecaj ljudskog faktora na njihov rad vrlo ograničen, i konačno
13) s obzirom da se uglavnom odvija pod zemljom, prijevoz naftovodima gotovo je nevidljiv i nečujan, što je organizaciono i psihološki izvanredno velika pogodnost za ionako ugroženog čovjeka od buke i zagađivanja. Naime, naftovodi i cjevovodni sistemi oslobađaju nas od tisuću drugih prijevoznih sredstava (pomorskih i riječnih tankera, željezničkih vagon-cisterni i auto-cisterni), kapetana, vozača, pratilaca, mašinista, kormilara; ublažavaju gužvu na i onako pretrpanim saobraćajnicama i sprečavaju materijalnu štetu u brojnim incidentima.

Naftovodi na tlu Evrope

Evropa, istočna i zapadna, raspolaže danas mrežom naftovoda u dužini od oko 24 tisuće kilometara od čega pola otpada na zapadnu, a pola na istočnu Evropu.

Ukupnom mrežom naftovoda protiče oko 300 milijuna tona sirove nafte godišnje, dok je kapacitet prijevoza osnovnih magistralnih pravaca nešto preko 170 milijuna tona/godišnje.

Kada započeti i predviđeni programi izgradnje magistralnih naftovoda budu u cjelini realizirani, njihov će ukupan kapacitet prijevoza iznositi oko 420 milijuna tona sirove nafte/godišnje, što se može vidjeti iz tablice 4.

Kapaciteti magistralnih naftovoda na tlu Evrope

Tablica 4

u mln tona

	kapaciteti postavljenih cjevovoda s opremom b)	kapaciteti nakon realizacije započetih i predviđenih programa proširenja
— NWO: Wilhelmshaven — Rajna — Ruhr	24,5	85
— RRP: Roterdam — Rajra — Ruhr	10	36
— SEPL: Fos — Karlsruhe	34,4	90
— CEL: Genova — Ferara — Aigle — Ingolstadt	11	55 c)
— TAL: Trst — Ingolstadt	54	54
— DRUŽBA: Ural/Volga — Poljska — DDR — Čehoslovačka — Mađarska	40	100
Ukupno:	173,9	420

a) Odvojci kao RDO (Rajna — Dunav) i AWP (Jadran — Beč) nisu uračunati.
b) Cijevi položene između 1959—1967. god., ali oprema u cjelini (pumpne stanice i drugo) nije odmah ugrađena.
c) Podaci se odnose na dionicu Genova — Ferara.

Da bi ukratko iznijeli povijest razvoja naftovoda u Evropi — treba da ukažemo na jedan — doskora vladajući koncept : to je koncept naftovoda koji sa svoja dva kraja povezuje izvor nafte (naftno ležište) s tankerima i preko ovih s rafinerijama na drugoj obali, a star je koliko i industrija nafte.

Međutim, problem se drugačije postavlja kada treba velike količine nafte otpremiti od obale prema unutrašnjosti kontinenta, jer se tu ne radi više o samo jednoj kompaniji koja sama za sebe treba i može da realizira jedan takav pothvat, već o nužnosti koncentracije napora i sredstava — dakle o udruživanju više zainteresiranih kompanija, odnosno poduzeća.

Na tlu Evrope razlikujemo danas tri osnovne skupine magistralnih naftovoda, i to: naftovode koji idu od luka na sjeveru Evrope, kao što su Wilhelmshaven i Roterdam — prema području Rajne i Rura, od luka na području Mediterana, kao što su Fos kraj Marselja, Đenova i Trst — prema širokom području istočne Francuske, jugu SR Njemačke, sjeverne Italije, Švicarske i sada Austrije, treća skupina naftovoda ide od Urala i Volge do zapadnih granica SSSR-a, Poljske, DDR, Čehoslovačke i Mađarske. Novi projekti o izgradnji magistralnih naftovoda u Evropi, koji se već realiziraju ili se predviđaju, slijedit će manje ili više već poznate trase što se može vidjeti iz tablice 4.

Prvi naftovodi od sjevera prema jugu Evrope izgrađeni su onda kada se od rata obnovljena Evropa počela naglo industrijski razvijati i kada Rajna više nije mogla apsorbirati stalno rastući promet na području industrijski razvijenog Rura u SR Njemačkoj. Tada su glavne međunarodne kompanije naftne industrije koje su na tom području imale rafinerijske kapacitete, formirale dva konzorcija za izgradnju naftovoda. Na čelu jednog, tj. konzorcija za izgradnju naftovoda Roterdam—Rajna (RRP) nalazila se kompanija Shell, a na čelu konzorcija za izgradnju Sjevero-zapadnog naftovoda (NWO) nalazile su se kompanije Esso, BP i Veba.

Naftovodni sistem NWO završen je 1959., a RRP 1960. NWO ima dužinu od 389 kilometara i promjer 28 cola. Naftovod RRP 320 kilometara ne računajući produžetak do Gelsenkirchena od 43 km i Raunheima blizu Frankfurta od 156 km. Promjer ovog naftovoda iznosi 24 cola.

Jedan od prvih, i svakako najznačajnijih, primjera udruživanja u izgradnji magistralnih naftovoda (vidi tablicu 5) koji idu od juga prema sjeveru Evrope bio je Južno-evropski naftovod (SEPL). Ovaj naftovodni sistem polazi od Fosa kraj Marselja u Francuskoj i ide preko Strasbura do Karlsruhea u SR Njemačkoj u dužini od 782 kilometra s promjerom od 34 cola. Ovaj naftovod je završen 1962. godine.

Akcionari glavnih zapadno evropskih naftovodnih sistema

Tablica 5

	NWO	RRP	REPL	CEL c)	TAL	AWP
ESSO	25,1	—	24,91	—	20	6,5
Shell	—	40	20,32	—	15	14,5
BP	25,1	—	7,12	—	11	7,5
Mobil	—	20	4,98	—	11	12,5
Texaco	—	10	4,00	—	9	—
Chevron	—	10	—	—	—	—
Gelsenberg	—	20	3,17	—	6	—
Veba Chemie	25,1	—	3,87	—	—	—
Union Rheinische	14,2	—	—	—	3	—
Wintershall a)	—	—	3,87	—	—	—
Petrofina	10,5	—	0,89	—	3	—
CFP / CFR	—	—	13,34	—	—	4,0
ELF — ERAP	—	—	10,00	—	2	—
ANTAR	—	—	3,53	—	—	—
ENI b)	—	—	—	100	10	4,0
Marathon	—	—	—	—	7	—
Continental	—	—	—	—	3	—
OeMV	—	—	—	—	—	51,0
Ukupno:	100	100	100	100	100	100

a) Rafinerija Wintershalla u Lingeru snabdijeva se naftovodom NWO.
b) Uz novčanu potporu drugih.
c) Esso, Shell i BP imaju ugovor na 20 godina za prijevoz 4 mln. t/god.

Naftovod CEL odnosno Centralno-evropski naftovod koji ide od Đenove do Ferare, Aiglea (Švicarska) i Inglostadta) SR Njemačka) dugačak je 931 kilometar. Krak do Aiglea završen je 1963., a do Ingolstadta 1966., s promjerom od 12 do 24 cola.

TAL — Trans-alpski naftovod promjera 40 cola i dužine 460 kilometara ide od Trsta do Inglostadta, a završen je 1967. godine.

Naftovod RDO — Rajna/Dunav u dužini od 294 km i promjera 26 cola završen je krajem 1963. i ide od Karlsruhea do Inglostadta — kao produžetak naftovoda SEPL s jednim kapacitetom prijevoza od 18 mln. t/godišnje.

AWP (Jadran-Beč) naftovod spada u grupu produžetaka. Dugačak je 432 kilometra s promjerom od 18 cola i ide od Würmlacha do Schwechata, a završen je 1970. s jednim početnim kapacitetom od 5,5 mln. t/god. i s mogućnosću daljnjeg povećanja do 10 milijuna tona godišnje. Konačno, najveći naftovodni sistem Evrope je DRUŽBA kojim se sirova nafta s područja Urala i Volge doprema do zapadnih granica SSSR-a i istočno-evropskih zemalja kao što su Poljska, DDR, Čehoslovačka i Mađarska. Naftovodni sistem DRUŽBA započet je 1960. a završen 1964. u ukupnoj dužini od 5.116 kilometara od čega na teritorij SSSR-a otpada 3.455 kilometara. Promjer ovog naftovodnog sistema kreće se između 20 i 40 cola.

Osim prethodno opisanih magistralnih naftovodnih sistema, na tlu Evrope su izgrađeni, a i u budućnosti će se graditi, brojni naftovodi lokalnog i međunarodnog značaja. Spomenimo samo naftovod od Roterdama do Antverpena u dužini od 105 km, promjera 34 cola; od Wilhelmshavena do Hamburga u dužini od 130 km, da ne nabrajamo sve one druge koji polaze od Avra (Le Havre), Đenove, Lavére i drugih terminala u raznim lukama evropskog kontinenta i Velike Britanije.

Značajnim naftovodnim sistemom na tlu Evrope treba smatrati i predviđeni naftovod od Jadrana prema unutrašnjosti Jugoslavije, Mađarske, Čehoslovačke i Poljske, kapaciteta između 20 i 35 mln. t/god., što će se završiti oko 1975. godine.

Literatura:

1. J. Masseron: »*L'economie des Hydrocarbures*«, Institute Français du Petrole, Pariz 1969.
2. M. Hubbard: »*The economics of transporting oil to and within Europe*«, Maclaren and Sons Ltd., London 1967.
3. G. H. Barrows: »*International Petroleum Industry*«; IPI, New York 1965.
4. H. S. Bell: »*Petroleum Transportation Handbook*«; Mc Graw-Hill Book Company, INC., London 1963.
5. J. E. White: »*Pipeline cost and investment analyses reveal hig-inch economies*«; Oil and Gas International, 9 (1969) 3, 69—75.
6. —— »*New Frontiers for US Pipelines*«; Petroleum Press Service, vol. 36, 9 (1969).
7. —— »*L'Industria petrolifera e l'ambiente*«; Rassegna Petrolifera, vol. 37, 1153 (1971) 12. studeni, 1223.
8. —— »*Europe's New Oil Arteries*«; Petroleum Press Service, vol. 37, 5 (1971), 167.
9. —— »*Il futuro degli oleodotti europei*«; Rassegna Petrolifera, vol. 37, 1144 (1971) 10. rujan, 961.

Naslov pisca: Ante Lešić, dipl. ecc.
INA — ZPF (Institut), Zagreb

PRIMJENA KABELA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI 1—35 kV

1. Uvod

Odluku o izboru kabela koji bi zadovoljio u svim mrežama i pogonskim uvjetima, nije lako ni jednostavno donijeti. Naime, na kabel kao elemet mreže u raznim uvjetima postavljaju se i razni zahtjevi u slučaju kvara, preopterećenja, tretiranja uzemljenja mreže, lagane montaže, principa minimuma troškova, sigurnosti pogona, itd.

Pogonska sigurnost u prijenosu i razdiobi električne energije izuzetno je važna, ali ta činjenica ne bi smjela isključiti zahtjev za racionalnom izgradnjom električnih mreža. Upotrebom aluminija kao vodiča, uz stalni razvoj kemije, garantira nam da će cijena sintetičkih izoliranih kabela stalno padati, pa će nove konstrukcije kabela moći udovoljiti traženim zahtjevima.

Nagli porast kabelske mreže, pa i na uštrb zračne mreže, nameće obvezu, da se prilikom izgradnje temeljito prouče ekonomski odnosi. Racionalni izbor vrste mreže, tip kabela, standardizacija presjeka, koordinacija radova itd. dovela je u SAD do toga, da je potkraj 1967. godine omjer troškova podzemna kabelska/zračna mreža iznosio u prosjeku 1,6 : 1 do 1,8 : 1 a u nekim distribucijama u 1971. godini 1 : 1. Slična situacija je i u Francuskoj, gdje EDF predviđa da će u 5 godina potpuno nestati klasična zračna mreža, koju će zamijeniti podzemna, a velikim dijelom i samonosivi kabel. U Njemačkoj je također trend rasta kabelske mreže veoma velik.

Na pravi izbor vrste mreže i tipa kabela obvezuje nas i podatak prema R. Wehn-u (za 1964. godinu distribucijsko poduzeće sa sjedištem u Essen-u) da je udio kabelske mreže u investicijskim troškovima izgradnje distribucijske mreže 60,5% u čemu sudjeluju

niskonaponski kabeli	25,6 %
srednjenaponski kabeli	31 %
dojavni i upravljački kabeli	3,9 %

Bržem porastu kabelske mreže pridonijele su u posljednje vrijeme ekonomske studije čiji su polazni podaci danas drugačiji nego što su bili prije 10 ili 15 godina. Uzrok su svakako tehničke i ekonomske promjene, kao uvođenje sintetičkih materijala za izolaciju, primjena aluminijskih vodiča, pouzdanije spajanje aluminija, pojeftinjenje aluminija u odnosu prema bakru, konstrukciji kabela, itd.

Ako je cijena klasičnog kabela sa bakrenim vodičima 1, onda je cijena kabela s aluminijskim vodičima novije konstrukcije 0,43 za isti ekvivalent.

Distribucijske mreže treba graditi prema načelu minimalnih sveukupnih godišnjih troškova mreže, tj. prema Kelvinovu pravilu.

Da bi i kod nas prišli široj primjeni aluminija i racionalizaciji izgradnje kabelske mreže, organizirana je posjeta grupe stručnjaka iz distribucije SRH, distribucijama i proizvođačima u Francuskoj, SR Njemačkoj i Mađarskoj. Najvažnija saznanja, među ostalim, iznesena su u ovim razmatranjima.

2. Kabeli s aluminijskim vodičima

Bilo je nažalost razdoblje kada je aluminijski kabel i razočarao za razliku od bakrenog. Ta razočaranja su nastala za vrijeme II. svjetskog rata, kada je u Njemačkoj aluminij uveden prisilno. Nije bilo velikih iskustava, a pojavili su se i problemi spajanja, loša mehanička i električna svojstva itd.

Besprijekornom proizvodnjom E-aluminija vodljivosti 61,5% Cu postignut je visoki postotak čistoće. Tehnika spajanja i problem korozije uspješno su svladani. Manja specifična vodljivost izražava se u prednosti manje težine. Isti težinski vodljivi dio aluminija je oko 0,2 cijene bakra.

SAD kao najveći proizvođač bakra i aluminija primjenjuju niskonaponski kabel pretežno s aluminijskim vodičima. U 1969. godini 85% distribucijskih poduzeća upotrebljava Al-kabele uglavnom sa koncentričnim nul-vodičem za niski napon, a 63% za srednji napon (50% za 15 kV, 8% za 20 do 27 kV), dok oko 10% poduzeća eskperimentira s aluminijskim kabelima. Vodiče pretežno spajaju gnječenjem.

U Švedskoj je u 1970. godini udio aluminija u kabelima iznosio oko 80%. Mađarska je u 1971. godini zabilježila udio Al-kabela 97%. SR Njemačka je ugradila u 1969. godini 64% kabela s Al-vodičima napona 1 kV.

Francuzi su 1970. godine proizveli 22.600 tona aluminija za kabelske vodiče, od čega je EDF ugradila 12.000 tona. Upotreba Al-kabela u Francuskoj isključivo je na niskom i srednjem naponu, dok se bakreni vodič koristi, izuzetno za priključke itd.
Daljnje bi nabrajanje bilo beskorisno, jer je iz prethodnog očito da je praksa prihvatila i potvrdila upotrebu Al-kabela na niskom i srednjem naponu i ocijenila ga jednako vrijednim Cu-kabelu, a s gospodarskog stajališta još povoljnijim.

3. Konstrukcija kabela s Al-vodičima

Osim pojeftinjenja kabela upotrebom aluminijskog vodiča na cijenu utječe i konstrukcija kabela.

Tip	PP–41	PP–00A	PP–40AJ	PP–41A	PP–44A	„PP–40AJ“*
Razlika u cijeni ml. st. din/km	0	6,1	3,5	5,2	4,0	4,5
Razlike %	0	48	28	41	32	36

(»PP-40 AJ« kabel sa 4 × 150 mm² Al + 70 mm² koncentrični vodič iz aluminijskih žica).

Na početku svoga razvoja aluminijski kabeli su bili po konstrukciji klasični, pa se i uštede kod ovakve vrste kabela nisu odrazile značajnije.

Koliko konstrukcija kabela i vrsta vodiča utječu na cijenu i kolike su moguće uštede, odnosno razlike u cijeni, vidi se i iz cjenika domaćih proizvođača. Za niskonaponski kabel dobivamo slijedeće razlike u cijeni, ako usporedimo kabel PP-41 sa bakrenim vodičima $4 \times 95\ mm^2$ i razne konstrukcije kabela s aluminijskim vodičima $4 \times 150\ mm^2$:

Kod konstrukcije kabela niskog napona treba posebno obratiti pažnju na svojstva aluminija i njegovo ponašanje na vlazi. Naime, oštećenjem izolacije zaštitnog vodiča (nule) postoji mogućnost prodora vlage, a time i korozije, te konačno prekid nul-vodiča. Prekid nul-vodiča može uzrokovati velike neugodnosti, jer je često takav prekid odmah neprimjetan, a nul-vodič je sa sigurnosnog stajališta najvažniji, osobito u nulovanim mrežama.

Najveća je dilema kod konstrukcije kabela izbor oblika, smještaj i efikasna zaštita nul-vodiča. Iz tih razloga konstruktori kabela razvili su niz varijanti konstrukcije poštujući pri tom ekonomske opravdanosti. Ne samo da se mišljenja konstruktora međusobno razlikuju, nego se razlikuju i standardi pojedinih zemalja, ali im je ipak bit ista — efikasnija zaštita Al-nul vodiča.

Dva su najosnovnija tipa konstrukcije kabela s obzirom na smještaj nul vodiča.

Jedan od tipova je izrada tri fazna vodiča (često puna) použena u trokut, a preko toga se nanosi ispuna, na koju se stavlja četvrti vodič izveden u obliku žičanog opleta. Ovaj, četvrti vodič, kao žičani oplet »nanesen« je uzduž valovito (Ceander kabel).

Koncentrični vodič (u Njemačkoj iz Cu) zaštićen je plaštem od sintetičke izolacije, npr. PVC-a.

Kod drugog tipa kabela četvrti Al-vodič použen je zajedno s ostala tri, kao tip NAYY(PP-00A) često izveden kao puni (Solidal).

Mađarska industrija izradila je originalni tip kabela koji bi mogli uvrstiti kao međuvarijantu navedenih tipova. Puni nul-vodič istog presjeka kao fazni podijeljen je u tri dijela i smješten po obodu uzduž kabela bez ikakve izolacije, a radi izjednačenja potencijala sve tri sekcije su omotane zajedničkom aluminijskom trakom i sve zajedno je obavijeno plaštem od PVC-a.

Osim smještaja nul vodiča postoje dileme i oko izbora metala posebno koncentričnog vodiča. Njemačka distribucija, koju neki autori smatraju konzervativnom, upotrebljava kabel s koncentričnim nul-vodičem iz bakrenih žica, dok istovremeno neke distribucije u Njemačkoj upotrebljavaju i najjednostavniji tip NAYY ($4 \times$ Solidal). Francuski standard dopušta koncentrični vodič i iz aluminijskih žica, ali se zahtijeva posebna zaštita od korozionog djelovanja vode, npr. kromatna traka.

Ne upuštajući se dalje u ova razmatranja (detaljnije vidi referat III Savjetovanja o energetskim kabelima — Pojatina i referat — Brezinšćak) može se konstatirati slijedeće:

Postoji realna opasnost od korozije aluminija u slučaju prodora vlage kod oštećenja izolacije nul-vodiča i sva rješenja, iako su neka i oprečna, (američko-francuska) računaju s tom činjenicom i nastoje povećati sigurnost nul-vodiča, pa i mađarska industrija koja je najradikalnija i nije uopće izolirala nul-vodič ipak ga je podijelila u tri sekcije, vjerojatno iz navedenih razloga.

Treba napomenuti da postoje i druga rješenja, kao npr. nanošenje nikla na Al-vodič, naprešan sloj bakra (Copper clad), poolovljenje, itd.

Izrada koncentričnog nul vodiča iz bakra sa stajališta sigurnosti najbolja je, ali su time uštede znatno smanjene.

Uzemljenje na više mjesta također daje povećanu sigurnost.

S obzirom na razna mišljenja, pa i divergentna, vjerojatno bi trebalo donijeti rješenje na osnovi ekonomskog kriterija, ocjenivši pri tome stupanj eventualne opasnosti, jer je činjenica da se svi navedeni tipovi upotrebljavaju u praksi.

Konstrukcije srednjenaponskih kabela su jednožilne i trožilne izvedbe. U izolaciji kabela zastupan je papir u klasičnoj izvedbi, a sintetički materijal u novijim konstrukcijama.

Način uzemljenja mreže i ovdje bitno utječe na parametre kabela. Dimenzioniranje zaštitnog vodiča (ekrana) kod novijih tipova kabela treba odabrati ovisno o tretiranju neutralne točke i induktivnom utjecaju kabela na telefonske vodove, zapravo u sklopu sistema cijele mreže, čime bi bio obuhvaćen tehničko-ekonomski ekvivalent. Ekran bi trebao imati dimenzije bar ekvivalentne olovnim plaštevima kod kabela IPZO. Kabelski ekrani, odnosno plaštevi su opterećeni pratkično s punom strujom kratkog spoja samo kod kvara u kabelu, gdje se klasični i troolovni kabeli i PE ponašaju jednako. Međutim, kod dozemnog spoja preko kabelskih ekrana ili plašteva teče samo dio struje dozemnog spoja, koja je toliko veća, koliko je niži redukcijski faktor kabela o čemu treba voditi računa. Redukcijski faktor predstavlja odnos između povratne struje kroz zemlju i ukupne struje zemljospoja $r_k = I_z/I_k$, redukcijski faktor za klasične IPO kabele iznosi oko 0,3 a za PE kabele 0,75 do 0,95.

4. Izolacija kabela

Može se sa sigurnošću tvrditi, da će sintetičke izolacije neminovno sve više potiskivati impregnirani papir za izolaciju kabela niskog i srednjeg napona. Na kabelima niskog napona impregnirani papir za izolaciju praktički je potpuno potisnut.

Statistički podaci raznih zemalja uvjeravaju nas, da je sve veći trend rasta sintetičkih izolacija na kabelima srednjeg napona na uštrb impregniranog papira. Pojedine distribucije, pa i u tehnički naprednim zemljama, nastoje zadržati impregnirani papir na kabelu srednjeg napona često i zbog konzervativnih shvaćanja, priučenosti kadrova i slično.

Može se navesti barem pet velikih tehničko-ekonomskih prednosti sintetičkih izolacija:

— veća temperaturna otpornost dopušta veća opterećenja u normalnom pogonu i kratkom spoju

— dielektrični gubici su manji (osim PVC, koji se praktički i ne upotrebljava iznad 10 kV, pa i 10 kV),
— težine kabela sa sintetičkim izolacijama su manje od papirno-olovnih
— izolacija kabela je bitna u konstrukciji kabela, a time i u stvaranju cijene kabela
— troškovi za polaganje zajedno s izradom kabelskih završetaka i spojki su niži.

Zajednička slaba strana svih kabela sa sintetičkom izolacijom u odnosu na klasične je gubitak dodatnih — prirodnih uzemljenja mreže, zbog čega mogu nastati dodatni troškovi radi poboljšavanja uzemljenja da bi se zadovoljili propisi o dozvoljenom naponu dodira i koraka. Što je redukcioni faktor kabela veći, traži se da otpor uzemljenja bude manji, što znači, da je uvjet za uzemljenje kabela sa sintetičkom izolacijom stroži (oko 3 × niži).

Prethodno razmatranje treba analizirati u sklopu čitave mreže i njene povezanosti, pa i korištenja drugih uzemljivača, vodovoda itd., što znači da u svakom slučaju nećemo morati ulagati u dodatna uzemljenja. Uzemljenje može zadovoljiti i onda ako je samo jedna mreža naponskog nivoa izgrađena s klasičnim kabelima.

Na širu upotrebu sintetičkih izolacija kabela za srednjenaponsku mrežu možemo računati tek uz relativno povoljnije cijene, ako nisu u pitanju drugi razlozi, kao visinske razlike i posebni zahtjevi mreže (intenzivna eksploatacija).

Od danas poznatih sintetičkih materijala najviše se primjenjuje polietilen PE, umreženi polietilen PEX ili etilen-propilen guma EPR za napone 10—35 kV, negdje za 10 kV PVC izolacija. U zemljama gdje je razvijena kemijska industrija i cijena povoljna upotrebljava se čak i na kabelima napona 1 kV polietilen ili EPR.

5. Spajanje Al-vodiča

Posebna tehnološka svojstva aluminija važna su za tehnička spajanja. Oksid aluminija stvara problem kod kontaktnih površina. Niska prekidna čvrstoća nema značenje u kabelskoj tehnici, ali »tečenje« aluminija nam nalaže ispravno dimenzioniranje spoja, posebno kod gnječenih i vijčanih.

Postoje više postupaka za spajanje aluminijskih vodiča:

— tehnički: varenje i lemljenje,
— mehanički: gnječenje i vijčani spojevi.

Postupak varenja daje najsigurniji i najbolji spoj, ali zahtijeva izučeno osoblje i savjestan rad.

Srazmjerno jednostavno dobri spojevi mogu se postići gnječenjem. U novije vrijeme ova metoda ima sve više pristaša prvenstveno radi jednostavnosti. Poznati su razni oblici gnječenih spojeva naročito u SAD. U Evropi su uglavnom u primjeni dva oblika. Oblik dubokog utiskivanja razvijen je u Francuskoj i Švedskoj, a oblik šesterokutnog gnječenja primijenjen je u SR Njemačkoj.

Kao nedostatak dubokog utiskivanja može se navesti neopteretivost na vlak, što bitno i ne dolazi do izražaja kod kabela. Šesterokutno utiskivanje opteretivo je i na vlak, a alat je jednostavniji. Duboko utiskivanje nije pouzdano za pune vodiče prilikom kratkog spoja, a šesterokutno može dovesti do nekontroliranog »tečenja« aluminija. Jedan i drugi postupak su atestirani, ali koliko je nama dostupno za manje presjeke do 95 mm². Iz toga bi se dalo zaključiti, da se ovi spojevi kod velikih presjeka i struja još uvijek provjeravaju i usavršavaju. Francuzi primjenjuju duboko utiskivanje i tvrde da su rezultati dobri osim na punom vodiču, pa ovaj postupak usavršavaju i za ovaj slučaj.

Za otcjepe osim varenja uspješno se primjenjuju vijčani spojevi. Ovdje je važno osim kvalitete vijčane spojnice da se postigne optimum između sile pritiska i prelaznog otpora. Poznavajući ovu zavisnost nepotrebno je naknadno pritezanje spojeva, jer će jednom ostvaren dobar kontakt držati trajno. Naime, ako bi se kontaktna sila i smanjila tijekom vremena, prelazni otpor se neće povećati, već ostaje konstantan do oko 30% optimalne vrijednosti kontaktne sile i tek tada počinje naglo rasti.

U Francuskoj vijčane stezaljke posjeduju vijak kod kojeg dolazi do kidanja glave vijka kad je postignut optimalni kontaktni pritisak.

Za prelazne spojeve aluminij-bakar razrađene su Al/Cu stopice i Al/Cu spojni tuljci (čahure).

6. Završavanje i spajanje kabela

Neće se pogriješiti ako se utvrdi da je za klasične tipove kabela najprikladniji klasični pribor koji je dovoljno razrađen i u praksi potvrđen. Noviji pribor na klasičnim kabelima nije osobito uspio.

Za kabele novijih konstrukcija sa sintetičkom izolacijom postoji čitav niz noviteta, ali su ovi pribori još uvijek u stadiju usavršavanja.

Završavanje i spajanje PE kabela vrši se sve više samospajajućim trakama »3 M« ili slično. Jednostavnije se umjesto traka primjenjuju toploskupljajuće cijevi poluvodljive i zaštitne kao proizvod tvrtke »Raychem«.

Oblikovanje polja izvodi se kapacitivno (deflektorom) ili rezistivno. U upotrebi su još i razne zaljevne smole s konfekcijskim deflektorom.

Polietilen ima veoma malu adheziju prema drugim materijalima, a i sam prema sebi, pa o ovoj činjenici treba voditi računa kod spajanja i upotrebe pribora.

Zbog svojih visokih svojstava polietilen zahtijeva čistoću kod izrade spoja, a isto tako treba onemogućiti zaostajanje mjehurića zraka (parcijalna pražnjenja — raspodjela polja!).

7. Tipizacija kabela i standardizacija presjeka

Tipizacija kabela i standardizacija presjeka potrebna je iz više razloga, a dva su osnovna:

— ostvariti načela racionalne izgradnje mreže
— zainteresirati domaće proizvođače za proizvodnju pribora za spajanje i završavanje aluminijskih vodiča i kabela novijih konstrukcija, a to znači usvajanje jedinstvenog spojnog i završnog pribora s atestima.

Iz provedene ankete u SR Hrvatskoj, kod distributivnih poduzeća je najviše ugrađenih kabela svedeno na Al-vodič kod 1 kV 25, 50, 95 i 150 mm². Interesantno je da se ovaj rezultat poklapa sa EDF-om u Francuskoj.

8. Pokrivanje i oblaganje kabela

Plastični štitnih i upozoravajuća traka znatno smanjuju troškove mehaničke zaštite kabela, osobito kod 10 kV i 35 kV.

Upotreba pijeska za posteljicu i oblaganje kabela potječe još iz vremena klasičnih kabela, kada je agresivno zemljište, kao glina, ugrožavalo olovni plašt. Uvođenjem novih tipova kabela bez olovnog plašta otpada i upotreba pijeska. Poznato je, naime, da se proces hlađenja — odvođenja topline — odvija bolje što je veće prisustvo vlage tj. što je veća toplinska vodljivost. Vlaga u kabelskom kanalu potječe od oborina i kapilarnog uzdizanja vode. Sitni pijesak ima veliki specifični toplinski otpor i pri većoj vlažnosti. Osim toga on ima mnogo manje kapilarno uzdizanje vode u odnosu na glineno zemljište, pa će i ukupno prisustvo vlage biti manje, a time odvođenje topline lošije. Konstrukciju kabelskog kanala treba tako izvesti, da je zadržavanje vlage što duže.

Iz ovog se dade zaključiti, da upotreba pijeska za kabele sa sintetičkom izolacijom nije potrebna osim u slučajevima gdje to uvjeti terena (zemljišta) zahtijevaju.

Zaključak

Uvod ovim razmatranjima imade svrhu podsjetnika, dok se opširnija problematika može naći u raznim publikacijama, a dobar dio i u materijalima III. savjetovanja o energetskim kabelima 1971. NOVI SAD, kao i putnim izvještajima grupe što je posjetila Francusku, SR Njemačku i Mađarsku u vezi s ovom problematikom.

Dati pravi zaključak na ovako opširnu materiju, ili prijedlog, u našim uvjetima je vrlo teško, posebno zbog još uvijek velikih dilema, pa često i posve suprotnih mišljenja poznatih autora.

Kao zaključak bismo mogli ipak navesti:

1. Tendencija razvoja kabela 1—35 kV sve više je usmjerena k primjeni kabela s aluminijskim vodičima prvenstveno iz ekonomskih razloga.
2. Iskustva u pogonu kabela s aluminijskim vodičima su zadovoljavajuća.
3. Primjeran je trend rasta kabelske mreže na uštrb zračne mreže zbog sniženja cijene izgradnje kabelske mreže, pogonske sigurnosti, urbanističkih zahtjeva, itd.
4. Kabele 1 kV s Al-vodičima treba tako konstruirati, da nul-vodič bude dovoljno zaštićen od korozije u slučajevima oštećenja plašta, a tip kabela odabrati prema tehničko ekonomskom kriteriju.
5. Izolacija 1 kV prihvatljiva je iz PVC-a.
6. Izolacije PE, PEX i EPR srednjenaponskih kabela su u porastu na uštrb impregniranog papira.
7. Kabeli novije konstrukcije srednjeg napona sa PE izolacijom prihvatljivi su i u jednožilnoj izvedbi.
8. Gubitak dodatnih uzemljenja kod PE, PEX i EPR treba kompenzirati (zavisno o mreži), a ekran dimenzionirati prema uvjetima mreže. Treba izraditi posebnu studiju o ekranu, kao i račun utjecaja na PTT vodove.
9. Tehnika spajanja Tl-vodiča postupkom gnječenja upotrebljiva je i za napone 20 i 35 kV. Zbog pomanjkanja naših propisa koristiti VDE 0220 za ispitivanje spojeva.
10. Odcjepe u kabelskoj mreži izvoditi s vijčanim stezaljkama koje su atestirane.
11. Kabele sa izolacijom PE spajati i završavati sa samospajajućim trakama provjerenih proizvođača ili sa toploskupljajućim cijevima.
12. Usvojiti naznačenu tipizaciju kabela i presjeka.
13. Kabele mehanički zaštititi plastičnim štitnikom i upozoravajućom trakom.
14. Pijesak postavljati u posteljicu kabela samo kod papirno-olovnih kabela i tamo gdje to za sintetičke kabele posebno iziskuje zemljište.
15. Zavod za standardizaciju treba što prije donijeti standarde u skladu s razvojem energetskih kabela.
16. Proizvođači kabelskih pribora i kabela trebaju što prije donijeti prijedlog standarda pribora za energetske kabele uključivši i standarde za PE i EPR kabele i pribor Zavodu za standardizaciju.

M. M.
»Eldih« - Zagreb

IZGLEDI ZA RAZVOJ PRIJENOSA VELIKIH SNAGA KABELOM

Kod kabelskih prijenosa moderna tehnika pruža slijedeće mogućnosti:

Pogonski napon 0,95 U_{max}		400 kV jednožilni uljni kabel	400 kV jednožilni uljni kabel hl. vodom	400 kV cijevni kabel SF_6	120 kV supra kabel trožilni
Vanjski promjer	mm	115	225	600	500
Širina trase trofazno	m	0,8	1,2	2,5	0,8
Presjek vodiča	mm^2	1000 Cu	2000 Cu	8000 Al	promjer 25 cm
Trajno opterećenje	MVA	445	1500	2500	2500
Gubici kod trajnog opterećenja	kW/km	62	280	265	
Snaga hlađenja	kW/km	—	56	—	136
Cijena uređaja	10^3 DM/km	1700	2600	4200	3500
Spec. cijena	DM/km MVA	3820	1740	1680	1400
Snaga nabijanja	MVA/km	11,85	12,20	4,2	1,0

U prethodnoj tablici prikazane su glavne vrste kabela koje bi u budućnosti došle u obzir za prijenos pod zemljom. Klasičnom uljnom kabelu s papirnom izolacijom ograničava opterećenje ugrijavanje i sušenje tla, pa se povećanje može postići samo umjetnim hlađenjem. Najniži specifični troškovi dobivaju se kod supra-vodljivog kabela, a prednost je još i u tome što ima najnižu snagu nabijanja.

Prema današnjim opterećenjima može se predvidjeti da će 1990. biti potrebno da se po jednoj trasi prenosi u velike gradove oko 2000 MVA. To je moguće izvesti samo kabelima s umjetnim hlađenjem ili neobično velikim brojem klasičnih kabela.

1. Trajno termičko opterećenje kabela i granice konvencionalne kabelske tehnike

Za prijenos visokim naponima danas dolaze u obzir prvenstveno slijedeći tipovi kabela:

1. Kabeli s tlačnim plinom izvana
2. Kabeli s tlačnim plinom iznutra
3. Niskotlačni uljni kabeli
4. Visokotlačni uljni kabeli

Kabeli pod 1 upotrebljavaju se do 220 kV, a kabel pod 2 do 110 kV. Za još više napone u obzir dolaze niskotlačni i visokotlačni uljni kabeli.

Posljednjih se godina nastoji konstruirati kabele za visoke napone iz plastičnih masa. Takvi kabeli imaju nisku dielektričnost ε_t i mali faktor gubitaka (tg δ). Ove dvije veličine postaju značajne s povećanom duljinom kabela. Osim toga, takvi kabeli imaju mali toplinski otpor, što je važno zbog opteretivosti kabela.

Može se reći da su se polietilenski kabeli pokazali potpuno pogonski sigurni do nekih 110 kV, premda se vrše pokusi i s mnogo višim naponima.

Na sastanku CIGRE objavljeno je, između ostalog, da se u Francuskoj čine pokusi s takvim kabelima za napon 225 kV, a u Engleskoj 275 kV. Primjena kabela s plastičnom masom ima još i tu prednost što se izbjegne upotreba plina, odnosno ulja, što mnogo olakšava održavanje kabela.

S obzirom na to da se danas za prijenos visokim naponom može upotrijebiti samo uljni kabel, daljnja će se razmatranja odnositi samo na tu vrstu kabela. Kod niskotlačnih kabela ulje teče u uzdužnim kanalima pod pretlakom od najviše 15 N/cm^2 (oko 1,5 at). Visokotlačni kabeli (»Oilostatic«-kabel) su kabeli bez plašta, položeni u cijevima napunjenima uljem pod pretlakom od 150 do 170 N/cm^2 (15 . . . 17 at).

Konstrukcija kabela je određena visinom napona i termičkim naprezanjem. U svijetu se čine napori kako bi se konstruirali kabeli što veće prijenosne snage. Upravo se u Engleskoj završava kabel napona 550 kV za američkog naručitelja. U USA je osnovan centar za razvoj i ispitivanje kabela do 765 kV.

Dosadašnjom tehnikom uljno-papirne izolacije mogu se svladati i najviši naponi, pa se problem svodi na strujnu opteretivost kabela, tj. na termička naprezanja koja nastaju zbog gubitaka. Gubici su slijedeći:

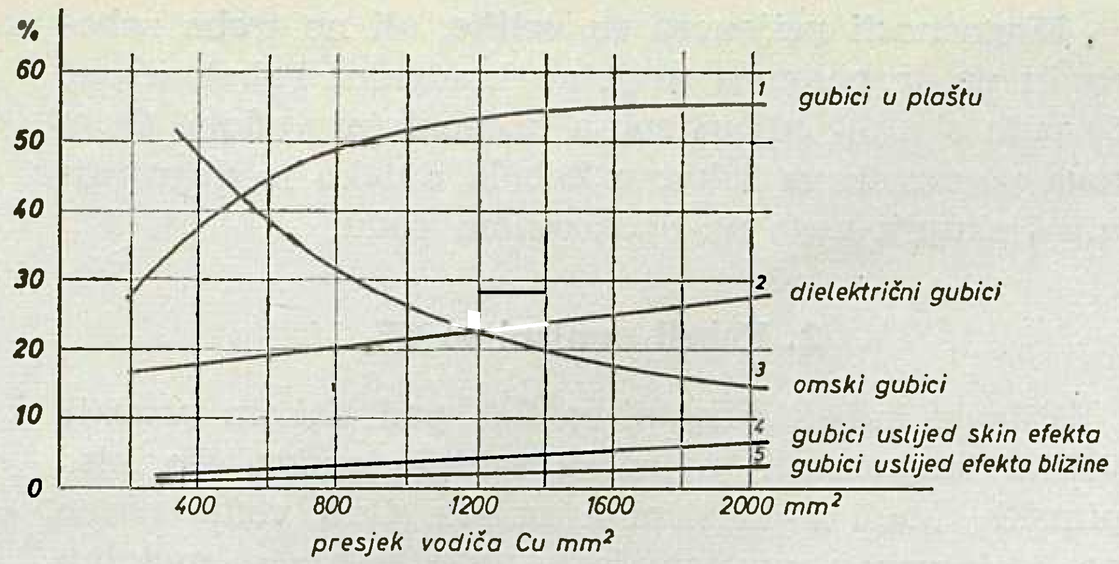
a) Gubici u vodiču
   - — omski gubici (gubici kao kod istosmjerne struje iste veličine) ,
   - — dodatni gubici uslijed skin-efekta i efekta blizine,

b) Gubici u plaštu i oklopu
   - — kod jednožilnih kabela induciraju se struje u plaštu i oklopu kabela što izaziva odgovarajuće gubitke; ovi gubici rastu s povećanjem struje (povećanjem presjeka) i razmakom od plašta,
   - — kod oklopa (cijevi) od magnetskog materijala nastaju također gubici histereze,

c) Dielektrični gubici

   Takvi gubici rastu s visinom napona i kod viših napona već osjetljivo utječu na opteretivost kabela.

U dijagramu sl. 1 ucrtani su u postocima udjeli pojedinih gubitaka kod puno opterećenog jednožilnog uljnog kabela 380 kV, kod žila položenih horizontalno. Temperatura vodiča ograničena je na 85°C. Ona se ne



Sl. 1 Relativni gubici $P_u/\Sigma P_g$ u ovisnosti o presjeku vodiča kod puno opterećenog kabela 380 kV, kod temperature vodiča od 85°C

smije preći kod uljno papirne izolacije. Granica opteretivosti kabela dana je graničnom temperaturom izolacije.

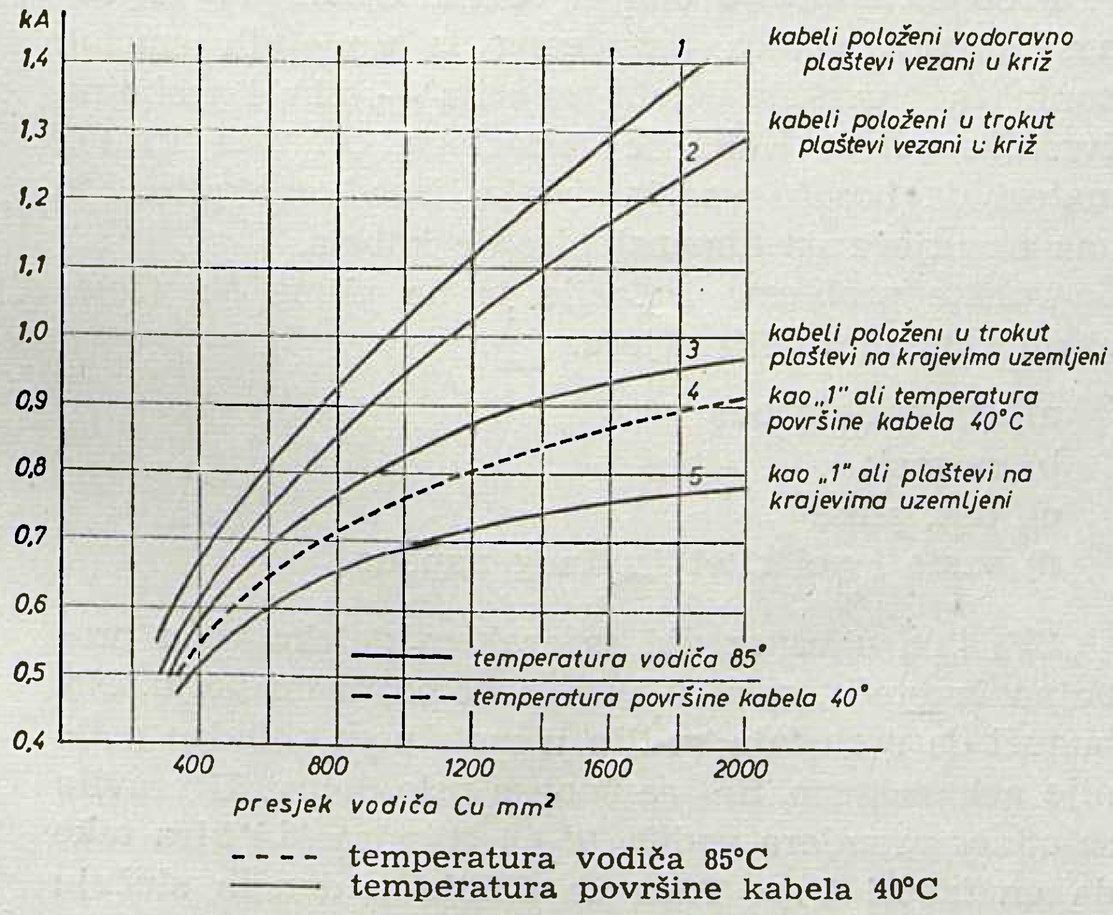
Termičko ponašanje kabela kod danog opterećenja ovisi o toplinskom otporu kabela. On je ispitan i poznat, ali poseban problem predstavlja teren u koji je ukopan kabel. U pitanju je vrsta terena (glina, pijesak, zrnatost pijeska) i vlažnost.

Toplinska vodljivost tla brzo opada sa smanjenjem vlažnosti, pa je naročito važno spriječiti sušenje tla u okolini kabela. Budući da isušenje tla ovisi o toplini koju daje kabel, postoji neka gornja granica termičkog opterećenja trase, koja se ne smije prekoračiti da se teren ne bi previše osušio.

S obzirom na sušenje tla ograničava se maksimalna temperatura na površini kabela. Ona je npr. u Njemačkoj ograničena na 40°C, a u Engleskoj na 50°C.

Kako se gubici kabela povećavaju povećanjem struja i povećanjem presjeka, potrebno je poduzeti mjere kako bi se gubici smanjili.

Gubici u vodiču mogu se smanjiti, ublaženjem utjecaja skin-efekta i efekta blizine. To se može postići, ako se vodiči izgrade u izoliranim segmentima. To je naročito potrebno kod velikih presjeka iznad 1200 mm². Na sl. 3 prikazan je utjecaj oblika vodiča na veličinu gubitaka.



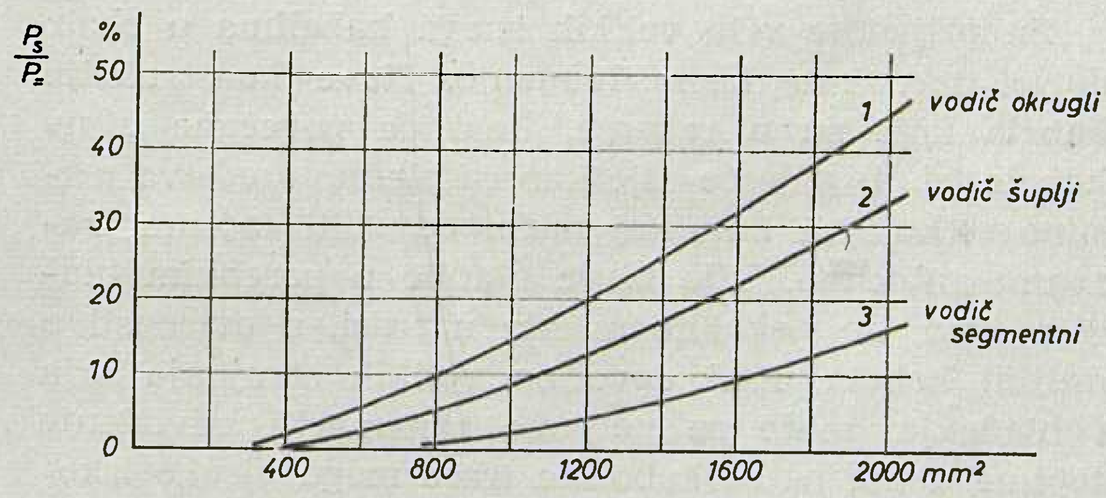
Sl. 2 Maksimalna opteretivost jednožilnog kabela 380 kV

Gubici u plaštu mogu se smanjiti kod kraćih kabela, ako se plašt izolira od zemlje i samo na jednoj strani uzemlji. Kod većih dionica plaštevi se izolirano podijele i ciklički povežu, tako da se inducirane struje međusobno poništavaju (slično kao preplitanje kod dalekovoda).

Za smanjenje dielektričnih gubitaka ima malo mogućnosti. Podeblja li se izolacija, smanjuje se kapacitet, ali se povećava toplinski otpor izolacije. Ukoliko je to moguće, najefikasnije je smanjiti ε_t i tg δ.

Smanjenje ovih veličina može se postići kod papirno-uljne izolacije upotrebom papira male gustoće i upotrebe osobito čiste deionizirane vode prilikom proizvodnje papira, ali mogućnosti su male. Da se dobije slika o termičkoj opteretivosti kabela dan je dijagram sl. 2 strujne opteretivosti jednožilnog uljnog kabela 380 kV, kod maksimalne temperature vodiča od 85°C (kod trajnog opterećenja), odnosno vanjske temperature kabela 40°C, za nekoliko načina polaganja i mogućnosti uzemljenja plašta.

Kabel ima šuplji bakreni vodič s promjerom kanala od 14 mm. Kod presjeka iznad 1000 mm² vodič je izveden u segmentima. U dijagramu je njegova površina nanesena na ordinati. Pogonska jakost polja iznosi 120 kV/cm tg $\delta = 2{,}3 \cdot 10^{-3}$, $\varepsilon_r = 3{,}4$. Žile su položene na razmaku od 11 cm, u tlu temperature 15°C i toplinske vodljivosti 100°C cm/W.



Sl. 3 Postotak dodatnih gubitaka uslijed skin efekta P_s prema gubicima P istosmjerne struje u vodiču

Uspoređujući opteretivost kabela čija temperatura vodiča iznosi 85°C vidi se da je ona najveća u slučaju kad su žile položene horizontalno, a plaštevi križno spojeni. Način uzemljenja plašteva neobično je važan, jer kod kabela gdje su plaštevi na oba kraja uzemljeni mogu se opteretiti skoro polovinu manje nego kabeli s u križ vezanim plaštevima.

Vidi se da kabel 380 kV, presjeka 2000 mm² Cu može prenijeti oko 900 A (600 MVA), uz uvjet da temperatura površine kabela ne pređe 40°C. Ako pak ovo ograničenje nije potrebno, već temperatura vodiča može narasti do 85°C, kabel se može opteretiti sa 1430 A (950 MVA).

Dakle, ako nije postignuto dovoljno vanjsko prirodno hlađenje kabel se termički ne može potpuno iskoristiti, pa je potrebno poduzeti mjere kako bi se bez štete mogla doseći maksimalna pogonska temperatura vodiča od 85°C.

Jedan od načina da se izbjegne sušenje tla jest punjenje kabelskih kanala ispunama koje to mogu osigurati. To su različite mješavine krupnozrnog pijeska, mješavine pijeska i šljunka i slično. Naravno da

se navedenim načinom može toplinska vodljivost tla povećati samo do neke granice, a zatim treba upotrijebiti umjetno hlađenje.

Hlađenje tla može se postići tako da se paralelno uz kabel, na daljini od nekoliko centimetara ugrade cijevi u kojima cirkulira voda. Time se može povećati opteretivost 50 . . . 60%.

Hladiti se može direktno i sam kabel, vodom koja cirkulira. Opteretivost se na taj način podvostručuje. Prednost je takvog hlađenja još u tome što se cirkulacijom vode izravnaju ugrijavanja duž kabela. U Engleskoj su izgrađena tri takva uređaja s direktnim hlađenjem kabela u tunelima. Npr. kabelski prijenos Sonthampton Water ima slijedeće karakteristike:

dužina tunela	3,2 km
trajna opteretivost	1600 A, 1100 MVA kod 400 kV
gubici	0,85 MW
presjek vodiča Cu	1610 mm²
maks. temperatura vodiča	50°C

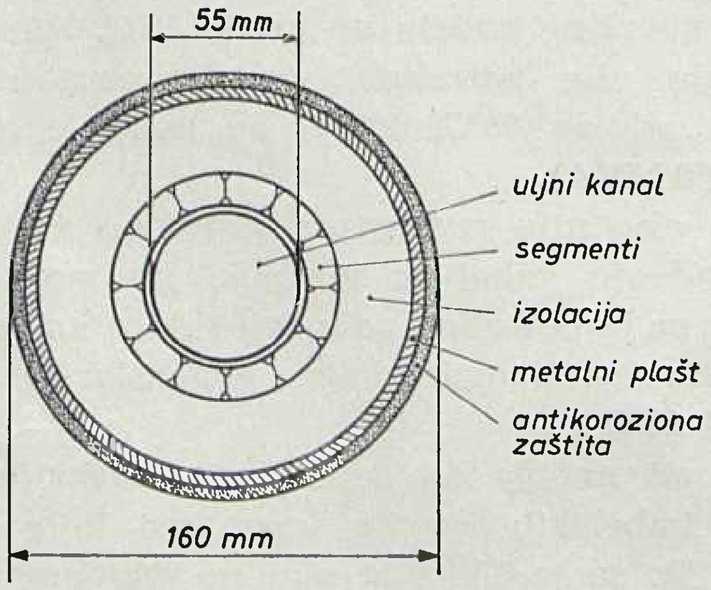
Temperatura vodiča je prilično niska, jer je u ovom slučaju granična temperatura određena spojnicama koje su hlađene zrakom.

Kod porasta struje u vodiču rastu gubici i za odvođenje topline mora postojati sve veća temperaturna razlika.

Za prijenose vrlo velikih snaga kabelima u obzir dolazi tzv. integrirano hlađenje. Nove konstrukcije kabela koje su u razvoju, imat će povećane uljne kanale (sl. 4) gdje će ulje kao rashladno sredstvo prisilno cirkulirati i na taj način odvoditi toplinu izazvanu gubicima. Ulje bi se hladilo u posebnim hladionicima, na nekoliko mjesta u trasi, u ovisnosti o duljini kabela. Kod dovoljno velikih strujanja ulja i hlađenja, može se potpuno zanemariti odvođenje topline u tlu, pa se kabelske trase mogu visoko iskoristiti.

Ovakvim tipom kabela mogu se ostvariti prijenosi snage od oko 3500 MVA, kod napona od 400 kV, a preko 4000 MVA kod 750 kV. U pokusne svrhe već su proizvedeni kabeli 400 kV s presjekom vodiča 3200 mm².

Prisilna cirkulacija ulja izvedena je kod križanja rijeke Severn u Engleskoj, ali samo za maksimalna opterećenja i određeni broj dana u godini. Temperatura dostiže tada 95°C, opterećenje 2600 MVA kod presjeka od 2581 mm² Cu. Spojnice su hlađene vodom.



Sl. 4 Uljni kabel 400 kV, 1935 mm² Cu

Mogućnosti prijenosa su velike, ali ne treba zaboraviti da je prijenos umjetno hlađenim kabelom oko 20 puta skuplji od prijenosa nadzemnim vodom. Osim toga popravak na takvom kabelu daleko je dugotrajniji i skuplji nego na nadzemnom vodu.

2. Kabeli punjeni sa SF_6

Plinski kabeli punjeni sa SF_6 pod tlakom pružaju velike mogućnosti prijenosa velikih snaga. To nisu plinski kabeli u klasičnom smislu. Goli vodič nošen na izolatorima uvučen je u odgovarajuću metalnu cijev koja je napunjena sa SF_6 pod tlakom. Ovakav kabel pruža slijedeće prednosti:

a) Nema ograničenja u prijenosnoj struji, jer se vodič može dimenzionirati po volji.
b) Nema ograničenja u visini napona, jer se odgovarajućim promjerom cijevi i tlakom izolacionog sredstva SF_6 mogu svladati vrlo visoki naponi.
c) Izolacioni plin nije toplinski osjetljiv.
d) Bolje odvođenje topline od vodiča, jer SF_6 ima bolje osobine prijenosa topline nego čvrsta izolacija.
e) Pogonski kapacitet kabela je manji, što ima za posljedicu i manje struje nabijanja.
f) Dielektrički gubici su zanemarivi.
g) Specifični troškovi prijenosa jedinice snage su to manji što je veća struja i viši napon.

SF_6 se već više od 10 godina upotrebljava kao izolaciono sredstvo u visokonaponskim oklopnim postrojenjima. U Japanu se 1963. počelo s pokusima za upotrebu kod prijenosnih postrojenja. Radovi su zatim nastavljeni u USA, Švicarskoj i Engleskoj. Eksperimentiralo se s čvrstima vodičima uvučenim u čvrste cijevi, dok se u Engleskoj razvio kabel s fleksibilnim veličinama u fleksibilnom plaštu, pa se kabel može namotati na bubanj.

Za dimenzioniranje SF_6 kabela mjerodavan je podnosivi udarni napon, a kod napona iznad 400 kV podnosivi unutarnji prenaponi. Potrebna visina podnosivog napona industrijske frekvencije već je zadovoljena spomenutim uvjetima.

Problem izolacije odnosi se na izolacionu vrijednost nosača vodiča (izrađenog iz umjetnih smola), kontaktne površine čvrsta izolacija — plin, i probojnu čvrstoću plina. Kako je izolaciona čvrstoća krutog materijala nosača vodiča daleko iznad one plina, to ona ne utječe na dimenzioniranje kabela.

Težište problema izolacije je na plinu. Na izolacionu vrijednost SF_6 utječe:

a) oblik elektroda
b) razmak
c) tlak plina
d) vrsta i polaritet ispitnog napona.

SF_6 ima u usporedbi sa zrakom daleko veću probojnu čvrstoću, osim u vrlo nehomogenom polju. No, budući da u slučaju vodiča u metalnom cilindru polje nije nehomogeno, SF_6 se ponaša vrlo dobro. U pravilu se odnos promjera vodiča (d_v) i cilindra (d_c) bira tako da on iznosi $1 : e$. Tada se dobije u danom slučaju najviši podnosivi preskočni napon.

S povećanjem tlaka raste doduše visina podnosivog udarnog napona, ali se tlakom ne smije pretjerati da kod niskih temperatura ne bi došlo do kondenzacije plina SF_6, koji će se skupiti na dnu cilindra. Ako je kabel položen u nagibu, tekućina će odteći na najniže mjesto, gdje će doći do promjene razdiobe električnog polja. Kod kondenzacije dolazi do pada tlaka u cilindru koji biva sve niži s padom temperature. S padom tlaka, pada i podnosivi napon. Npr. kod pada temperature od 20°C na —44°C, ako je početni tlak 6,2 bara, tlak padne na 3,0 bara a time dopuštena jakost polja od 300 kV/cm na 220 kV/cm. Zbog toga treba tlak plina odabrati tako da ne dođe do kondenzacije kod najniže predviđene temperature. U navedenom primjeru kod 20°C ne bi smio tlak plina biti veći od 3,9 bara.

Kako primjese zraka ili dušika do 30% ne pogoršavaju električka svojstva SF_6, zgodno je uzeti takvu mješavinu, jer je ona s jedne strane pogodna za niske temperature (parcijalni tlakovi), a s druge se strane uštređuje na plinu SF_6.

Budućnost ovakvih kabela je u jednofaznoj koaksijalnoj izvedbi u plaštu od vodovitog lima. Time se ujedno rješava i problem toplinskog rastezanja. Inače se tehnika takvih plašteva danas upotrebljava kod visokofrekventnih kabela. No, za veće promjere ipak se tim načinom neće moći ići, jer tada više nije moguće takve kabele transportirati na bubnju.

Daljnji je problem oblik i način pričvršćenja izolatora, nosača vodiča u cijevi. Premda je o ovom problemu malo objavljeno u literaturi, pokazalo se da obliku pločastog izolatora (npr. iz epoksidne smole) treba posvetiti punu pažnju. Izolator mora biti znatno deblji uz sam vodič. U obzir ne dolaze npr. potporni izolatori koji će održavati samo traženi razmak vodiča. To moraju biti pločasti izolatori kojima će se postići potpuno odijeljeni pregraci, što je potrebno, ako dođe do kvara na kabelu. Zagađenje izolatora ne dolazi u pitanje i zbog toga izolatori ne moraju imati rebra, koja bi i onako štetila, jer bi izazvala nehomogenost polja. Mogu se upotrijebiti ljevkasti ili konusni izolatori.

Prilike odvođenja topline su bolje nego da je u kabelu npr. zrak. Temperaturne razlike između vodiča i plašta su male. Daljnje odvođenje topline ovisi o načinu polaganja kabela. Najlošije su prilike u tlu. Mnogo su bolje u zraku, odnosno u kanalima.

Jedan od važnih problema koji je još u razmatranju je način ispitivanja SF_6 kabela.

Tehnika kabela SF_6 može se vrlo dobro upotrijebiti kod hidroelektrana ili pumpnih elektrana, gdje treba izaći s kabelom 220 kV ili 380 kV. Osobito tamo gdje treba svladati znatne visinske razlike. To su pokazali izvedeni uređaji 345 kV u Americi. Jedan takav uređaj ima duljinu od 180 m i visinsku razliku 40 m. Može se opteretiti strujom od 3350 A što daje 2000 MVA. Temperatura vodiča s obzirom na SF_6 mogla bi iznositi oko 150°C, ali s obzirom na noseće izolatore ne može se ići iznad 100 ili najviše 120° C.

Prema:

1. Petry: *Thermische Dauerbelastbarkeit von Kabeln und grenzen der konventionellen Kabeltechnik*
2. Brückner: *SF_6 — izolierte Leitersysteme für Hochleistungsübertragung*
3. ETZ-A / 1971, br. 12.

SF_6 — izolirte Leitersysteme für Hochleistungsübertragung P. Brückner ETZ-A, 1971 br. 12

B. Markovčić

POVEZIVANJE (INTERKONEKCIJA)

Povezivanje električkih mreža (interkonekcija) između pojedinih zemalja naročito je razvijena u Evropi. Da se suradnja na izmjeni električne energije što više unaprijedi stvorene su posebne organizacije u zapadnoj i u istočnoj Evropi.

Na zapadu je najveća takva organizacija UCPTE (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité) osnovana 1951. na inicijativu Organizacije za privrednu suradnju Evrope OECE (Organisation Europeennee de Cooperation Economique). UCPTE obuhvaća 8 zemalja: Austriju, Belgiju, Francusku, Italiju, Luksenburg, Nizozemsku, Z. Njemačku i Švicarsku. Organizacija je uzela kao zadatak racionalizaciju iskorištenja proizvodnih i prijenosnih postrojenja zemalja članica i unapređenje i povećanje međunarodnje razmjene električne energije. Organizacija se bavi naročito pitanjima povezanih sistema, ali nije ovlaštena sklopiti ugovore o dobavi i izmjeni električne energije.

UCPTE je udruženje osoba iz osam zemalja članica. Svaka zemlja može imenovati tri redovna člana i izvanredne članove iz elektroprivrednih poduzeća.

Instalirana snaga zemalja UCPTE iznosila je na početku 1971. g. okruglo 150.000 MW, a ukupna proizvodnja 621.300 GWh. Ukupna razmjena energije iznosila je 4,8 njihove ukupne proizvodnje. Između zemalja UCPTE prelazi (1971.) ukupno 114 trojki na 81 vodu ukupne prijenosne snage 25.700 MVA.

Glavni dispečerski centar UCPTE je u Švicarskoj u Laufenburgu na Rajni.

God. 1961. ušli su u Plenarni odbor predstavnici UFIPTE (Unio Franco-Ibérique pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité), a 1964. predstavnici SUDEL organizacije za izmjenu električne energije između Italije, Jugoslavije i Austrije.

U najnovije vrijeme jedan predstavnik grupe NORDEL (nordijska grupa država: Danska, Finska, Island, Norveška i Danska) ušao je u Plenarni odbor UCPTE. Mreža NORDEL imala je (1970.) instaliranu snagu od 38.000 MW. Švedska, Finska, Norveška povezane su vodom 400 kV, i vodovima 220 kV, a s Danskom istosmjernom vezom 250 kV, a Danska pak s UCPTE s dva voda 220 kV.

Jugoslavija je već prije bila vezana vodovima 110 kV, s Austrijom preko Dravograda, a preko Divače s Italijom. Zatim su sagrađene veze 220 kV od TS Podlog za Austriju, a od TS Divača prema Italiji. Krajem 1971. g. obavljeni su prvi pokusi za mogućnost paralelnog voda.

U istočnoj Evropi postoje dvije povezane (interkonektirane) mreže. Jedna je mreža grupe zemalja SEV (Sovet Ekonomičeskoj Vzaimopomošći) koju čine Bugarska, Mađarska, Poljska, Njemačka D.R., Rumunjska, Čehoslovačka i dio zapadno ukrajinske mreže u SSSR-u, a druga se naziva Povezana mreža evropskog dijela SSSR-a koju sačinjava Sovjetsko južna, sjeverno-zapadna i centralna mreža, te mreža bazena Volge, Urala i Kavkaza.

Instalirana snaga zemalja SEV-a ima (1970) snagu 50.000 MVA, a mreža evropskog dijela SSSR-a 100.000 MVA. Zemlje SEV-a imaju mrežu napona 220 kV i 400 kV, a mreža SSSR napone 220, 330 i 500 kV, a u gradnji je mreža 750 kV.

Za SEV se na zapadu upotrebljava kratica CAEM (Conseil d'Assistance Economique), a često se čuje i kratica COMECON. Organizacija je osnovana 1949. s ciljem da udružuje i koordinira napore članica za planski razvoj sveukupne privrede, dakle ne samo elektroenergetike. Organizacija nije u toj mjeri dobrovoljna kao UCPTE. Dogovorena rješenja postaju pravomoćna s potpisom protokola Savjeta. Savjet ima komisije za: geologiju, ugljen, naftu, plin, električnu energiju i nuklearnu energiju. Centralna dispečerska služba smještena je u Pragu. Povezivanje zemalja počelo je tek 1960. Godine 1963. izgrađen je vod 400 kV između ČSSR — Rumunjske i SSSR. Bugarska je tada dobila vezu 220 kV, a sada se izgrađuje 400 kV.

S istočnim zemljama Jugoslavija je vezana vodovima 110 kV od Varaždina i Subotice prema Mađarskoj, od Kikinde prema Rumunjskoj, a od Zaječara i Vrle prema Bugarskoj.

Izgradnjom HE Đerdap bit će ostvarena veza 400 kV prema Rumunjskoj, a od Niša prema Bugarskoj. Paralelni vod jugoslavenske mreže sa zemljama SEV-a neće praviti poteškoće, ali ne dolazi u obzir istovremeni paralelni vod sa zapadnim i istočnoevropskim sistemom.

Prema podacima Ekonomske komisije za Evropu, Komiteta za električnu energiju (X 1971.), navedene organizacije imat će 1975. i 1980. slijedeća maksimalna opterećenja:

Organizacija	Vrh opterećenja MW	
	1975.	1980.
UCPTE	150.000	200.000
NORDEL	40.000	50.000
S E V	70.000	100.000
Ev dio SSSR-a	120.000	190.000
U k u p n o :	**380.000**	**540.000**

U okviru spomenutog komiteta za električnu energiju Evropske ekonomske komisije, proučava se problem povezivanja evropskih mreža.

Procijenjuje se da bi korist od takve interkoneksije bila slijedeća:

a) Stvarni zajednički vrh opterećenja bio bi manji za više od 1%, od sume vrhova UCPTE i SEV zbog neistodobnosti vrhova. Ako bi se povezala i Sovjetska mreža zbog dobne razlike efekat bi bio mnogo veći.

b) Smanjenje rezervi teško je precizno odrediti, jer ovisi o strukturi instalirane snage, o jediničnim snagama proizvodnih grupa, i učestalosti kvarova. Prema

Vidi ENERGIJA 3—4: 20 godina djelovanja UCPTE

svjetskim iskustvima moguće je smanjiti rezervu u veličini od 3,5% prema maksimalnoj snazi povezanih sistema. Kad bi evropska povezana mreža imala 340 GW, redukcija potrebne snage zbog pomaka vodova i rezerve mogla bi biti manja za 6,8 GW, a na svaku bi mrežu otpalo smanjenje:

za UCPTE	3 GW
za SEV	1,4 „
za SSSR	2,4 „

Proučavajući krivulje opterećenja za 1975. i mogućnosti kvarova došlo se do zaključka da bi u najtežem slučaju u pitanju bili slijedeći tokovi snage:

od mreže UCPTE prema mreži SEV 1975.
3 MW, 1980. 4 MW

od mreže S E V prema mreži SSSR 1975.
3,7 MW, 1980. 5 MW

Za prijenos tolikih snaga predloženes u tri varijante:

a) povezivanje trofaznim vodovima 750 kV
b) povezivanje trofaznim vodovima 1150 kV
c) povezivanje istosmjernim vodom ± 750 kV

Smatra se da bi najprikladnija točka za povezivanje u UCPTE mreži bila u Švicarskoj, možda kod Laufenburga, a u mreži SEV oko Prosenica (na granici ČSSR i SSSR), a u mreži evropske Rusije oko Knoska. Dužine bi bile Laufenburg — Prosenice 800 km, Prosenice — Knosk 1500 km.

B. Markovčić

IZ POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA PROIZVODNJU I PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

XL sjednica Upravnog odbora

Za ovu sjednicu UO, od 27. siječnja o. g. usvojen je slijedeći dnevni red:

1. Rasprava o srednjoročnom planu: »Izgradnja proizvodnih i prijenosnih postrojenja Elektroprivrede SR Hrvatske u razdoblju 1971—1975. godine.«
2. Izgradnja 380 kV mreže.
3. Elektroenergetska bilanca za 1972. godinu.
4. Odluka o privremenom financiranju Biroa za I — III 1972. godine.
5. Razno.

Rasprava o srednjoročnom planu: »Izgradnja proizvodnih i prijenosnih postrojenja elektroprivrede SR Hrvatske u razdoblju 1971—1975. godine.«

Do sada je u okviru Poslovnog udruženja izrađeno nekoliko planova razvoja elektroprivrede za razdoblje 1971—1975. za čiju su realizaciju predviđena ukupna sredstva od 5.800 mln din. do oko 7.411 mln din.

Prema ocjeni Republičkog zavoda za planiranje za osiguranje spomenutih financijskih sredstava ne postoje mogućnosti, pa treba da se razvoj elektroprivrede uskladi s potrebama i mogućnostima društva. Prema tome bi trebalo računati s ukupnim sredstvima od 4.500 mln dinara za razdoblje od 1971—1975.

Međutim, prema predviđenoj potrošnji električne energije, ta sredstva nisu dovoljna za izgradnju potrebnih proizvodnih i prijenosnih postrojenja, pa je zbog toga razrada plana izrađena na ukupan iznos od 5.319,5 mln dinara. Pri razradi su sudjelovali predstavnici udruženih poduzeća, ali materijal nije razmatran na organima upravljanja poduzeća.

Da bi se uočila potreba izgradnje novih proizvodnih kapaciteta do 1975. godine, trebalo je utvrditi razvoj potrošnje električne energije do 1978. godine, kako bi se još u ovom petogodišnjem razdoblju završili neki objekti i započela izgradnja novih, koji bi trebali da uđu u pogon do 1978. godine. To je bilo neophodno, jer izgradnja elektrana traje 3 do 6 godina, što ovisi o strukturi proizvodnih postrojenja.

Razvoj potrošnje električne energije, za koji je izrađena energetska bilanca, iznosi:

GWh

Područje	1970.	1975.	1976.	1977.	1978.
Osijek	587	1.300	1.410	1.550	1.750
Rijeka	875	1.400	1.550	1.720	1.940
Split	1.564	3.500	3.720	3.890	4.160
Zagreb	2.550	3.900	4.250	4.700	5.150
Ukupno — SRH	5.500	10.100	10.940	11.860	13.000

Porast potrošnje električne energije u SRH u razdoblju 1970—1975. godine iznosi 12,9% a u razdoblju 1975—1978. godine 8,8%. Pri tome se računalo sa iskorištenjem postojećih elektrana, i ulaskom u pogon novih kapaciteta: HE Orlovac — I 1973; HE Varaždin — I 1975; TE Tuzla IV — I 1974; HE Zakučac II — I 1977.

Uz ove pretpostake dobiven je i manjak instaliranih kapaciteta po godinama:

	1975.	1976.	1977.	1978.
Manjak instalirane snage (MW)	277	375	488	667

Da bi se pokrio iskazani manjak snage izgradnjom novih proizvodnih kapaciteta za 1978. godinu, razmatrane su slijedeće mogućnosti:

— izgradnja elektrana na tekuće gorivo lociranih na području SR Hrvatske;
— izgradnja elektrana na ugljen u rudnicima u SR BiH i SR Srbiji;
— izgradnja nuklearne elektrane Krško, i
— kombinacija navedenih rješenja.

Unatoč nastojanja učesnika koji su razrađivali plan, da se prijedlog izgradnje novih elektrana izradi u manjem broju varijanti nije bilo moguće izraditi manje od tri (A, B i C). Naime Osijek, Rijeka i Split predlažu varijante A i B, a Zagreb varijantu C.

U sve tri varijante se smatra potrebnim da se za naše potrebe što prije zakupe kapaciteti u TE Tuzla IV (200 MW) s rokom iskorištenja od 1. I 1974. i da se izgradi HE Zakučac II (80 MW) s rokom ulaska u pogon, jednog agregata 1975, a drugog godinu dana kasnije.

U varijanti A se osim toga predviđa elektrana na ugljen od 300 MW, i izgradnja TE Sisak II 210 MW i TE Urinj 210 MW. Ukupna snaga 1000 MW. Ukupne investicije iznose 2.119 mln d a od toga 1.733 mln d do 1975. godine.

U varijanti B se predviđa elektrana na ugljen 200 MW, TE na mazut 210 MW i NE Krško 310 MW. Ukupna snaga 1000 MW. Ukupne investicije 2.809 mln d, od čega 1.713 mln d do 1975. godine.

Varijanta C predviđa i TE na ugljen 200 MW, TE Sisak II 210 MW, NE Krško 310 MW, a osim toga još i izgradnju TO Zagreb 120 MW. Ukupna snaga 1120 MW. Ukupne investicije 2.899 mln d, od čega 2.003 mln d do 1975. godine.

Osim investicija za elektrane predviđaju se još potrebna sredstva za dovršenje objekata u pogonu,

objekata u izgradnji, objekata prijenosne mreže i sredstva za studije i istraživanja novih elektroenergetskih objekata.

Prema tome ukupno potrebna financijska sredstva za realizaciju predloženog plana razvoja proizvodnih i prijenosnih postrojenja SRH za razdoblje 1971—1975. godine iznose:

1. Dovršenje investicione izgradnje objekata u pogonu, zamjene i rekonstrukcije	414,5	mln dinara
2. Završetak izgradnje HE Orlovac i HE Varaždin	1.248,0	,, ,,
3. Objekti prijenosne mreže	1.813,5	,, ,,
4. Studije i istraživanja novih elektroenergetskih objekata	150,0	,, ,,
5. Izgradnja novih elektrana		
— Varijanta A	1.733,0	,, ,,
— Varijanta B	1.713,0	,, ,,
— Varijanta C	2.003,0	,, ,,
6. Ukupno		
— Varijanta A	5.359,0	mln dinara
— Varijanta B	5.339,0	,, ,,
— Varijanta C	5.629,0	,, ,,

Konstrukcija financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata za razdoblje 1971—1975. godine, odnosno 1972—1975. godine ne može se sada konačno utvrditi, što je posljedica nedefiniranog sistema financiranja proširene reprodukcije elektroprivrede. Prema tome u sadašnjoj fazi razrade prijedloga financiranja može se govoriti, većim dijelom, samo o orijentacionim uočavanjima eventualnih mogućih izvora sredstava, koji ovise o provedbi predloženih mjera za osiguranje sredstava što nedostaju.

U iznesenoj konstrukciji financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata razmatraju se slijedeći izvori financijskih sredstava:

1. vlastita sredstva elektroprivrede,
2. sredstva koja se osiguravaju zakonskim putem,
3. sredstva 30%-tnog depozita od neprivrednih investicija,
4. sredstva iz anuiteta oročenih sredstava za razdoblja 1966—1970. godine,
5. domaći i inozemni krediti,
6. sredstva doprinosa na povećano opterećenje od strane potrošača.

Navedeni mogući izvori sredstava za financiranje, uz određene pretpostavke, osigurali bi ukupno 5.368,2 mln dinara za financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata. Međutim treba provesti određene mjere za njihovu realizaciju.

Postojeća cijena električne energije i sada važeći zakon o financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata osiguravaju samo 17,8% potrebnih financijskih sredstava, pa prema tome velik dio sredstava treba tek osigurati.

Nakon razmatranja predloženog radnog materijala i diskusije Upravni odbor je donio slijedeće zaključke:

1. Razvoj potrošnje električne energije ovisan je o razvoju privrede, porastu društvenog i osobnog standarda, cijeni električne energije, te o odnosu cijena električne energije i drugih oblika energije. S obzirom da Elektroprivreda ne utječe na navedene elemente, njen je utjecaj na razvoj potrošnje neznatan.

Sadašnja, niska cijena, električne energije s jedne strane stimulira rast potrošnje, a s druge strane ne osigurava nekim elektroprivrednim poduzećima da pokriju prostu reprodukciju, dok drugima osigurava tek neznatna sredstva za razvoj. Zato je neophodno, zajedno sa zainteresiranim organima i organizacijama utvrditi realan iznos financijskih sredstava za izgradnju elektroenergetskih objekata, kao i mjere koje će porast potrošnje svesti u okvire realne mogućnosti proizvodnje.

2. Upravni odbor konstatira da postoje razlike u planu razvoja potrošnje električne energije u razdoblju 1976—1978. godine u materijalima Zavoda za privredno planiranje i Elektroprivrede SR Hrvatske. Razlike se sastoje u tome, što u materijalu Zavoda za privredno planiranje predviđena potrošnja petrokemijskog kombinata 1978. godine iznosi 1000 MWh, proširenje kapaciteta aluminija u 1976. godini za 35.000 tona/god., s godišnjom potrošnjom od 400 GWh.

Na sastanku u Zavodu za privredno planiranje koji će se održati 31. o. mj. treba zajednički utvrditi s kojim će se nivoom potrošnje računati u razdoblju 1976—1978. god., kao i način financiranja energetskih objekata za potrebe velikih potrošača.

3. Upravni odbor zaključuje da je u planu izgradnje elektroenergetskih objekata potrebno najprije osigurati:

— sredstva za zamjene i rekonstrukcije, te za završetak objekata u pogonu,
— sredstva za dovršenje izgradnje objekata u izgradnji (HE Orlovac i HE Varaždin, prijenosne mreže u izgradnji),
— sredstva potrebna za studije i istraživanja i projektiranje novih objekata.

4. Iako postoji više varijanti o izboru novih elektrana, u svima je sadržano, a prema tome i nesporno, da treba zaključiti ugovor o korištenju kapaciteta Tuzla IV, s ulaskom u pogon u siječnju 1975. godine i izgraditi HE Zakučac II, s ulaskom u pogon jednog agregata početkom 1975. a drugog početkom 1976. godine.

Radi toga Upravni odbor preporučuje zainteresiranim elektriprivrednim organizacijama da što prije zaključe ugovor o zakupu snage i dobavi električne energije, i o učešću u financiranju izgradnje objekta Tuzla IV.

5. Izbor ostalih elektrana za potrebe konzuma do 1978. godine dan je u materijalima za Upravni odbor u tri varijante. Elektroprivreda Dalmacije izradila je posebnu varijantu koja je na sastanku podijeljena članovima Upravnog odbora, a na sastanku Upravnog odbora su Elektroprivreda Rijeka i Elektroslavonija Osijek najavile izradu novih varijanti.

U roku od najviše mjesec dana treba, u okviru Poslovnog udruženja, uskladiti spomenute varijantne prijedloge, kako bi pred nadležne republičke organe iznijeli plan razvoja Elektroprivrede SR Hrvatske sa što manje varijanti.

6. U materijalu »Izgradnja proizvodnih i prijenosnih postrojenja elektroprivrede SR Hrvatske u raz-

doblju 1971—1975. godine« računalo se sa cijenama materijala i ugluga iz sredine 1971. godine, kako je to uvodno istaknuto. U roku od 15 dana treba što realnije procijeniti promjene cijena na domaćem tržištu, do kojih je došlo posljednjih sedam mjeseci, i uvažiti devalvaciju dinara koja je provedena krajem 1971. godine. Ovaj podatak, makar informativno, treba uključiti u daljnju doradu plana.

7. U raspravi o srednjoročnom planu razvoja Elektroprivrede SR Hrvatske, koja će se održati 31. o. mj. u Republičkom zavodu za planiranje, treba nastojati da se ubrza rješavanje ove problematike na slijedeći način:

— da se o planu razvoja Elektroprivrede SR Hrvatske u što skorije vrijeme otvori rasprava u Izvršnom vijeću Sabora i Saboru SR Hrvatske,
— da se u okviru Privredne komore SR Hrvatske pokrene rasprava o planu razvoja Elektroprivrede SR Hrvatske i s tim u vezi donošenje društvenog dogovora o odgodi vraćanja sredstava privredi, koja su sakupljena u prošlom petogodištu na osnovi republičkih zakona o oročavanju sredstava, kao i da se razmotre druge mogućnosti za osiguranje potrebnih sredstava za razvoj elektroprivrede,
— da se formira zajednička radna grupa elektroprivrede i odgovarajućih republičkih institucija sa zadatkom, da u što kraćem roku izradi potrebne materijale o konstrukciji financiranja plana izgradnje elektroenergetskih objekata kao i prijedlog republičkog zakona kojim bi se regulirala ova materija.

8. Pri definiranju izvora sredstava, kao i načina financiranja proširene reprodukcije proizvodno-prijenosne djelatnosti elektroprivrede za razdoblje 1971—1975. godine, Upravni odbor smatra da, u tom okviru, treba pronaći i odgovarajuća rješenja za eliminiranje manjka prihoda, odnosno radi normaliziranja ekonomskog položaja udruženih poduzeća. Ovo je potrebno stoga, što se smatra da će eventualno nerješavanje ovog pitanja otežati, odnosno onemogućiti, realizaciju plana izgradnje elektroenergetskih objekata u razdoblju 1971—1975. godine.

Izgradnja 380 kV mreže

U vezi s izgradnjom 380 kV mreže na području SR Hrvatske, Upravni odbor je nakon diskusije stao na stanovište da još nisu riješena sva pitanja za donošenje konačnog zaključka. Birou Poslovnog udruženja stavljeno je u zadatak da organizira sastanak s predstavnicima elektroprivrednih organizacija SRH, predstavnikom Izvršnog vijeća, predstavnicima banke, te da se na sastanak pozove generalni direktor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, na kojem će se raspraviti sva nejasna pitanja. Taj zadatak treba izvršiti do 15. II 1972. godine.

Elektroenergetska bilanca za 1972. godinu

Elektroenergetska bilanca Udružene elektroprivrede SR Hrvatske za 1972. godinu izrađena je na osnovi bilanci udruženih poduzeća, tako da se ukazuje ukupna potreba od 6.708 GWh. Bilancom se predviđa ukupna proizvodnja u termoelektranama i hidroelektranama u količini od 5.127 GWh, pa postoji manjak električne energije u iznosu od 1.581 GWh. Taj manjak pokrit će se iz elektroenergetskog sistema SR BiH.

Radi reguliranja međusobnih odnosa u zajedničkom radu u eksploataciji elektroenergetskih objekata i postrojenja u SR Hrvatskoj i reguliranja kupoprodaje električne energije s ostalim elektroprivrednim organizacijama izvan SR Hrvatske, udružene elektroprivredne organizacije zaključuju poseban samoupravni sporazum o zajedničkom radu.

Upravni odbor je jednoglasno usvojio slijedeći zaključak:

Usvaja se elektroenergetska bilanca za 1972. godinu, kao i Samoupravni sporazum o zajedničkom radu i kupoprodaji električne energije za 1972. godinu, kako je to predloženo u materijalima za ovu sjednicu Upravnog odbora, uz slijedeću napomenu »Elektroslavonije« Osijek:

»Elektroenergetska bilanca za 1972. godinu koja je ponuđena Upravnom odboru na usvajanje je jedna od varijanti rađenih bilanci u kojoj je HE Trebišnjica prikazana kao proizvodnja Elektroprivrede Zagreb. Elektroslavonija je donijela odluku da može prihvatiti samo bilancu u kojoj HE Trebišnjica bude raspodijeljena 50% Osijeku, a 50% Zagrebu, ili da se napravi bilanca kao što je predložena Upravnom odboru iz Osijeka prema kojoj HE Trebišnjica pripada 100% Osijeku. Budući da se Jugelu ne može ponuditi bilanca u dvije varijante, to Elektroslavonija prihvaća ovakvu bilancu, uz konstataciju da postoji i druga varijanta, gdje je Trebišnjica prikazana kao proizvodnja Elektroslavonije — Osijek, dok se poduzeća ne sporazume ili Izvršno vijeće donese odluku o pitanju podjele Trebišnjice.«

Odluka o privremenom financiranju Biroa za I — III 1972. godine

Budući da još nije usvojen financijski plan Poslovnog udruženja za 1972. godinu, Upravni odbor je zaključio:

Za privredno financiranje poslovanja stručnih službi Biroa poslovnog udruženja u 1972. godini (bez financiranja studija), do konačnog usvajanja financijskog plana, usvaja se mjesečna akontacija u iznosu od 320.000,00 dinara, koja će se ravnomjerno raspodijeliti udruženim članovima.

Za točku 5. dnevnog reda: »Razno«, nije bilo pitanja ni prijedloga.

V. Horvat

IZ POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

Upravni odbor Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske i upravni odbor Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, održali su 15. II 1972. u Zagrebu VI zajedničku sjednicu.

Na sjednici je dogovoren i prihvaćen slijedeći dnevni red:

1. Društveni dogovor o programiranju razvoja elektroprivrede i planiranju i financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja;
2. Društveni dogovor o međusobnoj suradnji i zajedničkom radu u eksploataciji elektroenergetskih objekata i postrojenja;
3. Ugovor o osnivanju poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hvatske;
4. Razno:
   a) Financiranje 380 kV mreže,
   b) Prijedlog »Elektroprivrede« Zagreb o solidarnosti u slučaju dovođenja u pitanje isplate osobnih dohodaka.

U vezi s prijedlogom za nadopunu dnevnog reda, *zaključeno je* da se — nakon ove zajedničke sjednice — održi kraća sjednica upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, sa slijedećom točkom *dnevnog reda:*

— Informacija o planu izgradnje proizvodnih i prijenosnih postrojenja elektroprivrede SR Hrvatske u razdoblju 1971—1975. godine.

Uvodnim izlaganjem, kojeg je dao predsjednik Koordinacione grupe, prisutni su se upoznali s radom i rezultatima rada ove grupe.

Grupa je, nakon primljenih primjedaba na provedbene akte elektroprivrednih organizacija proizvodnje i prijenosa i organizacija distribucije, radila na izradi konačnog teksta akta i to od 12. do 15. siječnja o. g. u Kaštel Starom, u slijedećem proširenom sastavu: Čučuković, Bulić, Busatto, Medvedec, Plander i Pletikosić — iz proizvodnje i prijenosa, te Marušić, Feöcze, Radica, Crevar i Nikolić — iz distribucije. Kao rezultat rada došlo se do ovdje predloženih akata s time, da je Koordinaciona grupa, (prisutni članovi — predstavnici udruženih organizacija) na osnovi ovlaštenja koje je imala, uskladila svoje stavove, kako je to bilo dogovoreno. Primjedbe na koje je trebalo odgovoriti dane su uz materijal za ovu sjednicu.

1. točka dnevnog reda

Razmatrajući Društveni dogovor o programiranju razvoja elektroprivrede i planiranju i financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja, u diskusiji i načelnoj raspravi sudjelovali su predstavnici gotovo svih organizacija.

Nakon diskusije, primjedbi i prijedloga na sam tekst, doneseni su slijedeći *zaključci:*

1. Usvaja se Društveni dogovor o programiranju razvoja elektroprivrede i planiranju i financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja (zajedno sa Jedinstvenom metodologijom za izradu programa razvoja i planova izgradnje elektroprivrede, koja je sastavni dio ovog Društvenog dogovora), s time da se izvrše dopune i izmjene prema usvojenim primjedbama iznesenim na ovom sastanku.
2. Pitanje prikupljanja sredstava privrede u skladu s toč. 2. člana 44. Zakona o elektroprivredi, treba riješiti posebnim dogovorom, da se ne bi s time čekalo.
3. Prijedlog ovog Društvenog dogovora treba uputiti ostalim sudionicima, a potpisivanje izvršiti nakon što će prihvatiti dogovore.

2. točka dnevnog reda:

Osim pismenih primjedbi koje je na Društveni dogovor o međusobnoj suradnji i zajedničkom radu u eksploataciji elektroenergetskih objekata i postrojenja, dalo poduzeće »Elektroprivreda« Zagreb, na sjednici su dane i primjedbe na neke članove ovog dogovora. Nakon opširne diskusije u vezi s tim primjedbama, donesen je *zaključak:*

1. Usvaja se Društveni dogovor o međusobnoj suradnji i zajedničkom radu u eksploataciji energetskih objekata i postrojenja zajedno s priloženom »Metodologijom za utvrđivanje i učestvovanje u manjkovima i viškovima godišnje garantirane snage« i »Metodologijom za utvrđivanje cijena snage i energije«, uz neke izmjene i dopune koje će se unijeti u tekst.
2. Zaključak pod točkom 3. iz prve točke dnevnog reda vrijedi za ovaj Društveni dogovor.

3. točka dnevnog reda:

1. Upravni odbori su, nakon dulje diskusije, usvojili i Ugovor o osnivanju poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske, uz nekoliko izmjena i dopuna:
2. Zadužuje se biro poslovnog udruženja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije (dr. Čučuković), da do 25. ov. mj. izradi prečišćene tekstove dvaju Društvenih dogovora, kao i Ugovora o osnivanju poslovnog udruženja, u skladu sa zaključcima današnje sjednice, da se zatim dogovori upute ostalim sudionicima sa zahtjevom da dadu svoje primjedbe i mišljenja i da ih usaglase.
   O prihvaćanju ovih Društvenih dogovora treba informirati Republičku privrednu komoru na predstojećem sastanku (17. ov. mje.) s time da će tekst dogovora dobiti u najkraćem roku.

3. Formira se radna grupa u sastavu:
   — Pavelić Ivica, dipl. ecc. - direktor Biroa poslovnog udruženja proizvcdnje i prijenosa,
   — Marušić Anđelko - direktor Poslovnog udruženja distribucije, i
   — Čukuković dr. Frano,
   — Bulić Ivo, dipl. ing.,
   — Busatto Ante, dipl. ing.,
   — Crevar Milan, dipl. prav.,
   — Feöcze Danijel, dipl. ecc.,
   — Medvedec Ivo, dipl. ecc. i
   — Plander Zdravko, dipl. ing.

   sa zadatkom da, prema potrebama kontaktira s ostalim učesnicima društvenih dogovora, vodi s njima potrebne razgovore i privede zaključivanje ovih dogovora kraju. Ovisno o stavu ostalih sudionika, grupa će, ako to bude potrebno, dogovore ponovno iznijeti pred upravne odbore poslovnih udruženja.

4. Zadužuju se direktori biroa poslovnih udruženja, da formiranju dvije komisije, i to:
   a) komisiju za izradu prijedloga statuta i tekstualnog dijela akta o organizaciji i sistematizaciji radnih mjesta novog Poslovnog udruženja, i
   b) komisiju koja će izraditi prijedlog sistematizacije radnih mjesta, s time da od postojećih radnih zajednica biroa zatraži da o tome dadu mišljenja i prijedloge.

5. Zadužuje se grupa za eksploataciju da pri usklađivanju stavova s ostalim sudionicima društvenih dogovora, nastoji uskladiti postojeće alternative uz čl. 14. i 37. Društvenog dogovora o međusobnoj suradnji i zajedničkom radu u eksploataciji elektronergetskih objekata i postrojenja.
   Ukoliko to ne uspije, zastupnici pojedinih alternativa, treba da uz te članove dostave obrazloženje svog stava, kako bi se ono moglo zajedno s Društvenim dogovorom dostaviti ostalim sudionicima.

6. Zadužuje se Koordinaciona grupa da ubrza rad na izradi prijedloga okvirnih uvjeta za isporuku električne energije, kao i za izradu eventualno potrebnog prijedloga za stvaranje približno jednakih uvjeta privređivanja.

7. Potpisivanje Društvenih dogovora i Ugovora o osnivanju Poslovnog udruženja treba uslijediti na jednoj od slijedećih zajedničkih sjednica dvaju upravnih odbora, čiji će datum utvrditi njihovi direktori ovisno o usklađivanju stavova s ostalim sudionicima društvenih dogovora.
   Ukoliko to ne uslijedi do 31. III o. g., potpisivanju Ugovora o osnivanju poslovnog udruženja pristupit će se odvojeno.

8. Bez obzira na to što dokumenti koji su prihvaćeni nisu potpisani, od poduzeća treba s pravom očekivati da će svoj budući rad i međusobne odnose uskladiti s njihovim odredbama i da će ih poštivati.

Prijedlog »Elektroprivrede« Zagreb o solidarnosti u slučaju dovođenja u pitanje isplate osobnih dohodaka

Predstavnik »Elektroprivrede« Zagreb, ing. Širola je već uz prvu točku dnevnog reda iznio da se ovo poduzeće nalazi u poslovnom gubitku koji može dovesti do smanjenja osobnih dohodaka. Ovo se razmatralo na savjetima njihovih pogona, u kojima radnici nisu spremni da svojim osobnim dohocima rješavaju neriješene ekonomske probleme, ni da učestvuju u potpisivanju dokumenata koji su danas prihvaćeni, ukoliko nemaju garanciju, ili barem vjeru, da će se partneri s kojima ih potpisuju, u ovakvim momentima solidarno odnositi prema njihovim poteškoćama. Stoga je predstavnik »Elektroprivrede« Zagreb predložio da se, uz ove dokumente, donese i preporuka kojom bi se ostale organizacije na neki način obvezale, da u slučaju da dođe do smanjenja osobnih dohodaka priskoče u pomoć pozajmicom iz svojih sredstava, kako ne bi došlo do neželjenih reakcija.

Nakon diskusije, Upravni odbor je zauzeo stav, da je — za definitivno zauzimanje stava ovog Upravnog odbora, — potrebno da stručna služba »Elektroprivrede« Zagreb (i eventualno Biroa) do slijedeće sjednice izradi konkretniji prijedlog, odnosno da ispita pravne i financijske mogućnosti realizacije ovakve preporuke.

Nakon VII zajedničke sjednice upravnih odbora dvaju poslovnih udruženja, rad je nastavio Upravni odbor Poslovnog udruđenja poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije, sa slijedećom točkom dnevnog reda:

Informacija o planu izgradnje proizvodnih i prijenosnih postrojenja elektroprivrede SR Hrvatske u razdoblju 1971—1975. godine

Na sastanku Upravnog odbora poslovnog udruženja od 27. I o. g. razmatran je plan izgradnje elektroenergetskih objekata za razdoblje 1971—1975. godine, izrađen u više varijanti. U Republičkom zavodu za planiranje, na sastanku održanom 28. I o. g. razmatran je prijedlog Elektroprivrede. S njim je usklađen plan razvoja potrošnje električne energije, a Zavod je ujedno definirao visinu sredstava od 8.020 mln dinara koja se u ovom petogodištu trebaju osigurati za elektroenergetske objekte proizvodnje, prijenosa i distribucije. Zavod za planiranje upućuje elektroprivredu na pokretanje šire akcije radi osiguranja ovih sredstava.

Osim toga, je dogovoreno, da se održi sastanak Predsjedništva Republičke privredne komore, na koji bi se pozvali najodgovorniji funkcioneri Republičkog sekretarijata za privredu, Republičkog sekretarijata za financije i eventualno ostalih republičkih organa. Na sastanku bi se iznio problem razvoja potrošnje električne energije, izgradnje elektroenergetskih objekata, te osiguranje potrebnih sredstava. Budući da smo smatrali da je važno da na Predsjedništvo komore ne izlazimo s varijantama plana, predstavnici poduzeća su u duhu zaključaka sa sjednice UO-a od 27. siječnja o. g. iznijeli uvjete koji bi trebali biti

ispunjeni da bi se došlo do samo jedne varijante prijedloga plana. Na osnovi takvih zahtjeva Biro poslovnog udruženja je izradio materijal pod naslovom »Plan izgradnje proizvodnih i prijenosnih postrojenja elektroprivrede SR Hrvatske u razdoblju 1971—1975. — prijedlog«, koji je upućen članovima Upravnog odbora prije ove sjednice. Kod izrade ovog prijedloga, nastajalo se da se u što većoj mjeri usvoje i unesu u plan primjedbe i prijedlozi poduzeća. Stoga je potrebno s ovakvim prijedlogom plana izaći pred Predsjedništvo komore kako bi se sagledala sva težina problema i osigurala sredstva u iznosu od oko 8.020 mln dinara.

Na osnovi ove diskusije, a i zbog premorenosti prisutnih, Upravni odbor nije mogao donijeti konačnu odluku o usvajanju predloženog plana, već se složio da ovaj materijal posluži kao podloga za razmatranje mjera koje treba poduzeti da bi se osigurala sredstva za izgradnju elektroenergetskih objekata.

— • —

Potpisan ugovor o izgradnji TE Tuzla IV

Između elektroprivrede SR BiH i elektroprivrede SR Hrvatske potpisan je ugovor o iskorištenju kapaciteta TE Tuzla IV. TE Tuzla IV, instalirane snage 200 MW, ući će u pogon već početkom 1974. zahvaljujući tome što je glavna oprema već na gradilištu, a završen je i dobar dio građevinskih radova. Za ovo postrojenje investirano je 426 milijuna dinara od čega je investitor osigurao 50%, a drugih 50% sredstava treba u obliku kredita osigurati elektroprivreda SR Hrvatske i to: Elektrodalmacija — Split, Elektroprivreda — Zagreb i Elektroslavonija — Osijek.

Ugovorom je predviđeno da vrijeme eksploatacije TE Tuzla IV za potrebe elektroprivrede Hrvatske bude 20 godina, od dana ulaska u pogon, što je pet godina duže od roka otplate zajma.

Prema dogovoru elektroprivredi Hrvatske se jamči raspoloživost snage u trajanju 6.750 sati godišnje s maksimalnom proizvodnjom 1200 GWh. Minimalno vrijeme korištenja ugovorene snage iznosi 5000 sati godišnje.

Ugovorena snaga i energija na području Hrvatske koristit će se prema godišnjim planovima što će ih utvrditi elektroprivreda Hrvatske.

Mjesta preuzimanja električne energije uglavnom su ona na kojima elektroprivreda Hrvatske danas preuzima električnu energiju od Elektroprenosa — Sarajevo.

I. R.

TE Šoštanj III u pogonu

Završeni su kompletni radovi na najvećoj jugoslavenskoj termoelektrani TE Šoštanj III, što je u ožujku puštena u pogon. TE Šoštanj III ima instaliranu snagu od 275 MW i s ranije izgrađenim dvjema elektranama, koje imaju ukupnu snagu od 135 MW, godišnje će proizvoditi 2,2 milijarde kWh električne energije. Za ovu proizvodnju potrošak goriva će biti oko 2,3 milijuna tona lignita iz Velenja.

Novoizgrađena termoelektrana po svojoj opremi i uređajima spada u red najsuvremenijih termoenergetskih postrojenja u Evropi. Ukupne investicije za opremu i gradnju objekta iznose oko 635 milijuna dinara. Puštanjem Šoštanj III u pogon znatno će se popraviti energetska situacija slovenske industrije, kojoj je posljednjih mjeseci nedostajalo dnevno 3 do 6 milijuna kWh električne energije.

Budući da u SR Sloveniji konzum vrlo brzo raste, nužno je da se do 1975. izgrade novi kapaciteti sa još 540 MW. U planu je izgradnja novih termoenergetskih kapaciteta i hidroelektrana na Dravi, Savi i Soči. No najviše se očekuje od naše prve nuklearne elektrane Krško, instalirane snage 600 MW, koja će biti u pogonu 1977. Republičkim dogovorom proizvedenu električnu energiju u NE Krško koristit će elektroprivreda Slovenije i elektroprivreda Hrvatske.

I. R.

Elektrifikacija Albanije

U studenom 1971, kad se u Albaniji slavila 30-godišnjica Albanske partije rada, stavljena su u pogon prva dva agregata hidroelektrane Mao-Tse-Tung na rijeci Drimu. Turbine za tu elektranu izrađene su u Harbinu u Mandžuriji. One su oplovile, putujući na mjesto ugradnje, čitavu Aziju i Afriku da bi kroz Gibraltar ušle u Mediteran. Ugraditi će se 5 agregata po 50 MW, pa će ukupna snaga biti 250 MW, i dati proizvodnju od 1070 GWh godišnje. Time bi se proizvodnja električne energije u Albaniji udvostručila. Kod gradnje ove elektrane albanski su stručnjaci dobili veliku pomoć stručnjaka iz Kine.

Elektrana se nalazi nedaleko Skadra (mjesto Van Dejes) i predstavlja prvu elektranu u lancu elektrana na Drimu. Računa se da bi cijela iskorištena snaga Drima iznosila 1300 MW. Albanija je već prije izgradila niz elektrana inozemnom pomoći. Od 1946. do 1951. građena je putem jugoslavenske pomoći, u brdima nedaleko Tirane (Dajti) HE Lenjin snage 5 GWh, godišnje proizvodnje 20 GWh.

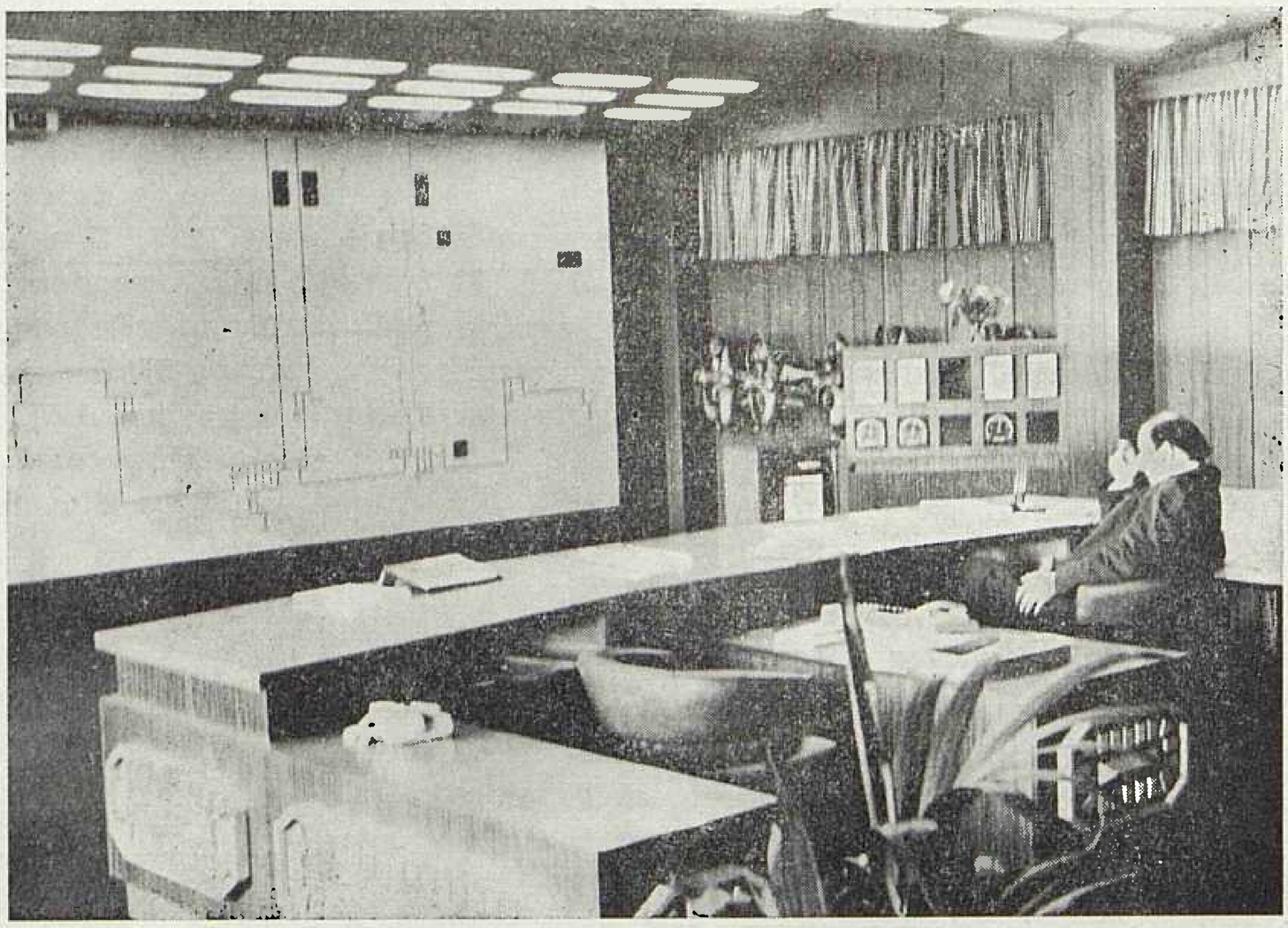
Između 1953. i 1958. izgrađena je HE Karl Marks na rijeci Mat (25 MW, 120 GWh) na temelju sovjetske pomoći. Nadalje su putem sovjetske pomoći izgrađene od 1959. do 1963. HE F. Engels (24 MW, 94 GWh), zatim Bistrica I 22,5 MW, 130 GWh, Bistrica II 5 MW, 33 GWh i konačno termoelektrane u Tirani, Korči i Kučovi.

Albanija je potpuno elektrificirana, a njena proizvodnja električne energije iznosi oko 1.000 GWh. Prijenosna mreža ima vodove najvišeg napona od 110 kV, ali se također započelo izgradnjom vodova 220 kV. Pregovara se o izgradnji voda Albanija — Jugoslavija (Crna Gora) 220 kV, kojim bi se električna energija uvozila u Jugoslaviju.

Prema ÖZE 1972. br. 1

B. M.

Osnovan dispečerski centar u Rijeci

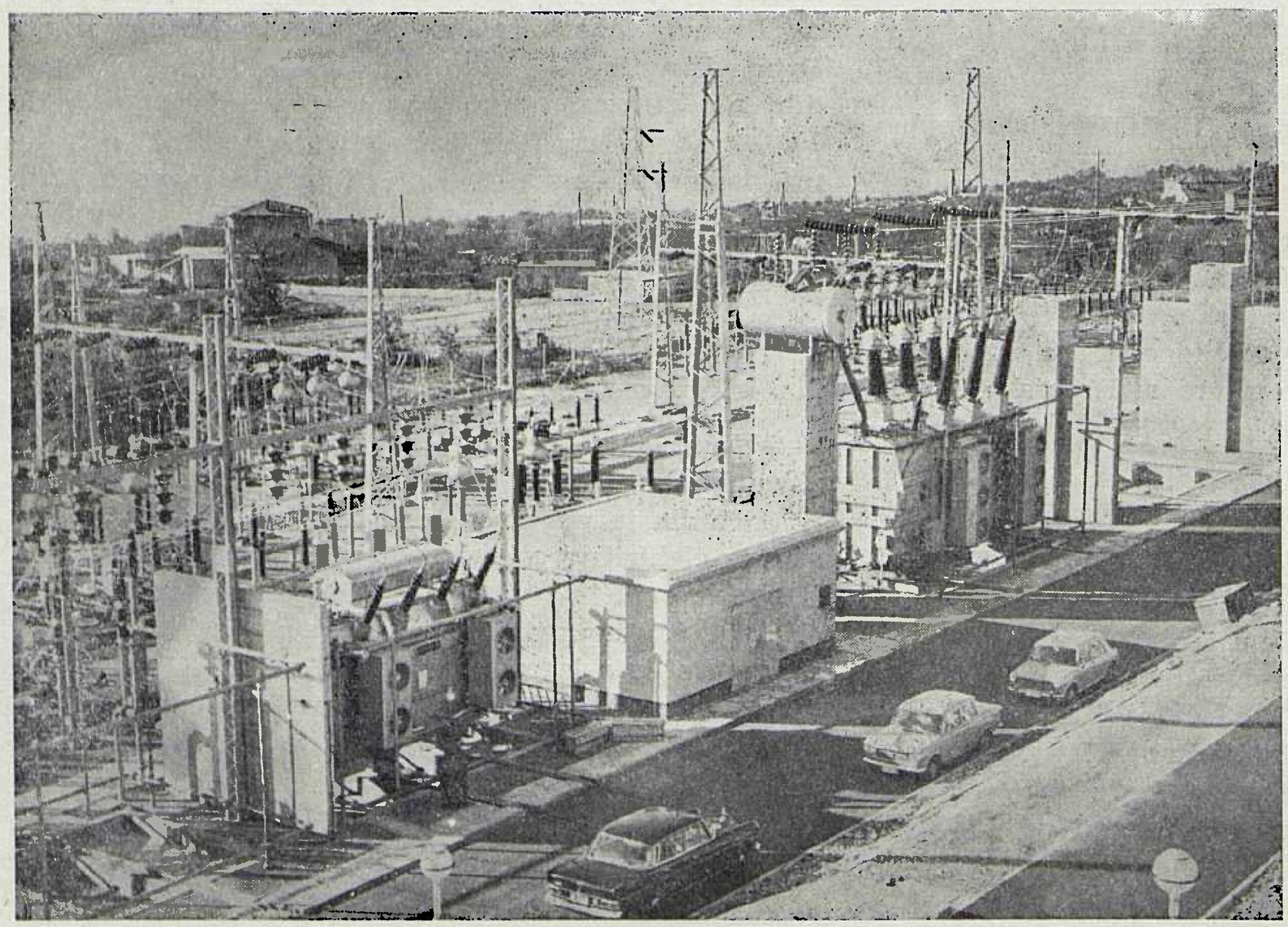


Sl. 1 Novi dispečerski centar za potrebe »Elektroprivrede« Rijeka

Združeno poduzeće »Elektroprivreda« iz Rijeke osnovalo je vlastiti dispečerski centar za praćenje proizvodno-prijenosnih podataka elektroenergetske mreže na svome području. Novoosnovani dispečerski centar smješten je u objekt novosagrađene transformatorske stanice 220/110/35 kV Pehlin. Kako su građevinski projekti za TS Pehlin bili već detaljno raz-

rađeni, naknadno je odlučeno da se podigne jedan kat na komandnoj zgradi, gdje će se smjestiti dispečerski centar.

U komandnoj zgradi se nalaze prostorije za telekomunikacijske uređaje, koji služe za potrebe transformatorske stanice. U katu za dispečerski centar ugrađeni su potrebni telekomunikacijski uređaji, i



Sl. 2 TS 220/110 kV Pehlin kod Rijeke

drugi instrumenti. Telekomunikacijskim vezama u TS 220/110 kV Pehlin i uređajima u dispečerskom centru omogućena je direktna telefonska veza sa svim energetskim objektima na području riječke elektroprivrede, te sa dispečerskim centrima u Zagrebu i Beogradu. Telemehaničkim prijenosima u centar se dovode podaci o proizvodnji radne i jalove energije, o tokovima razmjene po vodovima, podatak o naponu na nekim točkama sistema 220 kV i 110 kV. Prikupljeni podaci se u centru sumiraju, jer je na osnovi rezultata omogućena jednostavna kontrola ukupne proizvodnje i razmjene. U centar se dovode i podaci o uklopnom stanju mreže 220 kV i 110 kV.

Sinoptička shema izvora električne energije i prijenosnih postrojenja izvedena je na ploči s mozaik elementima. Pokazni instrumenti za kV također su postavljeni na ploči.

Na dva aneksa s lijeve i desne strane komandnog stola postavljeni su instrumenti za registriranje proizvodnje pojedinih elektrana, za sume proizvodnje svih elektrana i za sume razmjene sa susjednim poduzećima. Uz registrirajuće instrumente montiran je i odgovarajući frekvenc-metar. Nadalje je, na komandnom stolu ugrađen telefonski posrednik, UKV stanica, magnetofon i pomoćne ploče za pokazivanje uklopnog stanja.

Glavni dio opreme i instrumenata isporučile su švicarske tvrtke »Brown-Boveri« i »Camille-Bauer«.

Građevni dio dispečerskog centra izvelo je poduzeće »Brodooprema« iz Rijeke.

Projektiranje i montažu pojedinih uređaja, te puštanje u pogon, izvršile su stručne ekipe službe za telekomunikacije poduzeća »Elektroprenos« Matulji.

I. R.

Petogodišnji plan izgradnje prijenosne mreže

Najveći značaj u planu razvoja elektroprivrede 1971—1975. na području Elektroprivrede Rijeka daje se prijenosnoj mreži. U prvi plan ulaze slijedeći objekti:

1. Napajanje otoka Krka, Cresa i Lošinja vezom 110 kV,
2. Izgradnja dalekovoda 110 kV Plomin — Buje,
3. Proširenje nekih postojećih transformatorskih stanica 110/35 kV.

Napajanje otoka Krka, Cresa i Lošinja 110 kV vezom obrađeno je u posebnom članku. O značaju izgradnje drugih prijenosnih objekata ing. Branko Dobrila, tehnički direktor riječke elektroprivrede, dao je našem suradniku slijedeću izjavu:

»Područje Buja, Poreča, Buzeta i dio Pazina napaja se elektroenergijom iz transformatorske stanice 110/35 kV Buje. Ova se pak na strani 110 kV napaja iz Slovenije dalekovodom Divača—Kopar—Buje. Kako je propusna moć tog dalekovoda ograničena, a potrošnja na području Kopra sve više raste, svakim danom ostaje sve manje energije za snabdijevanje područja Buje. Uslijed ovakve situacije već smo u ljeti prošle godine imali velikih poteškoća u snabdijevanju elektroenergijom tog područja, pa je ponekad dolazilo i do redukcije.

Da bi što hitnije riješili ovaj problem, počeli smo krajem prošle godine s izgradnjom dalekovoda 110 kV Plomin — Buje. Završetak izgradnje očekuje se u ovoj godini, a njegovim puštanjem u pogon riješio bi se krupan problem u elektroenergetici u Istri.

Neke transformatorske stanice, od kojih treba istaći naročito TS 110/35 kV Pula i TS 110/50 kV Raša, toliko su danas opterećene da se na njih ne može priključiti ni jedan novi potrošač, a o nekoj rezervi u transformaciji nema ni govora. Ako bi takvo stanje ostalo i dalje, to bi značilo da područja koja ove dvije stanice opskrbljuju elektroenergijom moraju stagnirati. Da se to ne bi dogodilo izvršene su sve potrebne predradnje, naručeni su potrebni transformatori i oprema za rekonstrukciju stanica Pula i Raša, kao i još nekih, gdje vlada slična situacija.

Ovi objekti prijenosne mreže najprioritetniji su na ovoj regiji, pa smo radi toga s njihovom izgradnjom započeli još u 1971. godini, a novčana su sredstva osigurana Zakonom o privremenom financiranju elektroenergetskih objekata i postrojenja, koji je prošle godine objavljen u »Narodnim novinama«.

U planu za 1972. imamo nastavak radova na tim objektima također u prvom planu i smatramo, da bi ti objekti u planovima izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja elektroprivrede SR Hrvatske trebali imati isto mjesto kao i HE Orlovac.«

U završnom izlaganju ing. Branko Dobrila je rekao:

»Ukupna financijska sredstva potrebna za izgradnju prethodno spomenutih objekata iznose oko 16 milijardi starih dinara. Dok je u 1971. godini utrošeno oko 135 milijuna starih dinara, ove godine se predviđa oko 6,5 milijardi«.

I. R.

Radovi na povezivanju Krka i Cresa u mreži 110 kV

Poduzeće »Elektroprivreda« Rijeka, kao glavni investitor, pristupilo je realizaciji programa po kojem bi se kvarnerski otoci uključili u sistem 110 kV. Prema planovima realizacija programa se treba izvesti u pet etapa. Prošle godine počeli su radovi prve etape koja obuhvaća povezivanje otoka Krka i Cresa s kopnom, mrežom 110 kV.

Radovi se izvode ovim redoslijedom: od postojećeg dalekovoda 110 kV Vinodol — Senj, odvojen je dvostruki dalekovod, dužine 3 km, i presjeka 2 × (3 × 240/40 mm²) Ač + 50 Če do rasklopnog postrojenja 110/35 kV Crikvenica. Od RP 110/35 kV Crikvenica položit će se podzemni kabel oko 1160 metara do morske obale, a odatle podmorski kabel do uvale Konjin u dužini 4 km. Od ove uvale trasiran je nadzemni vod 110 kV preko otoka Krka na potezu uvala Konjin — buduća TS 110/35 kV Krk — uvala Mali Bok. Dionica voda od uvale Konjin do TS 110/35 kV Krk, duga je oko 9,5 km i presjeka 3 × 240/40 mm² Alče + 50 Če. Dionica od TS Krk do uvale Mali Bok duga je oko 11,5 km i presjeka 3 × 150/25 mm² Alče + 50 Če.

Povezivanje otoka Krka s Cresom izvest će se kabelom na slijedeći način: kabelska veza 110 kV otok

Krk (uvala Mali Bok) — otok Cres (uvala Merag) ukupne dužine oko 7,5 km. Od toga bi:

— kopneni dio kabela na otoku Krku iznosio 110 m,
— podmorski dio kabela 7.200 m i
— kopneni dio kabela na otoku Cresu 170 m.

U daljnjoj etapi planirana je izgradnja transformatorskih stanica 110/35 kV u Krku i Cresu. Obje će stanice u prvoj fazi raspolagati s instaliranom snagom 1 × 20 MVA, a u konačnoj izgradnji 2 × 20 MVA.

Dok se ne izgrade TS 110/35 kV preko kabelske mreže 110 kV, električna energija za potrebe komzuma otoka Krka i Cresa prenosit će se mrežom vodova napona 35 kV.

Građevne radove na ovim prijenosnim postrojenjima izvodi poduzeće »Primorje« iz Rijeke, a montažne poduzeće »Dalekovod«. Prema ocjeni investitora radovi bi trebali biti završeni ove godine. Nabava podmorskih kabela 110 kV ugovorena je s proizvođačima elektroopreme iz Norveške. Sredinom ove godine pristupit će se polaganju podmorskih kabela što će izvesti stručne ekipe iz Norveške.

I. R.

Mogućnost izgradnje termoelektrane uz rafineriju Urinj (Rijeka)

S obzirom na sirovine postoji realna mogućnost da se u sastavu rafinerije izgradi jedna termoelektrana na osnovi tekućeg goriva ili plina. Za izgradnju ovog postrojenja dolazi u obzir lokacija uz rafinerije u Urinju (Rijeka) ili Sisku.

U plan izgradnje proizvodnih i prijenosnih postrojenja elektroprivrede SR Hrvatske za razdoblje 1971—1975. uključena je i izgradnja jedne termoelektrane na plin ili tekuće gorivo (mazut).

Združeno poduzeće »Elektroprivreda« iz Rijeke u suradnji s INOM intenzivno radi na sređivanju potrebne dokumentacije i priprema za izvedbu takvog postrojenja koje bi bilo locirano u Urinju, odmah kraj rafinerije nafte.

Instalirana snaga ove elektrane predviđena je s 500 MW, a bila bi izgrađena u dvije etape, svaka od po 250 MW. Pogonsko gorivo za prvu etapu je rafinerijski plin, a za drugu tekuće gorivo — mazut. Upravo radi toga što se za prvu etapu može u potpunosti osigurati trajno opskrbljivanje plinovitim gorivom, ova etapa postaje vrlo interesantna. Važno je istaknuti da su ukupna investiciona ulaganja u termoelektrane na plinovito gorivo u današnje vrijeme u nas za oko 40% jeftinija od od termoelektrana iste snage na tekuća goriva. O ovoj spoznaji trebalo bi voditi računa pri konačnom izboru lokacije za izgradnju elektrane na plinovito gorivo u našoj republici.

Prema podacima INE raspoloživa količina rafinerijskog plina rafinerije Urinj iznosit će oko 400 tona, odnosno 415.670 Nm^3 na dan, s prosječnom kaloričnom vrijednosti 12.160 kcal/Nm^3.

Prva etapa TE Rijeka I (Urinj) služila bi za podmirenje buduće potrošnje elektroenergije na širem području naše republike, dok je izgradnja druge etape TE Rijeka II vezana uz izgradnju jednog dijela petrokemijskog programa u Rijeci. Naime, u onom dijelu petrokemijskog programa za koji se smatra da bi u budućnosti trebao biti izgrađen u Rijeci, nalazi se elektroliza koja bi bila veliki potrošač električne energije, oko 1000 GWh godišnje. Upravo zato će za takvu potrošnju trebati novi izvor energije.

Institut za elektroprivredu iz Zagreba izradio je studije za izgradnju obje etape termoelektrane Rijeka I i II koja će biti locirana uz rafineriju nafte Urinj. Na osnovi izrađenih studija investitor je s projektnom organizacijom »Elektroprojekt« Zagreb ugovorio izradu idejnog i glavnog projekta buduće termoelektrane Rijeka I i II, na osnovi tekućeg goriva (mazuta) i plina.

I. R.

IN MEMORIAM

PROF. DR ING. ZORAN RANT



Bio je velik krug onih što su ga poznavali, a vrlo malom broju, a pogotovo njegovoj bližoj okolini nije bilo poznato, kako je teško bolestan. Početkom veljače smo se dogovorili o sastanku u Zagrebu, a samo četiri dana kasnije, 12. veljače, umro je u Münchenu, daleko od svoje obitelji i prijatelja.

Prof. Rant rođen je 1904. u Ljubljani u staroj gorenjskoj obitelji. Otac mu je bio intendant-potpukovnik AU. Ratne mornarice, pa je Zoran Rant polazio škole u raznim krajevima Austrije: u Puli, Kremsmünsteru, Beču i Ljubljani, gdje je 1922. maturirao na 1. drž. -klasičnoj- gimnaziji, koja je dala toliko generacija slovenske inteligencije.

Ujesen 1922. upisuje se na odsjek za strojarstvo Tehničke visoke škole u Beču, 1926. diplomira, i nakon toga služi svoj vojni rok u Ratnoj mornarici, gdje prvi put dolazi u dodir s tehničarima istih godina iz Hrvatske, s kojima je ostao povezan do kraja života.

Raditi je počeo u Željezari na Ravnah 1927, kao konstruktor i energetičar. Konzervativizam i ukalupljenost tadašnjih prilika nisu odgovarali njegovom dinamičkom duhu pa prelazi u Tvornicu sode Lukavac što je bila u sastavu svjetskog Solvay-koncerna. Tamo radi najprije kao rukovodilac konstrukcijskog odjela, a postepeno preuzima sve odjele uslužnih — pomoćnih pogona: vodu, paru, električnu energiju, radionice i vapnaru. Godine 1937. preuzima cijelu proizvodnju sode, dobiva prokuru, a već 1933. postaje ovlašteni inženjer za elektrostrojarsku struku.

Zbog reorganizacije jugoistočnih posjeda Solvay-koncerna pozvan je 1939. u Zürich i imenovan tehničkim ravnateljem svih Solvay-ovih tvornica u Madžarskoj, Rumunjskoj i Jugoslaviji.

Godine 1940. vraća se u Lukavac zbog izgradnje elektrolize, koju je projektirao po novim principima. Međutim, ona je proradila tek nakon rata.

Nakon teških oštećenja tvornice u Lukavcu zbog ratnih događaja Rant nastavlja svoj rad u Zagrebu, gdje ostaje i poslije rata. Godine 1946. imenovan je redovnim profesorom za teoretsko strojarstvo na Odjelku za strojništvo Univerze u Ljubljani, a 1950. promovira u Ljubljani za doktora tehničkih nauka disertacijom o termoenergetskim procesima i bilancama u proizvodnji sode. Od 1960. do 1962. radi u Ljubljani kao dekan Fakultete za strojarstvo, a zatim odlazi na poziv Tehničke visoke škole u Braunschweig, da preuzme novoosnovanu katedru za procesnu tehniku i vodstvo Zavoda, koji je bio osnovan zajedno s Deutsche Verfahrenstechnische Gesellschaft. Na tom mjestu ostao je do svoje prerane smrti.

Pored vođenja i izgradnje Zavoda i laboratorija za procesnu tehniku objavio je preko 50 znanstvenih i stručnih radova iz područja termodinamike, termičke energetske transformacije, i toplinske izmjene u rashladnim tornjevima.

U širokom krugu termodinamičara i energetičara ostaje njegovo ime trajno povezano pojmovima »eksergije« i »anergije«, što ih je on formulirao, i tehnički-znanstveno postavio prvi put prilikom sastanka termodinamične sekcije VDI u Lindau-u 1953. god. Tada se probio u međunarodne redove termodinamičara.

Svoje poglede i znanje prof. Rant je dokumentirao u nizu knjiga, u kojima je iznio neke nove poglede i suvremena shvaćanja. Prva je bila: »Verdampfer — Theorie und Praxis« (1959), slijedilo je hrvatsko izdanje iste knjige u proširenom obliku »Isparivanje i uparivanje (1964). Zatim izlazi njegova »Termodinamika« na slovenskom jeziku (1964), za koju je tada bilo stručno mišljenje da je najmodernija knjiga ove vrste, jer je već bila napisana s novim sistemom jedinica. Godine 1968. izašlo je njegovo životno djelo: »Die Erzeugung von Soda nach dem Solvay-Verfahren«, koje danas spada u standardnu knjigu iz ove struke.

Svestran je bio njegov rad u industriji i privredi. Jedan od glavnih poslijeratnih zadataka bilo mu je povećanje i modernizacija Tvornice sode u Lukavcu 1951—1955. U tu svrhu bio je osnovan u Zagrebu Konstrukcijski biro sa oko 30 suradnika, koji su radili prema njegovim uputama. Istovremeno je surađivao na usavršavanju mehaničkih i pneumatskih naprava u slovenskim rudnicima, radio kao savjetnik na modernizaciji i racionalizaciji industrije cementa, projektirao i vodio izgradnju vapnara Kresnica i Ruše. Bavio

se i proučavanjem teorije rashladnih tornjeva za velike elektrane, pa su rezultat toga rashladni tornjevi TE Tuzla, Soštanj i Zenica. Niz patenata iz područja sode i termodinamike također su rezultat njegova rada.

Po njegovim nacrtima i njegovim nadzorom izgrađena je tvornica sode u Porbanduru (Indija). Kao tehnički savjetnik boravi nekoliko mjeseci kod gradnje slične tvornice u Cabo Frio (Brazil), a vlada Egipta ga zove kao savjetnika za pitanja izgradnje industrije sode.

Razumljivo je, da su njegov život i rad pratila i priznanja. Nakon odlaska iz Ljubljane ostaje članom ljubljanskog sveučilišta i tamo predaje termodinamiku. Poslije izgradnje Tvornice u Lukavcu odlikovan je ordenom rada 2. stupnja. Godine 1964. postaje dopisnim članom Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Bečka tehnička visoka škola dodjeljuje mu 1970. Prechtl-medalju, 1971. prima od Deutsche Verfahrenstechnische Gesellschaft, medalju Arnold Eucken. Ujesen 1971. održava »laudatio« u Stuttgartu u povodu 70. godišnjice rođenja svog prijatelja prof. dr ing. Frane Bošnjakovića, a 18. veljače 1972. se prof. Bošnjaković oprašta od njega na malom seoskom groblju na Viču kraj Ljubljane!

Usprkos svojim uspjesima i velikom ugledu u inozemnim znanstvenim krugovima, ostao je skroman, uvijek spreman da pomogne svojim suradnicima, prijateljima i znancima. Imao je razumijevanje za okolinu, volio je društvo i nije se bojao jačih.

Oproštajnim riječima u osmrtnici TU Braunschweig možda je rektor najbolje okarakterizirao pokojnika riječima: »Izgubili smo eminentnu ličnost, koja je znala na rijedak način izjednačiti znanstvene kvalitete i čovječansku toplinu.« Ovim riječima možemo bez pretjerivanja dodati još i to, da je bio rijetka sinteza čovjeka, menađera i znanstvenika.

Svojom smrću nije ostavio ožalošćenu samo svoju voljenu ženu Maru i dvije udate kćerke i unuka, već i velik broj prijatelja. Mnogi ga neće zaboraviti, ostavio je prazninu što se neće popuniti!

T. Levičnik, dipl. ing.

OBAVIJEST PROIZVOĐAČA

PREFABRICIRANA BETONSKA TRANSFORMATORSKA STANICA 10/0,4 kV do 630 kVA

Tvornica el. uređaja u Sesvetskom Kraljevcu poduzeća »Rade Končar«, isporučuje prefabricirane transformatorske betonske stanice koje su se pokazale veoma pogodne i naišle na vrlo veliki interes. Stoga u kratkim crtama iznosimo njezina svojstva.

Kućište transformatorske stanice izrađeno je iz laganog betona s povećanom toplotnom izolacijom. Na mjesto ugradnje doprema se u elementima i tu se jednostavnim postupkom sastavlja.

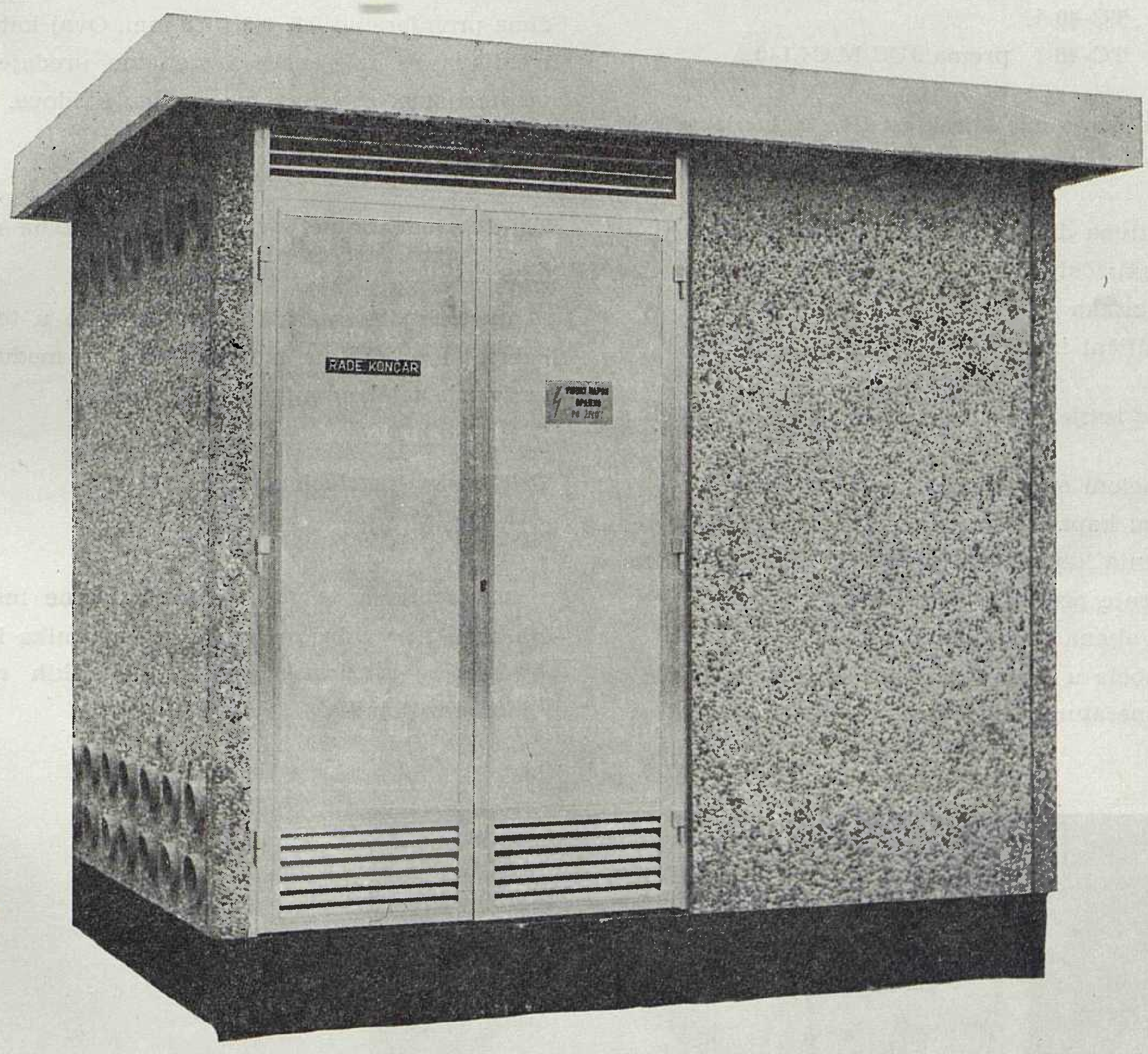
Zidovi su pojačani čeličnom armaturom koja je međusobno zavarena i spojena za zaštitno uzemljenje.

Sklapanje na visokonaponskoj strani vrši se sklopnim blokom Magnefix. Standardni sklopni blok sastoji se od dvije rastavne sklopke za vodna polja i od jedne rastavne sklopke s osiguračima za transformatorsko polje. Na zahtjev se sklopni blok može proširiti. Priključci su kabelski s maksimalnim presjekom $3 \times 150\ mm^2$. U transformatorsku stanicu se ugrađuju standardni serijski transformatori proizvodnje »Rade Končar« tipa Tn 12, snaga od 315 do 630 kVA.

Stanica ima sedam kabelskih odvoda do 400 A i dva odvoda za javnu rasvjetu. Struja se mjeri s tri maksigraf ampermetra, a napon jednim voltmetrom s voltmetarskom preklopkom. Ugrađeni strujni transformatori omogućuju mjerenje ukupne energije kao i potrošak javne rasvjete. Na zahtjev se mogu isporučiti i druge izvedbe niskonaponskog sklopnog bloka.

Transformatorska stanica ima slijedeće karakteristike:

— Stanica je potpuno prefabricirana, tako da su radovi na mjestu postavljanja minimalni. Primjenom laganog betona, aluminijskih vrata, te hladnim cinčanjem unutarnjih čeličnih nosača, postigla se visoka klimatska postojanost, čime je održavanje svedeno na najmanju mjeru.
— Smanjenjem dimenzija visokonaponskog i niskonaponskog sklopnog bloka dobila se stanica malih dimenzija. Mala tlocrtna površina od $6\ m^2$ olakšava pronalaženje lokacije za smještaj u gusto naseljenim područjima.
— Koncepcija zgrade i opreme je takva da se mogu ugraditi transformatori snage od 315 do 630 kVA, što omogućuje povećanje snage transformacije u skladu s porastom potrošnje.
— Lijepi vanjski izgled omogućuje lako uklapanje transformatorske stanice u različite ambijente.



»RADE KONČAR«
PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME,
PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA – ZAGREB

ELKA

TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA ZAGREB — JUGOSLAVIJA

TELEFONSKI KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIČNIM MASAMA

»Elka je potpuno usvojila proizvodnju najkvalitetnijih telefonskih kabela za centrale, telefonskih razvodnih (instalacionih) kabela, telefonskih kabela za mjesne mreže, i telefonske montažne i instalacione žice.

KABELI I VODOVI IZOLIRANI PVC-OM

Za centrale i signalne uređaje izrađuje ove tipove kabela sa izolacijom i plaštem od PVC-a:

TC-40 i
TC-46 prema JUS M.C4.140

Osnovne izmjerene karakteristike izolacije ovih kabela su:

Relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 4$
Dielektrični faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}08$
Specifični izolacioni otpor	$r = 10^{15}\Omega$ cm

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela su:

Izolacioni otpor min.	R = 500 MΩ km
Radni kapacitet max.	C = 90 nF/km
Srednja kapacitivna veza	C′ ≷ 150 pF/500 m
Gušenje preslušavanja	a = 8 nepera
Dozvoljena temperatura kabela u upotrebi	— 20° C do 70° C
Temperatura polaganja	— 5° C do 50° C.

Kabeli TC-40 i TC-41 proizvode se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s promjerima vodiča 0,5 i 0,6 mm.

Telefonski razvodni instalacioni kabeli

TR-40, prema JUS N. C4. 240.

Minimalni izolacioni otpor je 200 MΩ km, a maksimalni radni kapacitet 100 nF/km. Proizvodi se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s vodičima promjera od 0,5, 0,6 i 0,8 mm. Ovaj kabel se upotrebljava za telefonske i signalne uređaje u suhim prostorijama, za polaganje u cijev i zidove.

Telefonska montažna žica

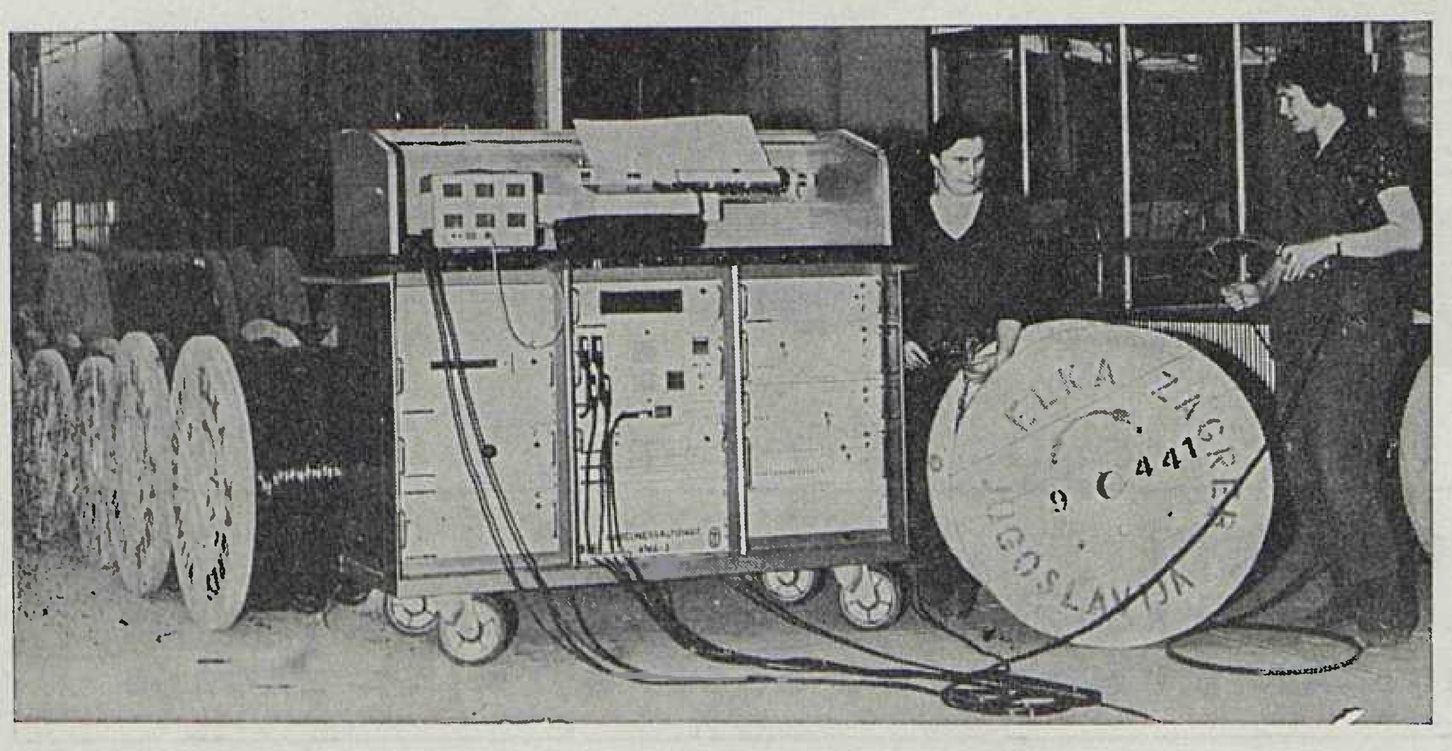
TM-20, jednobojna, dvobojna ili použena u snop od pet žica,

upotrebljava se za unutrašnje veze u telekomunikacionim uređajima i aparatima i za međusobno povezivanje telekomunikacijskih uređaja.

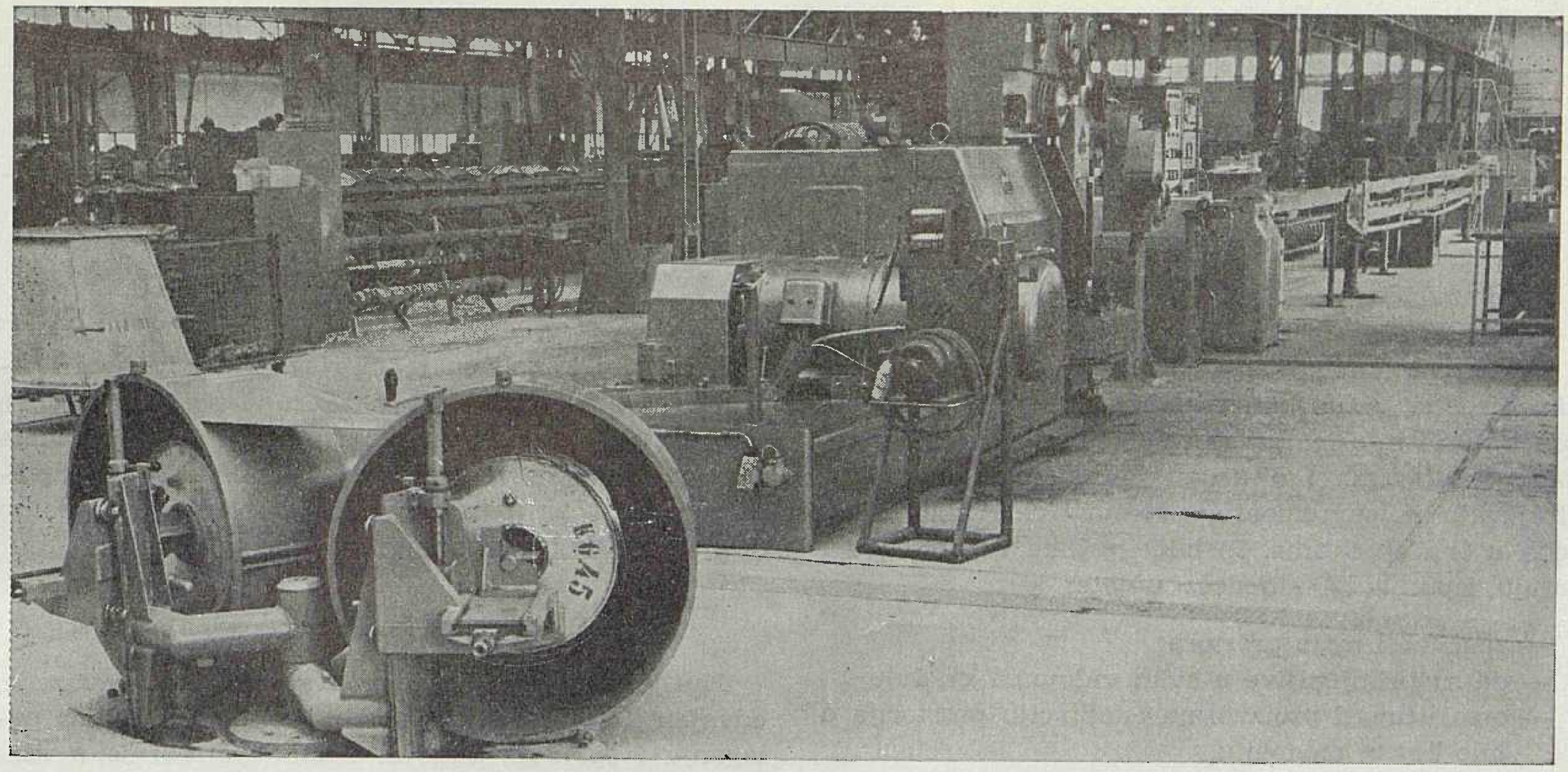
Telefonska instalaciona žica

TI 20,

upotrebljava se za telefonske kućne instalacije u cijevima i po zidu, za priključak zvučnika i signalnih uređaja, za ranžiranje glavnih kabelskih razdjelnika i međurazdjelnika.



Ispitivanje telefonskih kabela na najsuvremenijem uređaju tipa kabelmessautomat



Detalj iz pogona za proizvodnju telefonskih kabela

KABELI IZOLIRANI POLIETILENOM

Telefonski kabeli za mjerne telefonske mreže s izolacijom i plaštem od polietilena:

TK-30, TK-31 i TK-32, prema JUS N.C4.330
i **TK-31**, TK-32 i TK-33E, prema propisima JZPTT.

Osnovne izmjene karakteristike izolacije:

relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 2{,}3$, kod 1000 Hz
dielektrički faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}003 \div 0{,}005$, kod 1000 Hz
dielektrična čvrstoća	F = 25 kV/mm kod 50 Hz

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela:

Radni kapacitet za zvijezda- četvorke
$C_{IV} \leqq 50$ nF/km
a za paricu
$C_{II} \leq 60$ nF/km.

Izolacioni otpor gotovog kabela:

$R = 10.000\ M\Omega\,km$

Kapacitivna veza maksimalna

$c' \leq 500$ pF/500 m

Dozvoljena temperatura u eksploataciji

$t_o = -30°\,C$ do $50°\,C_2$

Dozvoljena temperatura pri polaganju

$t_p = 0°\,C$ do $40°\,C_2$

Primjena:

TK- 30 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža,

TK- 31 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža gdje se zahtjeva zaštita od smetnji,

TK- 32 za polaganje u zemlju, po zidovima, preko mostova i svagdje gdje je potrebna i povećana mehanička zaštita.

TK- 32* i TK- 33E su samonosivi telefonski kabeli za ovjesno polaganje na različita uporišta na zemlji, krovovima, stupovima, posebno u industrijskim centrima sa zagađenom atmosferom, selima, prigradskim, naseljima i primorskim mjestima.

Svi se ovi kabeli proizvode u konstrukcijama od 5 do 50 parica i četvorki.

---

* TK-33 razlikuje se od TK-33E samo po tome što mu je plašt od PVC-a.

ELKA · ELKA · ELKA · ELKA

PODNE INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE

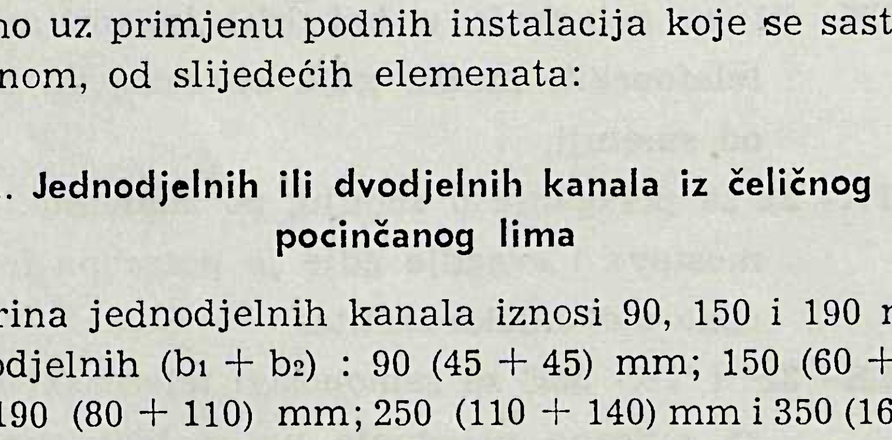
Moderna organizacija poslovanja u uredima, projektnim biroima, računskim centrima, laboratorijima, saobraćajnim i informativnim centrima, bankama, bolnicama, fakultetima i u drugim poslovnim objektima, zahtijevaju najsuvremenije sisteme električnih instalacija u tim objektima. Instalacije jake i slabe struje moraju ispunjavati slijedeće uvjete:

- zauzimati malo prostora,
- da su primjenljive u svim vidovima gradnje,
- omogućavati proizvoljnu adaptaciju prostorija u bilo kojem momentu,
- brzu i jeftinu montažu,
- sigurnu izvedbu u mehaničkom i električnom pogledu,
- kapacitet instalacije mora biti dovoljno dimenzioniran i za buduće potrebe,
- mreža priključnih mjesta mora biti fleksibilna, tj. mora postojati mogućnost da se broj i mjesto priključka može uvijek prilagoditi potrebama i željama korisnika instalacije,
- priključci instalacija jake i slabe struje terbaju biti, po mogućnosti koncentrirani na istim mjestima, da se mogu istovremeno koristiti,
- priključna mjesta moraju biti takva da se mogu proizvoljno kombinirati priključci za jaku struju i telefoniju, i da mogu biti zaštićeni zajedničkim ili odvojenim poklopcima.

Svi ovi zahtjevi mogu se danas postići isključivo i sigurno uz primjenu podnih instalacija koje se sastoje, uglavnom, od slijedećih elemenata:

A. Jednodjelnih ili dvodjelnih kanala iz čeličnog pocinčanog lima

Širina jednodjelnih kanala iznosi 90, 150 i 190 mm, a dvodjelnih ($b_1 + b_2$) : 90 (45 + 45) mm; 150 (60 + 90) mm; 190 (80 + 110) mm; 250 (110 + 140) mm i 350 (160 + + 190) mm. Visina kanala može biti 18 mm; 23 mm; 28 mm; 33 mm; 38 mm, 43 mm i 48 mm. Ovisno o visini kanala i izvedbi priključnih mjesta, vidi točku C, visina premaza ili izolacionog poda koji dolazi iznad betonske deke mora biti 50 do 80 mm.



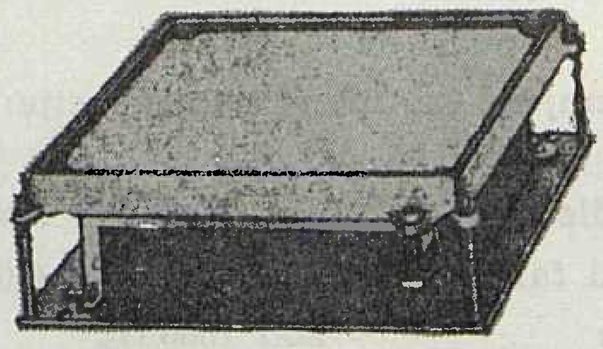
Sl. 1. Dvodjelni limeni kanal

Dvodjelni kanali su jednim svojim poljem predviđeni za vodove jake struje, a drugo polje za vodove slabe struje (telefoni, interfoni i sl.). U sastavu kanala se isporučuju pripadajući spojni elementi kao i koljena za priključak kanala na razvodne uređaje, odnosno na sistem zidnih-parapetnih instalacionih kanala.

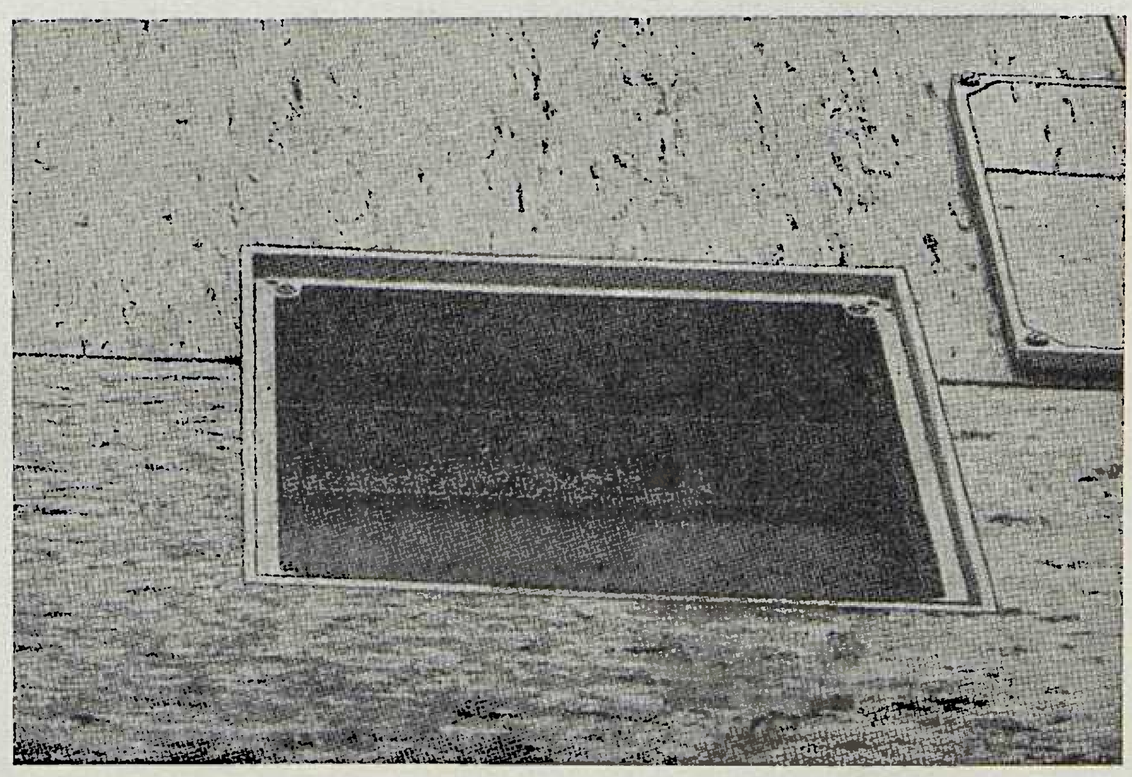
B. Razvodne kutije iz silumina

Kutije iz silumina su predviđene za nastavljanje, odvajanje i završavanje kanala i to ovisno o planu polaganja i spajanja vodova. Prema potrebi se u razvodne kutije mogu ugraditi priključne stezaljke za vodove jake struje, odnosno priključne letvice i reglete za vodove slabe struje i telefonije. U sastavu kutije se isporučuju posebni poklopci koji se isključivo koriste za potrebe transporta i monate, kao i pregradne pločice koje služe kao mehaničke pregrade na mjestu gdje se križaju vodovi jake struje s vodovima telefonskih instalacija.

Prema potrebi može se na poklopac razvodnih kutija ugraditi i priključni stupić, vidi točku C/c.



Sl. 2



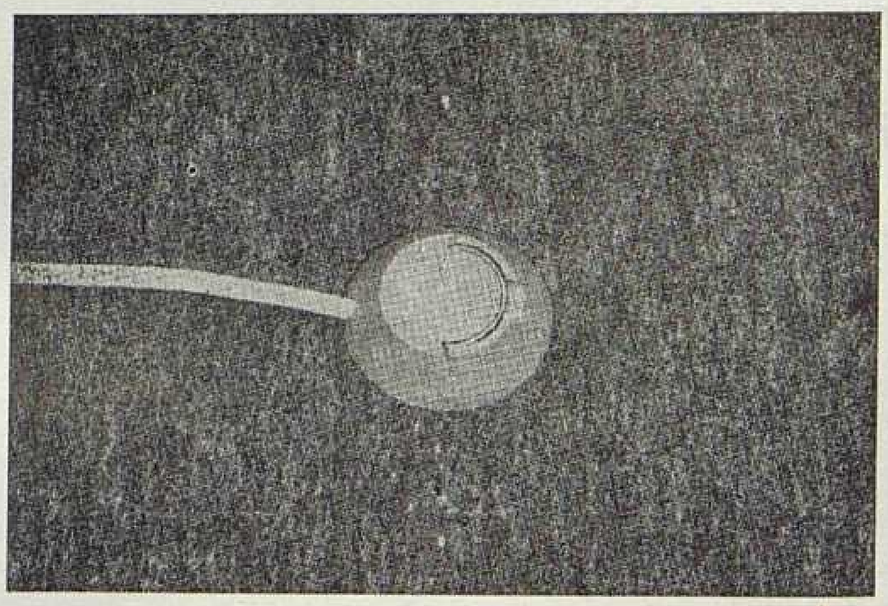
Sl. 3

Na sl. 2 i 3 — Razvodne kutije (dimenzije u skladu sa širinom i visinom kanala)

C. Priključna mjesta

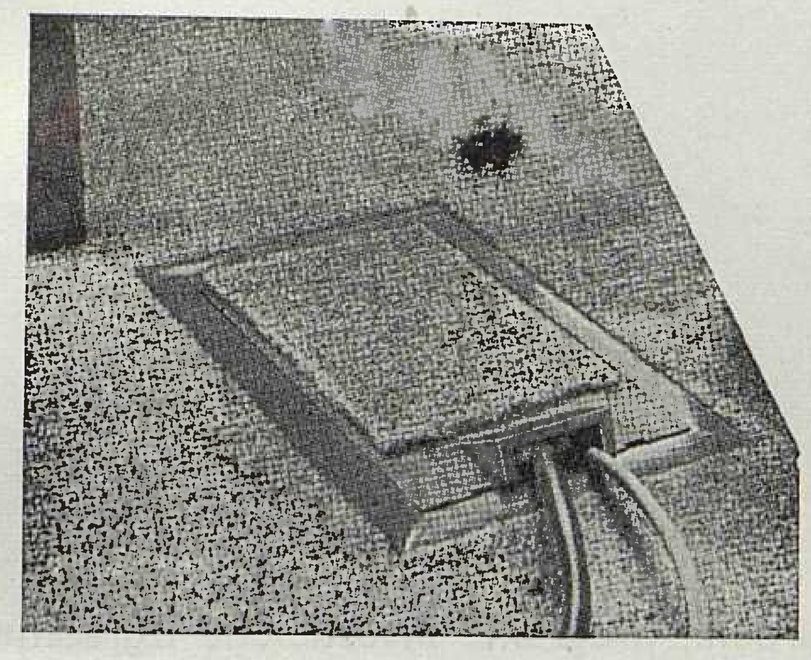
Podne instalacije predviđene su za tri različite izvedbe priključnih mjesta, s time da svaka izvedba omogućava mnogo kombinacija raznih izvedbi priključaka za instalacije jake i slabe struje.

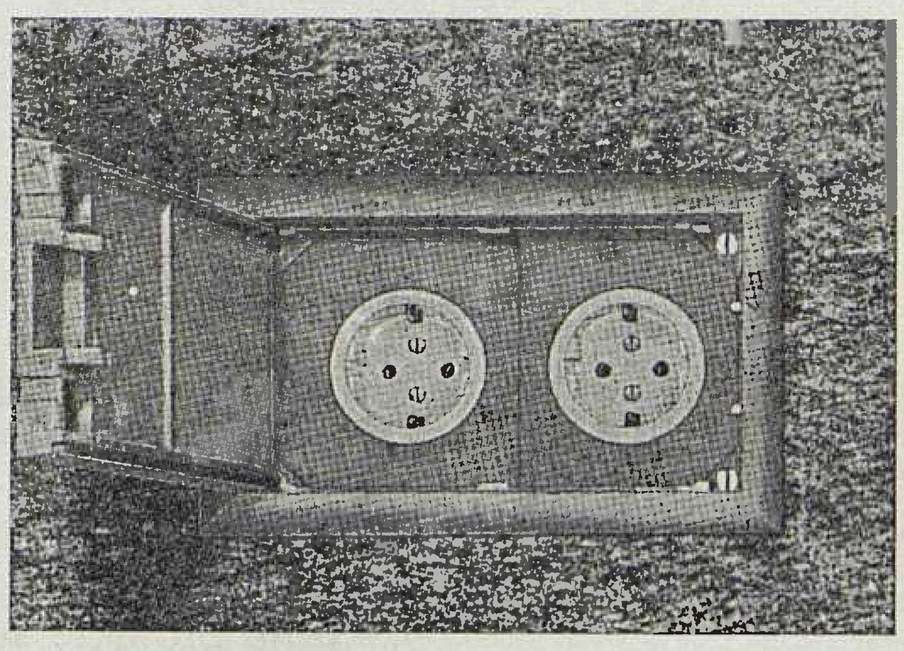
Pregled izvedbi priključnih mjesta:



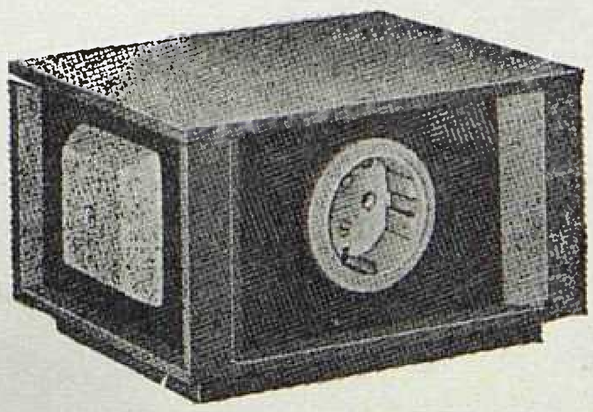
a) Priključno mjesto u visini poda, s jednim priključkom (za jaku ili slabu struju).

Mogu se i naknadno ugraditi. U tu svrhu se koristi odgovarajući alat za bušenje poda i limenih kanala.





b) Priključno mjesto u visini poda s dva ista ili različita priključna gnijezda.



c) Priključno mjesto iznad poda tzv. priključni stupić, u više izvedbi s mogućnosti 12 priključnih gnijezda.

Potpune tehničke podatke o sistemu podnih instalacija i pripadajućim razvodnih ormarima možete dobiti u prodajno-tehničkoj službi tvornice.

Zagreb

Tvornica TEP

»ELEKTRODALMACIJA«

Poduzeće za distribuciju električne energije

Split, Radničko šetalište 42

Samostalne organizacije — pravne osobe:

SPLIT, ŠIBENIK, DUBROVNIK I ZADAR

PROIZVODI, DISTRIBUIRA I PRODAJE:

električnu energiju

•

IZRAĐUJE:

osnovne projekte za elektrifikaciju područja, programe investicione izgradnje, projekte dalekovoda, transformatorskih stanica i mreže niskog napona.

•

IZGRAĐUJE:

trafostanice, dalekovode i električne mreže.

•

VRŠI POPRAVKE I ISPITUJE:

transformatore, rasklopne aparate i mjerne uređaje visokog i niskog napona.

GOD. 21 (1972) energija BROJ 7—8

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

MOGUĆNOST PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE U ZAPADNI DIO JUGOSLAVIJE S OBZIROM NA POMANJKANJE JALOVE SNAGE

Boris Markovčić, Zagreb

Zapadni dio Jugoslavije, a naročito područje Zagreba ima vrlo loše napone, što je posljedica pomanjkanja jalove snage u tom dijelu sistema. Prikazani su rezultati analize današnjih prilika i rezultati ispitivanja prilika u 1973. i 1975. godini. Iz svega proizlazi da je manjak jalove snage na zapadu svakim danom sve veći, a mogućnost prijenosa zbog loših napona sve manja. Kompenzacija se prema tome nameće kao neodgodivi zadatak.

DK 621.31

Stalna pojava niskih napona u prijenosnoj mreži zapadnog dijela Jugoslavije sve više stavlja u prvi plan problem kompenzacije jalove snage tog područja. Međutim, u dosadašnjim razradama mreže Jugoslavije, takve se poteškoće nisu ispoljile. U posljednjoj razradi koja je završena 1968. (L. 1), a gdje su pravljene analize prilika za 1973, 1975. i 1980. godinu nije se pokazala potreba da se ugradi bilo kakav novi kompenzacioni uređaj ni u jednoj od promatranih godina. Treba primijetiti da se slične poteškoće nisu javljale ni u prijašnjim sličnim studijama, premda je praksa pokazala drugačije.

Problem jalovih snaga vrlo je osjetljiv upravo u zapadnom dijelu jugoslavenske mreže, jer se stalno moraju prenositi razmjerno velike snage dugim vodovima. Danas je zapad vezan s centrom pomoću tri voda 220 kV i to:

Brinje — Mraclin	235 km
Mraclin — Jablanica	278 km
Mraclin — Kakanj	325 km

Ovaj nesklad između rezultata studije i prakse postaje potpuno razumljiv, ako se usporede pretpostavljene i stvarne jalove snage zapadnog područja.

U studiji je naručitelj bio potpuno u pravu tvrdeći, da mreža distribucije gledana od strane 35 kV, transformatorske stanice 110/35 kV, valja biti kompenzirana do faktora snage 0,95 (tg 0,33), što, međutim nije ni približno bilo ispunjeno u stvarnom pogonu.

Kod analiza su detaljniji podaci o jalovim snagama bili na raspolaganju samo za zagrebačko područje, no za orijentaciju mogu dobro poslužiti i podaci što ih je izdao JUGEL (L. 5), a odnose se na srednji godišnji faktor snage tog područja. Učini li se usporedbena tablica potrebnih količina jalove snage prema studiji (L. 1) i količina dobivenih na osnovi srednjeg godišnjeg faktora snage, dobije se za 1973. godinu, XII mjesec, slijedeće:

Tablica 1

Područje	Prema studiji L 1		Prema sred. cos φ		Razlika
	MV	MVAr	cos φ	MVAr	MVAr
Ljubljana	424	138			
Celje	260	85			
Maribor	409	132			
Slovenija	1093	355	0,876	610	255
Zagreb	607	200	0,875	335	135
Rijeka	219	72	0,910	105	30
Hrvatska	826	272		440	165
Zapad	1919	627		1050	420

Iz tablice proizlazi da samo za distribuciju i ostale velepotrošače razlika za cijeli zapadni sistem iznosi 420 MVAr, a to je velika snaga koja i te kako mijenja naponske prilike.

U studiju L1 procijenjena je također i ona jalova snaga koju traži mreža 110 kV. Prema toj procjeni potrebno bi bilo:

Tablica 2

	Prema studiji L 1	Na temelju odnosa kao u području Zagreba
Slovenija	120 MVAr	140 MVAr
Hrvatska	116 ,,	108 ,,
Zagreb	79 ,,	79 ,,
Rijeka	37 ,,	29 ,,
Ukupno	236 MVAr	248 MVAr

Na žalost, podaci o jalovom potrošku mreže 110 kV bili su na raspolaganju samo za područje Zagreba. Na temelju tih podataka i usporedbe sa 1970. godinom može se zaključiti da je taj dio sistema trošio oko 13% jalove snage u odnosu na maksimalno djelatno opterećenje.

Iz prethodne tablice proizlazi da je procjena jalovih gubitaka u mreži 110 kV u L1 bila prilično točna.

Što se pak tiče jalovih gubitaka bloktransformatora elektrana, to je u studiji uzeto u obzir, jer se moguća jalova snaga elektrana računala na pragu, tj. na stezaljkama gornjeg napona transformatora.

Gubitke u mreži 220 kV pokazala su ispitivanja, pa su i ona realna.

Iz toga proizlazi da je glavni uzrok poteškoća u pogonu upravo nekompenzirani dio mreže na 35 kV i niže, gdje se očekivani faktor snage nije ostvario.

Ako se izračuna mogućnost davanja jalove snage svih postojećih hidro i termo elektrana područja, pod uvjetom nazivnog opterećenja, djelatnog i jalovog, dobiju se slijedeće maksimalne jalove snage:

Slovenija	670 MVAr
Zagreb	250 MVAr
Rijeka	240 MVAr
Hrvatska	490 MVAr
Ukupno	1160 MVAr

Sasvim je jasno da se s uvrštavanjem svih agregata tj. sa cijelom instaliranom snagom nikada ne može računati, pa se prema tome tek oko 80% navedene snage može u najboljem slučaju realizirati u različitim pogonskim slučajevima, a to je oko 920 MVAr.

U zapadnom dijelu sistema postoje još i dva kompenzatora po 50 MVAr (Divača, Mraclin). Kad bi i oni radili punom snagom moglo bi se računati na proizvodnju na zapadu od maksimum 1020 MVAr.

Prethodno smo konstatirali da mreža 35 kV, i nižeg napona, traži 1050 MVAr, mreža 110 kV još oko 250 MVAr, što je zajedno 1300 MVAr, dakle više od raspoložive jalove snage, a da pri tom uopće nisu uzeti u obzir jalovi gubici u mreži 220 kV, gdje transformatori gutaju znatne jalove snage. Prema nekim ispitivanjima u zdravom stanju može se računati da mreža 220 kV zapada treba barem oko 100 MVAr što bi iznosilo ukupno 1400 MVAr. S druge pak strane postoji na zapadu mogućnost pokrića od 1020 MVAr, što daje manjak od 380 MVAr.

U ovoj bilanci nije uzet u obzir nikakav dotok jalove snage iz susjednih područja. Međutim, treba spomenuti da se prilike u nekim dijelovima mreže zapada, i to prvenstveno oko Zagreba i Divače, pogoršavaju još i time, što se viškovi jalove snage nalaze u području Rijeke, Šoštanj — Trbovlje i Maribor i moraju se prenositi u deficitarna područja, što u tim područjima još više obara napon.

U tablici 3 je prikazano koliko je područje Zagreba tj. TS Mraclin primalo snage preko vodova 220 kV u zdravom stanju mreže za 4 večernja i 4 jutarnja vrha, u karakterističnе srijede 1970. Ima čak slučajeva da tranzitom prolazi nešto jalove snage i u Sloveniju (npr. 21. I u 12 h). Naravno da takav tok jalove snage loše djeluje na napone, čim su vodovi nešto više opterećeni. No treba spomenuti da je na vodovima 110 kV redovna pojava da jalova snaga teče u smjeru Hrvatske.

U XI i XII mjesecu 1970. već je bila u pogonu TE Sisak, no dobava jalove snage vodovima 220 kV nije se bitno smanjila.

Iz tablice 3 se vidi, da vodovi 220 kV prema Zagrebu nisu bili visoko opterećeni djelatnom snagom, pa je prema tome gubitak napona bio još podnošljiv. No, kako se na zapadu ne grade novi izvori, vodovi bivaju sve opterećeniji, pa je i mogućnost prijenosa jalove snage sve manja, a da o ekonomičnosti takvog prijenosa ne govorimo.

S ekonomskog gledišta iz vodova 220 kV moglo bi se uzimati toliko jalove snage koliko daju doknadni kondenzatori Pi sheme priključenih vodova.

Tokovi snaga u vodovima 220 kV čvora Mraclin Tablica 3

Stanje u čvoru Mraclin		21. I 1970.		18. II 1970.		18. XI 1970.		16. XII 1970.	
		12h	20h	12h	20h	8h	19h	8h	20h
Napon MRACLIN	kV	210	213	194	200	214	215	217	219
Napon BRINJE	kV	228	228	205	217	218	226	230	230
iz BRINJA	MW	156	157	101	137	4	107	36	54
	MVAr	67	68	45	55	20	37	50	42
Napon JABLANICA	kV	240	240	222	222	236	237	235	237
iz JABLANICE	MW	83	86	87	86	74	47	93	91
	MVAr	46	26	36	34	41	40	25	15
Napon KAKANJ	kV	232	229	220	218	238	232	238	238
iz KAKNJA	MW	69	63	82	81	72	35	79	73
	MVAr	49	21	43	42	45	45	37	24
u CIRKOVCE	MW	86	83	100	81	58	28	65	63
	MVAr	10	5	∅	∅	—5	—20	—12	∅
MRACLIN PRIMA	MW	223	223	170	223	92	161	141	155
preko trafo. 220/110 kV	MVAr	148	110	124	131	111	142	124	81

Za četiri voda 220 kV koji su priključeni u čvoru Mraclin, ta bi snaga iznosila (kod 210 kV) oko 45 MVAr. Na taj se način postiže najekonomičniji prijenos, ukoliko to dopuštaju naponske prilike.

Treba spomenuti da je kod svih iznesenih analiza mreža bila potpuno raspoloživa, tj. svi su prijenosni vodovi bili u pogonu. Ako bi ispao koji od vodova 220 kV prema zapadu, prilike bi postale sasvim nemoguće, jer preopterećeni vodovi traže znatne dodatke jalove snage.

Ako se i nadalje ništa ne poduzme u pogledu kompenzacije, prilike će biti iz godine u godinu sve teže.

Nedavno se ispitivala mogućnost napajanja šireg područja Zagreba električnom energijom u 1973. godini (L 3). Uzeta je postojeća mreža vodova 220 kV, s elektranama koje će stvarno biti u pogonu u to vrijeme, pa se pokušalo odgovoriti na pitanje kakvim bi se dodatnim snagama trebalo tada raspolagati na području Zagreba. Faktori snage kod distribucije (na strani 35 kV u TS 110/35 kV) uzeti su realni, onakvi kakvi su ostvareni posljednjih godina.

Budući da je bio referentni kut napona (prema TE Tuzla) ograničen na —25°, javljala se i potreba dodatne djelatne snage, no manjak jalove snage uvijek je došao do izražaja. Evo nekih rezultata, tj. manjkova snage u TS Mraclin kod različitih pogonskih uvjeta:

a) — stanje mreže normalno,
— sve TE angažirane, — MW 80 MVAr
b) — kao a) ali ispad voda 220 kV Kakanj — Mraclin,
— ref. kut — 26,9°, 61 MW 144 MVAr
c) — kao b) ali maks. ref. kut —29,1°, 42 MW 162 MVAr
d) — sve TE angažirane,
— ubačena rezerva od 10%,
— ispad TE Sisak i kompenzatora,
— ispad voda 220 kV Kakanj—Mraclin, 124 MW 228 MVAr
— maks. ref. kut — 22,3°.

Vidi se da je naročito veliki manjak jalove snage kod ispada.

Interesantno je promotriti kako se mijenjaju manjkovi snage s promjenom maksimalnog referentnog kuta i povećanja prijenosa.

Tablica 4

Maks. ref. kut	Dodatna snaga u TS Mraclin			Prijenos na zapad
	kV	MW	MVAr	MW
—19,9°	209,0	100,3	87,0	320
—23,5°	206,0	70,6	113,0	352
—26,1°	205,0	48,5	137,0	377

Iz prethodnog se vidi koliku zapreku, inače mogućem prijenosu na zapad, čini pomanjkanje jalove snage. Naravno, što su prijenosni vodovi opterećeniji to uzimaju više jalove snage. Prijenosne prilike prema podacima u posljednjem retku tablice 4 su sasvim u redu i u pogledu napona, referentnog kuta i opterećenja vodova, ali se ne mogu ostvariti zbog pomanjkanja jalove snage na zapadu.

Kod ispitivanja mreže zapadnog dijela Jugoslavije za 1975. godinu ponovno su se pojavili problemi u vezi s jalovom snagom, ali u još oštrijem obliku nego prijašnjih godina.

Ispitivane su prilike kod maksimuma u XII mjesecu, ako distribucija ima faktor snage sličan današnjem. Elektrane i opterećenja su uzeti prema najnovijim bilancama. Od novih elektrana na zapadu uzeta je HE Varaždin i TE Šoštanj III (bez TE Šoštanj IV).

Ispitane su tri varijante:

a) nije izgrađen vod 380 kV, samo je dionica Međurić — Đakovo ubačena kao vod 220 kV.

Pokazalo se da je takva kombinacija neodrživa, pa nema zadovoljavajućeg rješenja.

b) Izgrađen je vod 380 kV Obrenovac — Đakovo —Zagreb. Pokazalo se da i u tom slučaju regulaciona elektrana u čvoru Podlog daje 230 MVAr iznad mogućnosti, a naponi u Zagrebu iznose:

Zagreb I	354 kV
Marclin	186 kV

Kompenzator u Mraclinu i u Sloveniji nije u pogonu.

c) Uz iste prilike kao pod b) stavljeno je 100 MVAr u Mraclin i 50 MVAr u Đakovo.

Zagreb I	377 kV
Mraclin	197 kV

Za normalno stanje to su još uvijek niski naponi. Čvor Podlog još je uvijek davao 160 MVAr iznad svojih mogućnosti.

Izneseni rezultati postaju još neugodniji, ako se uzme u obzir činjenica da je vod 380 kV, na dionici Đakovo — Zagreb bio u prvom slučaju opterećen sa 235 MW i 99 MVAr, a u drugom sa 241 MW i 46 MVAr koji su ulazili u čvor Zagreb I. Dakle u oba slučaja je vod 380 kV bio opterećen znatno ispod svoje prirodne snage, pa je na kraju davao još 50 MVAr, odnosno 56 MVAr (u drugom slučaju je u Zagrebu bio viši napon), što znači da je čvor dobivao ukupno iz voda 380 kV 149 MVA, odnosno 102 MVAr.

Treba računati da će se vod 380 kV sigurno opterećivati mnogo više. Pretpostavimo npr. ispade velikih agregata. Već sada je u pogonu TE Šoštanj III 275 MW, a uskoro će se graditi i TE Šoštanj IV 310 MW, a zatim i nuklearna elektrana 600 ... 800 MW.

Ispadne li takav veliki agregat vod će sigurno biti visoko opterećen. Pretpostavimo opterećenje npr. od 600 MW, što bi upravo odgovaralo snazi dviju standardiziranih transformatorskih jedinica. Da se može prenijeti od Obrenovca do Zagreba

spomenuta snaga, i da se može konzumirati, potrebne su slijedeće jalove snage u području Zagreba:

a) 100 MVAr za održavanje napona (ako je u Obrenovcu 390 kV u Zagrebu da bude 380 kV)
b) Za potrebe transformatora (kod 2 x 300 MVA, $e_k = 12\%$) treba 74 MVAr.
c) za mrežu 110 kV i distribuciju, ako nije kompenzirana 380 MVAr.

Prema tome potrebno je ukupno:

a)	100	MVAr
b)	74	”
c)	380	”
Ukupno	554	MVAr

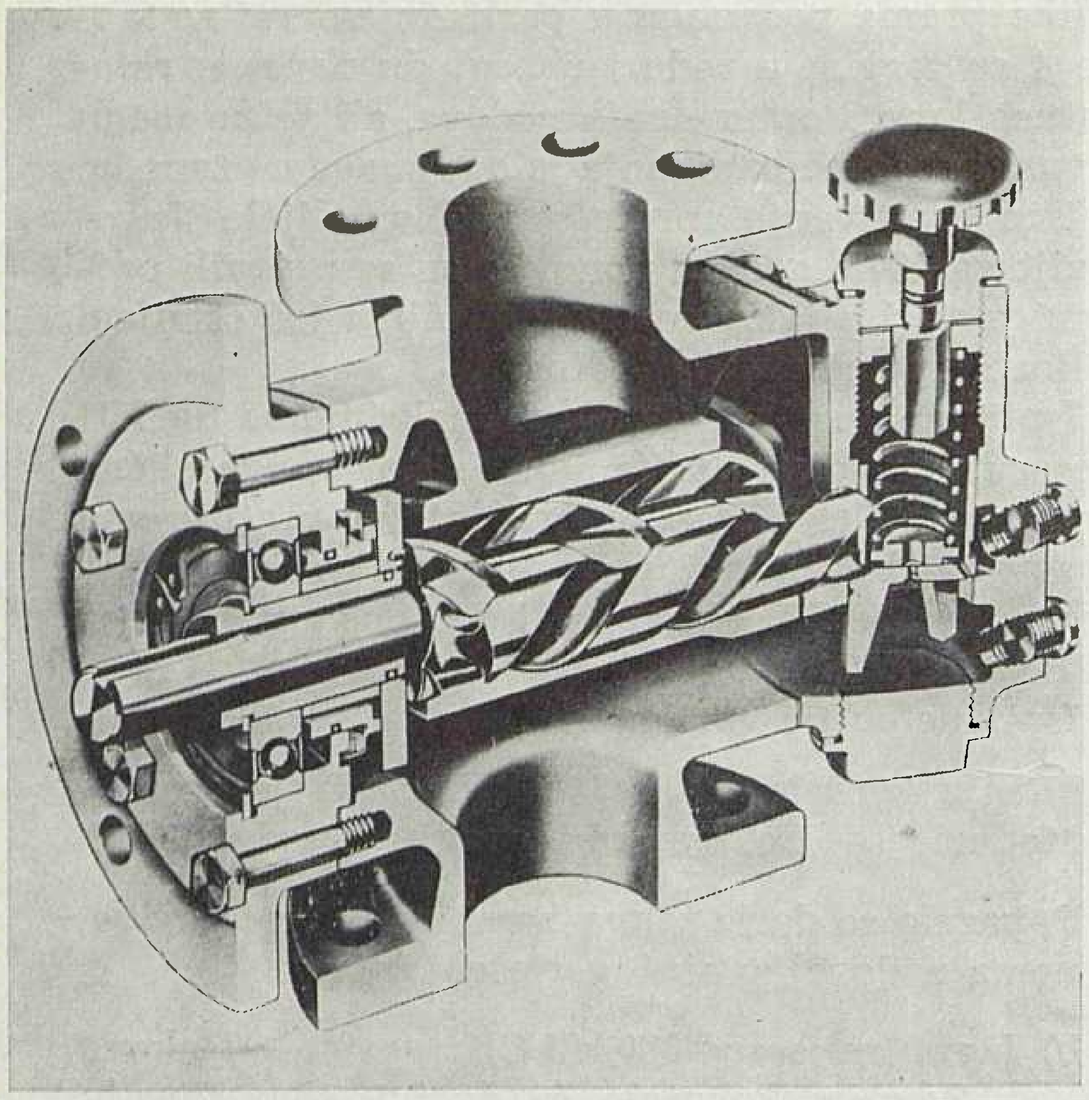
Iako će buduća mreža 380 kV predstavljati veliki doprinos učvršćenju našeg elektroenergetskog sistema, moći će se ispravno iskorištavati tek tada, kada se riješi problem balansa jalovih snaga u svakom našem parcijalnom sistemu.

Iz ovog kratkog pregleda postojećeg stanja i stanja u najbližoj budućnosti, jasno proizlazi kao prvi i neodgodiv zadatak kompenzacija mreža zapadnog dijela Jugoslavije. Ovdje je problem iznesen za područje u cjelini, ne ulazeći detaljno u problem lokacije kompezacionih uređaja.

Literatura:

1. Markovčić, Despotović, Plaper: *Superponirana mreža Jugoslavije u 1973, 1975. i 1980.* Zagreb—Beograd—Ljubljana 1968.
2. Markovčić: *Problem jalove snage i njena kompenzacija u mreži Hrvatske* Zagreb 1971. *I Bilance jalove snage* Zagreb 1972. *II Sredstva i mjesta kompenzacije*
3. Markovčić: *Mogućnost napajanja šireg područja Zagreba električnom energijom* Zagreb 1971.
4. Markovčić: *Visokonaponske mreže zapadnog dijela Jugoslavije u 1975, 1978. i 1982.* Zagreb, 1972.
5. Zloković: *Ostvareni prosječni faktor snage kod potrošača električne energije na visokom naponu u 1970.* ZJE Beograd 1971.

Naslov pisca: Boris Markovčić, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb.



IMO

TERMOMECCANICA
LA SPEZIA

SISALJKE S TRI VIJKA IMO-TERMOMECCANICA

Učin: od 6 do 9.500 litara/min

Tlakovi: od 1 do 160 Kg/cm²

Naročito prikladne za:

— pretakanje i dizanje mazivih ulja, loživih ulja, gustih i viskoznih tekućina,
— uljnodinamično upravljanje,
— krugove s prisilnim podmazivanjem.

Isključiva licenca za proizvodnju i prodaju u **Jugoslaviji:**

TERMOMECCANICA ITALIANA S. p. A.

19100 LA SPEZIA (ITALIA)
Via del Molo, 1 — C. P. 341
Telex 27171 TERMO SP
Telefon: 53-151 — 53-241

ZAGREB
Ulica Amruševa, 19
telefon 34-119

MAKSIMALNE STRUJE KRATKOG SPOJA U JUGOSLAVENSKOJ MREŽI 220 i 380 kV ŠTO SE OČEKUJU OKO GODINE 1990.

Miroslav Jung — Zdravko Hebel, Zagreb

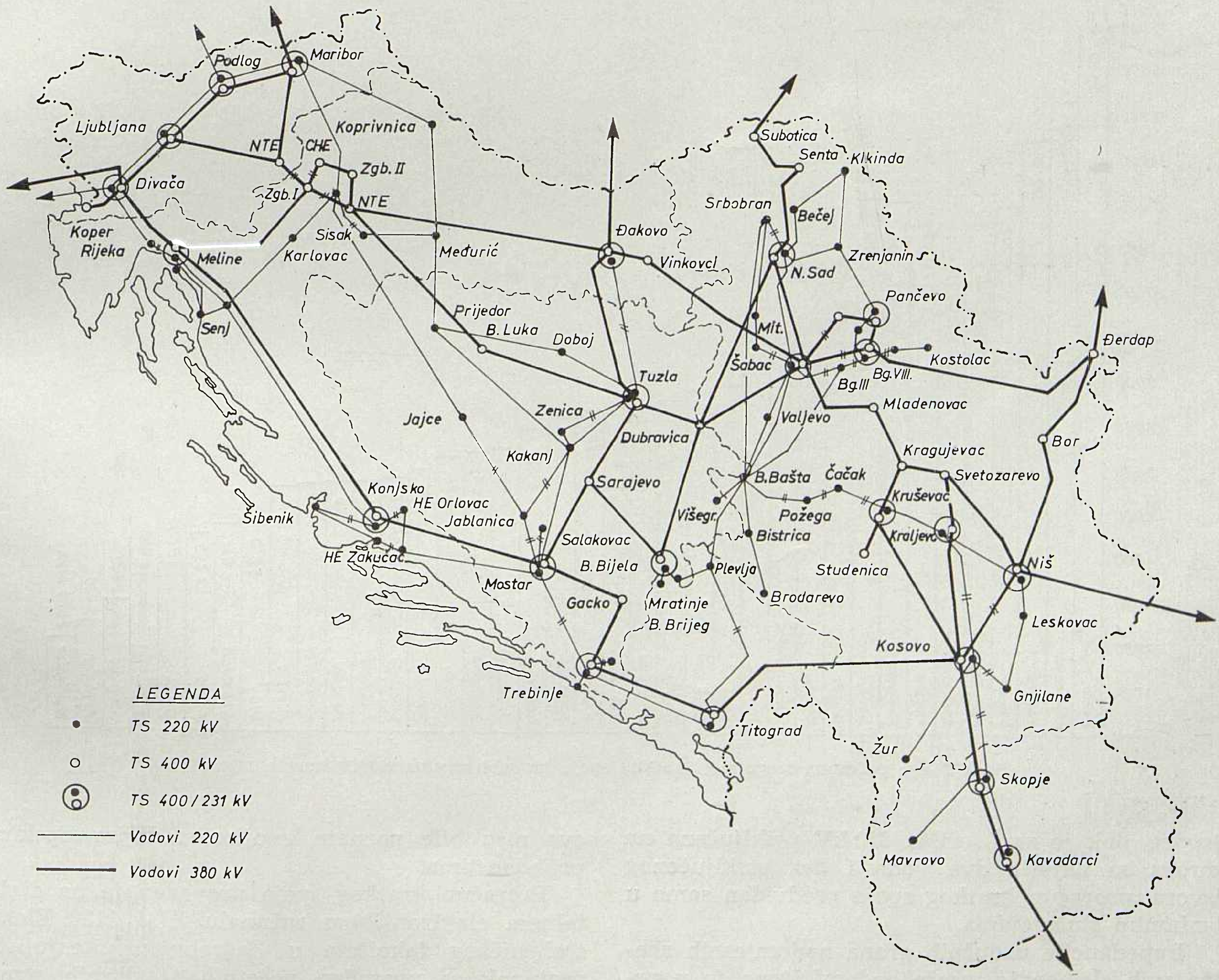
Prikazane su pretpostavke, način računanja i rezultati proračuna najvećih snaga i struja početnog prijelaznog tropolnog kratkog spoja, s kojim trebamo računati u našim mrežama 220 i 380 kV oko godine 1990. Proračun je proveden pomoću elektronskog digitalnog računskog stroja IBM 1130, a rezultati su prikazani tablično i na slikama.

DK 621.3.01

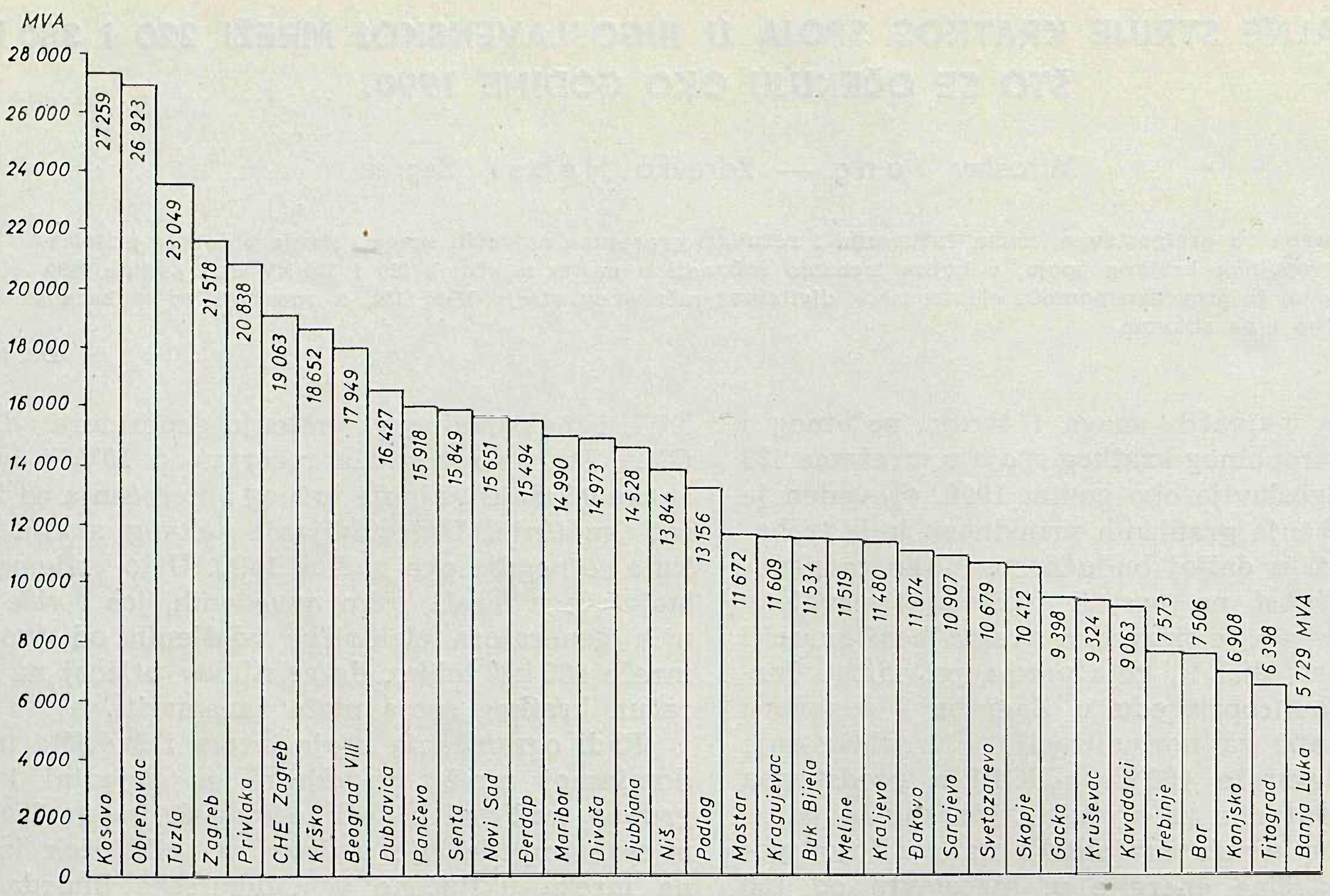
Proračun najvećih snaga i struja početnog i prijelaznog tropolnog kratkog spoja u mrežama 220 i 380 kV Jugoslavije oko godine 1990. proveden je radi određivanja graničnih vrijednosti koje trebamo očekivati u daljoj budućnosti. Kako za navedenu budućnost ne postoji ispitana i usvojena mreža, proračun je proveden prema konfiguraciji prikazanoj na slici 1., koja prema prijedlogu Instituta za elektroprivredu u Zagrebu i dogovoru članova Grupe za normalizaciju i usaglašavanje parametara mreže 400 kV JUGEL-a predstavlja samo konfiguraciju za proračun kratkog spoja.

Prikazana mreža se temelji na godišnjoj potrošnji električne energije u Jugoslaviji od 160 TWh i maksimalnom uvrštenju generatora od 34,5 GVA, što uz rotirajuću rezervu od 10% i faktor snage 0,9 daje trajanje vršnog opterećenja od 5.660 sati godišnje. Uspostavljanje takvog stanja očekuje se negdje oko godine 1990. U to vrijeme postojat će u mreži, osim navedenih, još i više manjih generatora električki udaljenih od čvorišta mreže 400 kV toliko, da se njihov utjecaj na proračun kratkog spoja može zanemariti.

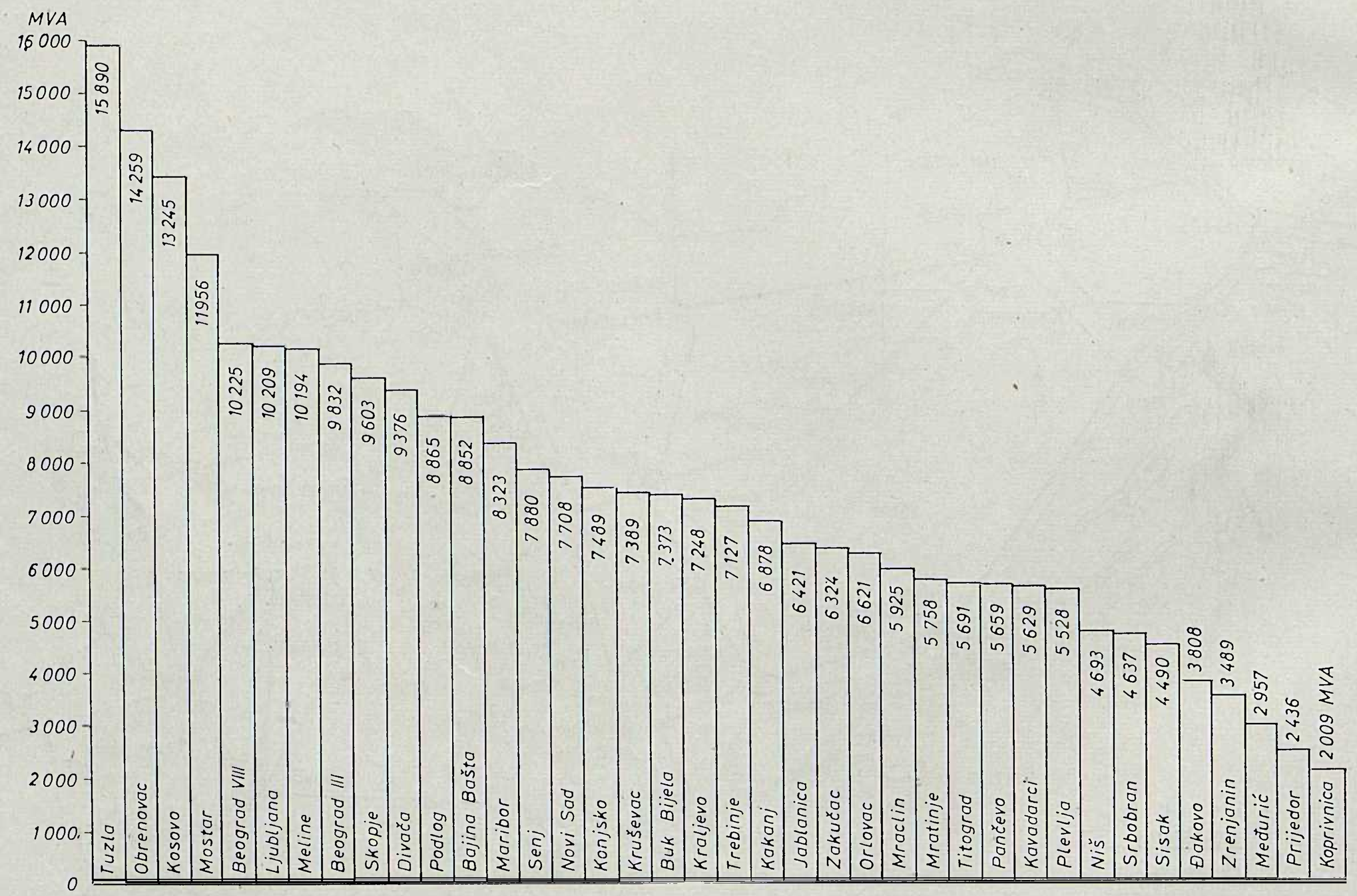
Radi ograničenja broja izvora i čvorišta u nadomjesnoj mreži modelirani su pojedini izvori grupno, kad god je to bilo moguće, pa su i nadomjesne impedancije vodova za priključak izvora na mrežu uključene u nadomjesne impedancije



Sl. 1 Mreže 400 i 220 kV Jugoslavije oko 1990.



Sl. 2 Snage početnog tropolnog kratkog spoja na sabirnicama 380 kV (mreža 1990.)

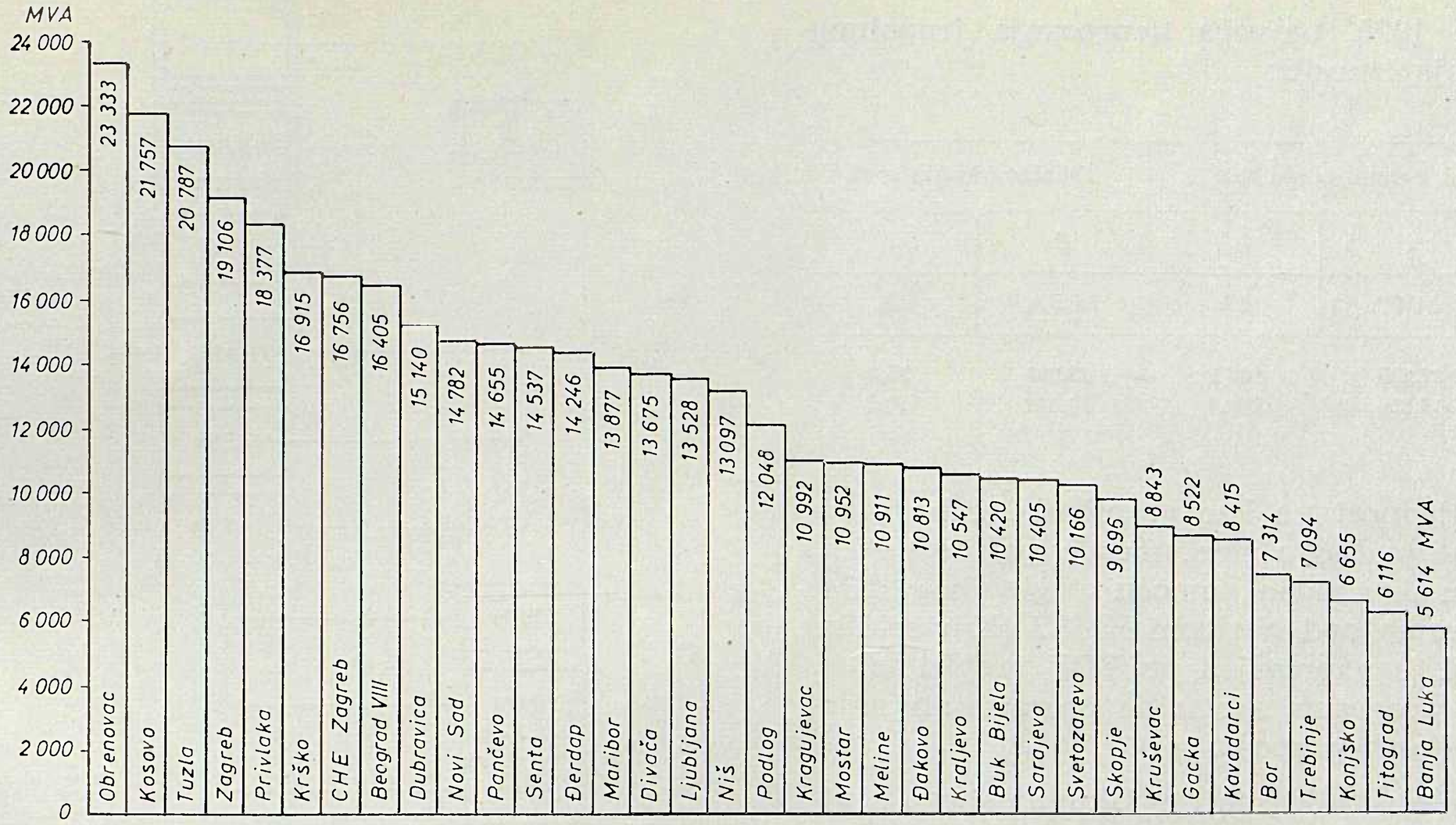


Sl. 3 Snage početnog tropolnog kratkog spoja na sabirnicama 220 kV (mreža 1990.)

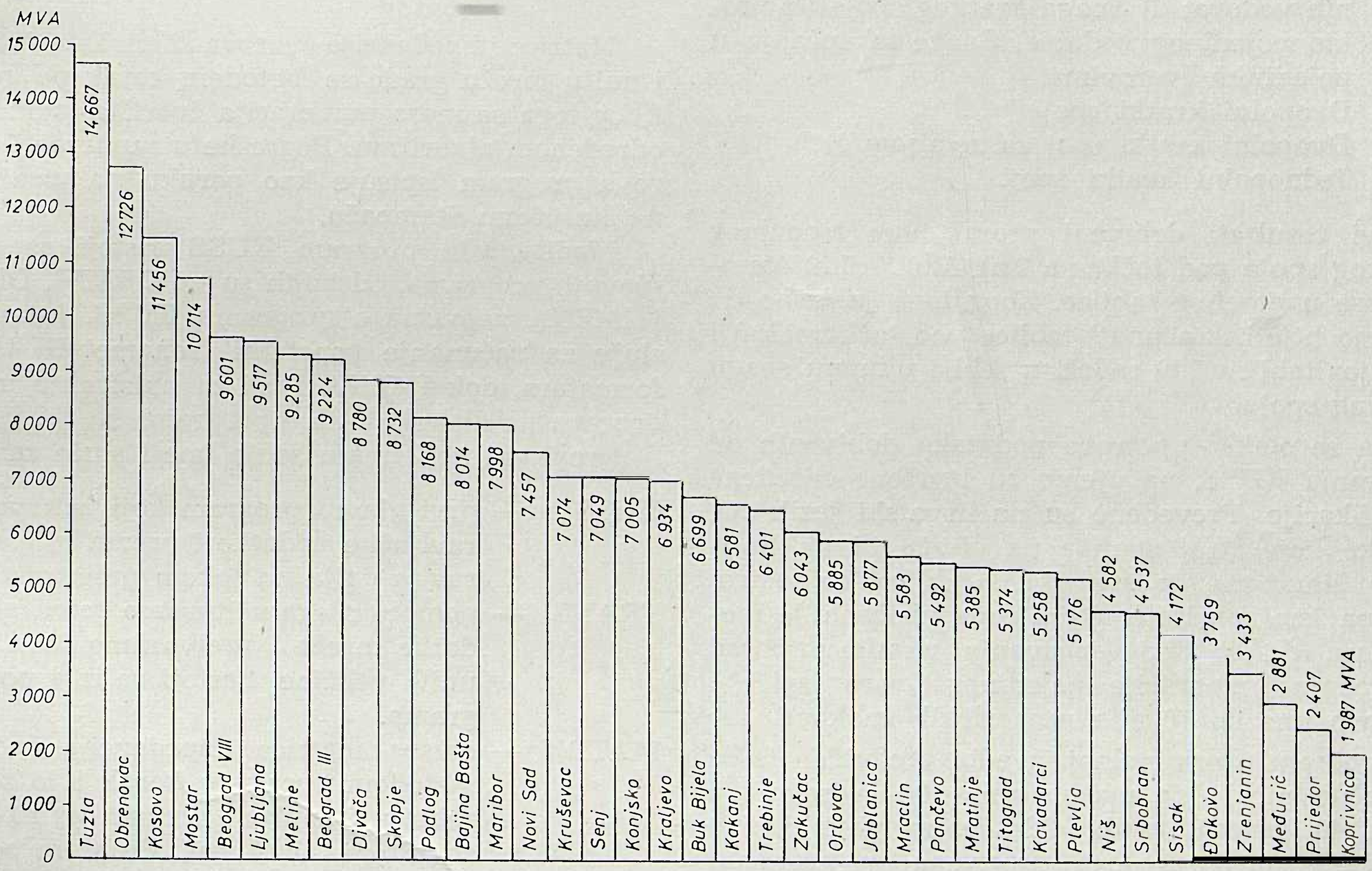
izvora, dok je za čvorišta 220 kV priključena na mrežu sa najviše dva voda i bez priključenog izvora, proračun kratkog spoja predviđen samo u iznimnim slučajevima.

Impedancije uzdužnih grana nadomjesnih shema svih elemenata mreže nadomještene su u prvome redu svojim mjerenim vrijednostima, a ako ove nisu bile poznate, svojim srednjim tipskim vrijednostima.

Proračun kratkog spoja proveden je na digitalnom elektroničkom računalu IBM 1130 Elektroheničkog fakulteta u Zagrebu primjenjujući postupak za proračun početnih i udarnih struja odnosno početnih snaga kratkog spoja prema



Sl. 4 Snage prelaznog tropolnog kratkog spoja na sabirnicama 380 kV (mreža 1990.)



Sl. 5 Snage prelaznog kratkog spoja na sabirnicama 220 kV (mreža 1990.)

propisima VDE, dok je proračun prelaznih struja odnosno snaga obavljen na isti način, samo su pri tom početne reaktancije generatora zamijenjene prelaznim reaktancijama. Osim ukupnih struja odnosno snaga kratkog spoja, izračunati su za svako čvorište i pripadni udjeli iz svih grana koje se stječu u bolesnom čvorištu.

Rezultati provedenih proračuna predočeni su tablično i na slikama. U priloženoj tablici prikazan je primjer tabličnog predočivanja početnog kratkog spoja. Za svako čvorište dane su, po kolonama, najprije ukupne vrijednosti početne snage, početne struje i udarne struje kratkog spoja, a potom i pripadni udjeli iz susjednih čvorišta kao i naponi po iznosu i kutu u tim čvorištima kod kvara u bolesnom čvorištu.

Rezultati proračuna ukupnih vrijednosti početnih i prijelaznih snaga tropolnog kratkog spoja u svim čvorištima 220 i 380 kV dani su u obliku sređenih stepeničastih krivulja na slikama 2—5. Ovdje je svakom postrojenju pridijeljen po jedan stupac sa naznačenom snagom u MWA.

Uvidom u navedene rezultate možemo ustanoviti, da će u mrežama 220 i 380 kV Jugoslavije

oko godine 1990. najveća naprezanja tropolnog kratkog spoja iznositi:

U mreži napona	Početni kratki spoj		Prijelazni kratki spoj	
	P	I_{ud}	P	I
	MWA	kA	MWA	kA
380 kV	27.259	106,1	23.333	35,5
220 kV	15.890	102,7	14.667	38,5

pa stim vrijednostima kao graničnim treba računati u našim budućim mrežama do godine 1990.

Proračun je izvršen pomoću originalnog IBM-ovog programa pod nazivom KUSS (Kurzschlüss ströme) koji je napravljen po VDE propisima.

Pomoću programa mogu se proračunati slijedeće *vrste kratkog spoja:*

1. Tropolni kratki spoj: a) Ukupna snaga kratkog spoja; b) Ukupna snaga kratkog spoja i udjeli susjednih čvorova; c) Udjeli udaljenih vodova; d) Snaga kratkog spoja uz prekid pojedinog voda; e) Snage iskapčanja u pojedinim čvorovima.
2. Dvopolni kratki spoj
3. Dvopolni kratki spoj sa zemljom
4. Jednopolni kratki spoj.

Svi rezultati dobiveni proračunom tropolnog kratkog spoja pod točkama 1.a), 1.b) . . . 1.e) štampaju se u posebne tablice. Zbog toga je jasno da nećemo htjeti izračunati tablice pod točkom 1.a) i 1.b), jer tablica 1.b) sadrži u sebi i ukupnu snagu kratkog spoja.

Da se olakša upotreba podataka dobivenih od programa KUSS, na njemu su izvršene određene modifikacije. Prevedene su na hrvatski jezik sve poruke koje stroj štampa na pisaču ili na linijskom štampaču, te sve glave tablica koje stroj štampa kao rezultate. Osim toga ubačena je mogućnost, da se kod ispisivanja rezultata pored štampanja numeracije pojedinog čvora ispiše i njegovo ime do 10 alfa numeričkih znakova.

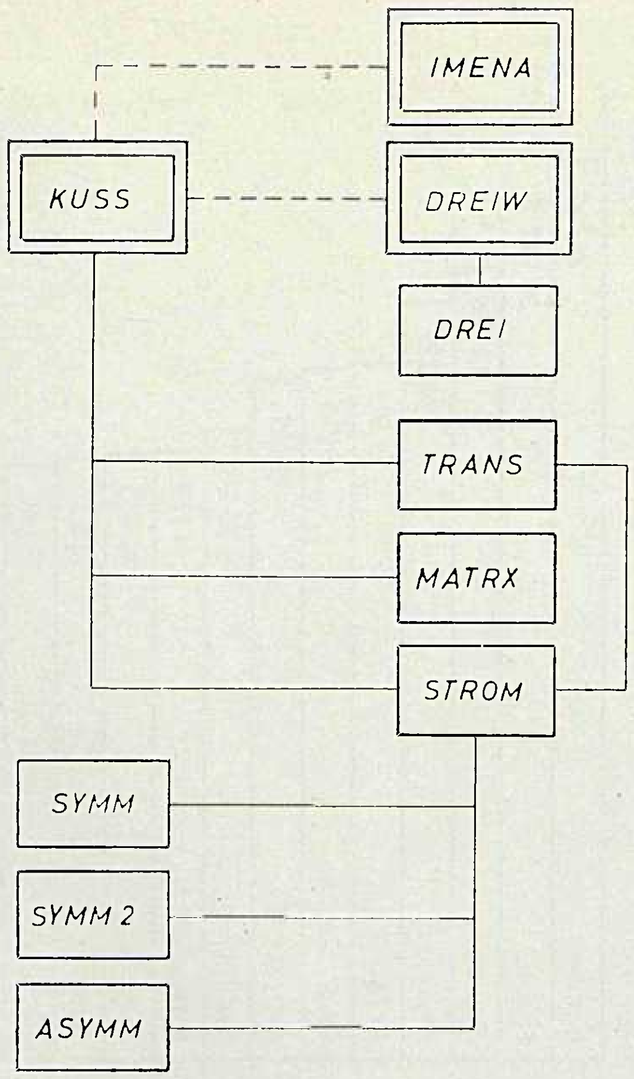
Program u originalnoj izvedbi predviđen je za proračun mreže do maksimalno 100 čvorova, od kojih 40 generatorskih. Određenim preinakama, povećane su mogućnosti programa za proračun mreže do 140 čvorova i 60 generatora.

Mreža koja se proračunava može imati više naponskih nivoa, a proračun se vrši željenim naponima.

Elementi mreže predstavljeni su svojim direktnim i nultim uzdužnim komponentama ($R_d + jX_d$; $R_0 + jX_0$), a zanemarene su poprečne grane.

Inverzne komponente elemenata mreže se ne uzimaju u proračun, već se kod izračunavanja nesimetričnih kratkih spojeva uzimaju elementi direktne matrice impedancije čvorova i množe s faktorom 2.

Maksimalan broj elemenata koje program može uzeti u račun je 320, uključujući 60 generatora.



Sl. 6 Blok dijagram programa KUSS

Matrice impedancije čvorova za direktnu mrežu i nultu mrežu grade se metodom korak po korak. Zbog toga se mora numeracija čvorišta izvršiti po određenom algoritmu. Pogreške u numeraciji čvorova program ispisuje kao poruku na pisaču ili na linijskom štampaču.

Modificirani program KUSS sastoji se od 9 glavnih programa, od kojih su tri DREIW, DREI 1 i IMENA neovisna o programu KUSS. Prva dva služe za računanje konstanti tronamotnih transformatora, dok IMENA služi za upisivanje imena čvorova na disk. Ostalih 6 programa su tzv. LINK — programi koji imaju svoje ime i služe za:

KUSS — prvi glavni program koji učitava upravljačke podatke i prema njima upravlja daljnjim tokom programa.

TRANS — pomoću njega učitavamo potrebne podatke mreže i pretvaramo ih u »per unit« veličine. Sastoji se iz 4 potprograma.

MATRX — stvara matrice impedancije čvorova metodom korak po korak i to za direktnu i nultu mrežu. Matrice su smještene na disku. Program se sastoji iz 6 potprograma.

STROM — ima samo jedan potprogram. On učitava vrste kratkog spoja i neke druge upravljačke podatke te upravlja daljnjim tokom programa.

SYMM 1 — pomoću njega računamo kratke spojeve koji su ranije navedeni pod točkom 1. a), 1. b), 1. c) te dvopolni kratki spoj, koji je doduše nesimetričan, ali ne treba nultu matricu već samo direktnu (inverzna je jednaka direktnoj). Sadrži u sebi 5 potprograma.

SYMM 2 — računa ostale simetrične kvarove pod točkom 1. d) i 1. e). Program u sebi sadrži 6 potprograma.

3-POLNI SIMETRICNI KRATKI SPOJ
UKLJUCUJUCI UDIO VODOVA

KRATKI SPOJ CVORova KK	SUSJEDNI CVOROVI KNK		SNAGA KRATKOG SPOJA PASP	POCETNA STRUJA SASP	UDARNA STRUJA SSSP	RAPOL U RNK IZMOSU	FAZNI KUT FI
1	DIVACA 220		9375.7	24.61	60.58		
1		0 GENERATOR	7298.2	6.01	14.81	0.0	0.0
1		2 DIVACA 380	4331.2	11.37	28.02	136.1	0.2
1		3 LJUBLJ.220	1426.7	3.74	9.23	151.7	-0.5
1		19 MELINE 220	1336.5	3.51	8.65	161.6	-0.1
2	DIVACA 380		14972.8	22.75	57.46		
2		0 GENERATOR	5302.1	8.06	20.34	0.0	0.0
2		1 DIVACA 220	2547.6	3.87	9.80	132.2	2.3
2		4 LJUBLJ.380	3887.7	5.91	14.95	209.5	-0.2
2		18 MELINE 380	3237.9	4.92	12.45	178.9	-0.1
3	LJUBLJ.220		10309.4	26.79	65.97		
3		0 GENERATOR	1976.5	5.19	12.79	0.0	0.0
3		1 DIVACA 220	1375.0	3.61	8.90	151.1	-0.5
3		4 LJUBLJ.380	5240.4	14.02	34.55	106.9	0.6
3		5 PODLOG 220	1523.3	4.00	9.86	148.1	-0.5
4	LJUBLJ.380		14527.9	22.07	55.09		
4		2 DIVACA 380	3986.4	6.06	15.13	210.7	-0.6
4		3 LJUBLJ.220	2956.0	4.49	11.22	102.2	2.7
4		6 PODLOG 380	3836.2	5.83	14.56	171.4	-0.7
4		10 KRSKO 380	3749.2	5.70	14.23	247.7	-0.4
5	PODLOG 220		8864.9	23.27	57.27		
5		0 GENERATOR	3123.5	8.20	20.21	0.0	0.0
5		3 LJUBLJ.220	1627.0	4.27	10.53	155.0	-0.6
5		4 PODLOG 380	2462.5	6.46	15.94	147.9	0.0
5		7 MARIBOR220	1657.0	4.35	10.72	141.3	-0.8
6	PODLOG 380		13156.0	19.99	50.48		
6		0 GENERATOR	3371.3	3.60	9.12	0.0	0.0
6		4 LJUBLJ.380	4276.4	6.50	16.44	191.1	-0.1
6		5 PODLOG 220	1852.6	2.86	7.24	195.5	1.2
6		8 MARIBOR380	4626.4	7.03	17.78	186.7	-0.4
7	MARIBOR220		8322.8	21.84	53.77		
7		0 GENERATOR	769.9	2.02	4.98	0.0	0.0
7		5 PODLOG 220	1713.3	4.50	11.09	146.0	-0.6
7		8 MARIBOR380	4486.9	11.76	29.03	134.6	0.2
7		9 KORRIV.220	456.9	1.20	2.96	73.0	-0.7
7		13 MRACLIN220	905.7	2.38	5.87	159.9	-1.0

SYMM 1 i SYMM 2 su međusobno odijeljeni zbog toga da bi mogli stati posebno u brzu memoriju stroja od 8 K.

ASYMM — se sastoji od 4 potprograma i računa nesimetrične kratke spojeve za koje treba nulta matrica.

Kojim se redom izvršavaju pojedini programi ovisi o upravljačkim veličinama što ih korisnik zada prije podataka mreže, odnosno poslije svih podataka. Na sl. 6. prikazana je blok shema programa KUSS. Važno je uočiti, da je svako granjanje uvjetovano nekim upravljačkim veličinama i da se neki programi ne moraju izvesti. Tako npr., ako želimo više primjera rezultata tropolnog kratkog spoja ne moramo kod drugog izvođenja računati matricu impedancije čvorova (MATRX) već to preskočimo, jer je matrica već izračunata i pohranjena na disku. To uveliko skraćuje izvršenje programa budući da najdulje traje formiranje matrice impedancije. Za ilustraciju je vrijedno navesti primjer mreže Jugoslavije za 1990. god. koja ima 73 čvora i 162 elementa. Cjelokupno računanje tropolnog kratkog spoja s udjelima susjednih vodova traje oko 1 sat od čega za stvaranje matrice treba oko 42 minute.

Na kraju je još interesantno reći, da postoji mogućnost računanja varijanti mreže, koje također skraćuje vrijeme samog računanja promjene mreže. Naime, mi kod računanja varijanti mijenjamo matricu impedancije, a ne računamo kompletno novu matricu. Važno je odmah uočiti, da se pod varijantom mreže računa ispad, odnosno dodavanje pojedinog elementa mreže, a ne neka sasvim druga mreža.

Naslov pisaca: Miroslav Jung, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, Zagreb
Zdravko Hebel, dipl. ing.
Elektrotehnički fakultet, Zagreb

ELEKTRIČNA ZAŠTITA POSTROJENJA ZA RAZLIČITE SLUČAJEVE UNIŠTENJA MJERNIH TRANSFORMATORA

Velimir Hangi, Zagreb — Marijan Kovač, Senj

U HE Senj dolazi dosta često do oštećenja mjernih transformatora, pa su autori razradili analizu što kompletnije zaštite dijelova postrojenja. Također su predložili i najnužniju rezervu u mjernim transformatorima svih naponskih nivoa u postrojenju. Ovakva razmatranja odgovaraju i za oštećenja mjernih transformatora u elementarnim nepogodama.

DK 621.316.9

1. Uvod

U velikim, čvornim postrojenjima, naročito ako se radi o značajnim izvorima električne energije, svaka havarija na dijelu postrojenja je teška.

Ovdje će biti riječi o »HE Senj«, gdje su havarije bile učestale, a obuhvaćale su proboje na generatorima, eksplozije potpornih izolatora sabirnica 110 kV i 220 kV s dodatnim oštećenjima u postrojenju, i havarije mjernih transformatora.

Ovaj se rad ograničava na havarije mjernih transformatora, i razrađuje mjere potrebne da bi se, unatoč uništenim mjernim transformatorima, postrojenje što prije osposobilo za pogon tako, da električna zaštita priključena na mjerne transformatore ostane što kompletnija, tj. da se rizik nastavljanja pogona s reduciranom zaštitom svede na minimum.

Autori referata poučeni dosadašnjim iskustvom, smatraju da mjere što su potrebne za slučaj havarija na mjernim transformatorima, treba prethodno što potpunije razraditi, jer se svaka razrada nakon havarije svodi na improvizaciju, pa i lutanje. Ukoliko postoji rezerva za uništeni mjerni transformator situacija je dobra, no treba računati i na nedostatak potpune rezerve, na čemu je težište ove razrade.

Posebno ističemo, da ovdje nećemo analizirati uzroke havarija, koji su očito složeni i zahtijevaju pomnu studijsku razradu. Havarije smo samo evidentirali u priloženoj tablici, odakle se vidi njihova učestalost i opseg razaranja koji je velik zbog visoke izvedbe postrojenja 110 i 220 kV.

U zaključku se daje prijedlog da u mjernim transformatorima u postrojenju postoje stalne rezerve.

Na slici 1. dana je shema postrojenja sa detaljnim podacima mjernih transformatora, osim za generatorske grupe, za koje su podaci o mjernim transformatorima dani na slici 2.

2. Analiza različitih slučajeva uništenja mjernih transformatora i prijedlozi o tretmanu zaštite

Slijedi analiza posljedica uništenja, odnosno kvara mjernih transformatora u pojedinim poljima na svim naponskim nivoima, s uputstvima o najnužnijim mjerama što ih treba poduzeti prije ponovnog ulaženja u pogon dijela postrojenja, gdje je došlo do kvara.

Dakako da je prva pretpostavka da se uništeni, odnosno oštećeni mjerni transformatori uklone, prekinute veze premoste, odnosno podupru potpornim izolatorima, i izvedu svi nužni radovi na popravku i čišćenju, prije ponovnog ulaska u pogon.

2.1. Dalekovodna polja 110 kV

2.1.1. U slučaju da se uništi, odnosno ošteti jedan ili više naponskih transformatora u polju DV 110 kV, treba da se osigura prekapčanje distantne zaštite na tri naponska transformatora u mjernom polju 110 kV. Naponi će se dovesti do relejne ploče, a prekapčanje će biti ručno pomoću odgovarajuće preklopke ili utikača. Prekapčanje napona treba omogućiti i s jednog na drugo DV polje. (Naponske sabirnice).

2.1.2. Ako se uništi jedan ili više strujnih transformatora prelazi se obvezno na pogon preko spojnog polja, štićenog prekostrujnom vremenskom zaštitom. Za vrijeme ovakvog, privremenog pogona, vremensko zatezanje ove zaštite valja sniziti s normalno provedenog udešenja od 3,0 s na 1,0 s tj. nešto iznad osnovnog I i II stupnja distantne zaštite u mreži.

S releja se odvaja istosmjerni napon, te naponske i strujne grane nakon kratkog spajanja posljednjih na rednim stezaljkama.

2.2. Dalekovodna polja 220 kV

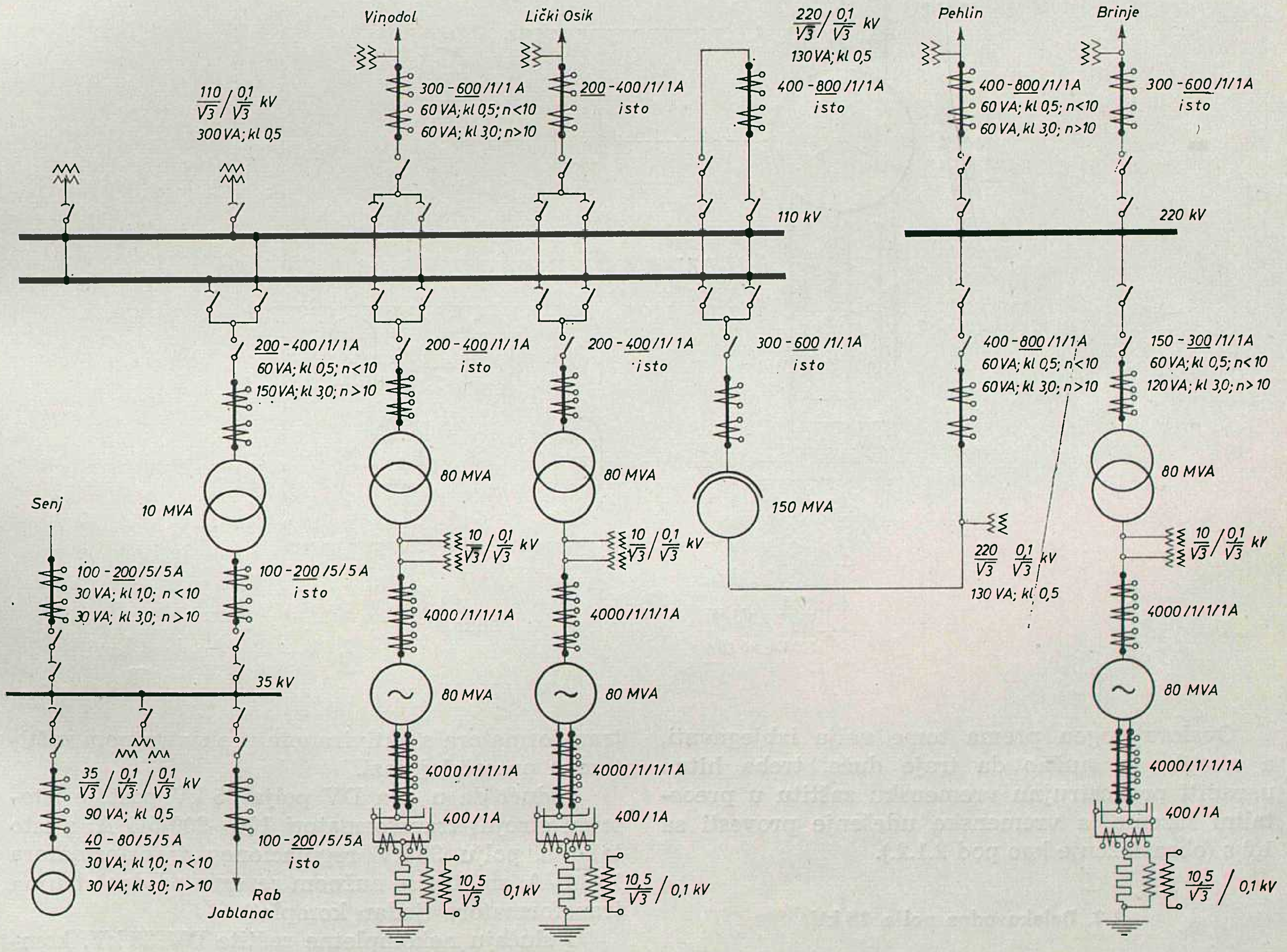
2.2.1. Uništi li se jedan ili više naponskih transformatora u polju DV 220 kV, postupit će se kao i kod DV 110 kV (točka 2.1.1.), samo što će se ovdje prespajati na naponske transformatore u polju 220 kV mrežnog transformatora 150 MVA, odnosno s jednog na drugo DV polje.

2.2.2. U slučaju da se uništi jedan ili više strujnih transformatora, budući da nema spojnog polja 220 kV (jednostruke sabirnice), distantni relej će se blokirati (vidi točku 2.1.2.).

U tom slučaju DV 220 kV štitit će distantni releji iz susjednim postrojenja, prekostrujnom zaštitom mrežnog transformatora 220/110 kV, 150 MVA, generatorske grupe I koja je priključena na sabirnice 220 kV. Prema tome će kvar na DV 220 sa blokiranom distantnom zaštitom imati iste posljedice kao sabirnički kvar.

Tablica kvarova mjernih transformatora u HE Senj Tablica 1

Redni broj	Komada	Naziv transformatora i mjesto ugradnje	Datum oštećenja	Opseg oštećenja
1	2	Strujni transf. 100—200 (5) 5A DV 35 kV Rab — faze R i T	6. XI 66.	Proboj transformatora u fazi R i T i lom provodnog izolatora u fazi S
2	1	Naponski transformator $\frac{35}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{3}$ kV, mjerno polje — faza S	5. XII 67.	Eksplozija naponskog transformatora, oštećenje 8 potpornih izolatora rastavljača i V. N. osigurača
3	1	Naponski transformator $\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}}$ kV, DV 110 kV Lički Osik — faza R	14. VIII 68.	Eksplozija naponskog transformatora; oštećenja izolatora naponskih transformatora u fazi S i T; oštećenje donjeg potpornog izolatora sabirničkog rastavljača — oštećenja potpornih izolatora nosača sabirnica
4	2	Isto kao pod red. br. 1	20. VII 69.	Proboj transformatora u fazama R i T; lom provodnog izolatora u fazi S; lom 6 potpornih izolatora na linijskim rastavljačima
5	1	Strujni transf. 300—600 (1) 1A DV 220 kV Brinje — faza S	26. VII 70.	Eksplozija sa požarom ulja; lom jednog pola linijskog rastavljača
6	1	Naponski transformator $\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}}$ kV, DV 110 kV Vinodol — faza R	8. VIII 71.	Proboj sa izbacivanjem gornje kape transformatora i požarom ulja
7	1	Strujni transf. 300—600 (1) 1A, DV 220 kV Pehlin — faza S	18. II 72.	Proboj sa izbacivanjem gornje kape transformatora i požarom ulja



Slika 1

ELEKTRIČNA ZAŠTITA POSTROJENJA ZA RAZLIČITE SLUČAJEVE UNIŠTENJA MJERNIH TRANSFORMATORA

Velimir Hangi, Zagreb — Marijan Kovač, Senj

U HE Senj dolazi dosta često do oštećenja mjernih transformatora, pa su autori razradili analizu što kompletnije zaštite dijelova postrojenja. Također su predložili i najnužniju rezervu u mjernim transformatorima svih naponskih nivoa u postrojenju. Ovakva razmatranja odgovaraju i za oštećenja mjernih transformatora u elementarnim nepogodama.

DK 621.316.9

1. Uvod

U velikim, čvornim postrojenjima, naročito ako se radi o značajnim izvorima električne energije, svaka havarija na dijelu postrojenja je teška.

Ovdje će biti riječi o »HE Senj«, gdje su havarije bile učestale, a obuhvaćale su proboje na generatorima, eksplozije potpornih izolatora sabirnica 110 kV i 220 kV s dodatnim oštećenjima u postrojenju, i havarije mjernih transformatora.

Ovaj se rad ograničava na havarije mjernih transformatora, i razrađuje mjere potrebne da bi se, unatoč uništenim mjernim transformatorima, postrojenje što prije osposobilo za pogon tako, da električna zaštita priključena na mjerne transformatore ostane što kompletnija, tj. da se rizik nastavljanja pogona s reduciranom zaštitom svede na minimum.

Autori referata poučeni dosadašnjim iskustvom, smatraju da mjere što su potrebne za slučaj havarija na mjernim transformatorima, treba prethodno što potpunije razraditi, jer se svaka razrada nakon havarije svodi na improvizaciju, pa i lutanje. Ukoliko postoji rezerva za uništeni mjerni transformator situacija je dobra, no treba računati i na nedostatak potpune rezerve, na čemu je težište ove razrade.

Posebno ističemo, da ovdje nećemo analizirati uzroke havarija, koji su očito složeni i zahtijevaju pomnu studijsku razradu. Havarije smo samo evidentirali u priloženoj tablici, odakle se vidi njihova učestalost i opseg razaranja koji je velik zbog visoke izvedbe postrojenja 110 i 220 kV.

U zaključku se daje prijedlog da u mjernim transformatorima u postrojenju postoje stalne rezerve.

Na slici 1. dana je shema postrojenja sa detaljnim podacima mjernih transformatora, osim za generatorske grupe, za koje su podaci o mjernim transformatorima dani na slici 2.

2. Analiza različitih slučajeva uništenja mjernih transformatora i prijedlozi o tretmanu zaštite

Slijedi analiza posljedica uništenja, odnosno kvara mjernih transformatora u pojedinim poljima na svim naponskim nivoima, s uputstvima o najnužnijim mjerama što ih treba poduzeti prije ponovnog ulaženja u pogon dijela postrojenja, gdje je došlo do kvara.

Dakako da je prva pretpostavka da se uništeni, odnosno oštećeni mjerni transformatori uklone, prekinute veze premoste, odnosno podupru potpornim izolatorima, i izvedu svi nužni radovi na popravku i čišćenju, prije ponovnog ulaska u pogon.

2.1. Dalekovodna polja 110 kV

2.1.1. U slučaju da se uništi, odnosno ošteti jedan ili više naponskih transformatora u polju DV 110 kV, treba da se osigura prekapčanje distantne zaštite na tri naponska transformatora u mjernom polju 110 kV. Naponi će se dovesti do relejne ploče, a prekapčanje će biti ručno pomoću odgovarajuće preklopke ili utikača. Prekapčanje napona treba omogućiti i s jednog na drugo DV polje. (Naponske sabirnice).

2.1.2. Ako se uništi jedan ili više strujnih transformatora prelazi se obvezno na pogon preko spojnog polja, štićenog prekostrujnom vremenskom zaštitom. Za vrijeme ovakvog, privremenog pogona, vremensko zatezanje ove zaštite valja sniziti s normalno provedenog udešenja od 3,0 s na 1,0 s tj. nešto iznad osnovnog I i II stupnja distantne zaštite u mreži.

S releja se odvaja istosmjerni napon, te naponske i strujne grane nakon kratkog spajanja posljednjih na rednim stezaljkama.

2.2. Dalekovodna polja 220 kV

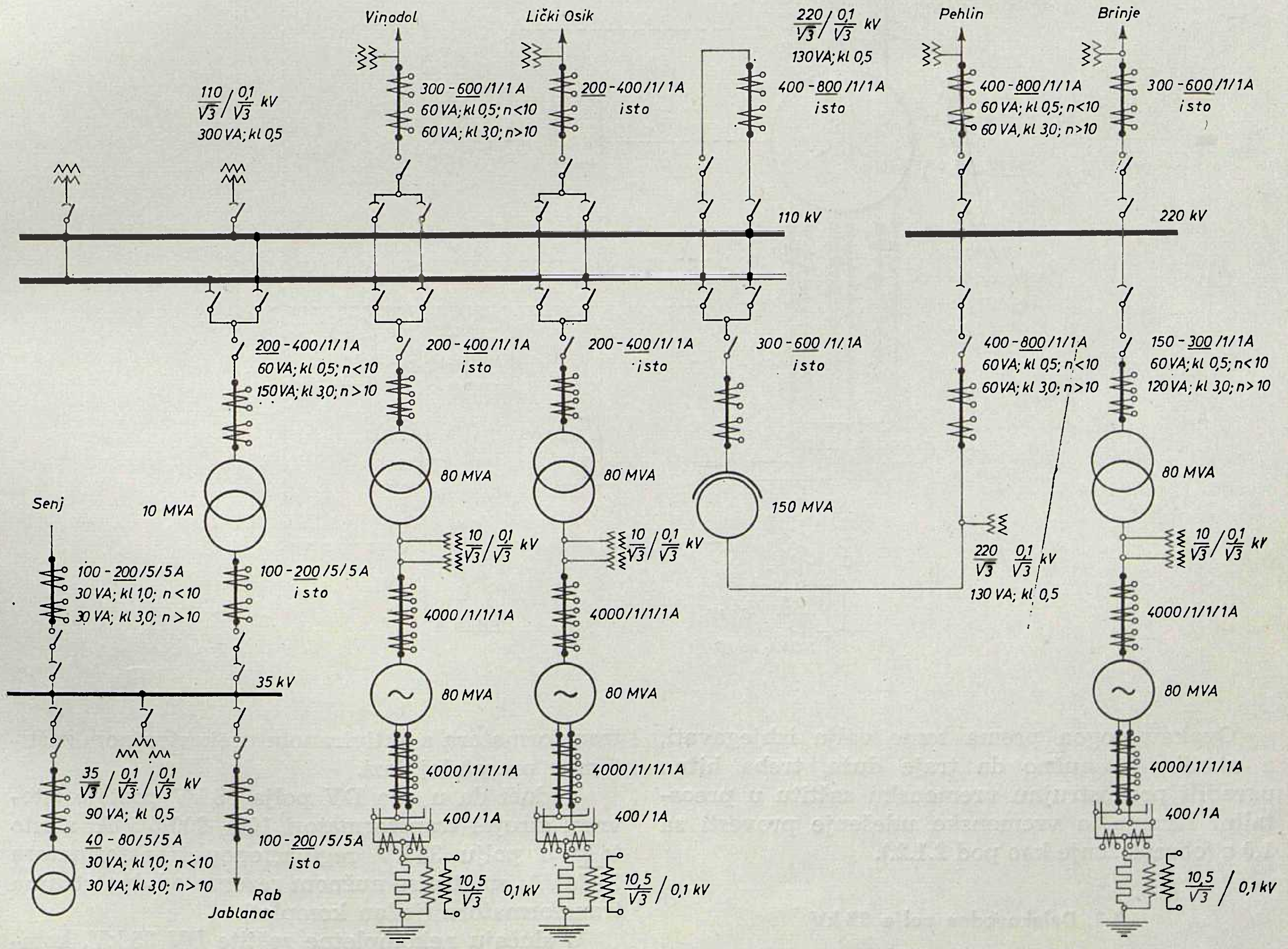
2.2.1. Uništi li se jedan ili više naponskih transformatora u polju DV 220 kV, postupit će se kao i kod DV 110 kV (točka 2.1.1.), samo što će se ovdje prespajati na naponske transformatore u polju 220 kV mrežnog transformatora 150 MVA, odnosno s jednog na drugo DV polje.

2.2.2. U slučaju da se uništi jedan ili više strujnih transformatora, budući da nema spojnog polja 220 kV (jednostruke sabirnice), distantni relej će se blokirati (vidi točku 2.1.2.).

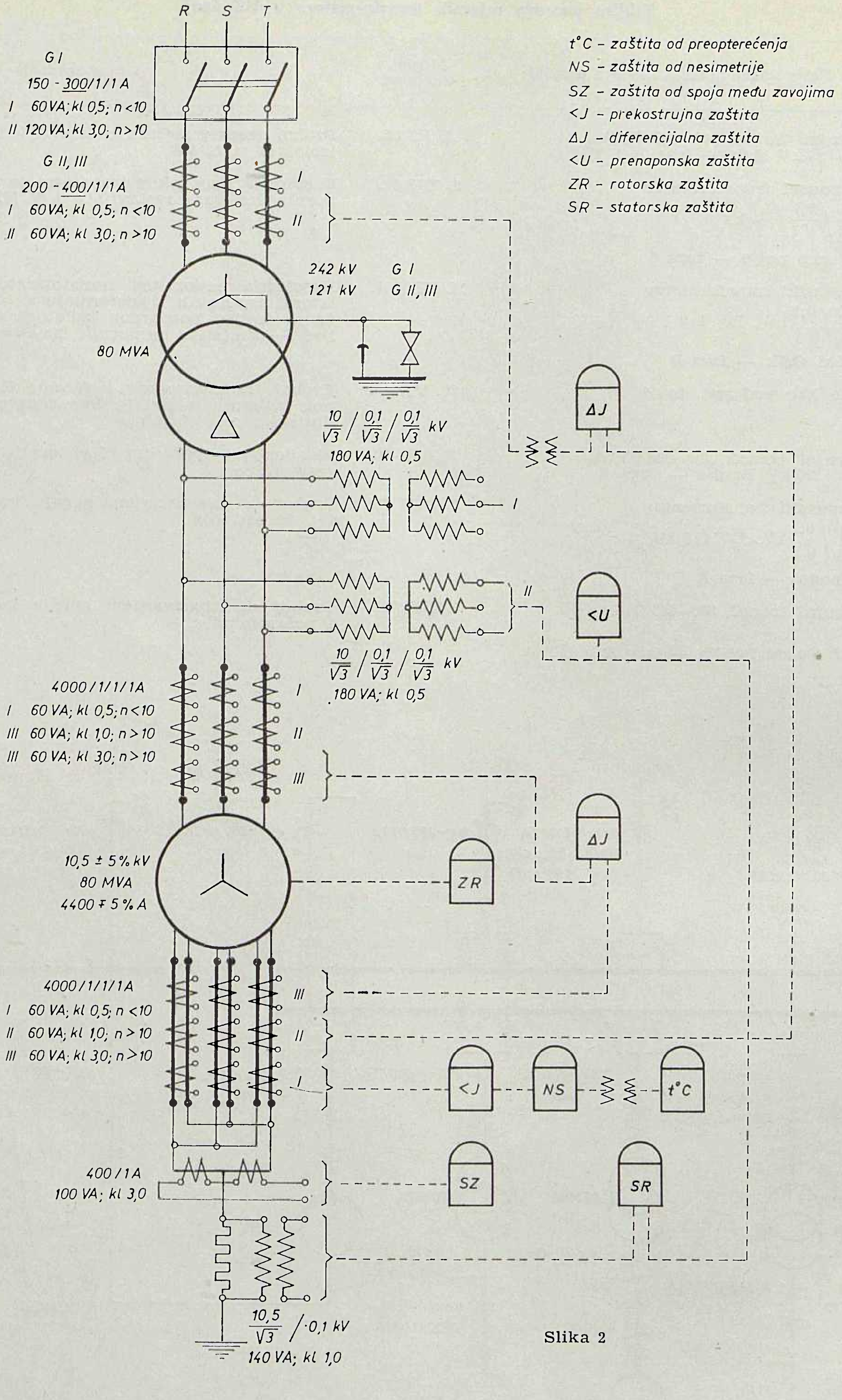
U tom slučaju DV 220 kV štitit će distantni releji iz susjednim postrojenja, prekostrujnom zaštitom mrežnog transformatora 220/110 kV, 150 MVA, generatorske grupe I koja je priključena na sabirnice 220 kV. Prema tome će kvar na DV 220 sa blokiranom distantnom zaštitom imati iste posljedice kao sabirnički kvar.

Tablica kvarova mjernih transformatora u HE Senj Tablica 1

Redni broj	Komada	Naziv transformatora i mjesto ugradnje	Datum oštećenja	Opseg oštećenja
1	2	Strujni transf. 100—200 (5) 5A DV 35 kV Rab — faze R i T	6. XI 66.	Proboj transformatora u fazi R i T i lom provodnog izolatora u fazi S
2	1	Naponski transformator $\frac{35}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{3}$ kV, mjerno polje — faza S	5. XII 67.	Eksplozija naponskog transformatora, oštećenje 8 potpornih izolatora rastavljača i V. N. osigurača
3	1	Naponski transformator $\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}}$ kV, DV 1,0 kV Lički Osik — faza R	14. VIII 68.	Eksplozija naponskog transformatora; oštećenja izolatora naponskih transformatora u fazi S i T; oštećenje donjeg potpornog izolatora sabirničkog rastavljača — oštećenja potpornih izolatora nosača sabirnica
4	2	Isto kao pod red. br. 1	20. VII 69.	Proboj transformatora u fazama R i T; lom provodnog izolatora u fazi S; lom 6 potpornih izolatora na linijskim rastavljačima
5	1	Strujni transf. 300—600 (1) 1A DV 220 kV Brinje — faza S	26. VII 70.	Eksplozija sa požarom ulja; lom jednog pola linijskog rastavljača
6	1	Naponski transformator $\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}}$ kV, DV 110 kV Vinodol — faza R	8. VIII 71.	Proboj sa izbacivanjem gornje kape transformatora i požarom ulja
7	1	Strujni transf. 300—600 (1) 1A, DV 220 kV Pehlin — faza S	18. II 72.	Proboj sa izbacivanjem gornje kape transformatora i požarom ulja



Slika 1



Slika 2

Ovakav pogon prema tome valja izbjegavati, a ukoliko je nužno da traje duže, treba hitno ugraditi prekostrujnu vremensku zaštitu u preostalim fazama, a vremensko udešenje provesti sa 1,0 s (obrazloženje kao pod 2.1.2.).

2.3. Dalekovodna polja 35 kV

U slučaju uništenja jednog ili oba strujna transformatora, pogon se nastavlja bez strujnih transformatora s aktiviranom prekostrujnom zaštitom u preostaloj fazi.

Budući da u oba DV polja 35 kV postoje istovrsni strujni transformatori 100—200/5/5 A, a isto tako u polju 35 kV regulacionog transformatora 10 MVA, smatra se nužnom rezerva od dva strujna transformatora (jedan komplet).

U slučaju nekompletne zaštite DV 35 kV, kompletno štićenje iako neselektivno, preuzima mrežni transformator 110/35 kV, 10 MVA.

2.4. Mrežni transformator 150 MVA, 220/110 kV

2.4.1. Ako se uništi jedan ili više strujnih transformatora u polju 110 kV regulacionog transformatora, pogon transformatora se nastavlja uz slijedeće zahvate na zaštitnim uređajima:

2.4.1.1. Diferencijalna zaštita transformatora se blokira, odvajanjem istosmjernog napona za iskapčanje te kratkim spajanjem strujnih grana ispred releja, obostrano, sve na rednim stezaljkama.

2.4.1.2. Prekostrujna zaštita na strani 110 kV priključena na preostale strujne transformatore, ostaje u pogonu, time da joj se vremensko udešenje snizi na 1,0 s, i da iskapča učinske sklopke na obje naponske strane.

2.4.1.3. Prekostrujna zaštita na strani 220 kV ostaje u pogonu, time da joj se vremensko udešenje snizi na 1,0 s, i da iskapča učinske sklopke na obje naponske strane transformatora.

2.4.1.4. Pogon treba biti preko spojnog polja 110 kV i njegove prekostrujne zaštite, kojoj se vremensko udešenje snizi na 1,0 s.

Uvjeti za ovakav način pogona jesu:

— da prekostrujne zaštite transformatora iskapčaju učinske sklopke na obje naponske strane transformatora.

— da se prije prijelaza na ovakvu vrstu pogona detaljno provjeri rad buholc-releja, s aktiviranjem izbacivanja učinskih sklopki na obje naponske strane.

2.4.2. Ako dođe do uništenja jednog ili više strujnih transformatora u polju 220 kV regulacionog transformatora, pogon se nastavlja uz slijedeće zahvate na zaštitnim uređajima:

2.4.2.1. Diferencijalna zaštita transformatora se blokira odvajanjem istosmjernog napona za iskapčanje i kratkim spajanjem strujnih grana ispred releja, sve na rednim stezaljkama.

2.4.2.2. Prekostrujna zaštita na strani 220 kV priključena na preostale strujne transformatore ostaje u pogonu, time da joj se vremensko udešenje snizi na 1,0 s, i da iskapča učinske sklopke na obje naponske strane.

2.4.2.3. Prekostrujna zaštita na strani 110 kV ostaje u pogonu, s time da joj se vremensko udešenje snizi na 1,0 s, i da iskapča učinske sklopke na obje naponske strane.

Uvjeti za ovakav način pogona jesu:

— da je transformator priključen na mrežu 110 kV s izvorima radi napajanja eventualnog kvara na transformatoru,

— da prekostrujne zaštite transformatora iskapčaju učinske sklopke na obje naponske strane,

— da se detaljno ispita buholc-relej kao u toč. 2.4.1.3.

2.5. Mrežni transformator 10 MVA, 110/35 kV

2.5.1. Ako se uništi jedan ili više strujnih transformatora u polju 35 kV regulacionog transformatora, pogon transformatora se nastavlja uz slijedeće zahvate na zaštitnim uređajima:

2.5.1.1. Diferencijalna zaštita transformatora se blokira odvajanjem istosmjernog napona za iskapčanje, i kratkim spajanjem strujnih grana ispred releja, sve na rednim stezaljkama.

2.5.1.2. Prekostrujna zaštita transformatora, priključena na strujne transformatore sa strane 110 kV, ostaje i dalje u pogonu uz ista udešenja na releju.

Uvjet za ovakav način pogona jeste:

— da se detaljno ispita buhlec-relej kao u točki 2.4.1.3.

2.5.2. Uništi li se jedan ili više strujnih transformatora u polju 110 kV regulacionog transformatora, pogon transformatora se nastavlja uz ove zahvate na zaštitnim uređajima:

2.5.2.1. Pogon transformatora obavlja se obvezno preko spojnog polja 110 kV, a prekostrujno udešenje prekostrujne zaštite spojnog polja valja smanjiti da bi što bolje odgovaralo potrebnom udešenju za transformator. (Potrebno prespojiti strujne transforamtore u spojnom polju na niži prjenosni omjer).

Vremenski treba ove zaštite udesiti na 3,0 s, što odgovara vremenskom stepenovanju u mreži.

2.5.2.2. Prekostrujna zaštita transformatora ostaje normalno u pogonu uz ista udešenja, a priključena na preostale strujne transformatore u polju 110 kV transformatora.

2.5.2.3. Diferencijalna zaštita transformatora se blokira odvajanjem istosmjernog napona za iskapčanje, i kratkim spajanjem strujnih grana ispred releja, sve na rednim stezaljkama.

Uvjet za ovakav način pogona jeste:

— da se detaljno ispita buholc-relej, kao u točki 2.4.1.3.

2.6. Spojno polje 110 kV

Ako se uništi jedan ili više strujnih transformatora u spojnom polju 110 kV, prekostrujna zaštita, priključena na preostale strujne transformatore ostaje u pogonu,

Ukoliko je u krajnjem slučaju, nego polje sa defektnim strujnim transformatorima vezano preko spojnog polja, a i ono ima defektne strujne transformatore treba paziti da svaka faza bude barem jedanput štićena prekostrujnom zaštitom bilo u tom polju, bilo u spojnom polju, tj. da ni jedna faza ne bude bez strujnog transformatora barem u jednom od dva polja vezana u seriju. Udešenje

prekostrujne zaštite treba uvijek, u granicama mogućnosti, prilagoditi udešenju prekostrujne zaštite polja 110 kV što je povezano preko spojnog polja.

2.7. Mjerna polja 110 kV

Ako se uništi jedan ili više naponskih transformatora na jednom sistemu sabirnica, ostaje mogućnost korištenja drugoga sistema.

Na električnu zaštitu to ne utječe, jer na ove naponske trasformatore nije priključena električna zaštita.

Za potrebe sinhronizacije dovoljna su dva naponska transformatora.

2.8. Mjerno polje 35 kV

Mjerno polje 35 kV, interesantno je i zbog signalizacije dozemnog spoja u gašenoj mreži 35 kV, koja je na njih priključena.

U slučaju uništenja jednog ili više naponskih transformatora, signalizacija dozemnog spoja se blokira.

Kako bi dugotrajniji pogon sa dozemnim spojem, osim opasnosti težih oštećenja na vodu 35 kV, mogao ugrožavati ljudske živote, nužna je rezerva za naponske transformatore 35 kV.

2.9. Generatorske grupe

2.9.1. U slučaju uništenja ili kvara na jednom ili više strujnih transformatora na strani 110 kV odnosno 220 kV, blok-transformator će ostati bez diferencijalne zaštite, a generator bez rezervne diferencijalne zaštite, jer ona obuhvaća cijeli blok generator-transformator. Pogon generatorske grupe će se nastaviti uz slijedeće zahvate na zaštitnim uređajima:

2.9.1.1. Diferencijalna zaštita bloka se blokira odvajanjem istosmjernog napona za iskopčanje i kratkim spajanjem strujnih grana ispred releja i međutransformatora, obostrano, sve na rednim stezaljkama. Sve ostale zaštite generatorske grupe ostaju u pogonu.

2.9.1.2. Vremensko udešenje prekostrujne vremenske zaštite snižava se sa 5,0 s na 1,0 s.

Uvjeti za ovakav način pogona jesu:

— da se prije prijelaza na ovakvu vrstu pogona detaljno provjeri rad buholc-releja, s aktiviranjem izbacivanja bloka iz pogona,

— da se u uvjetima pogona tj. na improvizirane dozemne spojeve u pojedinim fazama provjeri ispravnost statorske zaštite koja obuhvaća i niženaponski namotaj blok-transformatora.

2.9.2. U slučaju uništenja ili kvara na jednom ili više strujnih transformatora na izvodilima generatora, generator ostaje bez diferencijalne zaštite, ali je još uvijek, zajedno sa blok-transformatorom obuhvaćen diferencijalnom zaštitom bloka kako je prikazano na slici 2.

Pogon generatorske grupe će se nastaviti gotovo bez rizika uz slijedeće zahvate na zaštitnim uređajima:

2.9.2.1. Diferencijalna zaštita generatora se blokira odvajanjem istosmjernog napona za iskapčanje, i kratkim spajanjem strujnih grana ispred releja obostrano na rednim stezaljkama.

2.9.3. U slučaju uništenja ili kvara na jednom ili više strujnih transformatora u zvjezdištu generatora, na mjesto uništenih ili oštećenih strujnih transformatora, se ugrađuju strujni transformatori sa izvoda generatora, a ostali zahvati na diferencijalnoj zaštiti generatora ostaju isti, kao u pretkodnoj točki 2.9.2. Umjesto izvađenih strujnih transformatora treba pripremiti odgovarajuće provodne izolatore.

Očiti su razlozi ovakvog rješenja kod kojeg ostaju u pogonu sve zaštite priključene na strujne transformatore, osim diferencijalne zaštite generatora, (generator ostaje štićen diferencijalnom zaštitom bloka).

2.9.4. U slučaju uništenja jednog ili oba strujna transformatora paralelnih grana u zvjezdištu generatora, generator ostaje bez zaštite od spoja među zavojima iste faze. Pogon generatorske grupe će se nastaviti bez velikog rizika uz slijedeće zahvate na zaštitnim uređajima:

2.9.4.1. Zaštita od spoja među zavojima iste faze blokira se odvajanjem istosmjernog napona za iskapčanje, te kratkim spajanjem strujnih grana ispred releja na rednim stezaljkama. Sve ostale zaštite generatorske grupe ostaju i dalje u pogonu.

2.9.5. U slučaju uništenja jednog ili više naponskih transformatora na izvodima generatora koji napajaju statorsku zaštitu generatora, treba napajanje zaštite prebaciti na mjernu garnituru naponskih transformatora.

Kao rezerva se preporuča garnitura od 3 naponska transformatora na 18 istovrsnih, što znači 16,7% rezerve.

2.9.6. U slučaju uništenja ili kvara na dozemnom naponskom transformatoru u zvjezdištu generatora, pogon generatorske grupe će se nastaviti uz ove zahvate na zaštitnim uređajima:

2.9.6.1. Statorska zaštita se blokira odvajanjem istosmjernog napona za iskapčanje, a naponske grane releja se odvajaju na rednim stezaljkama, izvlačenjem veza prema releju.

I ovdje treba spomenuti da, s obzirom na rizik, vrijeme ovakvog pogona treba biti što kraće.

Valja osigurati jedan rezervni naponski transformator za sve tri generatorske grupe.

2.10. Transformator vlastite potrošnje 1 MVA

2.10.1. Ako se uništi jedan od tri strujna transformatora u polju 35 kV transformatora vlastite potrošnje, zaštita ostaje u dvije faze, što je u izoliranoj mreži dovoljno.

U slučaju uništenja više strujnih transformatora mogu se koristiti dva predviđena rezervna strujna transformatora 100—200/5/5 A spojena na niži prijenosni omjer.

2.11. Generator vlastite potrošnje

2.11.1. U slučaju uništenja jednog ili više strujnih transformatora 1500/5/5 A kućnog generatora, mogu se kao rezerva koristiti strujni transformamatori 1500/5 A iz polja 400 V kućnog transformatora 1 MVA.

3. Zaključak

Ovaj rad predstavlja pokušaj, da se unaprijed sagledaju mogući kvarovi, u ovom slučaju na mjernim transformatorima, ali na osnovi dosadašnjih iskustava, kako bi zastoji u proizvodnji odnosno prijenosu električne energije bili što kraći, uz što bolju organiziranost akcije za njihovo otklanjanje.

Iako je jasno da je nužno razpolagati izvjesnim rezervama u mjernim transformatorima, pokazuje se na primjeru strujnih transformatora u zvjezdištu i na izvodima generatora (toč. 2.9.2. i 2.9.3.), odnosno naponskih na izvodima generatora (toč. 2.9.5.), da već u samom pogonu postoje velike rezerve koje treba koristiti u slučaju havarija na mjernim transformatorima. Tu se svakako ubraja i kompletno spojno polje, koje sa svojim strujnim transformatorima može poslužiti kao dragocjena rezerva.

Nužna rezerva po ocjeni autora treba obuhvaćati:

— 1 kom (na 3 kom) naponskog transformatora u zvjezdištu generatora
— 2 kom (na 6 kom) strujnih transformatora 100—200/5/5 A za DV 35 kV mrežnog transformatora 10 MVA, koji se neće ugrađivati u polja.
— 1 kom (na 3 kom) naponskog transformatora u mjernom polju 35 kV.
— 1 kom (na 6 kom) strujnog transformatora 300—600/1/1 A za DV 220 kV Brinje i polje 220 kV blok-transformatora I
— 1 kom (na 6 kom) strujnog transformatora 400—800/1/1 A za DV 220 kV Pehlin i polje 220 kV mrežnog transformatora 150 MVA
— 1 kom (na 9 kom) naponskog transformatora 220 kV.
— 2 kom (na 12 kom) strujnih transformatora 200—400/1/1 A za DV 110 kV Lički Osik, polje 110 kV transformatora 10 MVA i polja 110 kV blok-transformatora II i III.

Rezerva koja se preporuča, no nije nužno potrebna, obuhvaća

— 3 kom (na 18 kom) naponskih transformatora 10 kV, na izvodima generatora
— 1 kom (na 18 kom) strujnog transformatora 4000/1/1/1 A na generatorima.

I na kraju, autori su došli do zaključka da se već pri projektiranju postrojenja mogu znatno povećati unutarnje rezerve u mjernim transformatorima, odnosno smanjiti potrebne rezerve. Iako se o tome prilikom projektiranja i do sada vodilo računa, ovdje je tome dana veća važnost.

Naslov pisaca: Velimir Hangi, dipl. ing., Udružena elektroprivreda SRH, Zagreb, Marijan Kovač, dipl. ing., HE Senj, Senj

SVJETSKE REZERVE NAFTE

Vilim Boranić, Zagreb

Uz uvodna izlaganja o klasifikacijama rezerve nafte, članak prikazuje: razvoj otkrivanja i trošenja rezervi nafte do danas, raspoložive rezerve za podmirenje potražnje nafte, očekivani budući razvoj otkrivanja novih rezervi i njihove eksploatacije.

DK 620.91

I. Uvod

Tekuća i plinovita goriva, proizvedena preradom nafte, i prirodni plin, postaju sve važniji nosioci energije u današnjem razvoju svih oblasti privrednog života. Oni u ukupnoj svjetskoj potrošnji energije, u njenoj konačnoj potrošnji učestvuju s više od 50%. U dobavi primarne energije nafta i proizvodni plin sudjeluju već s oko 60%.

Današnji razvoj prometa i mehanizacije u poljoprivredi ne može se zamisliti bez tekućih goriva, a bitan korak u intenzifikaciji svoga rada i u stjecanju uvjeta za poboljšanje kvalitete i stvaranja novih proizvoda, učinila je industrija tek korištenjem naftinih proizvoda, bilo kao pogonskog ili tehnološkog goriva, bilo kao sirovine.

Primjena tekućih i plinovitih goriva na osnovi nafte za pogon termoelektrana, omogućila je da se one grade i na onim privredno pogodnim lokacijama koje bi kod upotrebe klasičnih krutih goriva bile nepovoljne.

Nafta i prirodni plin spadaju u neobnovljive primarne nosioce energije, pa je zanimljivo razmotriti kolike su njihove rezerve i do kojih će granica one omogućavati dosadašnji nagli porast potrošnje nafte i prirodnog plina, i njihove proizvodnje.

Problem rezerve nafte i prirodnog plina u pogledu utvrđivanja njihove raspoloživosti nije jednostavan. Naime, geološke ili ukupne rezerve jednog ležišta utvrđene određenim metodama nisu nikad u punoj mjeri raspoložive. Prema sadašnjim metodama eksploatacije od geoloških se rezervi može koristiti u prosjeku, i u svjetskim razmjerima oko 30%, pa se tako izračunate rezerve uzimaju kao raspoložive i takve se objavljuju u raznim statističkim podacima i stručnim člancima, ali je taj postotak na svakom polju drugačiji (od 8% do 45%). Ako bi se na određenim ležištima počele primjenjivati nove i efikasnije metode eksploatacije, tada bi se povećao iscrpak ležišta i time povećale njegove raspoložive rezerve, iako se geološke rezerve nisu povećale.

Rezervne nafte ili prirodnog plina na novim još neotkrivenim terenima, koje bi se na temelju analogije geološke građe i mogućnosti akumulacije mogle pretpostaviti prema sličnim već otkrivenim ležištima i mogućnošću njihove eksploatacije, su čisto teoretskog i hipotetskog karaktera, pa se ne uzimaju u obzir kod računanja rezervi.

Prema tome svi statistički podaci, pa i oni koji su predmet ovog članka, odnose se na već otkrivene rezerve, koje se prema sadašnjem stanju tehnike mogu u punoj mjeri koristiti, tzv. A, B i C_1 rezerve.

Osim samog faktora raspoloživih rezervi nafte i prirodnog plina na njihovu će perspektivnu potrošnju utjecati i razvoj novih nosilaca energije (tu se u prvom redu misli na primjenu nuklearne energije, a zatim na solarnu energiju, geotermalnu energiju i sl.).

Prema tome, računa se da bi potrošnja nafte i prirodnog plina oko 1985. godine mogla doseći najveći udio u ukupnoj konačnoj potrošnji energije, i to oko 60%, a nakon toga bi njihovo učešće postepeno slabilo. Naravno da će na to utjecati i primjena nafte i prirodnog plina u druge, neenergetske svrhe.

Treba svakako istaći da je proizvodnja nafte po volumenu uvijek odgovarala zahtjevima potrošača, dok je proizvodnja prirodnog plina vezanog za proizvodnju nafte većim dijelom bila iznad mogućnosti potrošnje, pa su se znatne količine morale spaljivati. — Problematiku svjetskih rezervi prirodnog plina prikazat ćemo u posebnom članku.

II. Sadašnja situacija rezervi i proizvodnje nafte

U tablici 1. iskazana je svjetska proizvodnja nafte od 1950. go 1971. godine.

Iz tablice 1 se vidi da je svjetska proizvodnja nafte porasla od 526 mln tona u 1950. godini na 2.465 mln tona u 1971. godini, odnosno za proteklih dvadeset godina, tj. od 1950. do 1970. godine proizvodnja je rasla godišnje po prosječnoj stopi od 7,7%. Naravno da proizvodnja u svim krajevima svijeta nije bila ravnomjerna. Na istočnoj hemisferi ona je u spomenutom vremenu porasla za deset puta, a na zapadnoj hemisferi za nešto više od dva puta.

Različitom razvoju proizvodnje nafte su u prvom redu pridonijele raspoložive rezerve. U tablici 2 iskazan je porast svjetskih rezervi nafte u proteklih dvadeset godina, tj. od 1950. do 1970. godine.

Kako se iz tablice 2 vidi, svjetske rezerve nafte iznosile su u 1950. godini 11 mlrd. tona, a u 1970. godini 84 mlrd. tj. u tom vremenskom razdoblju porasle su — unatoč njihove sve veće eksploatacije — za više od sedam i po puta. Međutim, otkrivanje rezervi nije svuda bilo ravnomjerno, pa se je teritorijalna raspoloživost rezervi nafte bitno izmijenila.

Na istočnoj hemisferi rezerve su se povećale za trinaest puta ili od 5,5 mlrd. tona u 1950. godini na 73,0 mlrd u 1970. godini, a na zapadnoj hemisferi za samo dva puta, ili od 5,5 mlrd, tona u 1950. godini na 11,1 mlrd, tona u 1970. godini.

Svjetska proizvodnja nafte*

Tablica 1

	1950.		1960.		1970.		1971.		Porast 1950 – 1971.
	mln tona	%	mln tona	%	mln tona	%	mln tona	%	
Zapadna Evropa	3	0,5	15	1,4	16	0,7	15	0,6	5,0
SSSR i ist. Evropa	43	8,2	162	15,4	373	15,9	399	16,2	9,1
Bliski istok	91	17,3	265	25,2	714	30,6	824	33,4	9,0
Afrika	—	—	10	1,0	274	11,8	259	10,5	(25,9)**
Daleki istok	13	2,5	33	3,1	79	3,4	86	3,5	6,6
Australija	—	—	—	—	8	0,3	14	0,6	—
Istočna hemisfera	150	28,5	485	46,1	1464	62,7	1597	64,8	10,6
Sjev. Amerika	287	54,6	373	35,5	604	25,8	608	24,7	2,1
Ostala Amerika	89	16,9	193	18,4	268	11,5	260	10,5	2,9
Zapadna hemisfera	376	71,5	566	53,9	872	37,3	868	35,2	2,3
Sveukupno	526	100,0	1051	100,0	2336	100,0	2465	100,0	4,7

* 1950 i 1960. — Erdöl und Kohle, Vol. 14. V 1961. i Facts and Figures, New York 1965.
1970. i 1971. — Erdöl und Kohle, Vol. 25. I 1972.
** Indeks se odnosi na 1971/60.

Iako su rezerve nafte u zapadnoj Evropi u proteklih dvadeset godina povećane za više od dvadeset puta, ipak su u svjetskim razmjerima bez značenja jer sa 600 mln. tona u 1970. god. čine samo 0,7% svjetskih rezervi. Otprilike za dvadeset puta porasle su i rezerve u SSSR-u, a manjim dijelom i u ostaloj istočnoj Evropi, od ukupno 650 mln. tona u 1950. godini na 13,7 mlrd. tona u 1970. godini, pa je učešće u svjetskim rezervama poraslo od 5,9% na 16,3%.

Najvažnije rezerve nafte na istočnoj hemisferi, pa i u svijetu, nalaze se za sada na Bliskom istoku i one su porasle od 4,6 mlrd. tona u 1950. godini na 47 mlrd. tona u 1970. godini ili za deset puta. Njihov udio u svjetskim rezervama porastao je u tom razdoblju od 42% na 56%.

U 1950. godini još nisu bile zabilježene rezerve nafte u Africi, ali su intenzivnim istražnim radovima tijekom trošlih dvadeset godina otkrivena bogata ležišta u sjevernom i zapadnom dijelu tog kontinenta, pa se dosad otkrivene rezerve procijenjuju na oko deset milijardi, ili na više od 11% svjetskih rezervi nafte.

Udio rezervi nafte na Dalekom istoku i Australiji i u 1950. godini i u 1970. godini u svjetskim razmjerima nije velik, tj. oko 2%, ali se njihov volumen u prošlih dvadeset godina povećao gotovo deset puta, pa sada iznosi oko dvije milijarde tona.

Nagli porast otkrivanja novih rezervi nafte na istočnoj hemisferi u odnosu prema slabijem porastu otkrivanja na zapadnoj hemisferi uvjetovao je i bitnu promjenu u njihovom učešću u ukupnim svjetskim rezervama. On, je naime, u 1950. godini iznosio oko 50% a u 1970. godini 87%, zbog čega je pao odgovarajući udio rezervi nafte na Zapadu.

Najveća promjena učešća bila je u Sjevernoj Americi, tj. u SAD, Kanadi i Meksiku, gdje su rezerve, doduše, porasle od 4,1 mlrd. tona u 1950. godini na 7,1 mlrd. tona u 1970. godini, ali je njihovo učešće u svjetskim rezervama u tom razdoblju palo od 37,5% na oko 8,5%. Na sličan način, iako u manjoj mjeri, palo je i učešće ostalog dijela Amerike, i to od 13% u 1950. godini na oko 5% u 1970. godini, iako se volumen rezervi nafte povećao od 1,4 mlrd. tona na 4,0 mlrd. tona.

U dijagramu 1 grafički je prikazano kretanje rezervi nafte u svijetu.

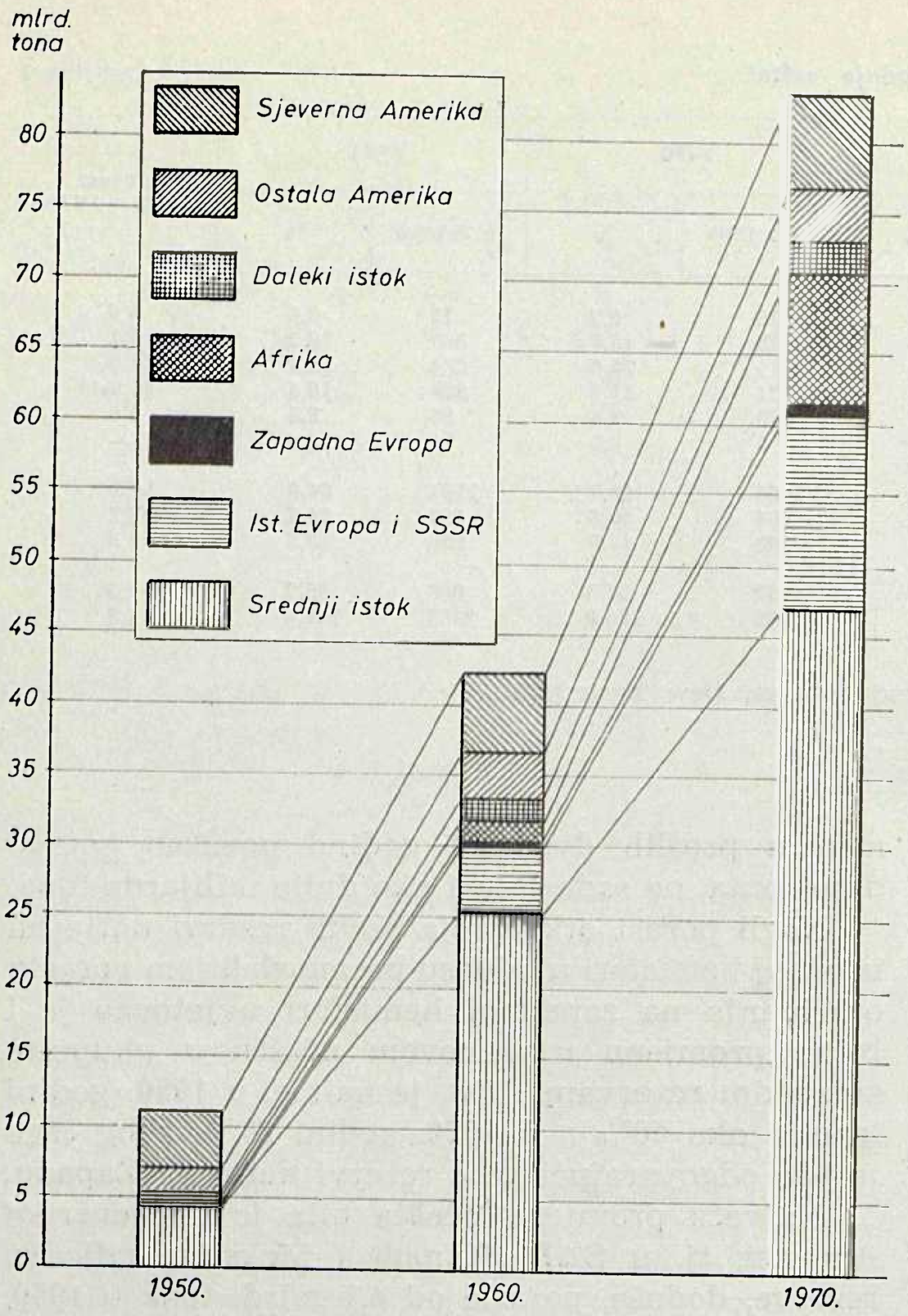
Industrijska proizvodnja nafte započela je u 1859. godini i do 1950. godine, tj. za otprilike sto godina, proizvedeno je ukupno 8,5 mlrd. tona nafte, dok je od 1950 do 1960. godine, tj. u samo deset godina proizvedeno 7,5 mlrd. tona, od 1960. do

Svjetske rezerve nafte*

Tablica 2

	1950.		1960.		1970.		Porast 1950 – 1970.
	mln tona	%	mln tona	%	mln tona	%	
Zapadna Evropa	26	0,2	250	0,6	600	0,7	23,1
SSSR i istočna Evropa	647	5,9	4.607	10,9	13.700	16,3	21,2
Bliski istok	4.584	41,8	25.670	60,6	47.000	55,9	10,3
Afrika	—	—	1.288	3,0	9.800	11,6	(7,6)**
Daleki istok i Australija	195	1,8	1.541	3,6	1.900	2,3	9,2
Istočna hemisfera	5.452	49,7	33.356	78,7	73.000	86,8	13,2
Sjeverna Amerika	4.109	37,5	5.472	12,9	7.100	8,4	1,7
Ostala Amerika	1.404	12,8	3.560	8,4	4.000	4,8	2,9
Zapadna hemisfera	5.513	50,3	9.032	21,3	11.100	13,2	2,0
Sveukupno	10.965	100,0	42.388	100,0	84.100	100,0	7,7

* 1950. Erdöl und Kohle, Vol. 14. V. 1961.
1960. Facts and Figures, New York, 1965.
1970. Petroleum Times, Vol. 75. 4. VI. 1971.
** Indeks se odnosi na 1970/60.



Slika 1 (dijagram)

1970. godine preko 15 mlrd. tona, a u 1971. godini gotovo 2,5 mlrd tona. Prema tome je od početka eksploatacije nafte, do ove godine proizvedeno ukupno oko 34 mlrd. tona nafte.

Do 1950. godine otkrivene i raspoložive svjetske rezerve nafte iznosile su 10,9 mlrd. tona, a od tada pa do 1970. godine proizvedeno je ukupno 22,5 mln. tona nafte, dok su rezerve nafte. porasle na 84 mlrd. tona.

III. Perspektivna situacija rezervi nafte

Da se rezerve nafte, raspoložive u pojedinim godinama nisu povećale, a da se nije povećavala ni godišnja proizvodnja nafte ostvarena u međuvremenu, tada bi, — kako je to iskazano u tablici 3, vijek moguće eksploatacije bio ovaj:

Moguće trajanje eksploatacije rezervi nafte

Tablica 3

Broj godina još moguće eksploatacije	1950.	1960.	1970.
Zapadna Evropa	9	16	37
SSSR i istočna Evropa	15	28	37
Bliski istok	50	97	66
Afrika	—	129	36
Daleki istok i Australija	15	47	22
Istočna hemisfera	36	69	50
Sjeverna Amerika	15	15	12
Ostala Amerika	16	18	15
Zapadna hemisfera	15	16	13
Sveukupno	20	40	36

Da nije bilo porasta rezervi nafte iza 1950. godine i pored tadašnje proizvodnje bi svjetske rezerve nafte trajale u prosjeku dvadeset godina, na istočnoj hemisferi nešto preko 35 godina, a na zapadnoj oko 15 godina. No, uporedo s porastom godišnje proizvodnje nafte u razdoblju između 1950. i 1960. godine rasle su i rezerve nafte, pa bi one uz proizvodnju ostvarenu u 1960. godini trajale u svjetskim razmjerima 40 godina, na istočnoj hemisferi gotovo 70 godina, a na zapadnoj 16 godina.

Slična je situacija bila i od 1960. do 1970. godine.

Kada se sadašnje rezerve nafte ne bi povećavale, što se svakako neće dogoditi, i kad bi godišnja proizvodnja nafte zadržala sadašnji nivô, što također neće biti, tada bi svjetska eksploatacija nafte trajala u prosjeku još oko 36 godina. Na zapadnoj hemisferi rezerve bi bile iscrpljene već za nekih 13 godina, dok bi na istočnoj hemisferi bile iscrpljene tek za 50 godina, no u različitim područjima, različito.

Iz dosadašnjeg izlaganja vidljivo je da su u prošlom razdoblju rasle i rezerve nafte i volumen njene proizvodnje, iako različitim stopama. Ta je situacija prikazana u tablici 4.

Godišnje stope rasta rezervi nafte i njezine eksploatacije

Tablica 4

	1950. – 1970		1960 – 1970.	
	Rezerve	Eksploatacija	Rezerve	Eksploatacija
Svijet	10,8	7,7	7,1	8,3
Istočna hemisfera	13,9	12,5	8,2	11,7
Zapadna hemisfera	3,6	4,3	2,1	4,4

Ne ulazeći u analizu različitih stopa rasta rezervi nafte, moramo istaći da te stope, bilo za prošlo razdoblje od dvadeset godina, bilo za ono od prošlih deset godina, na mogu iz mnogo razloga poslužiti za eventualno izračunavanje perspektivnog porasta rezervi nafte. Međutim, radi sagledavanja problematike o nužnosti otkrivanja novih rezervi nafte izrađena je analiza uz pretpostavku da se te rezerve ne bi povećavale, ali da će perspektivna proizvodnja nafte rasti prema prosječnim stopama rasta iz prošlog razdoblja, tj. da bi svjetska proizvodnja nafte rasla godišnje u prosjeku za 8%, ali na istočnoj hemisferi za 12%, a na zapadnoj samo za 4%. Treba istaći da je ta stopa razmjerno visoka, jer proizvodnja nafte na zapadnoj hemisferi pokazuje u posljednje vrijeme tendenciju stagnacije, kako se to vidi iz tablice 1 za godine 1970. i 1971.

U tablici 5 iskazana je situacija perspektivnih rezervi nafte izračunatih prema prethodnim pretpostavkama.

Perspektivna situacija današnjih rezervi nafte bez otkrivanja novih rezervi

(u mlrd tona) Tablica 5

	Rezerve 1970.	Stopa rasta proizvodnje	Ukupna proizvodnja 1971 – 1980.	Preostale rezerve 1980.
Istočna hemisfera	73,0	12%	30,0	43,0
Zapadna hemisfera	11,1	4%	14,3	3,2
Svijet	84,1	—	—	39,8

Iz iznesenih podataka proizlazi slijedeće:
Ako bi proizvodnja nafte na istočnoj hemisferi rasla u prosjeku za 12% godišnje, tada bi od 1971. do 1980. godine njena ukupna proizvodnja iznosila oko 30 mlrd. tona, a preostale raspoložive rezerve u 1980. bi iznosile još oko 43 mlrd. tona ne uzimajući u obzir potrebe zapadne hemisfere. U 1980. godini proizvodnja bi dosegla oko 4,7 mlrd. tona. — Ako bi proizvodnja nafte na zapadnoj hemisferi rasla s prosječnom godišnjom stopom od 4%, što je za tamošnju situaciju svakako vrlo visoko, tada bi raspoložive rezerve bile iscrpljene već prije 1980. godine. Međutim, ako bi proizvodnja stagnirala na oko 870 mln. tona, koliko je ostvareno u 1971. godini tada bi raspoložive rezerve trajale još oko trinaest godina, tj. bile bi iscrpljene negdje oko 1983. godine.

Treba spomenuti da se u SAD već niz godina provodi praksa da prijava novo-otkrivenih rezervi nafte po volumenu ukorak prati ostvarenu proizvodnju nafte, tako da već dulje vrijeme SAD raspolažu rezervama nafte koje mogu trajati oko 12 godina.

Što se tiče novih rezervi nafte, za koje se pretpostavlja da će biti otkrivene, treba istaći da su u tom pogledu veći izgledi na istočnoj hemisferi nego na zapadnoj.

U Sjevernoj Americi najveće nade polažu u daljnje otkrivanje novih rezervi nafte na Aljaski, nekim dijelovima Kanade i u podmorju kanadskog dijela Arktika. Dosad otkrivene rezerve nafte na Aljaski po svom se značenju mogu uspoređivati s onim u SAD. Međutim, njihova eksploatacija i transport do potrošačkih centara vezani su za niz raznih problema. U samim SAD ne mogu se očekivati neki spektakularni rezultati u otkrivanju novih rezervi nafte, naročito ne na kontinentalnom dijelu, ali stanovite nade pružaju istraživanja priobalnog područja podmorja, osobito u Meksičkom zaljevu i duž obale Kalifornije, gdje se već eksploatiraju naftna ležišta.

Za ostali dio Amerike važni su istražni radovi u Peruu u subandnom području Kolumbije i Ekvadora, te u priobalnom području duž atlantske obale i oko Trinidada.

Na istočnoj hemisferi najvažnija su u pogledu akumulacije nafte tri područja — azijski dio Sovjetskog Saveza i Kina, Bliski istok i određena područja Afrike.

U SSSR-u treba u prvom redu spomenuti tzv. zapadno-sibirsko područje gdje je eksploatacija naftnih ležišta počela pred nekih 25 godina, a područje koje je zanimljivo za nalaz nafte ima oko dva milijuna četvornih kilometara kao i područje između Urala i Volge. Na zapadnosibirsko područje se kao vrlo perspektivno nadovezuje istočnosibirsko područje, koje se produžuje sve do Kamčatke i otoka Sahalina. Na jugo-istok od područja Ural — Volga proteže se centralnoazijsko područje. Osim tih najperspektivnijih i prostorno golemih područja ima čitav niz manjih, ali za nalaz nafte zanimljivih područja, kao npr. Timan-Pečora na sjeveru evropskog dijela SSSR-a, priobalni dijelovi Kaspijskog mora, područje Dnjepar-Pripjet, i sl.

U svakom slučaju eksploatacija očekivanih novih i velikih nalazišta u SSSR-u bit će skopčana sa znatnim troškovima s obzirom na teške uvjete rada u području permafrosta, kao i na velike udaljenosti, koje će trebati za dopremu materijala i otpremu nafte do sadašnjih i potencijalnih potrošača.

Prema dosadašnjem sagledavanju problematike na Bliskom istoku se ne bi moglo očekivati neko bitno povećanje dosad otkrivenih rezervi nafte, ali postoje uvjeti za stanovito povećanje prinosa do sada otkrivenih rezervi primjenom efikasnijih sekundarnih metoda.

Sjeverna Afrika nakon otkrića bogatih rezervi nafte u Alžiru, Libiji i zapadnom dijelu Egipta ne daje naslutiti otkrića novih znatnijih rezervi nafte, ali zato postoje uvjeti za takav nalaz na zapadu Afrike u području Konga, Nigerije, i Gabuna, kao i u podmorju tamošnjeg priobalnog područja.

Na Dalekom istoku se velike nade polažu na otkrivanje novih rezervi nafte u podmorju oko Jave, Bornea i Sumatre, oko Novog Zelanda i u Australiji, kao i u Kini.

Područje Kine je dosad davalo vrlo skromne rezultate u pogledu rezervi i proizvodnje nafte. Ukupne dosad otkrivene rezerve nafte cijene se na 780 mln. tona, te bi godišnja proizvodnja mogla doseći 40 mln. tona prema sadašnjih 20 mln. Međutim, postoje realni uvjeti da se na dosad neistraživanim terenima pronađu raspoložive rezerve nafte od gotovo 20 mlrd. tona.

Zapadna Evropa nema uvjeta za nalaz znatnijih rezervi nafte, ali se za evropske prilike mogu bogatija ležišta očekivati u podmorju Sjevernog mora.

IV. Uvjeti za produženje vijeka eksploatacije nafte

Sve spomenute analize u pogledu već sada raspoloživih rezervi nafte tj. oko 84 mlrd. tona načinjene su prema sadašnjim postupcima iskorištenja ukupnih (geoloških) rezervi nafte u jednom ležištu, a te se u svjetskim razmjerima kreću na nivou do najviše 35%. Međutim, primjenom novih efikasnijih ali i skupljih sekundarnih metoda eksploatacije taj bi se postotak teoretski mogao povećati u prosjeku i na 50% do 60%, kako pretpostavljaju H. U. Hark i H. Porth u Erdöl und Kohle, I. 1972.

Sadašnje raspoložive rezerve od oko 84. mlrd. tona računate su kod iskorištenja ležišta od prosječno oko 30%, ako se pretpostavi da bi se raspo-

ložive rezerve — bez otkrića novih rezervi na novim terenima — povećale za oko 55 mlrd. tona, tako da bi one iznosile oko 140 mlrd. tona, a ne 84 mlrd. tona.

Već je prije bilo spomenuto, da bi sadašnje rezerve nafte od oko 84 mlrd. tona bile iscrpljene oko 1987. godine, dok bi potrebne količine nafte za razdoblje od 1970. do 1990. godine prema ocjeni H. U. Harka i H. Portha iznosile oko sto milijardi tona. To znači da bi se

a) primjenom novih efikasnih metoda eksploatacije, i
b) uzimajući u obzir i izvjestan slabi pad stopa rasta potreba za naftom iza 1985. godine i bez nalaza novih rezervi nafte mogle osigurati potrebne količine do približno 2000. godine, a svakako iza 1990. godine.

Uzevši, u obzir s jedne strane pronalaženje novih rezervi nafte na novim terenima, i s druge strane bolju i efikasniju eksploataciju postojećih i novih rezervi, te stanovito prestruktuiranje u potrošnji primarnih nosilaca energije, moglo bi se pretpostaviti da bi se vijek korištenja nafte mogao produljiti i preko 2000. godine, možda i do 2200. godine.

Prema jednoj analizi, koju je izradio British Petroleum (Erdöl-dienst, 24. II. 1972.), eksploatacijom naftnih ležišta, koja će se otkriti u dalekim, teško pristupačnim područjima, koja se nalaze u vječno smrznutim terenima (permafrost), te u podmorju, gdje su morske dubine velike, i konačno preradom bituminoznih škriljaca i pješčara (koji preradom daju plinovite i tekuće ugljikovodike) mogle bi se stvoriti rezerve, koje bi bile pet do deset puta veće od dosad raspoloživih rezervi nafte. Na taj bi se način u znatnoj mjeri produžio vijek korištenja nafte, ali bi ona bila sve skuplja, pogotovo kao nosilac energije.

Otkrivanje novih rezervi nafte na novim terenima skopčano je sa sve većim troškovima, a isti je slučaj i s njihovom eksploatacijom, jer će se morati ići na sve veće dubine uz primjenu sve efikasnijih, ali i skupljih metoda eksploatacije, što napose vrijedi za eksploataciju ležišta nafte u podmorju. To pogotovo vrijedi za korištenje škriljaca i pješčara. I konačno, sam transport nafte do mjesta prerade — radi sve većih udaljenosti — postaje sve skuplji. Na primjer, doprema nafte iz Aljaske do SAD ili iz Sibira do Evrope ili Japana.

Međutim, sadašnje sagledavanje o mogućnosti akumulacije nafte na pojedinim područjima, kao i perspektivne potrebe za naftom pokazuje da će zapadna hemisfera i ubuduće u sve većoj mjeri biti u oskudici nafte i da će je morati u sve većoj mjeri uzimati s istočne hemisfere, bar dok se ne započnu koristiti bituminozni škriljavci i pješčara, što bi donekle ublažilo potrebe za naftom.

S druge strane, iako će istočna hemisfera vjerojatno raspolagati s dovoljnim rezervama nafte, bit će ipak suočena s problemom sve skuplje eksploatacije i sve skupljeg transporta.

V. Zaključak

Iz svega do sada izloženog se vidi da bi na sadašnje metode eksploatacije, raspoložive rezerve nafte mogle biti iscrpljene oko 1990. Međutim, raspoložive rezerve nafte su samo manji dio geoloških ili ukupnih rezervi, pa bi se boljim metodama eksploatacije volumen raspoloživih rezervi u odnosu na ukupne, do sada otkrivene rezerve, povećavao. Nadalje, povećanje geoloških rezervi, pa prema tome i raspoloživih, očekuje se njihovim otkrivanjem na perspektivnim terenima, a osim toga na raspolaganju stoje ogromne ali u minimalnom obujmu eksploatirane rezerve bituminoznih škriljaca i pješčara, čijom se preradom mogu proizvoditi tekuća i plinovita goriva.

Uzimajući sve to u obzir može se gotovo sa sigurnošću pretpostaviti, da će svjetske rezerve nafte, bituminoznih škriljaca i pješčara omogućiti da se korištenje tekućih i plinovitih goriva produži znatno iza 2000. godine.

Literatura:

1. P. D. Torrey, *World Oil Resources*, Sec. VIII. Paper 9. VI. World Petroleum Congress, Frankfurt 1963.
2. H. V. Hark i H. Porth, *Stand und Entwicklungstendenzen der Kohlenwasserstoff Exploration in der Welt;* Erdöl und Kohle, Vol. 25. (1) 2—7 (1972)
3. A. Vesanović, *Problematika utvrđivanja optimalnog tempa razvoja jugoslavenske proizvodnje nafte,* Nafta, 23 (1—2) 67—73 (1972)
4. —, Anon. Mainland China, World Petroleum, Vol. 42. (Nov. № 10) 23 (1971)
5. —, Erdöl-dienst, 24. II. 1972. str. 4.
6. —, Erdöl und Kohle, Vol. 14. V. 1961; Vol. 25. I. 1972.
7. —, Facts and Figures, New York 1965.
8. —, Petroleum Times, Vol. 75. 4. VI. 1971.

Naslov pisca: Vilim Borani ć, dipl. ing. INA — Zagreb

PROBLEMATIKA UZEMLJIVAČA TRANSFORMATORSKIH STANICA NA TERENIMA VEĆIH SPECIFIČNIH OTPORA U UVJETIMA OTPORNO UZEMLJENOG ZVJEZDIŠTA

Ante Sekso, Zagreb

Opisana je problematika projektiranja uzemljivača transformatorskih stanica u novim uvjetima s posebnim naglaskom na stanice smještene u težim terenskim prilikama. Zato je naglašena potreba uzimanja u obzir nehomogenosti zemljišta i što točnijeg određivanja struje koja se zatvara preko uzemljivača. Na kraju je ukazano na neke suvremene metode proračuna karakteristika složenih uzemljivača.

DK 621.311.42

Uvod

Prijelaz srednjenaponskih mreža s pogona s izoliranim zvjezdištem na pogon sa zvjezdištem uzemljenim preko malog otpora dovodi do znatnog povećanja struja jednopolnih kvarova u odnosu na dosadašnje struje zemljospoja. To znači da se na uzemljivače postrojenja i vodova srednjeg napona u novim uvjetima postavljaju znatno teži zahtjevi kod odvođenja struje kvara u zemlju, pa je ekonomskom i racionalnom projektiranju uzemljivačkih instalacija potrebno obratiti posebnu pažnju.

Ovdje ćemo se ograničiti na opis nekih bitnih faktora, koji utječu na pravilan izbor uzemljivača za transformatorske stanice. U takve elemente spadaju: određivanje vrijednosti specifičnog otpora zemljišta, izbor struje mjerodavne za dimenzioniranje uzemljivača, izbor vrste i konfiguracije uzemljivača. Također će biti spomenute osnove nekih suvremenih metoda proračuna električnih karakteristika složenih uzemljivača.

U našim krajevima je vrlo čest slučaj da su stanice 35 i 10 kV locirane na mjestima sa nehomogenim zemljištem, kao i višim vrijednostima specifičnog otpora. U takvim uvjetima treba da se obrati posebna pažnja na sve elemente bitne za ekonomično dimenzioniranje uzemljivača.

Određivanje specifičnog otpora zemljišta

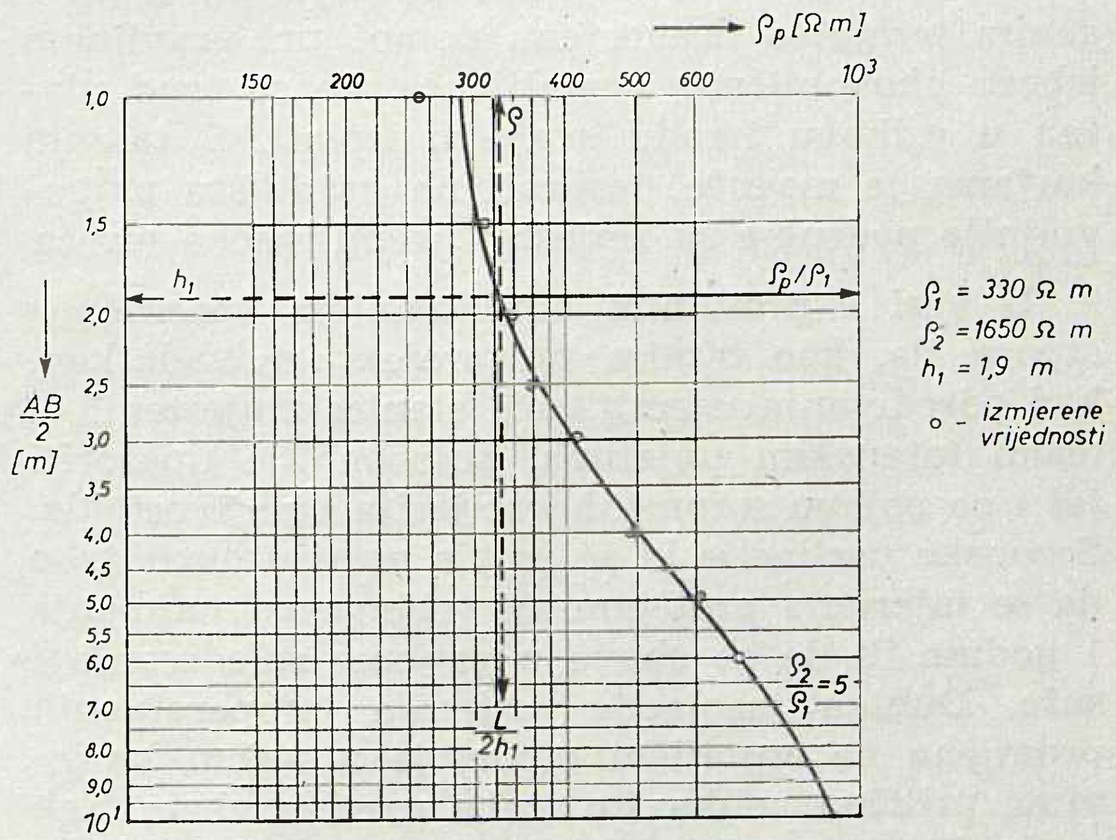
Točno određivanje specifičnog otpora zemljišta osnova je ispravnog dimenzioniranja uzemljivača, jer je uzemljivač uređaj koji tehničke vodiče povezuje s geološkim vodičima u tlu. Ovo pitanje zaslužuje posebnu pažnju kod transformatorskih stanica smještenih na terenima viših specifičnih otpora, kakvih kod nas ima dosta. Ispitivanja, provedena na nekim našim kraškim područjima, (u Istri, npr.) pokazuju da tlo nikada nije potpuno homogenog sastava već se sastoji od dva ili više slojeva različitih geoelektričnih svojstava i različite debljine.

Za određivanje specifičnih otpora horizontalnih slojeva zemlje, tj. za dobivanje slike o promjeni specifičnog otpora sa dubinom naročito je pogodna metoda geoelektričnog sondiranja. Ta metoda je razvijena u geofizici, ali je našla punu primjenu u razvoju tehnike uzemljenja. Metoda se u osnovi sastoji u usporedbi snimljene krivulje ovisnosti specifičnog otpora o razmaku mjerenih sondi sa skupom tzv. teoretskih krivulja.

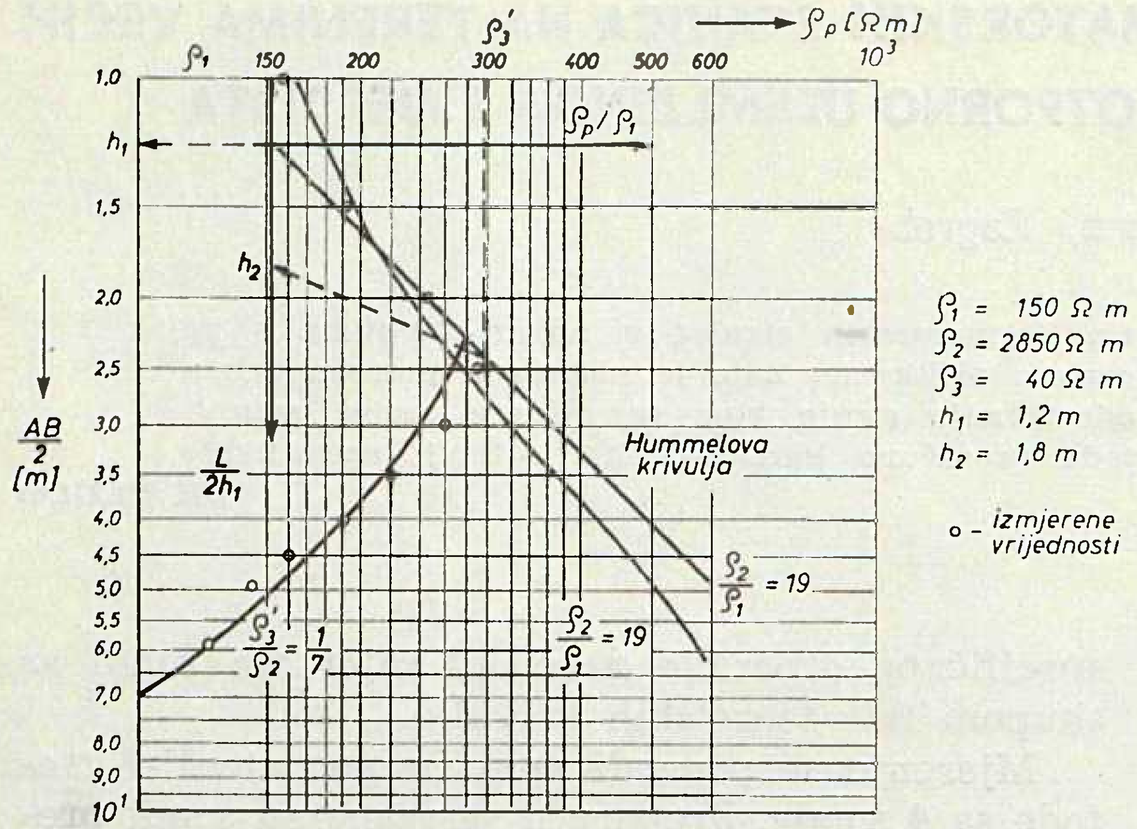
Mjerenje se provodi pomoću poznate U-I metode sa 4 sonde. Preporuča se raspored sondi prema Schlumbergeru, jer se onda razmiču samo dvije vanjske sonde, a ne sve četiri sonde kao kod Wennerovog rasporeda. Također se za praktične svrhe preporuča razmak unutarnjih (naponskih) sondi od 0,5 m, a razmak vanjskih (strujnih) sondi dovoljno je da varira od 1 do 15 m. Time se dobije snimak geoelektrične strukture za dovoljnu debljinu sloja zemlje. Interpretacijom tako snimljene krivulje dobiju se otpori i debljine pojedinih slojeva. Može se pokazati da koordinate ishodišta sistema teoretskih krivulja u sistemu izmjerene krivulje predstavljaju specifični otpor gornjeg sloja i njegovu debljinu, dok se specifični otpor donjeg sloja dobije iz odnosa specifičnih otpora obaju slojeva, koji je definiran upotrebljenom teoretskom krivuljom.

Na sličan način se provodi i interpretacija višeslojnih zemljišta, a o čemu se može detaljnije naći u stručnoj literaturi. Pokazat ćemo 2 primjera interpretacije snimljenih mjernih dijagrama iz kojih se vidi važnost uvođenja metode geoelektričnog sondiranja u određivanju specifičnih otpora zemljišta.

U prvom primjeru (35 kV TS Karojba u Istri) se ispod gornjeg sloja relativno niskog specifičnog otpora od 330 Ωm, debljine 1,9 m nalazi sloj znatno većeg specifičnog otpora od 1650 Ωm.



Sl. 1 Interpretacija dvoslojnog terena (TS Karojba, Istra)



Sl. 2 Interpretacija troslojnog terena (TS Centar, Pula)

U drugom primjeru (35 kV TS Centar u Puli) se ispod dvaju gornjih slojeva ($\rho_1 = 150$ m, $\rho_2 = 2850$ m, $h_1 = 1{,}20$ m) nailazi na sloj zemlje vrlo niskog specifičnog otpora ($\rho_3 = 40$ m). Jasno je da u svim ovakvim slučajevima mjerenja specifičnog otpora sa samo 1 razmakom sondi ne daje uvid u dublje slojeve, koji mogu znatno utjecati na električne karakteristike uzemljivača. Treba na kraju naglasiti da sam izgled površinskog dijela zemljišta također ne daje uvid u vodljivost dubljih slojeva zemlje, što upućuje na potrebu uvođenja snimanja geoelektričnog profila zemljišta.

Na terenima većih specifičnih otpora potrebno je, zbog donošenja zaključaka o najpovoljnijem smještaju i vrsti uzemljivača, provesti opisanu metodu geoelektričnog sondiranja na nekoliko točaka više ili manje jednoliko raspoređenih na ispitivanom području. Time se dobiva slika o razdiobi specifičnih otpora tla na cijeloj ispitivanoj površini. Preporuča se da se u mjernim točkama prikažu dobivene vrijednosti specifičnog otpora na više dubina (npr. 0,5, 1 i 2 m). Točke istog otpora, na istoj dubini povezuju se u linije koje tvore tzv. karte izooma. Ovakve karte pružaju na heterogenim terenima dragocjenu pomoć pri pravilnom izboru ekonomičnog uzemljivača, pa se trud uložen u njihovu izradu svakako isplati. S takvim kartama je moguće, izabrati na gradilištu najpovoljnije područje za smještaj uzemljivačke mreže.

U vezi s pravilnim određivanjem specifičnog otpora tla, kao bitnim pretprojektnim zadatkom kod određivanja uzemljivača stanica smještenih u težim terenskim uvjetima, potrebno je upozoriti još i na pojavu sezonskih varijacija vodljivosti tla. Sezonske varijacije bi se mogle uzeti u obzir tako da se mjerenja protegnu za vrijeme od najmanje 1 godine ili da se obave u vrijeme zaleđivanja i suše. Dubina insolacije (utjecaja temperaturnih promjena na specifični otpor) je u našim krajevima prilično velika što treba uzeti u obzir. Tek u dubinama većim od 1,5—2 m nestaje utjecaj sezonskih promjena na specifični otpor tla.

Izbor veličine i vrste uzemljivača transformatorskih stanica

Radi ograničenja napona uzemljivača na dozvoljenih 125 V trebalo bi postići neobično niske vrijednosti otpora uzemljenja u uvjetima zvjezdišta uzemljenog preko malog otpora.

$$R = \frac{125}{300} = 0{,}417\ \Omega \quad \text{ili} \quad R = \frac{125}{1000} = 0{,}125\ \Omega$$

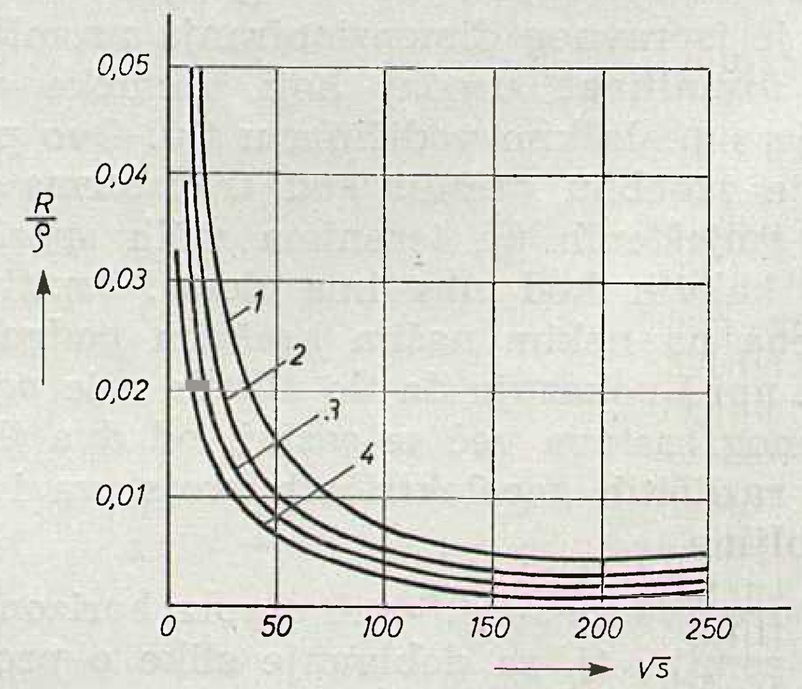
S tim u vezi postavlja se važno principijelno pitanje može li se povećanjem količine uzemljivačkih vodiča na relativno ograničenoj površini stanice 35 kV dobiti neophodno sniženje otpora uzemljenja. Ovo pitanje je posebno od interesa na terenima većih specifičnih otpora. Promatra li se za te svrhe opći horizontalni uzemljivač, što se sastoji od vodiča dijametra d ukupne dužine L, položenih na površini S u zemlji specifičnog otpora ρ, na dubini h, tada se za otpor takvog uzemljivača može pisati empirijski izraz:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left(1n\frac{L^2}{d \cdot h} + A\right) \qquad (1)$$

gdje je A — veličina ovisna o konfiguraciji uzemljivača. Za neke uobičajene tipove uzemljivača dana je na sl. 4.

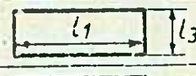
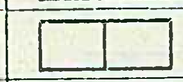
Prikažemo li sada ovisnost otpora uzemljenja o dužini stranice uzemljivača ($\sqrt{S}$) postaje vidljivo da je ta ovisnost veoma bliska obrnutoj proporcionalnosti (sl. 3).

Za granični slučaj, kojem teže opći uzemljivači s beskonačno povećanom gustoćom vodiča, dobijemo pločasti uzemljivač za koji je ovisnost $R/\rho = f(\sqrt{S})$ vrlo bliska hiperboli (krivulja 4 na sl. 3). Može se pokazati da za zemljište sa niskom vrijednošću specifičnog otpora od 100 Ωm stranica kvadratnog uzemljivača ne može biti manja od 100 m da bi se postigao otpor od 0,5 Ω, čak u krajnjem slučaju pločastog uzemljivača. Time dolazimo do važnog zaključka da uz ograničenu površinu možemo postići vrijednost otpora uzemljenja samo do određene granice. Izlazi, dakle, da će za stanice



1 za uzemljivač a) $l_1/l_3 = 1$
2 za uzemljivač c) $l_1/l_3 = 1$
3 za uzemljivač e) $l_1/l_3 = 1$
5 za kružni pločasti uzemljivač

Sl. 3 Zavisnost otpora uzemljenja od površine uzemljivača

	$\frac{l_1}{l_3}$	1	1,5	2	3	4
a		1,71	1,76	1,86	2,10	2,34
b		3,67	3,41	3,31	3,29	3,35
c		4,95	5,16	5,44	6,00	6,52
d		5,61	5,04	4,73	4,43	4,33
e		8,55	8,94	9,40	10,30	11,11

Sl. 4 Vrijednosti koeficijenta A iz (1)

35 kV smještene na terenima većih specifičnih otpora tla i na ograničenim površinama biti često nemoguće zadovoljiti propis o dozvoljenom maksimalnom naponu uzemljivača. U takvim slučajevima treba izvesti potencijalno uzemljenje s kojim će se zadovoljiti nešto blaži propisi o dozvoljenim naponima dodira i koraka. Teoretski proračuni i praktična ispitivanja su pokazala, da su za te svrhe njbolji uzemljivači u obliku više ili manje pravilnih mreža od horizontalnih vodiča.

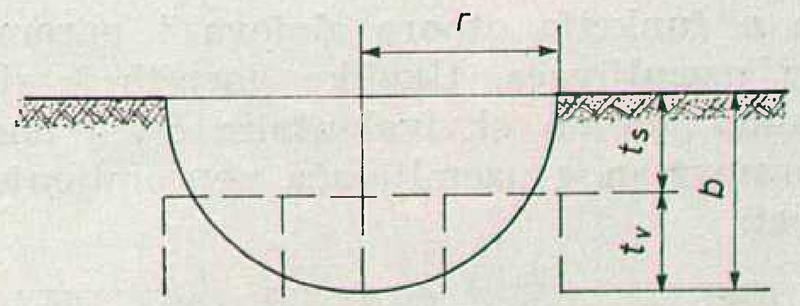
Razmotrit ćemo sada neka opća pravila za ekonomično dimenzioniranje uzemljivača smještenih u nehomogenom zemljištu. Ukoliko je uzemljivač izveden u obliku mreže čija je stranica $\sqrt{S}$ velika u odnosu na debljinu gornjeg sloja, tada na električna svojstva znatno utječu donji slojevi tla, stoga što se struja u osnovi rasprostire u njima. Obrnuto, ako je debljina gornjeg sloja bliska horizontalnoj dimenziji mreže (tj. $h/\sqrt{S}=0{,}8\div1$) tada se zona otjecanja struje nalazi u gornjem sloju i njegov utjecaj prevladava na svojstva uzemljivača. Zbog navedenih razloga treba da se vodi račun o odnosu vodljivosti slojeva kod određivanja dubine ukopa uzemljivača. U slučaju donjeg, bolje vodljivog sloja, korisno je izabrati veću dubinu polaganja, jer se time smanjuje razmak od vodiča do donjih slojeva. Međutim kod površinskog, bolje vodljivog sloja, povećanje dubine polaganja samo neznatno pogoršava prilike uzemljenja. Često se radi dobivanja povoljnijih svojstava uzemljivača upotrebljava kombinacija horizontalnih i vertikalnih elemenata. Upotreba vertikalnih dodatnih uzemljivača posebno je korisna u slučaju ograničenih područja, a i zbog toga što oni dopiru do slojeva zemlje na koje više ne utječu temperaturna kolebanja na površini zemlje. Međutim, vertikalni uzemljivači se ne smiju postavljati proizvoljno i shematski, već na najpogodnijim mjestima, naročito onda, kada sa horizontalnom mrežom tvore složeni uzemljivački sistemi.

Ispitivanja su pokazala da je najefikasnija razdioba vertikalnih elektroda po rubu horizontalne mreže. Utjecaj vertikalnih elektroda na električna svojstva ovisi o gustoći horizontalne mreže, te o duljini elektroda i njihovom razmaku. U slučaju većih površina uzemljivačkih mreža utjecaj vertikalnih uzemljivača na otpor uzemljenja je relativno malen. Međutim vertikalni uzemljivači smješteni po rubu horizontalne mreže znatno pridonose izravnavanju razdiobe potencijala osobito na kutevima mreže. Ispitivanja napona dodira u poljima ravnomjerne mreže su pokazala da su u krajnjim poljima, osobito u kutevima, ti naponi znatno veći nego u centru mreže, što se fizikalno objašnjava najvećom gustoćom struje u krajnjim vodičima. Međutim, čim po rubu mreže smjestimo vertikalne elektrode, naponi dodira u centralnim i kutnim poljima mreže postaju praktički jednaki, jer se povećava zona otjecanja struje punim iskorištenjem vodljivosti zemlje po dubini. Otuda zaključujemo da je utjecaj vertikalnih uzemljivača, posebno relativno dugačkih, na poboljšanje potencijalnih prilika povoljan. Ipak relativno duge elektrode mogu utjecati i na sniženje otpora uzemljenja, naročito kod terena sa bolje vodljivim donjim slojevima, pri čemu nije nužna gusta mreža horizontalnih vodiča. Uzgred napominjemo da su materijalni troškovi za vertikalne uzemljivače veći nego za horizontalne, ali je za njih manji trošak za radu snagu.

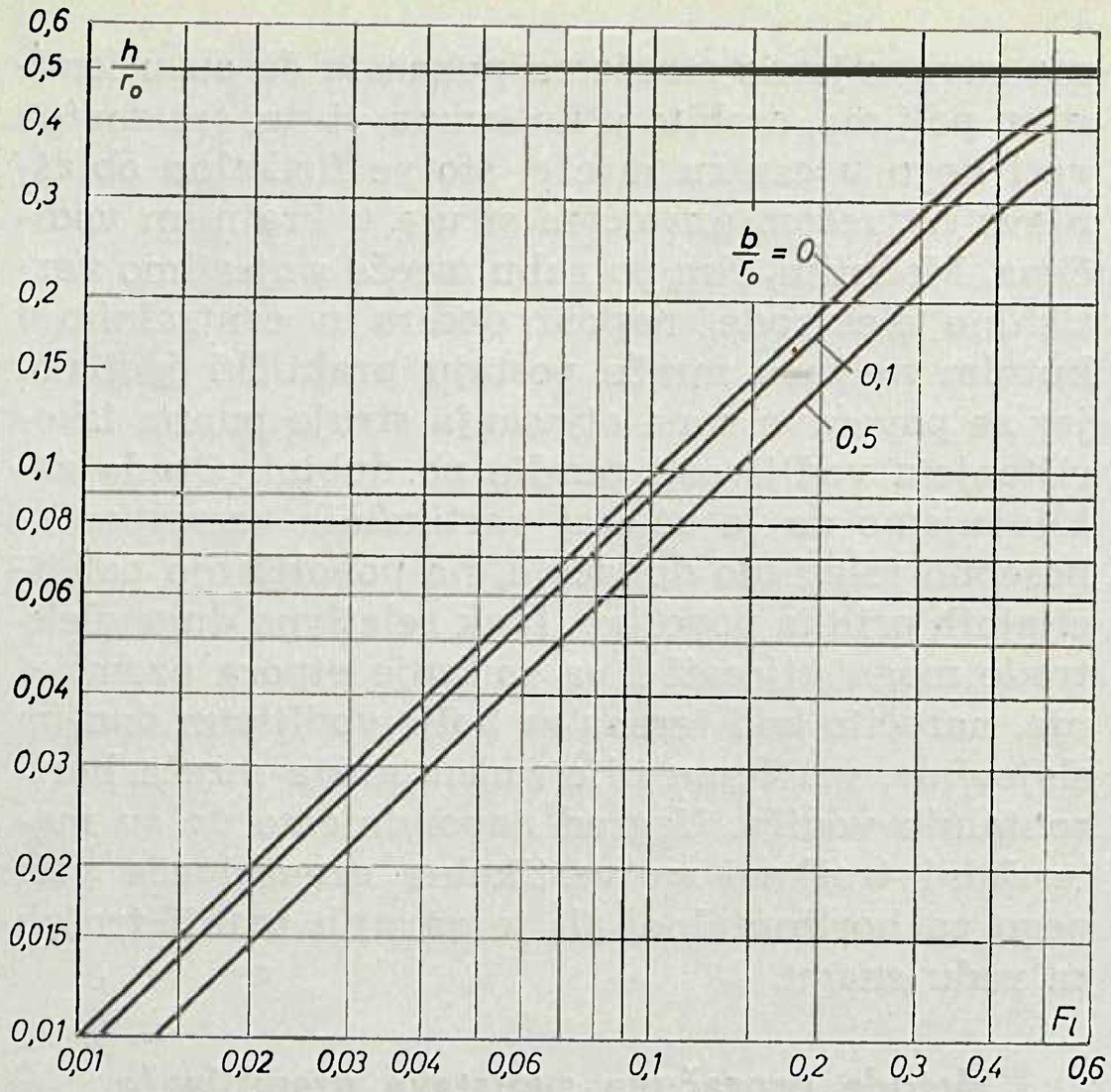
Metode proračuna svojstava uzemljivača

Posebna pažnja treba da se posveti načinu proračuna električnih karakteristika uzemljivača transformatorskih stanica: otpora uzemljenja i raspodjele potencijala. U posljednje vrijeme razvijaju se vrlo točni postupci za računanje navedenih parametara, da bi se postigla maksimalna ekonomičnost i sigurnost projektiranja. Zbog nedostatka prostora ovdje ćemo se ograničiti na opis nekih osnova na kojima se zasnivaju proračuni.

Nehomogenost zemljišta uzima se u obzir uvođenjem matematskog modela višeslojnog zemljišta, koji se odlikuje diskontinuitetom otpora među slojevima kao i konstantnim specifičnim otporom svakog sloja. Granica razdjela među slojevima smatra se horizontalnom i paralelnom s površinom zemlje, što je također idealizacija u odnosu na stvarno tlo. Najprije je bio uveden dvoslojni matematski model nehomogenog zemljišta s otporima slojeva ρ_1 i ρ_2 i debljinom gornjeg sloja h. Na temelju takvog modela razvijen je niz postupaka za proračun parametara uzemljivača. Troslojni i višeslojni model vrlo se rijetko koristi u proračunima zbog toga što matematski postupak postaje neusporedivo složeniji od odgovarajućeg postupka za dvoslojni model. Stoga se za višeslojna zemljišta radije iskorištavaju postojeće metode proračuna u dvoslojnom tlu uz prethodno svođenje višeslojnog tla na dvoslojni model. Pod ekvivalentnim dvoslojnim modelom podrazumijeva se model s takvim parametrima pri kojima zadani uzemljivač zadržava ista svojstva kao i u ishodišnoj višeslojnoj strukturi.



Sl. 5 Model graničnog uzemljivača



Sl. 6 Vrijednost funkcije iz (4) i (5)

Pokazat ćemo način svođenja višeslojne strukture u dvoslojni model preuzet iz suvremene sovjetske teorije uzemljivača, koji se temelji na zamjeni stvarnog uzemljivača modelom tzv. graničnog uzemljivača. Složeni uzemljivač se sastoji od horizontalnih i vertikalnih elemenata. Pri povećanju gustoće tih elemenata dolazi se do graničnog uzemljivača u obliku metalne prizme. Kao model takvog graničnog uzemljivača (sl. 4) koristi se polovina elipsoida okretanog oko male osi, koji se naslanja na površinu zemlje površinom S ograničenom konturom složenog uzemljivača. Polovina male osi uzima se jednaka dubini ukopa donjih krajeva vertikalnih elektroda stvarnog uzemljivača ili dubini ukopa horizontalnih traka u odsustvu vertikalnih elemenata stvarnog uzemljivača. Veća poluos je definirana površinom zahvaćenom složenim uzemljivačem

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

Polovina fokusne udaljenosti je:

$$r_0 = \sqrt{r^2 - b^2}$$

Otpor ovako definiranog uzemljivača u višeslojnom tlu se može pisati u obliku (L. 2):

$$R = \frac{\arcsin \frac{r_0}{r}}{2\pi \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\rho_i} \left(\sqrt{r_0^2 - v_i^2} - \sqrt{r_0^2 - v_{i-1}^2}\right)} \qquad (2)$$

gdje je v funkcija otpora slojeva i parametara složenog uzemljivača. Ukoliko gornjih k slojeva zamijenimo jednim ekvivalentnim ρ_{E1-k} onda je otpor promatranog uzemljivača nepromijenjen uz jednakost:

$$\frac{1}{\rho_{E1 \div k}} \sqrt{r_0^2 - v_k^2} = \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{\rho_i} \left(\sqrt{r_0^2 - v_i^2} - \sqrt{r_0^2 - v_{i-1}^2}\right) \qquad (3)$$

Na ovaj način smo za slučaj graničnog uzemljivača zamijenili višeslojno tlo sa 2 ekvivalentna sloja:

$$\rho_{E \div K} = \frac{F_k}{\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{\rho_i} (F_i - F_{i-1})} \qquad (4)$$

$$\rho_{E(k+1) \div n} = \frac{1 - F_k}{\sum_{i=k+1}^{n} \frac{1}{\rho_i} (F_i - F_{i-1})} \qquad (5)$$

gdje je $F_i = \sqrt{1 - \left(\frac{v_i}{r_0}\right)^2}$. Vrijednosti za F_i su grafički prikazane na sl. 6, dok je $F_n = 1$. Kod svođenja višeslojnog tla u dvoslojni model treba obratiti pažnju na to koja će se električna karakteristika uzemljivača proračunati na tako dobivenom modelu. Ukoliko se računa otpor uzemljenja, onda se svi površinski slojevi u kojima se nalaze elementi složenog uzemljivača zamijenjuju jednim slojem, dok se svi ostali niži slojevi zamijenjuju drugim ekvivalentnim slojem (sl. 5a). To proizlazi odatle što na otpor uzemljenja osobito utječe zemljište u neposrednoj blizini njegovih horizontalnih i vertikalnih elemenata. Međutim, pri proračunu razdiobe potencijala na površini zemlje treba prvi površinski sloj smatrati prvim ekvivalentnim slojem, a sve niže slojeve svesti na drugi (donji) sloj ekvivalentne dvoslojne strukture zemlje (sl. 5b). To opet proizlazi iz odlučujućeg utjecaja površinskog sloja na razdiobu potencijala na zemlji.

Napon uzemljivača stanice, dok kroz njega prolazi struja kvara općenito se računa po izrazu:

$$U_{St} = R_{St} \cdot I_{kr} \qquad (6)$$

R_{st} je rezultirajući otpor rasprostiranja uzemljivača trafostanice, a I_{kr} označava dio struje kvara, koji se zatvara preko uzemljivača trafostanice prema uzemljenom transformatoru. U daljnjem ćemo tekstu tu struju zvati reducirana struja kvara. Preostali dio struje kvara zatvara se preko dozemnog užeta, metalnog plašta kabela ili bilo kakvih drugih metalnih instalacija spojenih na uzemljivač postrojenja. Ovo reducirajuće djelovanje uzima se u obzir uvođenjem tzv. redukcionih faktora, koji se definiraju kao odnos reducirane struje kvara i ukupne struje kvara, tj. trostruke nulte struje

$$r = \frac{I_{kr}}{Ik} = \frac{I_{kr}}{3\ I_{10}} \qquad (7)$$

Očito je da o točnosti određivanja ovog faktora bitno ovisi točnost proračuna napona uzemljivača, a time i njegovo ispravno dimenzioniranje. Posebno je potrebno povesti računa o izboru što točnijeg faktora redukcije kod projektiranja uzemljivača stanica srednjeg napona smještenih u težim terenskim uvjetima. Kod stanica sa priključenim zračnim vodovima je utjecaj redukcije zaštitnim užetom dosta malen i može se prema nekim izvorima (L. 5) uzeti r = 0, 9 ÷ 0,95 za slučaj zaštitnog užeta Če 35 mm², kakvo se gotovo redo-

vito koristi u našim 35 kV mrežama. Međutim, izbor faktora redukcije u kabelskim mrežama zahtijeva više pažnje. Redukcijski faktor za 30 kV kabela sa čeličnom bandažom poprima znatno niže vrijednosti, ali se zadaje u prilično širokim granicama (r=0,08—0,2). Kod kabelskih mreža su struje jednopolnih kvarova ograničene na znatno više vrijednosti, pa veličina faktora redukcije znatno utječe na proračun potencijalnih prilika. Treba napomenuti da su ovakve stanice obično smještene u gradovima i na neograđenom prostoru, gdje su dozvoljeni naponi dodira i koraka niži nego u ograđenim transformatorskim stanicama.

Postoji mogućnost teoretskog određivanja faktora redukcije za kabele uz upotrebu nadomjesne sheme kabela u zemljospoju. Za kabele s metalnim plaštom i armaturom od čeličnih traka, koji su vrlo česti u našim postojećim srednjonaponskim mrežama, računa se faktor redukcije prema nadomjesnoj shemi po slijedećem izrazu:

$$r_k = \frac{R_{pl}}{R_{pl} + j\,(X_{pz} + X_a)} \qquad (8)$$

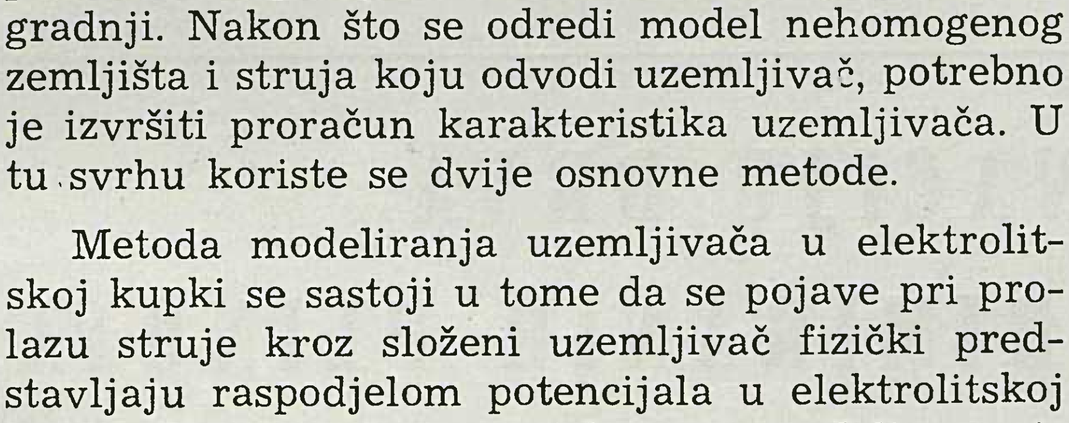
gdje je:

R_{pl} — omski otpor metalnog plašta (Ω/km)
X_{pz} — reaktancija kruga plašt-zemlja (Ω/km)
X_a — reaktancija armature od če-traka (Ω/km).

Vidi se da redukcijski faktor ovisi o parametrima kabela, ali i o struji opterećenja zbog promjenjivosti permeabiliteta željeza (sadržana u X_a).

Kod izvedenih transformatorskih stanica preporučaju se mjerenja faktora redukcija što može poslužiti za procjenu redukcije kod stanica u izgradnji. Nakon što se odredi model nehomogenog zemljišta i struja koju odvodi uzemljivač, potrebno je izvršiti proračun karakteristika uzemljivača. U tu svrhu koriste se dvije osnovne metode.

Metoda modeliranja uzemljivača u elektrolitskoj kupki se sastoji u tome da se pojave pri prolazu struje kroz složeni uzemljivač fizički predstavljaju raspodjelom potencijala u elektrolitskoj kupki. Rezultati koje se dobiju na modelima primjenjuju se na osnovi zakona teorije sličnosti na geometrijsik sličan uzemljivač, koji u prirodi ima bilo koju površinu. U posljednje vrijeme ova metoda je razvijena i za istraživanje svojstava uzemljivača u nehomogenom tlu. Rezultati modeliranja prikazuju se u obliku tablica ili dijagrama (L. 4). Poznavanjem osnovnih konstruktivnih parametara odabranog uzemljivača mogu se iz rezultata modeliranja dobiti svi faktori odlučni za njegova svojstva, kao što su npr.: koeficijent sličnosti uzemljivačkih mreža, koeficijent utjecaja dubine ukopa na otpor uzemljenja, koeficijenti napona dodira, itd.



Sl. 7 Zamjena višeslojnih terena dvoslojnima
Napomena: oznaka P na slici odgovara oznaci ρ u tekstu

U posljednje vrijeme veoma se razvila metoda analitičke obrade svojstava uzemljivača, posebno zbog velikih mogućnosti što ih u tu svrhu pruža primjena elektroničkih računala. Opisat ćemo osnove algoritma za određivanje karakteristika složenih uzemljivača na elektroničkom računalu. Kod analitičkih proračuna najčešće se upotrebljava dvoslojni model zemljišta, kao što je ranije rečeno, budući da je proračun na višeslojnom modelu znatno kompliciraniji. Pretpostavljamo da se opći složeni uzemljivač sastoji od horizontalnih pravolinijskih elemenata, koji leže u površinskom sloju i to na istoj dubini. Na istoj dubini nalaze se i gornji krajevi vertikalnih elemenata, koji, međutim, dopiru i do donjeg sloja zemljišta. Konačno se uzima da se elementi složenog uzemljivača međusobno sijeku pod pravim kutem ili njegovim višekratnikom.

Potencijal bilo kojeg elementa uzemljivača je određen kao zbroj djelovanja struje u samom tom elementu i djelovanja svih ostalih elemenata. Tako je npr. dio potencijala jednog horizontalnog elementa (označimo ga s 1) duljine l i dijametra d uslijed struje u njemu samom (I_1) jednak:

$$\varphi_{11} = 2\ I_1 \frac{\rho}{2\,\pi\,1} \cdot \ln \frac{2\,l}{d} = I_1 \cdot k_{11} \qquad (9)$$

Slično se može pisati da je dio potencijala u elementu l uslijed struje k — tom elementu:

$$\varphi_{k1} = I_k \cdot k_{k1} \qquad (10)$$

U navedenim izrazima zovemo koeficijente k_{11} i k_{k1} vlastiti i međusobni otpori elemenata složenog uzemljivača. Za sve uobičajene konfiguracije elemenata složenih uzemljivača postoje izrazi za proračun vlastitih i međusobnih otpora (npr. L. 3).

Zbrajanjem utjecaja struja u svim elementima dobiva se potencijal uzemljivača. Na taj način dolazimo do sistema jednadžbi s vlastitim i međusobnim otporima. Broj jednadžbi je određen brojem elemenata od kojih se složeni uzemljivač sastoji, a budući da se smatra da se svi elementi nalaze na istom potencijalu to se navedeni sistem jednadžbi može pisati u obliku:

$$\varphi_o = \sum_{l=1}^{n} k_{1j}\, I_j, \ldots \varphi_o = \sum_{j=1}^{n} k_{kj}\, I_j, \ldots \varphi_o = \sum_{j-1}^{n} k_{kj}\, I_j \quad (11)$$

φ_o je ovdje zajednički potencijal složenog uzemljivača, koji se u račun uzima kao 1 ili 100. Struje u pojedinim elementima mogu se dobiti iz općeg izraza za rješenje n linearnih jednadžbi:

$$I_k = \frac{D_k}{D} \qquad (12)$$

gdje je D determinanta sistema, a D_k determinanta koja se dobije iz determinante sistema zamje-

nom stupca sastavljenog uz nepoznatu struju stupcem slobodnih članova (u navedenom primjeru to je stupac jednakih vrijednosti φ_0). Iz toga proizlazi da se struja u svakom elementu dobije u obliku

$$I_k = a_k \cdot \varphi_0 \tag{13}$$

dok je ukupna struja koja sa uzemljivača otječe u zemlju:

$$I = \sum_{k=1}^{n} I_k = \varphi_0 \cdot \sum_{k=1}^{n} a_k \tag{14}$$

Konačno se za otpor uzemljenja složenog uzemljivača dobije:

$$R = \frac{\varphi_0}{I} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{n} a_k} \tag{15}$$

Uz poznavanje struje koja teče preko uzemljivača može se odrediti apsolutni iznos potencijala uzemljivača u slučaju kvara i to prema izrazu (6).

Potencijal u bilo kojoj točki A na površini zemlje može se odrediti kao suma potencijala, koji su uzrokovani strujama u pojedinim elementima složenog uzemljivača:

$$\varphi_A = \sum_{j=1}^{n} \varphi_{Aj} = \sum_{j=1}^{n} \frac{I_j}{l_j} \int f_j \Psi_{Aj} \, dl_j \,. \tag{16}$$

U ovom izrazu je ψ_{Aj} funkcija proporcionalnosti između struje koja teče na elementu j i potencijala uslijed te struje u točki A. f_j je funkcija nejednolikosti gustoće struje koja otječe s elementa j.

Konačno možemo u odabranoj točki A dobiti napon dodira kao razliku potencijala uzemljivača (φ_0) i potencijala u točki A (φ_A), a napon koraka kao razliku potencijala u točki A i točki udaljenoj za 1 m od A,

$$U_{Ad} = \varphi_0 - \varphi_A \tag{17}$$

$$U_{Ak} = \varphi_A - \varphi_{(A+1)} \tag{18}$$

Literatura:

1. Krulc: *Geoelektrična mjerenja tla,* »Elektrotehnika« br. 3, 1966.
2. Jakobs: *Svođenje višeslojne električne strukture zemlje na ekvivalentnu dvoslojnu pri proračunu složenih uzemljivača,* »Električestvo« br. 8, 1970.
3. Jakobs i dr: *Proračun svojstava složenih uzemljivača pomoću računskog stroja,* »Električestvo« br. 8, 1967.
4. Voronjina: *Otpor rasprostiranja složenih uzemljivača i napon dodira u nehomogenoj zemlji,* »Električestvo« br. 8, 1969.
5. Funk: *Der Kurzschluss im Drehstromnetz* R. Oldenbourg Verlag, München 1962.
6. Koch: *Erdungen in Wechselstromanlagen über 1 kV,* Springer Verlag, Berlin 1955.
7. Thapar, Gross: *Grounding Grids for High-Voltage Stations,* Part IV — Resistance of Grounding Grids in Nonuniform Soil, »AIEE Transactions« vol. 82/63.

Naslov pisca: Ante Sekso, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, 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.

ZAŠTITA NA RADU OD DEJSTVA ELEKTROMAGNETSKIH POLJA INDUSTRIJSKE UČESTANOSTI U ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA VRLO VISOKIH NAPONA

Kiril Tropin, Beograd

Elektromagnetsko polje industrijske učestanosti, tačnije njegova električna komponenta, koja postoji u postrojenjima 330 kV i viših napona, nepovoljno deluje na zdravlje čoveka. Osnovnu zaštitu na radu predstavlja ekraniranje čiji su principi dejstva, opis konstrukcija i načina korištenja izloženi radi informacije i eventualne primene u praktične svrhe.

DK 621.3 : 614.891

Formiranje pojmova

Prve žalbe na nepovoljno dejstvo električnog polja industrijske učestanosti na zdravlje čoveka, počele su da pristižu još tridesetih godina od ispitivača visokonaponske opreme.

Ispočetka se pretpostavljalo da ozoniranje vazduha, koje nastaje za vreme rada u visokonaponskim ispitnim laboratorijama, predstavlja uzrok funkcionalnog poremećaja ljudskog zdravlja. Otuda se u prvim radovima na proučavanju fiziološkog dejstva i merenju parametara električnog polja industrijske frekvencije mogu naći podaci o količinama pozitivno i negativno naelektrisanih jona na raznim mestima u postrojenju.

Za proteklo vremen su sprovedena mnogobrojna medicinska i biološka posmatranja zdravstvenog stanja lica koja rade u električnom polju industrijske frekvencije, analizirane su njihove žalbe, dejstvo električnog polja je proučavano na životinjama, vršena su merenja jačine električnog polja na radnim mestima, i, najzad izvedena analitička istraživanja jačine elektrčnih polja za različite konfiguracije odnosno konstrukcije i sheme visokonaponskih elektroenergetskih postrojenja.

U maju 1966. g. dva naša predstavnika (jedan iz elektroprivrede) prisustvuju Trećoj internacionalnoj razmeni iskustava sindikata energetičara zemalja SEV i SFRJ, održanoj u Njemačkoj Demokratskoj Republici, gde se pored ostalog diskutuje o zaštiti na radu od dejstva električnog polja. Naša stručna javnost nije bila o tome informisana možda zato, što u nas još nije bio u upotrebi napon 400 kV.

Početkom augusta 1970. godine ušla su u pogon naša prva postrojenja 400 kV — razvodno postrojenje Hidroelektrane Đerdap, dalekovod od Đerdapa do Beograda i transformatorska stanica Beograd 8.

U septembru 1971. g. na internacionalnoj razmeni iskustava o postrojenjima prenosa 400 kV i većih napona zemalja SEV i SFRJ, održanoj u Beogradu, opet se diskutuje o zaštiti na radu od dejstva električnog polja industrijske frekvencije.

Ova diskusija i potreba za propisima o zaštiti na radu u visokonaponskim energetskim postrojenjima (elektrane, dalekovodi i razvodna postrojenja sa ili bez transformatora) postakli su da se u tu svrhu podrobnije upoznaju inostrana iskustva koja se odnose na ovaj problem. Najobimnija i najiscrpnija istraživanja dejstva električnog polja industrijske frekvencije na zdravlje čovjeka vršena su u Sovjetskom Savezu, pa se iznose neki podaci o sredstvima zaštite, kao rezultatu obavljenih naučnih radova.

Neposredno biološko dejstvo elektromagnetskog polja

Utvrđeno je da se zdravstveno stanje osoblja na radu u postrojenjima 330 kV i viših napona (razvodna postrojenja i dalekovodi) pogoršava u toku eksploatacije ovih objekata. To se izražavalo u pogoršanju samoosećanja zaposlenih, koji su se žalili na povećano zamaranje, mlitavost, loš san, glavobolju, bolove srca, itd.

Socijalna posmatranja i ispitivanja su potvrdila opravdanost ovih žalbi i ustanovila da jako elektromagentsko polje, koje se stvara oko delova pod naponom u elektroenergetskom postrojenju, predstavlja činilac od uticaja na zdravlje osoblja.

Elektromagnetsko polje industrijske frekvencije izaziva u zaposlenih poremećaje u funkciji centralnog živčanog sistema, srčano-vaskularnog sistema i periferne krvi. Istovremeno se zapaža povećano zamaranje, opadanje tačnosti radnih pokreta, promene krvnog pritiska i pulsa, pojava bolova srca, praćenih lupanjem srca i aritmijom, i dr.

Sam mehanizam biološkog dejstva elektromagnetskog polja na živo biće još nije dovoljno proučen.

Pretpostavlja se da poremećaje u regulaciji fizioloških funkcija izaziva dejstvo polja na različite oblasti živčanog sistema. Pri tom povećanje osetljivosti centralnog živčanog sistema nastaje usled refleksivnog dejstva polja, a efekat kočenja izaziva direktno dejstvo polja na strukturu mozga i kičmene moždine. Smatra se da su kora mozga, kao i mezencefalon, naročito osetljivi na dejstvo polja.

Stepen dejstva elektromagnetskog polja na biološki objekt se ocenjuje količinom elektromagnetske energije, koju apsorbuje dotični objekt, kada se nalazi u polju.

Elektromagnetsko se polje sastoji od dva polja: električnog i magnetskog. Električno polje nastaje kada se provodljivi delovi stave pod napon, a magnetsko polje nastaje kada kroz provodljive delove teče električna struja.

Pri malim frekvencijama uključujući i industrijsku frekvenciju 50 Hz, dozvoljeno je da se električno i magnetsko polje posmatraju odvojeno sva-

ko za sebe, a isto tako da se odvojeno posmatra njihovo dejstvo na živi organizam. Polazeći od ovih postavki, izračunate su količine energije za električnu i magnetsku komponentu polja, koje apsorbuje čovekovo telo. Pri tome je ustanovljeno, da je energija magnetskog polja, apsorbovana čovekovim telom u ma kojoj tački elektromagnetskog polja industrijske frekvencije, približno 50 puta manja od apsorbovane energije električnog polja. Istovremeno je utvrđeno da apsolutna vrednost jačine magnetskog polja u radnim zonama razvodnih postrojenja i dalekovoda napona do 750 kV ne prelazi 20 — 25 A/m, dok se štetno dejstvo magnetskog polja na živi organizam ispoljava tek pri jačini magnetskog polja reda 150—200 A/m. Na osnovu ovoga je izveden zaključak da negativno dejstvo elektromagnetskog polja industrijske frekvencije na živi organizam izaziva električno polje. Magnetsko polje ima neznatno biološko dejstvo i može u praktičnim rasmatranjima da se zanemari.

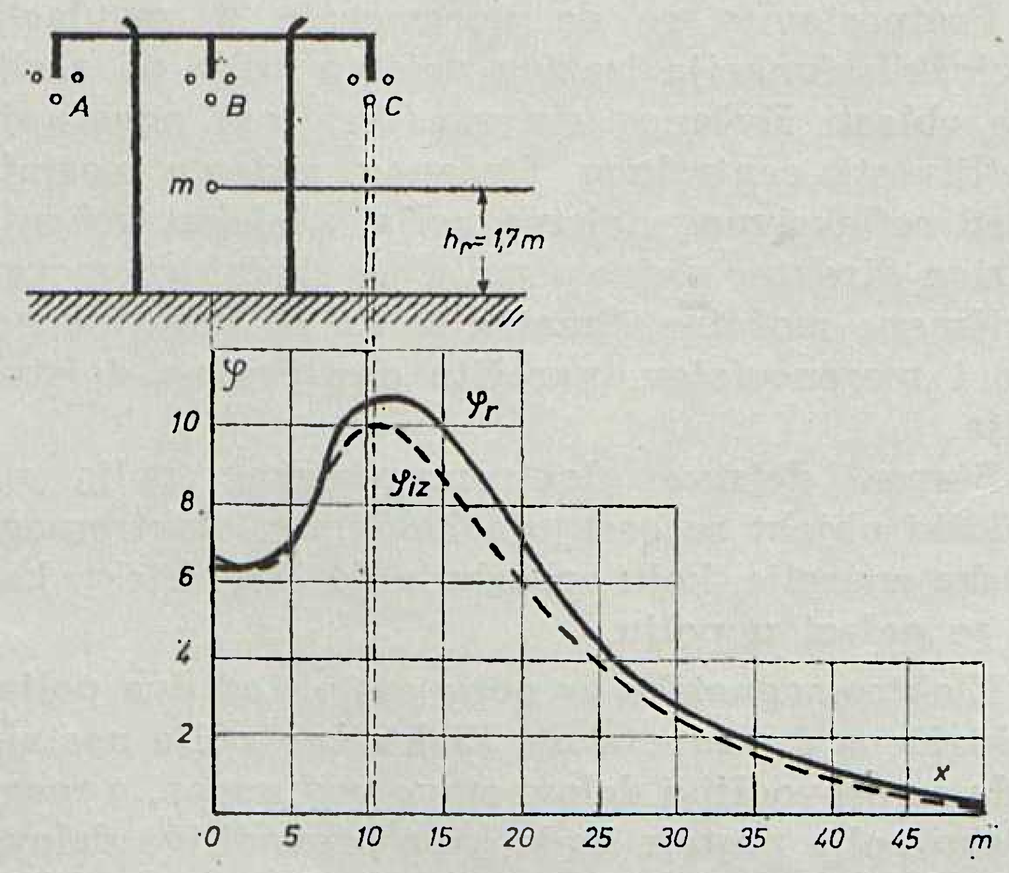
Karakteristike električnog polja

Električno polje u radnim zonama elektroenergetskih postrojenja može da se prikaže jednim od ova četiri parametra:

— potencijalom u odnosu na zemlju
— jačinom polja u zadatoj tački prostora
— jačinom polja na površini čovekovog tela
— indukovanom u čoveku indukcionom strujom (ili strujom pomeraja).

Navedeni parametri se nalaze u određenoj međusobnoj zavisnosti tako, da merenjem jednog od njih mogu da se ocene i svi ostali.

Za biološku ocenu je najočiglednija indukciona struja, koja se u realnim uslovima može meriti mikroampermetrom za naizmeničnu struju, ako se veže između (ruke) čoveka izolovanog od zemlje i zemlje.



Sl. 1. Raspodela potencijala električnog polja u funkciji rastojanja od ose voda 500 kV na visini 1,7 m, od zemlje, tj. na visini glave čoveka srednjeg rasta.

puna linija — računske vrednosti, točkasta linija — izmerene vrednosti.

Jačina indukcione struje je razmerna količini energije električnog polja, koju je apsorbovalo čovekovo telo, raste sa jačinom električnog polja, u kome se nalazi čovek, a zavisi takođe i od relativnog položaja čoveka u odnosu na delove pod naponom i na površinu zemlje, odnosno u odnosu na površine uzemljenih konstrukcija (portala, visokih postolja za opremu, itd.).

Ove okolnosti izazivaju heterogenost električnog polja i neravnomernu raspodelu parametra polja u prostoru elektroenergetskog postrojenja (jačina indukcione struje, potencijal, itd.).

Prema tome teoretski obrasci za određivanje vrednosti potencijala u raznim tačkama polja daju tačne rezultate raspodele potencijala samo u prostoru sa vrlo malim uticajem stranih tela (uzemljenih konstrukcija), na primer u sredini raspona dalekovoda (Sl. 1.).

Za praktičnu primenu se pak koristi drugi parametar — jačina električnog polja, koja se meri gradiometrima.

Indukcione struje, koje teku kroz čovekovo telo u zemlju

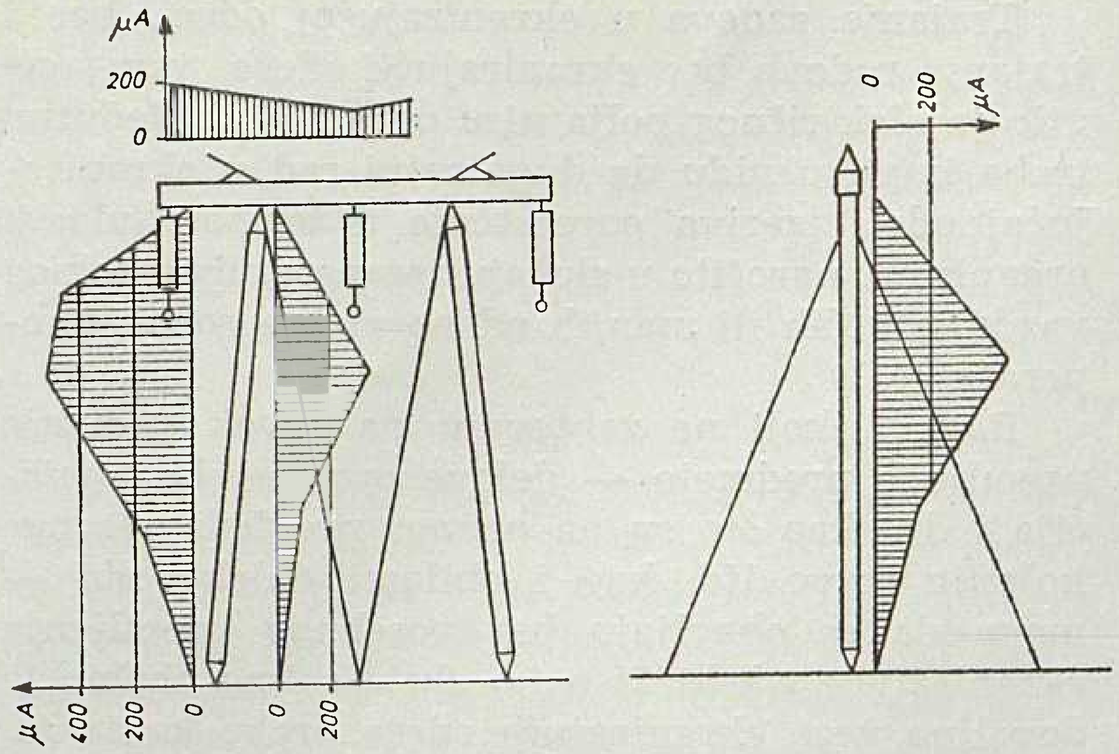
Kada se čovek nalazi u elektroenergetskom postrojenju, tj. u prostoru gde vlada elektromagnetsko polje, onda kroz njegovo telo otiče u zemlju indukciona struja, prouzrokovana uticajem električnog polja. Pri tom, ako čovjek nije izolovan od zemlje, tj. stoji u provodljivoj obući direktno na zemlji ili na provodljivom uzemljenom postolju, struja će proticati u zemlju kroz dodirnu površinu čoveka sa zemljom, a potencijal njegovog tela biće praktično jednak nuli. Ako je pak čovjek izolovan od zemlje (stoji na suvoj dasci, drvenim ljestvama ili obuven u izolovanu obuću), onda će indukciona struja oticati u zemlju preko kapacitivne veze između tela čoveka i zemlje, a njegovo će se telo nalaziti na nekom potencijalu, čija vrednost u izvesnim slučajevima dostiže i do nekoliko kilovolti.

Jačina struje biće praktično ista u oba slučaja pod uslovom da se čovek nalazi na jednom te istom mestu, tj. da se ne menja njegov relativni položaj u električnom polju.

Tablica 1

Radno mesto u razvodnom postrojenju	Jačina jndukcionih strujanja u telu čoveka (mikroampera u razvodnim postrojenima		
	220 kV	330 kV	500 kV
Ispod priključne veze rastavljača	28	50	160
Ispod priključne veze strujnog transformatora	25	80	210
Između prekidača i rastavljača	37	85	170
Pored naponskog transformatora	24	80	165
Između odvodnika prenapona i rastavljača	26	87	195
Između potpornog izolatora i rastavljača	20	56	155
Ispod ekranirajućeg prstena prekidača	35	95	220
Ispod noža linijskog rastavljača	30	75	180
Ispod veze za odvodnik prenapona	28	65	175
Pored pogona prekidača	24	59	165

Sl. 2. Indukcione struje kroz čovekovo telo pri njegovom penjanju uz stub voda 500 kV.



U tabeli 1. su prikazani rezultati merenja indukcionih struja, pa se vidi kako se menja njihova vrednost u zavisnosti od radnog mesta u jednom te istom postrojenju, i kako se menja vrednost indukcionih struja na istom radnom mestu u zavisnosti od pogonskog napona različitih postrojenja.

Jačina indukcione struje, odnosno jačina električnog polja, osetno se povećava sa približavanjem delovima pod naponom, na primer sa visinom, tj. sa približavanjem faznim provodnicima dalekovoda pri penjanju na stub (Sl. 2.). Međutim na zemlji pored samog stuba se ispoljava ekranirajuće dejstvo uzemljene konstrukcije stuba, pa su indukcione struje minimalne jačine. Vrednosti indukcionih struja rastu sa povećanjem rastojanja od stuba i dostižu maksimum u sredini raspona i ispod krajnjeg provodnika (Sl. 1.).

Struje električnih pražnjenja

Očigledno je da će kroz čovekovo telo oticati u zemlju struja pražnjenja, ako će čovek, izolovan od zemlje, dodirnuti provodljivi uzemljeni predmet, ili ako će čovek, koji je u vezi sa zemljom, dodirnuti provodljivi predmet izolovan od zemlje. Struja električnog pražnjenja može da izazove osećaj bola naročito u prvom trenutku. Dodir je često popraćen varničenjem.

Struja kroz čovekovo telo može dostići vrednosti opasne po život u slučaju dodira provodljivog predmeta velike dužine ili velikih dimenzija (mase), koji je izolovan od zemlje.

Prema tome električno polje, uporedo sa neposrednim biološkim dejstvom, izaziva pojavu električnih pražnjenja između čoveka i provodljivih predmeta, čiji se potencijal razlikuje od potencijala čoveka.

Dozvoljene jačine struje kroz čovekovo telo

Ispitivanja su ustanovila da električna polja, koja izazivaju u čovekovom telu struje jačine do 50 μA, bitno ne utiču na njegovo zdravstveno stanje. Isto tako je utvrđeno da električna pražnjenja, koja se javljaju u trenutku dodira provodljivih delova, čiji se potencijal razlikuje od potencijala čoveka, po pravilu ne izazivaju osećaj bola, ako ustaljena struja ne prelazi 50 μA.

Na osnovu ovoga se smatra da je 50 μA (odgovarajuća jačina električnog polja je reda 5 kV/m), granična vrednost trajne indukcione struje, koja još ne zahteva preduzimanje zaštitnih mera na radnom mestu.

Ekranirajuća odeća

Ekranirajuće odelo je individualno sredstvo zaštite od dejstva električnog polja industrijske učestanosti.

Zaštitna svojstva ekranirajućeg odela se zasnivaju na principu elektrostatičkog ekraniranja.

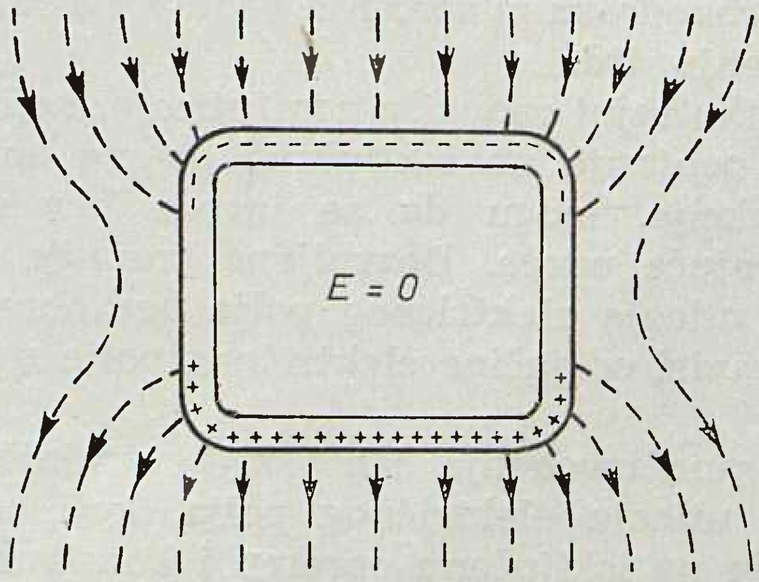
Kao što je poznato, naboji, koji se indukuju na provodljivom neutralnom (tj. na nenaelektrisanom) telu, koje je uneto u električno polje, rasprostiru se tako da se unutar tela potpuno kompenziraju polja unutrašnjih i spoljnih naboja. Kao posledica toga unutar tela nema električnog polja.

Prema tome, da bi se provodljivo telo zaštitilo od elektrizacije usled indukcije, dovoljno je da se ono smesti u provodljivi (metalni) omotač (ekran). Tada će se indukovani naboji rasporediti po spoljnoj površini ekrana; električnog polja neće biti u unutrašnjem prostoru, ograničenom, i u samom ekranu (Sl. 3.) (Faraday-ev kavez).

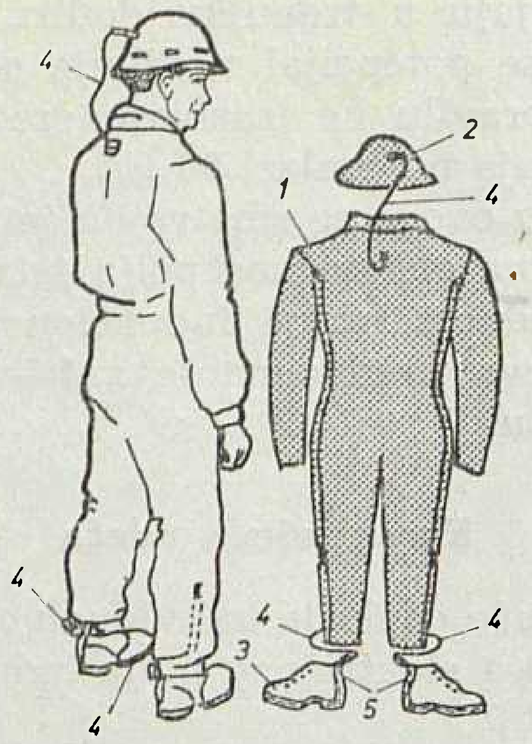
Eksperimentima je ustanovljeno da ekran ne mora da bude obavezno od punog materijala, već može da bude i od mrežastog materijala. Ako okca mreže nisu prevelika, onda će silnice električnog polja da se zatvaraju preko žičica mreže i neće prodirati u unutrašnji prostor.

Konstrukcija ekranirajućeg odela je prikazana na Sl. 4. Ekranirajuće odelo se izrađuje od naročite metalizirane provodljive tkanine u vidu kombinezona ili kaputića sa hlaćama. U zaštitnu odeću spada također ekranirajuće pokrivalo za glavu i specijalna obuća.

Pokrivalo za glavu je metalni šlem ili šlem od metalizirane plastične mase, koji se upotrebljava u toplo godišnje doba, ili kapa sa naušnjacima i sa uloškom od metalizirane tkanine, za hladno godišnje doba. Obuća-kožne cipele sa đonom od elektroprovodljive gume, koje omogućuju dobar kon-



Sl. 3. Elektrostatički ekran.



Sl. 4. Ekranirajuća odeća.

1 — kombinezon od elektroprovodljive tkanine; 2 — šlem metalni ili od metalizirane plastične mase; 3 — cipele sa elektrovodljivim đonom; 4 — provodnici za galvansku vezu između pojedinih delova ekranirajuće odeće; 5 — provodnik za vezu spojen sa elektrovodljivim đonom.

takt sa podlogom, na kojoj stoji čovek. Također se upotrebljavaju čizme i kaljače, koje su izjedna izrađene od elektroprovodljive gume.

Svi delovi ekranirajuće odeće, tačnije njihovi elektroprovodljivi elementi, moraju da imaju pouzdanu međusobnu galvansku vezu, koja se ostvaruje specijalnim provodnicima za vezu: Ekranirajuće odelo je, sem toga, opremljeno stezaljkom za uzemljenje radi povezivanja na sistem uzemljenja postrojenja pomoću savitljivog provodnika.

Ekranirajuće odelo treba da se oblači preko rublja da bi se telo čoveka izolovalo od njega. Po potrebi preko ekranirajućeg odela može da se oblači gornja odeća — kratka bunda, radni mantil, kaput.

Oblast i način korišćenja ekranirajuće odeće

Ekranirajuća odeća, kao zaštitno sredstvo od dejstva električnog polja, koristi se pri izvođenju radova u razvodnim postrojenjima i na nadzemnim vodama u zonama uticaja električnog polja, tj. na rastojanju 20 m za napone do 500 kV (30 m za napon 750 kV) od delova pod naponom van prostora zaštićenog stacionarnim ili prenosnim ekranirajućim napravama. Takvi radovi su: pregledi opreme, uređivanje i čišćenje kruga razvodnog postrojenja, obilasci dalekovoda, seča drveća i košenje trave ispod provodnika nadzemnih vodova i u razvodnom postrojenju, itd.

Kratkotrajni radovi u zoni uticaja, koji ne zahtevaju penjanje na isključene delove opreme ili konstrukcije, mogu da se izvode bez upotrebe ekranirajuće odeće. Dozvoljeno trajanje boravka u zoni uticaja električnog polja bez ekranirajuće odeće zavisi od jačine električnog polja u dotičnoj tački.

Zabrana izvođenja čak i kratkotrajnih radova u zoni uticaja električnog polja, koji zahtevaju penjanje na isključenu opremu i konstrukcije bez upotrebe ekranirajuće odeće dolazi zato, što struja pražnjenja, koja se javlja u trenutku dodira uzemljenog predmeta, može da izazove bolove, da preplaši čoveka i da prouzrokuje pad s visine:

Trajanje radova u ekranirajućoj odeći, kao i trajanje radova bez ekranirajuće odeće, van zone uticaja električnog polja nisu ograničeni. Međutim treba imati u vidu da dugotrajni rad u ekranirajućoj odeći izaziva poremećaje u termoregulaciji organizma, naročito u slučaju temperatura okolnog vazduha većih ili manjih od normalne sobne temperature.

Radovi, koji ne zahtevaju da čovek dodiruje uzemljene predmete — delove opreme, konstrukcija i dr., kao što su na primer pregledi opreme, košenje trave itd. kao i obilasci dalekovoda — mogu da se obavljaju bez posebnog uzemljenja ekranirajuće odeće. U ovim slučajevima obično je dovoljna veza ekranirajuće odeće preko kontakta, koji stvaraju elektroprovodljivi gumeni đonovi sa tlom, po kome se hoda.

Radovi, koji zahtevaju da čovjek dodiruje uzemljene predmete, na primer remont opreme i sl., obavljaju se samo uz naročito uzemljenje ekranirajuće odeće preko ostvarene galvanske veze između nje i sistema usamljenja postrojenja.

Naročito uzemljenje ekranirajuće odeće se izvodi po pravilu preko kontakta, koji ostvaruju vodljivi đonovi sa površinom metalnih platformi, postavljenih na mestu izvođenja radova i pouzdano spojenih preko zemljovodnih provodnika sa sistemom uzemljenja postrojenja.

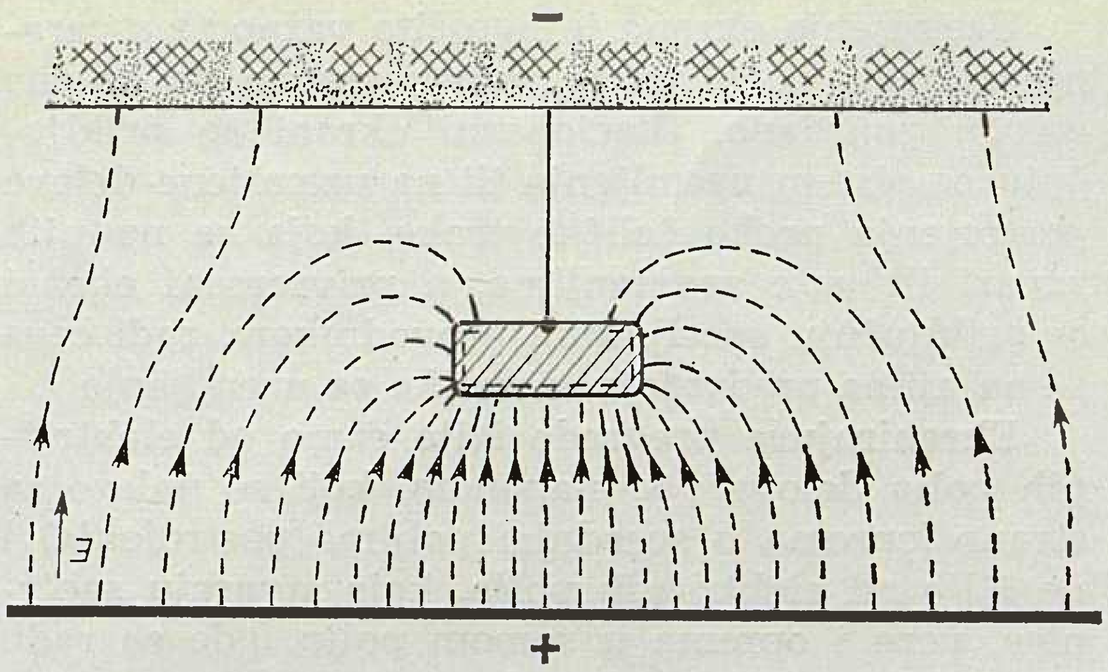
Lica, koja izvode uz dodirivanje uzemljenih delova, moraju za vreme radova stalno da stoje na ovim platformama.

Uzemljene platforme za izvođenje radova sa zemlje se izrađuju od rebrastog čeličnog lima (radi sprečavanja klizanja) ili od čelične mreže i mogu da budu stacionirane ili prenosne.

Pri izvođenju radova sa skela upotrebljavaju se prenosne uzemljene platforme, koje se pouzdano učvršćuju na skeli i galvanski povezuju međusobno i sa sistemom uzemljenja postrojenja. U ovom slučaju se uzimaju i trake od rebrastog čeličnog lima, koje se zakucavaju za daske pologa. One se isto tako spajaju međusobno i sa sistemom uzemljenja postrojenja.

Ako zaštitno odelo ne može pri izvođenju radova da se uzemlji preko provodljive obuće i uzemljenih platformi, onda se ono spaja sa uzemljenim delovima opreme savitljivim bakarnim provodnikom najmanjeg preseka, 4 mm^2. Drugi kraj savitljivog provodnika se veže preko stezaljke na bilo koji od provodnika za vezu ekranirajućeg odela.

Ekranirajuća se odela ne mogu upotrebiti, ako postoji mogućnost slučajnog dodira delova, koji su pod naponom ili koji mogu doći pod napon, kao što su na primer: radovi na razvodnim ormanima i sekundarnim kolima napona do 1000 V, radovi uz korišćenje ručnog električnog alata, električna ispitivanja opreme, radovi na električnom zavarivanju, i dr. Zaštita zaposlenih od dejstva električnog polja treba u svim takvim slučajevima da se izvodi stacionarnim ili prenosnim ekranirajućim napravama.



Sl. 5. Izobličenje električnog polja usled prisutnosti uzemljenog metalnog predmeta.

Ispravnost ekranirajuće odeće se proverava periodično. Proverava se pouzdanost galvanskih veza između svih elemenata odeće: u kombinezonima napravljenim od tkanine sa izolovanim mikroprovodnikom se proverava postojanje galvanske veze između gornjeg i donjeg ojačanja od tkanine od srebrnih tankih niti, kod cipela se proverava veza između elektroprovodljivog đona i njegovog priključnog provodnika za vezu.

Ekranirajuće naprave

Ekranirajuće naprave (ekrani) u vidu ravnih štitova mogu da se koriste kao individualna ili kolektivna sredstva zaštite od dejstva električnog polja u zavisnosti od njihove konstrukcije i dimenzija, kao i mesta i uslova postavljanja.

Zaštitna svojstva ekranirajućih naprava se baziraju na efektu slabljenja jačine električnog polja u prostoru pored uzemljenog metalnog predmeta.

Ako se u električno polje unese uzemljeni metalni predmet, nastupiće naglo izobličenje električnog polja usled preraspodele naboja, indukovanih na telu i usled oticanja naboja jednog znaka.

Pri tome će se na strani predmeta, koja je okrenuta indukujućem provodniku, osetno povećati jačina električnog polja (Sl. 5.), dok će na suprotnoj strani, a također i u prostoru, koji kao da je zaklonjen ili ekraniran unetim predmetom, naglo oslabiti.

Štićeni prostor može, da ima ništavnu jačinu polja i dovoljne dimenzije za bezopasno i udobno izvođenje radova, zahvaljujući odgovarajućim dimenzijama, obliku i rasporedu ekranirajućih naprava.

Ovde bi trebalo naglasiti važnost uzemljenja ekranirajućih naprava. Ako takva naprava (tj. metalni predmet, postavljen u električnom polju) nije uzemljena, to će naboji koji se indukuju na njoj, izazvati također izobličenje polja, ali u znatno manjoj meri (Sl. 6.). Pri tome će se naboji oba znaka koncentrisati na površinama suprotnih strana predmeta, izazivajući time na njima skoro podjednaku jačinu rezultirajućeg električnog polja.

Drugim rečima, u prostoru, koji se zagrađuje neuzemljenim metalnim predmetom, vladaće praktično isto električno polje, mada i nešto izobličeno, kao ono, koje je postajalo i do postavljanja neuzemljenog predmeta. Prema tome, neuzemljenim predmetom se ne postiže nikakav ekranirajući efekt. Sem toga, za razliku od uzemljenog ekrana, čiji je potencijal praktično jednak nuli, neuzemljeni ekran može imati visoki potencijal i na taj način predstavljati izvesnu opasnost za čoveka u slučaju dodira.

Konstrukcija i raspored

Ekranirajuće naprave se dele prema njihovoj nameni i načinu korišćenja na stacionarne i prenosne (privremene).

Stacionarne ekranirajuće naprave čine sastavni deo elektroenergetskog postrojenja i predviđaju se za zaštitu osoblja za vreme pogonskih zahvata i radova na održavanju postrojenja (operativne manipulacije, pregledi opreme, nadzor i rukovođenje radovima itd.). One se izrađuju u vidu individualnih i grupnih nadstrešnica i pregrada.

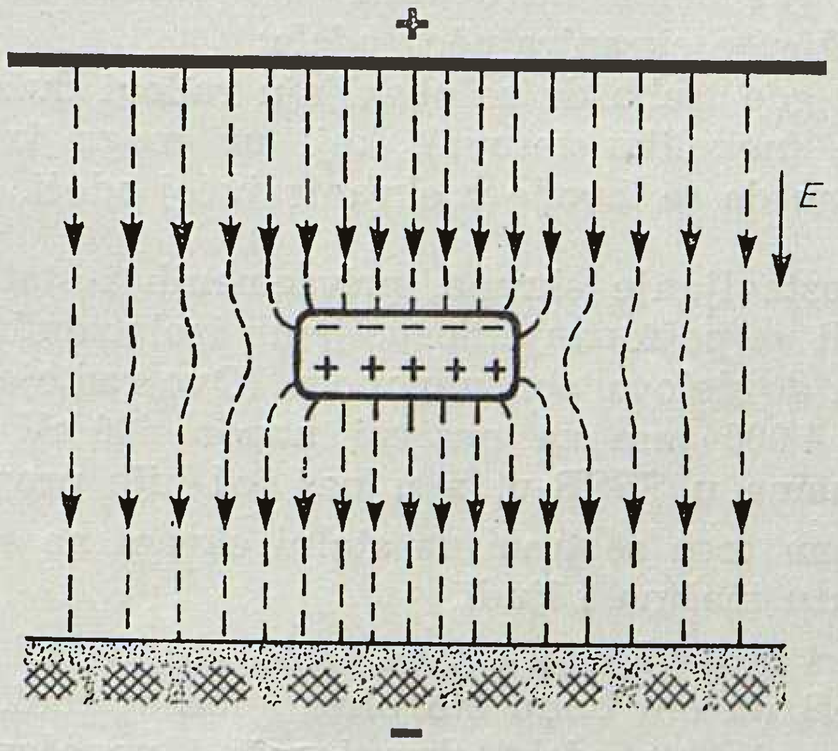
Individualne nadstrešnice se predviđaju samo za jedno lice i postavljaju iznad radnih mesta, odakle se vrši rukovanje opremom i njeno održavanje: iznad komandnih ormana i ormana sekundarnih kola, razvodnih niskonaponskih ormana do 1.000 V, koji stoje na otvorenom prostoru.

One se izrađuju od čelične mreže sa okcima do 50 x 50 mm, koja se zateže na ramovima od ugaonog čelika i pouzdano se vežu na sistem uzemljenja postrojenja.

Širina individualnih nadstrešnica treba da je jednaka ili veća od širine ormana, a dužina isturenog dela im je najmanje 1 m.

Grupne nadstrešnice, tj. nadstrešnice za više lica ili većih dužina se postavljaju na visini 2,0 — 2,5 m od zemlje iznad prolaza i mesta u razvodnom postrojenju, sa kojih se vrši pregled opreme. Širina grupnih nadstrešnica iznosi najmanje 1,5 m, a njihova dužina zavisi od dimenzija štićene površine.

Kao materijal za izradu grupnih nadstrešnica iznad prolaza mogu poslužiti, sem čelične mreže sa okcima do 50 x50 mm, i čelične šipke ili komadi



Sl. 6. Izobličenje električnog polja usled prisutnosti neuzemljenog metalnog predmeta.

čeličnog užeta prečnika 5—6 mm, koji se zatežu paralelno na međusobnim razmacima 15—20 cm.

Pregrade se postavljaju u sredini između susednih polja sa prekidačima i učvršćuju na posebnim stubovima sa zategama. Pri tome je donja ivica pregrade iznad zemlje na visini 2—3 m da ne bi smetala prolazu ljudi i uređaja.

Dužina i visina pregrade treba da su najmanje jednake dužini i visini prekidača sa svim provodljivim delovima.

Prenosne ekranirajuće naprave su namenjene da štite osoblje, koje za vreme pogona postrojenja obavlja radove dužeg trajanja u prostoru, koji nije zaštićen stacionarnim ekranima. One se izrađuju u vidu prenosnih individualnih i grupnih nadstrešnica, pregrada, štitova, šatora i sličnih naprava od istih materijala, kao i stacionarni ekrani. Šatori i nadstrešnice se izrađuju i od specijalne metalizirane tkanine ili od obične tkanine, na primer od cirade, premazane aluminijskom bojom.

Povremene individualne nadstrešnice, slične stacionarnim, postavljaju se direktno na ormanima i na konstrukcijama na visini podesnoj za rad.

Privremene grupne nadstrešnice se koriste obično za ekraniranje radnih mesta. Zbog toga se njihove dimenzije određuju dimenzijama radnog mesta i brojem izvršilaca.

Privremene pregrade i štitovi se koriste kao obični ekrani i to tako, da pregrade služe obično za ekraniranje radnih mesta na skelama, sa kojih se izvodi remont prekidača. Štitovi se opremaju metalnim kukama, na kojima se oni vešaju na čelične uzemljene cevi.

Šatori se postavljaju iznad radnog mesta i zatežu čeličnom ili kudeljnom užadi za noge portala ili za postolja opreme.

Uslovi korišćenja

Stalni ili povremeni ekrani se koriste na radnim mestima:

1) gde se ne smeju upotrebljavati ekranirajuća odela, tj. kada postoji mogućnost slučajnog dodira delova koji su pod naponom ili mogu da dođu pod napon;

2) gde nema mogućnosti da se izvede obavezno uzemljenje ekranirajućeg odela;

3) gde treba da se obavljaju radovi dužeg trajanja (nekoliko časova), koji ne mogu iz nekih razloga da se izvode u ekranirajućoj odeći.

Postavljanje ekrana, privremenih i stalnih, se izvodi uz poštovanje dozvoljenih izolacionih rastojanja do delova pon naponom. (Ovo rastojanje iznosi 4 000 mm za nazivni napon 400 kV prema normama u SSSR-u, a u nas još nije propisano).

Sem toga se traži da stalni ekrani ne smetaju prolazu mašina i ljudi.

Pri postavljanju privremenih pregrada i štitova se teži da oni budu što bliže štićenoj zoni, jer se time pojačava efekt ekraniranja i povećavaju se izolaciona rastojanja od delova pod naponom.

Uzemljenje ekrana je naročito važno za stvaranje zaštitne zone, pa je zato potrebno da se ona izvode pouzdano. Stacionarni ekrani se priključuju na sistem uzemljenja ili na uzemljene delove postrojenja preko čelične trake, koja se na njih zavari ili veže zavrtanjima, a privremeni ekrani se priključuju specijalnim provodnikom, radi čega se na njima predviđaju stezaljke za uzemljenje.

Ekranirajuće pregrade štite samo od električnih polja delova pod naponom, koji se nalaze sa strane (oprema u susednim poljima postrojenja) i ne štite od električnih polja, koja stvaraju sabirnice, veze i oprema u samom polju, gde se radi. Zbog toga su neophodna dopunska sredstva ekraniranja u slučaju radova bez isključenja napona i bez zaštitne odeće.

Kotlovi i kompenzatori transformatora i otočnih prigušnica predstavljaju prirodne ekrane, u čijoj blizini stalno postoji zona sa neznatnom jačinom električnog polja. Zbog toga pogonsko održavanje ove opreme — uzimanje proba ulja, radovi na održavanju sistema za hlađenje, Buholcovog rele, mernih i kontrolnih instrumenata itd. — mogu da se izvode bez ekranirajućih sredstava.

Električno polje ne postoji u prostorijama zgrada (komande, u transformatorskom tornju, radionicama itd.), koje imaju uzemljene metalne krovove ili su izrađene od armiranog betona. Zbog toga u njihovim prostorijama nisu potrebne zaštitne mere. Iz istih razloga razna tehnička vozila (radionice, prikolice — furgoni, laboratorije itd.) treba da su od metala ili da imaju metalni krov. U oba slučaja metalni delovi se uzemljuju.

Radi povećanja stepena prirodnog ekraniranja radnih mesta treba težiti da pri radovima u ormanima njihova vrata budu otvorena tako, da bi služila kao zaštitni ekrani za radnike. U istu svrhu se uzemljuju metalni delovi opreme u blizini radnog mesta, čak i kada se na njoj ne izvode radovi.

Uzemljenje izolovanih prema zemlji i isključenih provodljivih delova je potrebno i da bi se izbegla mogućnost eventualnog električnog pražnjenja s iskrenjem između ovih delova i čoveka u slučaju njihovog dodira.

Zaključak

1. Električno polje elektroenergetskih postrojenja 400 kV je nepovoljno po zdravlje čoveka i ispoljava se u neposrednom biološkom dejstvu. Sem toga je moguće dejstvo električnih pražnjenja, koja se javljaju pri dodiru provodljivih predmeta, čiji se potencijal razlikuje od potencijala čoveka. (Izolovani prema zemlji ili uzemljeni delovi).

2. Za vreme dosadašnje eksploatacije naših postrojenja 400 kV nije bilo žalbi pogonskog i remontnog osoblja na pogoršanje zdravstvenog stanja, što se može objasniti jedino veoma kratkim periodom eksploatacije postrojenja 400 kV, veoma malobrojnim i kratkotrajnim zahvatima, koji su obavljeni u zonama manjih jačina električnog polja.

3. U narednom periodu eksploatacije naših postrojenja 400 kV ne može da se isključi mogućnost da će osoblje ostajati duže u zonama većih jačina električnog polja, što će se, s obzirom na kumulaciju fizioloških promena, koje izaziva električno polje u organizmu čoveka, nepovoljno odraziti na zdravstveno stanje zaposlenih, ako se ne preduzmu odgovarajuće tehničke i organizacijske mere.

Literatura:

1. —, *Защита от действия электромагнитйых полей и электрического тока промышленной частоты.* — Всесоюзный научно-исследовательский институт охраны труда в г. Ленинграде. 1958.
2. —, Materijal Treće internacionalne razmjene iskustava sindikata energetike zemalja SEV i SFRJ, održane od 9. do 15. maja 1966. u Njemačkoj Demokratskoj Republici.
3. Асанова Т. П., Раков А. Х. — *Состояние зборовъя работающих в электрическом поле открытых распределительных устойств 400—500 кв.* — »Гигиена труда и профессиональные заболевания«. № 5/1966.
4. Андриевский В. Н., Голованов А. Т., Зеленченко А. С. — *Эксплуатация воздушных линий электропередачи.* »Энергия«, 1966.
5. Сазонова Т. Е. — *Физико-гигиеническая оценка условий труда на ОРУ 400—500 кВ.* — »Научные работи институтов охраны труда ВЦСПС: Выпуск 46, Профиздат, 1967.
6. Сазонова Т. Е., Морозов Ю. А. — *Физиолого-гигиеническая оценка условий труда на ОРУ 220, 320 и 500 кВ.* — »Научние работы институтов охраны труда ВЦСПС«. Выпуск 59. Профиздат, 1969.
7. Данилин В. А., Воронин А. К., Мадорский В. А. — *Состояние зборовъя работающих в электрическом поле высокого напряжения промышленной частоты.* — »Гигиена труда и профессиональные заболевания«. № 5/1969.
8. Сазонова Т. Е. — *Влияние сильного электрического поля промышленной частоты на работоспособность человека.* — »Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС«. — Выпуск 63. Профиздат, 1969.
9. Долон П. А. — *Основы техники безопасности в электрических установках.* »Энергия«, 1970.
10. Сазонова Т. Е. — *Влияние электрического поля промышленной частоты на формирование двигатеъной доминанты.* — »Гигиена труда и профессиональные заболевания«. № 2/1971.
11. Манойлов В. Е. — *Основы электробезопасности.* »Энергия«, 1971.

Naslov pisca: Kiril A. Tropin, ZEPS — Beograd

RAZVOJ NUKLEARNE ENERGETIKE U SVIJETU

Uvod

Grupa autora talijanskog Komiteta za nuklearnu energiju izradila je statistički pregled i analizu razvoja nuklearne energetike u svijetu početkom 1972. godine. Pri tome se služila s više od pedeset referenci među kojima s preko 70% radova objavljenih na IV Ženevskoj konferenciji o miroljubivoj upotrebi atomske energije, održanoj u rujnu 1971.

Ovdje je dan kratki pregled iz tog rada.

Analiza statističkih podataka

1. Proteklo vrijeme, nešto više od deset godina, tj. od 1953. do 1965. godine, predstavlja razdoblje u kojem su se prototipne nuklearne elektrane tehnološki i konstrukcijski trebale provjeriti. Zatim je bio otvoren put komercijalnoj izgradnji. Nuklearne elektrane su u određenim uvjetima i zemljama postale ekonomične i sve više konkurentne klasičnim elektranama snage preko 500 MWe.

Slijedeće desetljeće, tj. vrijeme daljnjih deset godina, skoro do 1975. moglo bi se prihvatiti kao razdoblje u kojem će se nuklearne elektrane potpuno provjeriti u pogonu i eksploataciji.

2. Poslije 1965. godine godišnje narudžbe nuklearnih elektrana dostigle su zapaženu veličinu; od 19.158 MWe u 1966. god. na 36.752 MWe u 1971. godini. Prednjače SAD s polovinom narudžbi, a zatim zapadna Evropa sa skoro 70% od druge polovine ugovorenih nuklearnih elektrana. Posebno su karakteristične tri zemlje u svijetu koje su 1971. godine učinile nagli skok u narudžbama i nuklearnoj orijentaciji: Z. Njemačka, Španjolska i Japan.

Prema ovoj, talijanskoj, statistici u istočnoj Evropi nije u 1971. došlo do ugovaranja novih nuklearnih elektrana. Pretpostavlja se da treba najprije završiti izgradnju započetih postrojenja.

3. Godišnji trend ugovorenih nuklearnih elektrana je visok. Počevši od 1966. a zaključno sa 1971. godinom, godišnja prosječna stopa rasta je iznosila oko 12%. Ona pokazuje da je ekonomičnost nuklearnih elektrana dostigla nivo kada je njihova integracija u elektroenergetski sistem postala sve opravdanija.

4. Pregled snage ugovorenih nuklearnih elektrana u 1971, za koje se pretpostavlja da će biti u eksploataciji poslije 1976, pokazuje tendenciju velikih jediničnih reaktorskih snaga: preko 800 i do 1200, pa i 1300 MWe.

Ovakve jedinične reaktorske snage pružaju mogućnost da rade u bloku i sa dvije turbogeneratorske jedinice, već prema uvjetima odgovarajućeg elektroenergetskog sistema. To pokazuje da nuklearne elektrane mogu svoju ekonomičnost postići bolje s ovakvim veličinama jediničnih snaga. Jedinična snaga je veoma značajan element sa stajališta veličine nacionalnih elektroenergetskih sistema koji treba da budu takvog kapaciteta da mogu primiti tako velike jedinice.

5. U svijetu se afirmiralo nekoliko industrijskih kompanija kao glavnih dobavljača nuklearnih elektrana. U zapadnoj Evropi i SAD su tri vodeće: Westinghouse, General Electric iz SAD i Kraftwerk Union (KWU) iz Z. Njemačke.

Westinghouse je do sada dobavio i ugovorio oko 57.000 MWe, General Electric oko 42.000 MWe, a KWU oko 11.000 MWe nuklearnih elektrana. Od istočno-evropskih zemalja najveći je dobavljač SSSR s oko 14.000 MWe isporučenih i ugovorenih nuklearnih elektrana.

6. Poznato je da se lančana reakcija može ostvariti u različitim reaktorskim sistemima. Međutim, svoj komercijalni status moglo je doživjeti samo nekoliko reaktorskih sistema. Statistika pokazuje da dominiraju ugovorene elektrane sa dva reaktorska sistema: PWR i BWR. Na početku 1972. godine ugovoreno je ukupno 99.425 MWe s reaktorom tipa PWR i 54.375 MWe s reaktorom tipa BWR. To je oko 80% od ukupno ugovorenih nuklearnih elektrana u svijetu.

Oba tipa su razvijena u SAD. Tip PWR razvijen je i u SSSR-u, dok u SSSR-u postoji samo jedan reaktor tipa BWR u prototipnoj elektrani snage 50 MWe. Treba reći da PWR tip ima i svoju primjenu u ratnoj mornarici, za pogon nuklearnih brodova i podmornica, što je također utjecalo na njegov razvoj. Industrije drugih, visoko razvijenih zemalja prihvaćaju sve više samostalnu izradu i isporuku nuklearnih elektrana s PWR i BWR tipovima reaktora: Z. Njemačka, a sve više se uključuju Švedska i Japan.

Kao što je poznato, PWR tip je zamišljen kao reaktorski sistem na obogaćeno nuklearno gorivo sa (3—4%) izotopa urana U^{235} (tj. većim od 0,7% koliko tog izotopa ima u prirodnom uranu) i s običnom vodom kao moderatorom neutrona, i rashladnim sredstvom jednovremeno, koja je u reaktorskom sistemu pod tlakom oko 100 atm. Tip BWR razlikuje se u toliko što voda nije pod tako velikim tlakom, već ključa u reaktorskom sudu, pa se para direktno vodi u turbinsko postrojenje. Upravo je zbog toga različita tehnologija i drugačiji su elementi nuklearne zaštite od zračenja.

Kanadski HWR tip, s prirodnim uranom i teškom vodom kao moderatorom i rashladnim medijumom, upotrebljava se za pogon nuklearnih elektrana uglavnom u Kanadi. Familija nuklearnih elektrana s reaktorima tipa GCR, također na prirodni uran i plinom kao rashladnim medijem izgrađena je uglavnom u V. Britaniji, s tim što je V. Britanija prešla na tako zvani napredniji plinski tip AGR, a Francuska na lakovodni tip reaktora.

7. Od ugovorenih, u pogonu je oko 15% nuklearnih elektrana. Analiza proizvodnje električne energije u tim elektranama pokazuje da novija postrojenja u prvih 10 mjeseci 1971. ostvaruju faktor iskorištenja elektrane preko 75%. Nekoliko elektrana većih snaga tu pogonsku valjanost pokazuju uzastopno već nekoliko godina. Budući da je do danas u svim nuklearnim elektranama u svijetu proizvedeno preko 400

milijardi kWh električne energije može se pretpostaviti da tako veliki fond pogonskog iskustva predstavlja solidnu osnovu za sve veće korištenje nuklearne energetike.

8. Informacije ekonomskog karaktera što prate trend ugovaranja nuklearnih elektrana nisu tako dosljedne i ustaljene kao rast narudžbi novih elektrana.

Heterogenost informacija, njihova limitiranost, naročito za pojedine dijelove postrojenja, praktični principi tržišta u oblasti nuklearne energetike, sve su to ograničenja da se dobije dobar uvid u ekonomiku nuklearnih elektrana danas.

Za PWR tip reaktora s običnom vodom i na obogaćeno gorivo, za koji je vezano preko 50% svih ugovorenih nuklearnih elektrana u svijetu, troškovi su se više nego utrostručili. Npr. u odnosu na elektranu u SAD, Oyster Greek, snage 580 MWe koja je naručena 1963. za 120 $/KWe, specifični troškovi elektrane ugovorene 1971, snage 1000 MWe, koja će ući u pogon 1978, iznosit će oko 400 $/KWe.

Osim toga izgleda da je u razvijenim zemljama veoma visoki trend narudžbi utjecao na značajne poteškoće i potrebe velikih investicija u stvaranju skoro nove industrijske infrastrukture u kojoj bi bilo moguće izrađivati snažnu nuklearnu opremu nametnutu brojnim narudžbama. Npr., Westinhouse treba samo u razdoblju od dvije godine, 1977—1978, isporučiti 17.375 MWe novih nuklearnih elektrana ugovorenih 1971, a KWU 5.400 MWe. Uključivši prethodne narudžbe i one koje slijede, mogu se ocijeniti napori industrije.

Isto se tako pretpostavlja da su povećani troškovi projektanata, inženjeringa, otkupnina i drugih davanja, te inflacioni elementi troškova.

U veoma razvijenim industrijskim zemljama prednost se daje onim izvorima električne energije koji manje zagađuju životnu sredinu. Nuklearne elektrane u tom pogledu kotiraju visoko, jer proizvode električnu energiju sa velikim stupnjem čistoće.

9. Od ugovorenih nuklearnih elektrana do 31. prosinca 1971. svega oko 8% su na prirodni uran, a ostalih 92% na obogaćeno gorivo. Prema tome obogaćeno gorivo ima prednost.

Poznato je da u klasičnoj termoelektrani ugljen direktno ulazi u tehnološki proces proizvodnje električne energije. Kod nuklearnih elektrana postoji čitav ciklus goriva, naime 5 faza, dok gorivo dođe u sastav nazvan gorivi element, koji ulazi u nuklearni reaktor kao njegovo gorivo. Osim toga postoje dvije faze tako zvanog ozračenog goriva u nuklearnom reaktoru poslije njegovog vađenja iz reaktora. Slijedeće su faze gorivnog ciklusa:

— Dobivanje uranova koncentrata (U_3O_8) iz rude urana;

— Prevođenje u plin uran fluorid (UF_6) s kojim se ulazi u postrojenja za obogaćivanje;

— Proces obogaćivanja;
U prirodnom uranu nalazi se 0,7% izotopa urana U^{235} (92 protona + 143 neutrona = 235 čestica u jezgri) i 99,3% izotopa urana U^{238} (92 protona + 146 neutrona = 238 čestica u jezgri). U lančanoj reakciji fisije učestvuje izotop U^{235}. Današnji reaktori koriste se gorivom kod kojeg je koncentracija izotopa U^{235} veća od 0,7%, jer je to od prvorazrednog značaja za konstrukciju ekonomičnih reaktora. Zbog toga se u procesu difuzije uvećava koncentracija (%) izotopa urana U^{235}.

— Prevođenje obogaćenog urana iz plinovitog stanja (UF_6) u čvrsti uranov dioksid (UO_2); i

— Industrijska izrada gorivih elemenata;
Čepići uranova dioksida postavljaju se u cijevi cirkonija koje se zatim zavaruju bez pristupa zraka i uz pomoć rešetkastih odstojnika formiraju u »ansambl« cijevi. Cijevi su u ansamblu konstrukcijski izvedene tako da u presjeku imaju oblik kvadrata ili višekutnika, a dužina im je i do 2 m.

Kad gorivo izvrši u reaktoru rad u njemu se nalazi osiromašeni izotop U^{235} (0,8—0,9%) i novo nuklearno gorivo, izotop plutonija PU 239. Ove elemente treba izvaditi, nakon što su 3 mjeseca odstajali u bazenima s vodom. To je tzv. reprocesing: vađenje spomenutih elemenata.

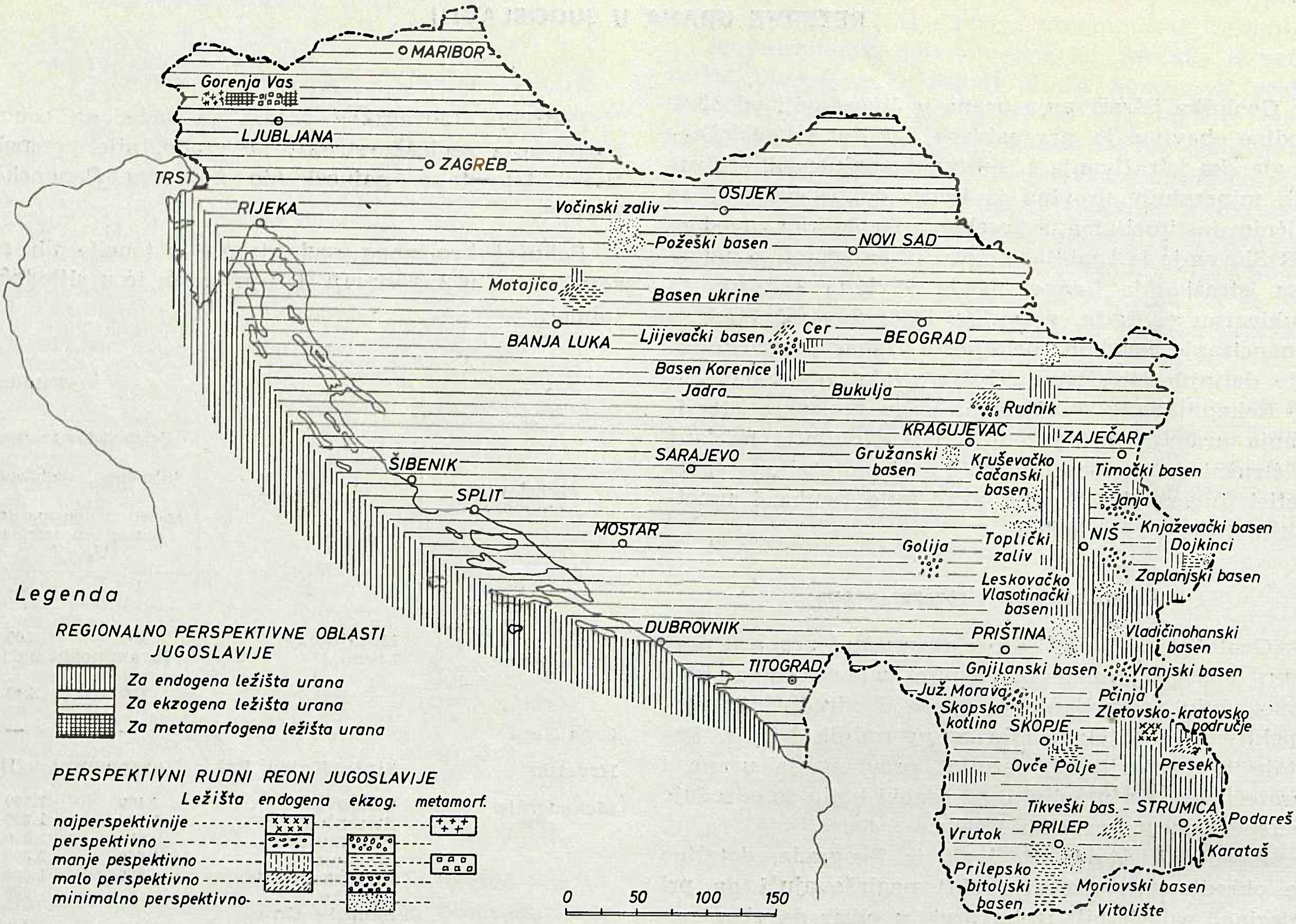
Proizvodnja električne energije u nuklearnim elektranama

Zemlje po zemljopisnom području	Proizvodnja električne energije u milijunima kWh				
	do 31. XII 1968.	1969.	1970.	u prvih 10 mjeseci 1971.	Svega: (do 31. X 1971.)
1. *Sjedinjene američke države*	u 10 elektrana 45024	u 11 elektrana 15708	u 15 elektrana 23383	u 18 elektrana 29655	u 18 elektrana 113770
2. *Zapadna Evropa*	u 24 elektrane 150710	u 25 elektrana 41823	u 27 elektrana 45019	u 29 elektrana 37911	u 29 elektrana 275463
3. *Ostale zemlje*	u 2 elektrane 2820	u 3 elektrane 2116	u 5 elektrana 6421	u 10 elektrana 9623	u 10 elektrana 20980
Ukupno:	198554	59647	74823	77189	410213

Napomena:

U obzir su došle samo nuklearne elektrane u komercijalnom pogonu, sa snagom višom od 40 MWe. Jedino je uključena elektrana Dounreay DFR, u V. Britaniji, kao prototip brzom oplodnom reaktoru snage 13,5 MWe.

Literatura: Notiziario, № 2, feb. 1972. god.



Sl. 1 Perspektivni rajoni ležišta urana u Jugoslaviji

Na slici 1 su regionalno-perspektivna područja i perspektivni rajoni ležišta urana u Jugoslaviji.

Ove, smjele,prognoze potencijalnih uranovih rezervi u našoj zemlji bit će u budućnosti realnije, a ocjena perspektivnosti imat će solidniju osnovu, ukoliko se naš teren bude kompleksnije proučavao.

Današnje stanje istraženosti urana

Predviđa se da perspektivne geološke formacije za istraživanje urana iznose u našoj zemlji oko 170.000 km². Do sada je istraženo oko 65.000 km².

Stupanj istraženosti naših ležišta urana u smislu dokazivanja rudnih rezervi, posebno rezervi viših kategorija, relativno je nizak.

Program istraživačke djelatnosti u području geologije upućivao je na »stvaranje inventara« domaćih potencijalnih mogućnosti opskrbe naše zemlje vlastitim uranom, kao novom energetskom sirovinom. Otuda ekstenzivno istraživanje teritorija radi pronalaženja novih ležišta, uz izvjesno smanjenje ulaganja u istraživanje već otkrivenih ležišta. Ova koncepcija odrazila se na dosadašnji stupanj istraženosti urana i postigute rezultate.

Da bi se istovremeno mogla odrediti i ekonomska skala vrijednosti rezervi urana koje su do danas istražene, i njihov stupanj istraženosti, primijenjen je model tablice Svjetske konferencije za energiju, u kojoj se daju brojčani podaci.

U svijetu je praksa da se rezerve urana u uranovom koncentratu (U_3O_8) — početnoj sirovini nuklearnog goriva — svrstaju po cijeni izraženoj u dolarima po libri [$/Lb U_3O_8]*.

Za današnje nuklearne elektrane ekonomski su opravdane cijene uranovog koncentrata od 5 do 10$/Lb U_3O_8, a to je ujedno i raspon cijena koji odgovara uranu sa sadržajem *od 0,1%, i višim,* U_3O_8 u rudi. Za sadržaj *manji od 0,1%* U_3O_8 u rudi cijene uranovog koncentrata su preko 10$/Lb U_3O_8.

Prema tome, za današnje uvjete istraženosti domaćeg urana ekonomične su rezerve od 5.200 tona uranovog koncentrata na lokaciji Žirovski Vrh u SR Sloveniji i one spadaju u klasu cijena od 5 do 10$/Lb U_3O_8.

S obzirom na izvanredno brze i visoke trendove izgradnje nuklearne energetike u svijetu: 1971. godine 22.000 MWe, 1980. godine 300.000 MWe instalirane snage u nuklearnim elektranama, bila bi veoma prihvatljiva što bolja istraženost domaćih uranskih sirovina.

* I libra (Lb) = 0,454 kg.

Tablica 2

Socijalistička republika	Lokacija sa pojavama urana	Istražene rezerve urana u rudi sa sadržajem		Indic. i prorač. rezerve	Godišnje procjene	Ukupno rezerve
		višim od 0.1% U_3O_8 (tona)	0.01 do 0.1% U_3O_8 (tona)	(tona)		(tona)
1	2	3	4	5	6	7
Bosna i Hercegovina				N		N
Crna Gora						
Hrvatska						
Makedonija	Bajlovce			25		25
	Zletovska reka		655	600	1968.	1255
	Spančevo			N		N
	Preseka			N		N
	Podareš		70	N	1963.	70
	Karataš			N		N
	Lozanica			N		N
	Suvodol			N		N
	Štavica			N		N
	Crn Kamen			N		N
	Peštane			N		N
	Selce		92	N	1958.	92
			817	625		1442
Slovenija	Žirovski vrh	5200		10.000	1968.	15.200
Srbija	Iverak		351	N	1957.	351
	Bukulja		900	1000		1900
	Mezdreja		250	1000	1966.	1.250
	Dojkinci			N		N
	Barbeš			N		N
	Prisjan			N		N
	Slatinska reka			N		N
			1.501	2.000		3.501
Ukupno:	SFRJ	5200	2.318	12.625		19.943

N — nisu uvršteni istražni radovi.

Program eksploatacije istražene količine urana u SR Sloveniji

Uransko rudište zanimljivo za istraživanje na području Žirovskog Vrha dugačko je oko 17 km. Intenzivno se istražuje područje na površini od 2 km². Na tom području istražene rezerve iznose 5.200 tona, a za cjelokupno područje Žirovskog Vrha procijenjene su rezerve do 10.000 tona U_3O_8 u rudi. Uranska rudišta su nepravilna i za istraživanje zaliha za eksploataciju potrebna je velika gustoća istražnih radova.

Zbog veoma skupih istražnih radova u SR Sloveniji je odlučeno da se najprije podrobno dokažu zalihe do 2.000 tona U_3O_8, koje bi bile dovoljne za 10-godišnju proizvodnju od 200 tona U_3O_8 godišnje. Svake godine bi se ulagalo toliko sredstava da bi cjelokupne rezerve od 5.200 tona U_3O_8 bile eksploatirane za 25 godina.

Do danas je dokazano 1.200 tona U_3O_8 na nivou ekonomski opravdanom za iskopavanje. Istraživanja u 1972. i vjerojatno u polovini 1973. godine bit će dovoljna za dokazivanje preostalih zaliha do 2.000 tona U_3O_8 tako da mogu biti eksploatirane. Ostalih 3.200 tona U_3O_8 dokazivat će se detaljno, paralelno s radom rudnika.

U izradi je investicioni program izgradnje rudnika u Žirovskom Vrhu. Ruda koja će se iskopavati pretvarat će se poznatim tehnološkim postupcima u (industrijski zvani) »žuti kolač«, tj. u koncentrat koji sadrži 75% U_3O_8. Početak izgradnje rudnika se planira za 1973. a trajao bi do polovine 1975. godine, kada bi rudnik otpočeo s probnom proizvodnjom. Investicioni program se priprema u više varijanti, s obzirom na različite cijene U_3O_8 na svjetskom tržištu, tako da će investitor moći odabrati najoptimalnije rješenje.

Prema ZJE — D — 010/72. Rezerve urana u Jugoslaviji, Beograd 1972.

RECIPROČNI ODNOSI IZMEĐU ELEKTRICITETA I ČOVJEKOVE OKOLINE[1]

U programu rada Ekonomske komisije za Evropu, pitanje narušavanja prirode čovjekove okoline zauzima istaknuto mjesto. Odlukom J (XXVI) komisija je odlučila formirati jedan novi glavni pomoćni organ nazvan »Vladini savjetnici zemalja EKE za probleme čovjekove okoline«. Kako je već postojala »Radna grupa za probleme zagađivanja zraka«, odlukom L (XXVI), Komisija je odlučila da ta Radna grupa bude pomoćni organ novoosnovanog glavnog pomoćnog organa.

Ostali odgovarajući pomoćni organi Komisije, pa tako i Komitet za električnu energiju, imali su već prije upisan predmet »Čovjekova okolina« u svoj program rada. Tako npr. pomoćni organ Komiteta: »Grupa eksperata za elektrane«, priprema studiju o problemima zagađivanja zraka, vode, o buci itd. Međutim, uslijed sve veće preokupacije društva u vezi s narušavanjem prirode čovjekove okoline, pa i pritiska što ga društvo čini na pojedine grane industrije, na prijedlog delegacije Francuske Komitet je na svom XXX zasjedanju (1971. godine) odlučio, da osnuje jedan svoj novi pomoćni organ nazvan »Grupa eksperata za studij recipročnih odnosa između elektriciteta i čovjekove okoline«.

Ova Grupa eksperata sastala se je u svibnju 1972. godine, radi konstituiranja i izrade svog programa rada, što će ga podnijeti na usvajanje Komitetu na XXXI zasjedanju (studeni, 1972. godine). Za ovaj sastanak Sekretarijat Sektora za energiju EKE izradio je dokument iz kojega iznosimo izvadak o Glavnim problemima čovjekove okoline što ih izaziva razvoj industrije električne energije.

I. Električna energija i njena uloga u poboljšanju čovjekove okoline

Po sadašnjim predviđanjima potrošnja električne energije povećat će se 7 do 8 puta do kraja stoljeća, pokrivajući 45 do 50% potreba za energijom. Kroz ovo razdoblje svjetska populacija povećala bi se za 80% i dosegla krajem stoljeća oko 6,5 milijardi stanovnika. Ako se uzme u obzir samo situacija u Evropi, i to za kraće razdoblje (do 1985. godine), može se očekivati utrostručenje potrošnje električne energije. Ovo zahtijeva instalacije od oko 1,5 milijarde kW tj. oko milijardu kW više od postojećeg stanja. Za to će trebati da se izgradi oko 300 novih elektrana, s velikim jedinicama grupiranim u elektranama od preko 500 MW, što će zahtijevati investicije iznad 200 milijardi dolara po konstantnim cijenama. Od 6800 TWh predviđenih za potrošnju u Evropi u 1985. godini, oko 87% će biti proizvedeno u termoelektranama. Za to će biti potrebno 14,2 milijuna Tcal, što fosilnog i nuklearnog goriva, od čega će 30 do 40% biti transformirano u električnu energiju, a ostatak (oko 9 milijuna Tcal), nalazit će se u velikoj mjeri u okolini, tj. u zraku i vodi. Uvođenjem nuklearnih elektrana u elektroenergetske sisteme i njihovim brzim širenjem (od današnjih 3%, u ukupnoj proizvodnji električne energije, na 29% u 1985. godini) problemi njihovih smještaja uslijed velikih jediničnih snaga grupiranih u velikim elektranama, uvjetovat će njihov smještaj daleko od potrošačkih centara, što će zahtijevati razvoj interkonekcijskih mreža i prijelaza od sadašnjih 380—400 kV na 765 kV (napon normiran po Međunarodnoj elektrotehničkoj komisiji — CEI) a po mišljenju nekih eksperata i iznad 1000 kV (transverzalna sekcija koridora smanjuje se od 2 m²/MW na 0,8 m²/MW, sa povećanjem napona od 380 kV na 1500 kV), kod kojih napona treba paziti na veće efekte elektromagnetskih polja.

Proces pogoršanja prirode čovjekove okoline ubrzan je u velikoj mjeri, pa se posvuda dižu glasovi kojima se traži smanjenje ili zaustavljanje te degradacije. Zagađivanje zraka ili vode, pogoršanje pejsaža ili korelacije koja izgleda da se fatalno utvrđuje između povećanja nacionalnog dohotka i povećanja otpadaka, izgleda da su tek mali dio problema. Problem je mnogo širi i kompleksniji i zahtijeva usklađeniji razvoj društva. U toku je preciziranje politike o čovjekovoj okolini kojoj su temelj nove vrijednosti socijalnog i ekonomskog karaktera. Svrha ekonomskog rasta gubi na svojoj vrijednosti uvođenjem novih zamisli o blagostanju.

Svi tehnološki projekti koji prijete da poremete ekološku ravnotežu naići će na povećane poteškoće. To se tiče i elektroprivrede. Za bolje upoznavanje prirode i mjera što ih valja poduzeti, treba da se što objektivnije i što je moguće točnije studira škodljivost što je može prouzrokovati industrija električne energije. Da bi se zadovoljila ograničenja u narušavanju prirode čovjekove okoline bit će potrebna veća investiciona ulaganja i troškovi eksploatacije u elektroprivredi nego što su bila do sada.

Električna energija ima, bez sumnje, prednosti što se tiče zaštite čovjekove okoline. Ona je »čista« u stadiju korištenja, ali je »nečista« u stadiju proizvodnje (zagađivanje zraka i vode, radioaktivni otpaci, buka), i transporta (prostori — koridori za dalekovode, elektromagnetska polja, estetika dalekovoda). Glavni izvori zagađivanja u urbanim sredinama jesu grijanje prostorija i automobili. Do sada se je električna energija malo koristila za grijanje prostorija (u nekim zemljama, osim u Norveškoj, ni 10% stanova ne koristi električnu energiju za grijanje prostorija), ali bi njena veća upotreba smanjila zagađivanje. Najopasniji su za čovjekovu okolinu automobili. Veliki se napori ulažu da bi automobili što manje zagađivali zrak. Najbolje rješenje bi bilo automobili na električni pogon, što za sada zbog slabog specifičnog kapaciteta akumulatora ne dolazi u obzir.

II. Zagađivanje zraka iz termoelektrana

Sagorjeli ugljen u termoelektranama (a u manjoj mjeri i teška tekuća goriva) sadrži nesagorive produkte osjetljive da bi se transformirali u šljaku i

[1] Ovaj članak je sastavljen na temelju radnih dokumenata Komiteta za električnu energiju, Ekonomske komisije za Evropu — OUN: EP/393; EP/399 i EP/ENV (1) crpi uglavnom podatke iz elaborata koji nose oznaku: ST/ECE/AIR-POLL (1).

leteći pepeo (sadržaj pepela u ugljenu je od 5 do 20%, a onaj iz tekućeg goriva ne prelazi 0,2%). Suvišak kisika kod velikih, modernih kotlova (0,2 do 0,6%) ograničava stvaranje sumpornog oksida umanjujući tako i opasnost korozije. Reguliranje zraka treba da bude predmet vrlo precizne kontrole da bi se izbjeglo prisustvo nesagorivih, plinovitih (CO, H_2) ili čvrstih u gorivom plinu. Zbog toga su kod novijih kotlova instalirani vrlo precizni informativni sistemi koji upravljaju izgaranjem.

Tehnologija otprašivanja je dosta dobro svladana. Upotrebljavaju se mehanički (stupanj djelovanja ne prelazi 80%) i elektrostatički otprašivači (stupanj djelovanja može postići vrijednost i od 99,9%). Glavni nedostatak elektrostatičkih otprašivača je visoka cijena koja naglo raste s povećanjem stupnja djelovanja) za stupanj djelovanja od 99% potrebne su investicije reda 4,5 dolara za kV a to je 2 do 3% od ukupnih investicijskih ulaganja u elektranu).

Ako je izgaranje s jednim suviškom zraka, glavni plinski proizvod izgaranja je CO_2 (neotrovan plin bez mirisa i boje), ali ako je izgaranje nepotpuno, uslijed pomanjkanja zraka, umjesto CO_2 se proizvodi CO (to je vrlo otrovan plin, jer udisanje zraka od 1000 p.p.m. CO može izazvati smrt anoksijom) koji, srećom, teži da se digne u više slojeve atmosfere gdje se pretvara u CO_2, ali čiji ritam dobro ne poznajemo. Ovdje treba spomenuti da je i samom proizvođaču energije stalo do toga da ugljični kisik izgori i da ne ode u atmosferu.

Druga briga su oksidi azota. Proces izgaranje na visokim temperaturama (višim od 1300°C) pruža mogućnost proizvodnji NO počevši od azota zraka. Kod srednjih temperatura u kotlovima termoelektrana relativno je slaba količina NO koja bi se tu mogla proizvesti. Hlađenje plinskog goriva pruža mogućnost transformacije NO u NO_2, koji upijajući radijacije sunčanog spektra od modrog do ultravioletnog, proizvodi fotokemijske reakcije koje vode k proizvodnji atomskog kisika (0). Ovaj, u kombinaciji sa molekularnim kisikom (O_2) proizvodi ozon (O_3). Vidan rezultat ove fotokemijske transformacije je specifična magla tzv. »smog«. Oksidi azota lako prodiru u krv udisanjem, te imaju na hemoglobin efekt sličan CO, ali škodljiviji kod iste koncentracije. Stvaranje oksida azota u kotlovima može biti smanjen za 50%, vršeći izgaranje u dva stepena (u prvom se injektira samo 90 do 95% zraka). Ekonomske posljedice nisu značajne kod modernih instalacija.

Daljnja briga su oksidi sumpora. Sumporni dioksid (SO_2) i, u manjoj mjeri, SO_3 su proizvodi izgaranja sumpora ili njegovih organskih sastava sadržanih u gorivima koja se upotrebljavaju u termoelektranama. To daje atmosferi koncentracije SO_2, i to u nižim slojevima, na što su vrlo osjetljivi ljudski organizmi, a posebno biljke (udisanje zraka koji sadrži više od 1 p.p.m. SO_2 — 3 mg/m³ — može prouzrokovati značajno oštećenje dišnog sistema, a biljke se mogu oštetiti već kod koncentracije od 0,2 p.p.m. SO_2). U zraku zagađenom sumporastim nečistoćama nalazi se aerosol sumporaste kiseline i sumporne kiseline koji mogu izazvati smetnje u probavnom traktu, zubima i očima. Oni ubrzavaju i proces korozije. Sadržaj sumpora u gorivima jako varira. U studijima elektroprivrede nekih zemalja utvrdilo se da su troškovi eliminacije od 30 do 40% sadržaja sumpora iz ugljena reda 0,025 dolarskih centi po kWh, uključujući tu i troškove za investicije.

Malosumporasta nafta je vrlo rijetka (12 do 15%) pa je tražena na tržištu. Sadržaj sumpora nafte teži koncentraciji u težim produktima tijekom destilacije (on varira u gorivom talogu između 0,2 i 5,2% težine već prema podrijetlu sirove nafte). Sada se desulfuracija vrši samo na destiliranim proizvodima i troškovi su funkcija sadržine sumpora u nafti, (informativno, za desulfuraciju od oko 75% treba 5 do 6 dolara po toni težine sa 3% sumpora i 3 do 4 dolara pa sadržini od 1,5%).

Za svaki postotak sumpora u gorivu emitira se 4,6 ili 6,5 grama SO_2 po kWh, već prema tome radi li se o nafti, ili ugljenu (5600 do 6700 cal/gr). Polazeći od ovih podataka dolazimo do toga da je svjetsko izbacivanje SO_2 (slijedom proizvodnje električne energije) reda 22 milijuna tona godišnje. Prema nekim procjenama, godišnje rasipanje sumpora u atmosferi je oko 60 milijuna tona, tako da udio elektrana u tome iznosi oko 36%.

Po mjestu desulfuracije nesumnjivo je, da je prednost u sulfuraciji goriva a ne već uplinjenog goriva jer tako izbjegavamo zagađivanje kroz rasute izvore (pojedinačno grijanje, automobili, itd.) što je inače teško kontrolirati. Za desulfuraciju je sada razvijeno više procesa, ali njihovu industrijsku primjenu treba još dokazati. S druge strane slabo su poznati njeni investicioni troškovi (navode se cifre između 4 i 77 dolara po kW za procese desulfuracije plina).

Visoki dimnjaci termoelektrana ne reduciraju količinu zagađivača emitiranih u atmosferu (sumpora ili nečeg drugog), već samo umanjuju koncentraciju na nivou tla, a procjenjuju se da troškovi dimnjaka iznose 1% investicija elektrane. Osim toga, efikasnost dimnjaka ovisi o atmosferskim uvjetima. Potrebno bi bilo, dakle, da termoelektrane imaju stokove jednog »čišćeg« goriva koji bi se upotrebljavali kada atmosferski uvjeti nisu pogodni za difuziju emitiranih produkata.

III. Eliminacija topline

Pretežni dio proizvodnje električne energije je toplinskog podrijetla (u Evropi, u 1970. godini 75%, a za 1985. godinu predviđa se 87%), a stupanj transformacije za elektrane koje su sada u pogonu je od 30 do 40%. Sadašnja proizvodnja električne energije izaziva degažiranje količine topline u okolinu (u zrak ili u vodu putem rashlađivača) od oko 3 milijuna Tcal/god. U klasičnoj termoelektrani hlađenoj otvorenim ciklusom (voda kondenzacije otječe u rijeku, rezervoar ili more) gubici topline se smještaju između zagrijavanja vode za rashlađivanje (45%), bijega kroz dimnjak (14%) i raznih drugih bijegova (3%). Kod sadašnjih nuklearnih elektrana toplinski gubici su veći i skoro se u cjelosti koncentriraju u vodi za hlađenje (oni su za 40 do 60% veći nego u klasičnoj elektrani). Budući reaktori s visokim temperaturama kao i brideri, smanjit će ove razlike.

Kod ovako velikog degažiranja topline, ako je ograničena raspoloživost vode, dolazi do povećanja srednje temperature vode koja može znatno modificirati ekološku ravnotežu, ako se pređe određeni nivo. Još nisu dobro prostudirani efekti promjene temperature na vodenu sredinu.[2]

Ograničenost povećanja temperature rijeka i jezera, kao i povećanje potražnje vode za hlađenje, općenito će ograničiti rashlađivanje u otvorenom ciklusu samo na elektrane koje su smještene uz obalu mora. U ostalim slučajevima valja pribjeći tornjevima ili rezervoarima za rashlađivanje.

Za otvoreni ciklus rashlađivanja klasične termoelektrane može se uzeti da treba raspolagati sa 3 do 3,5 m^3 vode u sekundi i po 100 MW, dakle oko 125 lit/kWh, pri čemu je stvarno potrošeno nešto više od 1 litre.

Tornjevi za rashlađivanje zahtijevaju oko 50 puta manju količinu vode za rashlađivanje, ali je količina potrošene vode 2 do 3 litre/kWh. Osim toga tornjevi su vrlo skupi, nisu u skladu sa okolinom, a jer rade evaporacijom, mogu izazvati i zagađivanje atmosfere što je osobito škodljivo, ako se radi slanim vodama.

Slijedeća tablica daje komparativne troškove sistema za rashlađivanje vode za termoelektrane za jedinice iznad 600 MW u USA dolarima po kW (uz napomenu za rezervoare za rashlađivanje da mogu posluživati instalirane snage od 1200 do 2000 MW).

Sistem rashlađivanja	Klasične TE	NE
Otvoreni ciklus	2 do 3	3 do 5
Rezervoari za rashlađivanje	4 do 6	6 do 9
Tornjevi za rashlađivanje:		
— prisilni propuh	5 do 8	8 do 11
— prirodni propuh	6 do 9	9 do 13

IV. Odlaganje radioaktivnih otpadaka

Rizik odlaganja radioaktivnih produkata čini proizvodnju elektro-nuklearne energije opasnijom od ostalih oblika proizvodnje električne energije, zbog čega je nuklearna tehnologija bila primorana donijeti od samog početka osobito brižljive dispozitive sigurnosti. Nijedna industrijska grana ne raspolaže sa tako moćnim zaštitnim sredstvima čovjekove okoline kao što su u elektro-nuklearnoj proizvodnji. Do sada upotrebljene mjere sigurnosti u elektranama u pogonu, pokazale su se zadovoljavajuće, jer statistike ne pokazuju incidente koji bi izazivali štete izvan elektrane.

Radioaktivnost nije isključivo pojava nuklearnih instalacija. Osim kozmičkog zračenja postoji radioaktivnost proizvedena radio-elementima razasutim u prirodi, od čega se u čovječjem tijelu osobito nalaze ugljik — 14 i kalij — 40 (srednja godišnja doza koju prima pučanstvo ovom prirodnom radioaktivnosti iznosi 125 milirena, od čega 40% odgovara kozmičkom zračenju).

Međunarodna komisija za radiološku zaštitu je odredila dozu od 5 rema koju pučanstvo ne smije u 30 godina nadmašiti iz umjetnih izvora. Sadašnje izlaganje nije više od 1% ove cifre. Još smo daleko od granice koju je odredila Komisija, ali ipak, značajni predviđeni razvoj u proizvodnji elektro-nuklearne energije, kao i za druge primjene atoma, zahtijevaju da se postupa oprezno, iziskujući strogu kontrolu o nivou radioaktivnosti okoline. Procjene najavljuju da će po pučanstvu primljena doza krajem stoljeća, uslijed elektro-nuklearne proizvodnje, biti 1% doze prirodne radioaktivnosti (ova procjena ne predviđa incidente u eksploataciji elektrana ili u rukovanju s radioaktavnim otpacima).

Buduća evropska proizvodnja električne energije nuklearnog podrijetla (koja se predviđa da će oko 1985. godine iznositi oko 80 milijuna MW/dan) zahtijeva oko 240 milijuna termičkih MW/dan. Ako se uzme stopa radijacije goriva od 30 000 MW/dan i po toni, u 1985. godini će se proizvesti oko 8000 tona goriva izračenog u godini s ukupnom radioaktivnošću više od 30 milijardi Ci (kuri). Više od 99,9% fisionih produkata zadržani su u gorivim elementima i nisu odmah izdvojeni, nego tek kasnije u tvornicama za preradu gorivih elemenata. Većina fisionih produkata ima vrlo kratak vijek postigavši stabilitet čak prije nego uđu u tvornice za preradu, za vrijeme »rashlađivanja« u bazenu elektrane (3 do 4 mjeseca).

Eliminacija radioaktivnih otpadaka što ih daje industrija elektro-nuklearne energije, izaziva probleme čiji će se značaj povećati s opvećanjem proizvodnje električne energije nuklearnog podrijetla. Postoje dvije alternative za eliminaciju radioaktivnih otpadaka: ili ih koncentrirati i zatim stokirati, ili ih razrijediti i razasuti u atmosferu ili u vodene tokove. Posebnu pažnju valja pokloniti radio-elementima na dugo razdoblje. Radio-izotopi kao što su Sr-90 ili Cs-137, sa razdobljem reda 30 godina, čija će aktivnost, prema tome, biti 1000 puta slabija u 300 godina, mogli bi (strogo uzevši) biti držani van domašaja biološkog ciklusa. Međutim, drugačije se postavlja problem kada treba garantirati nepropustivo stokiranje kroz stotine tisuća godina, a takav je slučaj za elemente s vrlo dugim razdobljem kao što je Pn-239 (24000 godina) ili I-129 (17 milijuna godina).

Ovaj posljednji, sa Kr-85 i sa tritiumom (iako u stvari nije fisioni produkt, već se dobiva aktivacijom vode za rashlađivanje) sačinjavaju najznačajniju grupu radio-izotopa sa dugim vijekom trajanja što ih upuštaju u biosferu nuklearne industrije. Slaba sadašnja koncentracija ne dozvoljava da se govori o stvarnom riziku, ipak (dugoročno) situacija bi mogla postati kritična, uslijed brzog razvoja nuklearne industrije. Najaktivniji ostaci koncentrirani su i stokirani za neko vrijeme, te rashlađivani da bi se izvukla toplina prouzrokovana procesom dezintegracije. Nakon toga oni su zgusnuti prema raznim postupcima i smješteni u primjerne posude za definitivno stokiranje (na dnu mora ili u podzemnim spremištima).

Neki pravilnici posebno traže da napunjene posude imaju minimalnu specifičnu težinu od 1,2, i da su smještene ispod 2000 m. Ukupna radioaktivnost uslijed otpadaka (koji su do sada položeni na dno mora) reda

[2] Komitet za električnu energiju započeo studirati po ovom predmetu. Jedna je takva studija publicirana u knjizi IX. serije: »Problemi projektiranja i eksploatacije termoelektrana«, pod oznakom ST/ECE/EP/23.

je 10^5 Ci, što je zanemarivo, ako se usporedi sa prirodnom radioaktivnošću oceana (10^{11} Ci). Podzemno odlaganje u rudnicima soli pokazalo se kao rješenje koje najviše obećava, jer se radi o geološkim formacijama nedostupnim podzemnim vodenim tokovima, i koje dozvoljavaju bušenje velikih prostora, dovoljno plastičnih, bez pukotina i sa dobrim svojstvima toplinske vodljivosti. Degažman radioaktivnih produkata obično prelazi okvir jedne zemlje i postaje međunarodni problem. To je naročito slučaj kod emisije plina u atmosferu iz elektrana koje su smještene blizu granica ili kod puštanja tekućih efluenata u međunarodne tokove voda. Međunarodne konvencije trebat će da utvrde za svaku zemlju maksimalnu količinu radioaktivnih otpadaka da rijeke i atmosfera zone ne pređu dozvoljeni nivo radioaktivnosti. Isto će tako, međunarodna suradnja biti potrebna u vezi sa stokiranjem radioaktivnih otpadaka, jer im posebni geološki i hidrološki uvjeti u nekim zemljama neće omogućiti stokiranje svih radioaktivnih otpadaka.

V. Zauzimanje prostora

Ne bi se moglo zaključiti da je smještaj elektrana uvijek degradacija okoline. Izgradnja brane npr. donosi i neke prednosti okolini (kontrola i regulacija vodnih valova i stvaranje vodne površine koja valorizira estetiku pejzaža; korištenje umjetnog jezera za nautički sport i ribarenje). Nažalost, hidro resussi za proizvodnju električne energije praktično su u Evropi iscrpljeni pa će se u budućnosti graditi samo klasične termoelektrane i nuklearne elektrane, da bi se zadovoljile rastuće potrebe za električnom energijom.

Tijekom godina birao se smještaj za termoelektrane, vodeći računa o raspoloživosti vode za rashlađivanje i o što lakšem snabdijevanju gorivom. Uvođenjem nuklearnih elektrana i tornjeva za rashlađivanje došlo se je do veće slobode u pogledu smještaja elektrana, ali i do novih ograničenja u vezi sa čovjekovom okolinom. Ubuduće će trebati da što je više moguće harmoniraju građevine elektrana sa pejzažom.

Jedan ekvilibrirani razmještaj volumena, pa i sam izbor građevinskog materijala, može igrati cdlučujuću ulogu u estetskom izgledu cjeline. U tom pogledu nuklearne elektrane pružaju prednosti, čišće su, nemaju visokih dimnjaka, ne zahtijevaju velika spremišta za gorivo i ne akumuliraju veliki volumen otpadaka.

Izgradnja elektrana blizu velikih centara potrošnje predstavlja ekonomsku potrebu ali se povećavaju i efekti zagađivanja. I u tom pogledu nuklearne elektrane imaju prednosti. Zahvaljujući sadašnjim mjerama zaštite i sigurnosti eksploatacije skoro je nemoguće da bi došlo do degažiranja radioaktivnosti. Međutim, treba uzeti u razmatranje slučajeve kao što su sabotaža, eksplozija neke obližnje tvornice ili pad nekog zračnog ratnog predmeta. Toga radi daje se prednost podzemnom smještaju elektrane, no mišljenja stručnjaka su u tome podvojena.

Estetika i zauzimanje prostora glavni su problemi okoline koje izaziva prijenos električne energije. Kabeli predstavljaju jedno rješenje, ali se tu pojavljuju poteškoće ekonomskog karaktera (trošak podzemnog voda je 8 do 12 puta veći nego zračnog od 138 kV, i 15 puta veći ako se radi o naponu od 345 kV). Međutim i izgled nadzemnih vodova može se znatno poboljšati (pravilan izbor trase u vezi sa sadašnjim i predviđenim budućim korištenjem zemljišta, smanjenje broja kuloara i njihovih poprečnih sekcija, primjenom sve većih napona i gustoće, grupiranje dalekovoda, pa i samo oblikovanje stupova). Neke elektromagnetske pojave mogu također štetiti okolini. Tu se mogu navesti smetnje koje mogu pretrpjeti radiofonski i televizijski prijenosi zbog jakih magnetskih polja što ih stvaraju dalekovodi s vrlo visokim naponima. S druge strane, kvarovi koji nastaju u visokonaponskim mrežama obično su zemni kvarovi, sa povratkom struje kratkog spoja kroz zemlju, što može imati opasne posljedice za osobe ili životinje koje se nalaze u blizini. Visoke struje kratkog spoja mogu izazvati smetnje u telefonskim strujnim krugovima ili u kanalizaciji.

Pogledom na estetiku i na sigurnost eksploatacije najpogodnije rješenje za distributivnu mrežu predstavlja podzemna kanalizacija, iako i tu možemo imati poteškoća (poplava). Ovo je rješenje uvijek skupo, troškovi investicija jedne podzemne mreže instalirane u jednoj novoj stambenoj zoni mogu predstavljati 1 do 1,5 puta troška za ekvivalentnu nadzemnu mrežu.

VI. Zaključci i prijedlozi

Jedino veliki napor u istraživanjima i razvoju tehnologije može učiniti složivim rastuće potrebe za energijom, za zaštitu prirode čovjekove okoline i ekonomsku ekspanziju. Bit će potrebno planirati čovjekovu okolinu i energiju na temelju što je moguće preciznije analize troškova koji nastaju i koristi koja se ima dobiti. Izgleda da je električna energija (najrazvijeniji oblik industrijske energije) pozvana da odigra značajnu ulogu u tom pogledu, unutar energetskog područja.

U okviru vladinih politika posebnu bi pažnju trebalo pokloniti slijedećim pitanjima: poboljšanju stupnja djelovanja termodinamičkog ciklusa elektrana da bi se smanjili toplinski gubici, osobito u nuklearnoj proizvodnji; razvoju tehnologije čistih goriva; — rekuperaciji otpadaka elektrana (sumpor, radio izotopi); — prijenosu sa vrlo visokim naponima te podzemnoj mreži; — industrijskoj eksploataciji novih postupaka za direktnu pretvorbu energije; — grijanju električnom energijom; — elektrifikaciji transporta.

Svi realistički regulativi koji teže da zaštite čovjekovu okolinu moraju voditi računa o sadašnjem nivou tehnologije kao i o mogućnostima razvoja. U nekim slučajevima lako je utvrditi ekonomsku procjenu jer zaštita čovjekove okoline izaziva tehničke probleme koji su potpuno riješivi bilo sadašnjom tehnologijom bilo poslije istraživačkog radi čiji se rezultati mogu predvidjeti. S druge strane, zaštita čovjekove okoline traži znatne istraživačke napore čiji se rezultati kao i ekonomske posljedice teško mogu odmah predvidjeti.

Odgovorni u industriji električne energije zainteresirani su da pristupe razmjeni i tehno-ekonomskim informacijama kao i da uspostave suradnju recipročnih odnosa između električne energije i čovjekove okoline. U tom pogledu mogla bi biti korisna analiza slijedećih predmeta u Komitetu za električnu energiju: — ekonomskih i tehničkih problema grijanja putem električne energije; — tehno-ekonomskih mogućnosti korištenja električnog transporta i posebno automobila na električni pogon; — provedbe prednosti i nepogodnosti koju pruža desulfuracija goriva ili plinskog goriva; — razvoju kombinirane topline i električne energije u svijetlu nove politike zaštite čovjekove okoline; — prednosti i nepogodnosti elektro-nuklearne proizvodnje prema zaštiti čovjekove okoline; — ekonomskih problema i međunarodne suradnje na području upravljanja i stokiranja radioaktivnih otpadaka; — poredbene analize raznih postupaka rashlađivanja koji su sada u upotrebi ili se predviđaju; — efekata toplinskog dešaržiranja na vodne tokove te sredstva da se spriječe ili smanje štetnosti koje mogu uslijediti; — međunarodnih regulativa u području zagađivanja atmosfere, povećanja temperature vodnih tokova i radioaktivnih elemenata; — izboru smještaja elektrana; — dispozicije kuloara za transport i izbor konstrukcijskih elemenata za dalekovode, vodeći računa o ograničenjima okoline, i analiza razvoja podzemnih mreža za distribuciju električne energije.

Pripremio: *Drago MIJIĆ*, dipl. ing.

Transformatori za najviše napone i njihove granične snage

Razvoj i izgradnja transformatora ovisi o razvoju prijenosa, jer je transformator najvažniji element svakog prijenosnog sistema. Studijski komitet br. 33 CIGRÉ za koordinaciju izolacije uzeo je u razmatranje kao najviše pogonske napone 1100 kV, 1300 kV i 1500 kV koji bi došli u obzir iznad standardiziranih 765 kV. Budući da se prirodne snage kod navedenih napona kreću od 4000 do 8000 MW jasno proizlazi da transformatorske jedinice također treba prilagoditi toj snazi. Naravno da pri tom treba voditi računa o transportnim mogućnostima i ekonomičnosti konstrukcije. Proizvođači transformatora imaju s jedne strane zadatak da razviju konstrukcije za sve više napone, a s druge strane, da što je moguće više, snize težinu transformatora po MVA.

Problemi koji se susreću općenito kod transformatora kao npr. čvrstoća prema silama kratkog spoja, svladavanje dodatnih gubitaka u konstruktivnim dijelovima i ugrijavanje namota, neće se ovdje dalje razmatrati, već samo specifični problemi transformatora najviših napona.

Kod odabiranja izolacije za transformatore najvećih snaga treba biti načisto s time da povećanje izolacije bilo prema kojem zahtjevu smanjuje graničnu snagu transformatora s obzirom na transportne mogućnosti.

Zbog toga je u svakom slučaju potrebno upotrijebiti sve mjere da se smanje opasni prenaponi, a time i potrebni podnosivi naponi.

Svaka mjera za sniženje napona normalne frekvencije kao npr. prigušnice, redoslijed iskapčanja prekidača i slično, donosi dvostruku korist za odmjerivanje izolacije transformatora, budući da dopušta smanjenje ispitnog napona, a također i nazivnog napona odvodnika, a time i nivoa podnosivog napona.

Da se smanje preopterećenja i prorada odvodnika prenapona, treba napone sklapanja držati ispod proradnog napona odvodnika.

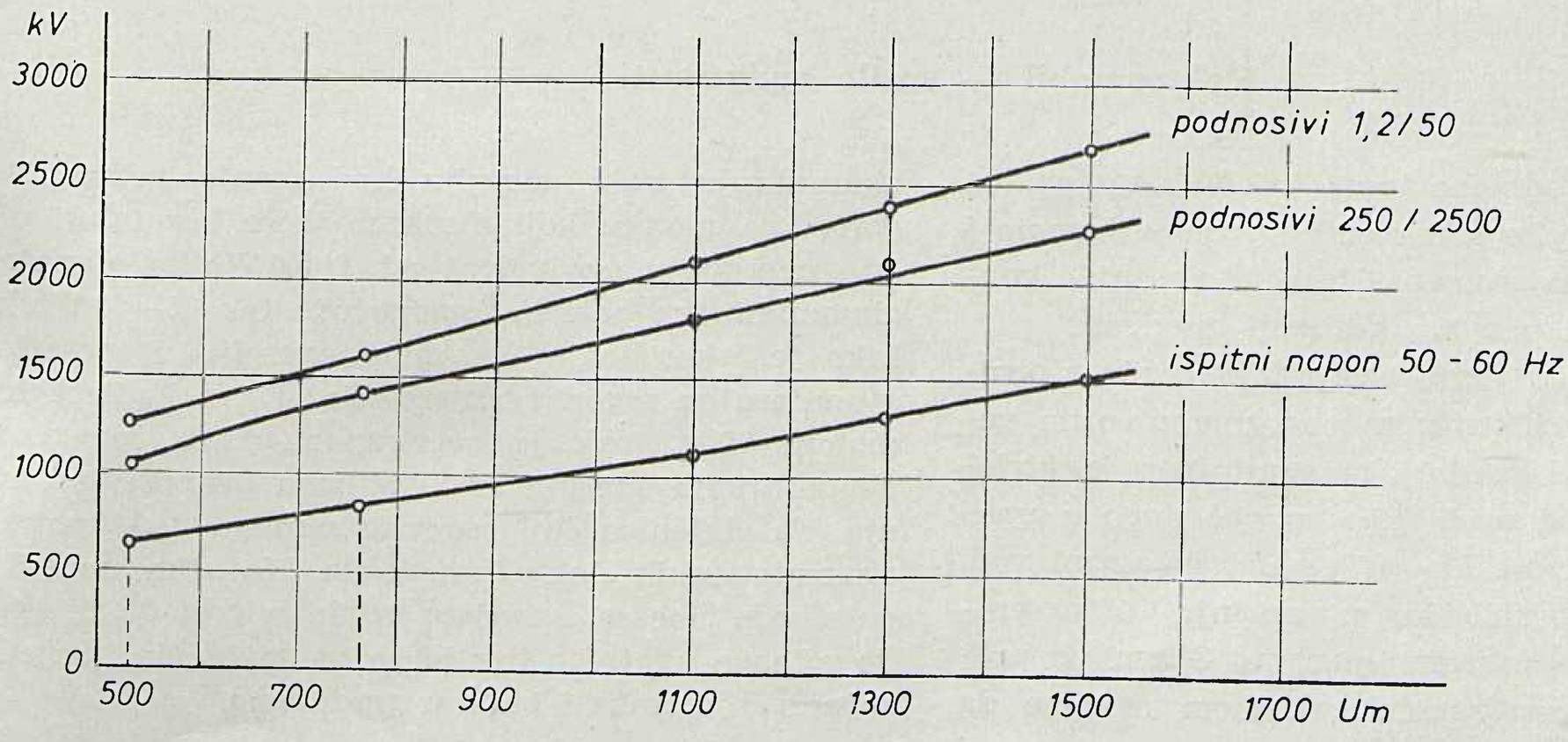
Nazivni napon odvodnika odabire se prema visini napona zdrave faze prema zemlji kod zemljospoja. Ona je prema najnovijoj preporuci IEC — komiteta TO 28 karakterizirana koeficijentom zemnog spoja. To je odnos napona (ind. frekvencije) zdrave faze prema zemlji kod zemnog spoja jedne faze trofaznog sistema, prema naponu faze prema zemlji u zdravom sistemu.

Za buduće, najviše pogonske napone uz odabrane koeficijente zemnog spoja proizlaze nazivni naponi odvodnika prenapona. Prema tehničkim mogućnostima današnjih odvodnika, određeni su ostatni najviši naponi. Ove je vrijednosti preporučio već spomenuti studijski komitet br. 33, CIGRÉ, a uneseni su u tablicu.

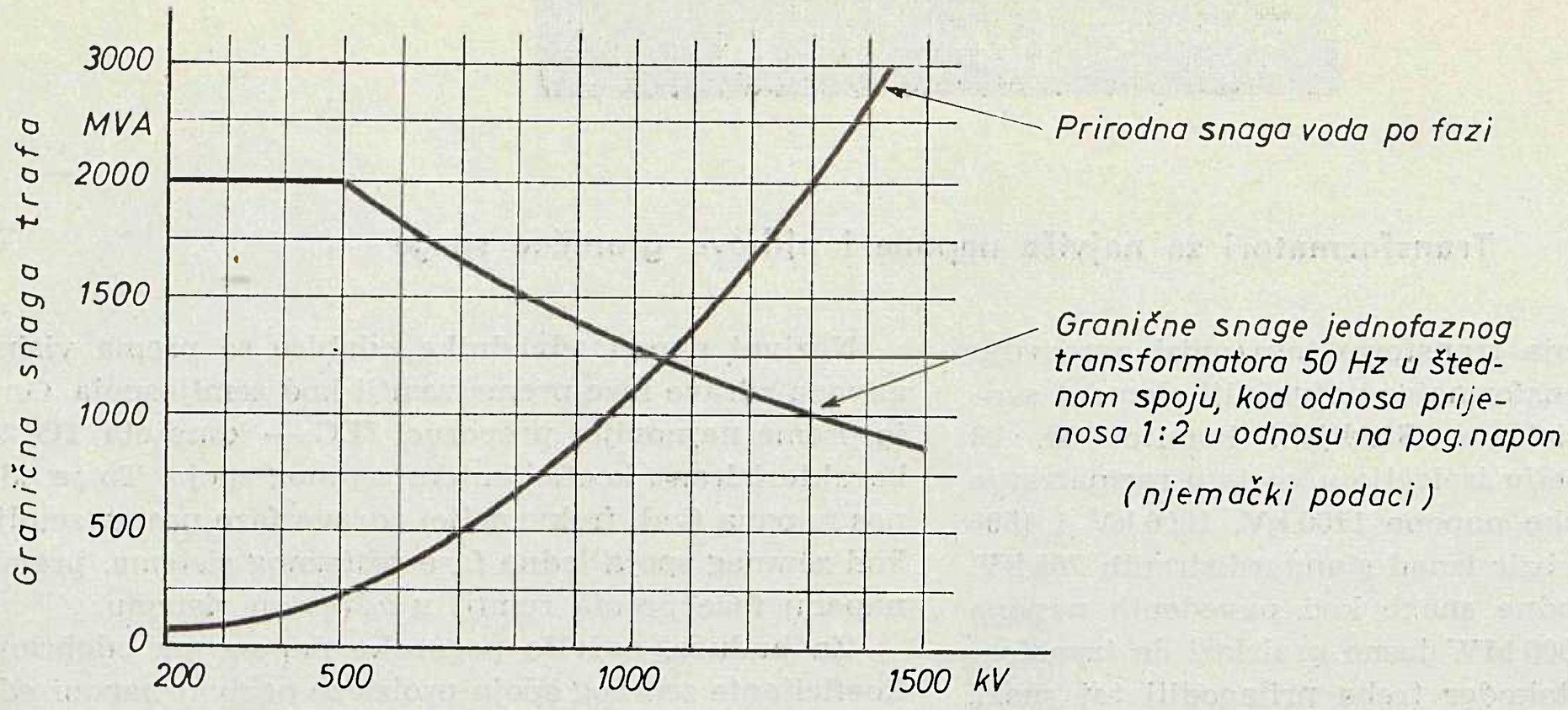
Najviši pogonski napon kV U_m	765	1100	1300	1500
Koeficijent zemnog spoja	1,3	1,3	1,25	1,2
Nazivni efektivni napon odvodnika kV	575	130	935	1040
Najviši ostatni napon odvodnika za sklopne prenapone	1135	1570	1770	1980
Najviši ostatni napon odvodnika za udarne prenapone	1300	1800	2040	2280

Vrijednosti prema preporukama komiteta 33 CIGRE

Na temelju tih podataka Komitet je odredio vrijednosti podnosivih udarnih napona oblika 1,2/50 i podnosivih sklopnih prenapona oblika 250/2500, koje moraju izdržati transformator i aparati. Dvije gornje krivulje na slici daju odnose navedenih podnosivih napona. Najdonja krivulja pak daje niz jednominutnih ispitnih napona kako ih preporučuju njemački stručnjaci. Vrijednosti su odabrane tako da transformator sigurno izdrži prenapone kod zemnog spoja. Iznad 1100 kV ispitni bi naponi bili jednaki maksimalnim pogonskim, jer su još uvijek u skladu s podnosivim, budući da su oni još osjetno ispod fizikalno dopustivih napona 1,7 odnosno 1,4 puta veće tjemene vrijednosti napona normalne frekvencije.



Slika 1



Slika 2

U naponskom području iznad 765 kV, zbog transportnih mogućnosti transformatori se grade u jednofaznoj izvedbi. Budući da se snaga transformatora želi prilagoditi prirodnoj snazi prijenosnog voda, više se ne može planirati transport željeznicom, već prvenstveno treba računati na prijevoz vodom. Za generatorske transformatore to u budućnosti neće biti teško, budući da će velike elektrane (2000 MVA i više) i onako zbog hlađenja morati stajati na velikim i plovnim rijekama ili na moru. Svakako, da će se morati računati i na dijelu puta (tvornica — luka) i sa cestovnim prijevozom. Cestovni će prijevoz doći do izražaja naročito kod prijevoza mrežnih transformatora u stanice. No, pokazalo se da postoji upravo težnja za velikim generatorskim transformatorima, dok se za mrežne transformatore obično traže jedinice manjih snaga. Vjerojatno će takva tendencija ostati i kod najviših napona.

Prema današnjem stanju tehnike moguće je za 765 kV izgraditi jednofazne jedinice 660 MVA. Time se dobije trofazna jedinica snage 2000 MVA, a to je upravo prirodna snaga voda 765 kV. Upravo se u Nürnbergu gradi eksperimentalni transformator 1200 kV, 400 MVA. Prema tome bi se izgradio transformator u štednom spoju 1200/525 kV, 1100 MVA (trofazno 3300 MVA). Bez izolatora imao bi dimenzije 4,75 × 15,2 visine 5,75 m s izolatorima 16,10 m. To bi bio granični transformator za 50 Hz koji bi se mogao prevesti cestom i vodom. Za za 1200 kV je prirodna snaga 5000 MW pa jedna takva kompletna jedinica od 3300 MVA ne bi bila dovoljna.

Prema nacrtanom dijagramu, sl. 2 se vidi da se negdje iznad 1100 kV ne može izaći samo s jednom jedinicom po vodu, a kod 1500 kV, gdje je prirodna trofazna snaga oko 8000 MW, trebalo bi tri kompletne jedinice jednofaznih transformatora granične snage 900 MVA (3 × 3 × 900 MVA). Za frekvenciju 60 Hz, koja se upotrebljava u Americi, granične snage mogu biti po prilici 20% veće.

Ako se želi u nekoj elektrani transformirati snagu direktno na najviše napone, ne mogu se upotrijebiti transformatori u štednom spoju već oni s odjeljenim namotajima. Granična snaga takvih transformatora iznosi tek 70%, onih u štednom spoju, pa za takav slučaj treba više kompletnih trofaznih grupa.

Proizvođači transformatora smatraju, da je s gledišta gradnje transformatora, još moguće ostvariti prijenos sa 1500 kV.

Prema: Elsner

Vorstellungen und Probleme beim
Bau von Höcshstspannungstransformatoren
ETZ 1971, br. 12

B. Markovčić

Elektromobil — vozilo budućnosti

U siječnju 1972. održano je u Zürichu savjetovanje o mogućnosti upotrebe električnih vozila u javnom i privatnom gradskom prometu. Neke interesantne konstatacije iznijete su u ovom kratkom pregledu.

U pitanju su dvije vrste električnih vozila s obzirom na napajanje električnom energijom: vozila vezana za vozni vod i vozila s akumuliranom električnom energijom. Kod prvi, koja su već dugo u upotrebi, mana je u tome što su vezana na vozni vod, dok su druga posve slobodna u kretanju, ali ograničena u količini akumulirane energije. Glavni je problem vozila s akumuliranom energijom u tome da akumuliraju veću energiju kod manje težine. Dok gorivo za motore koji direktno troše benzin ili ulje ima energetski ekvivalent od 11600 Wh/kp, današnje akumulatorske baterije omogućuju tek 30—50 Wh/kp. Iako je iskorištenje navedene energije u motorima s unutarnjim sagorijevanjem tek 20%, a kod elektromotora 70%, ipak je sveukupno uzevši mogućnost akumuliranja energije u baterijama neuporedivo manja. Ta činjenica čini osnovni problem kod upotrebe akumulatorskih električnih vozila. Međutim, unatoč te poteškoće čine se u svijetu veliki napori da bi došlo do njihove upotrebe, jer bi se na taj način spriječilo zagađivanje zraka i buka u gradovima.

U Njemačkoj je grupa proizvođača konstruirala prototip vozila s elektromotorom težine 95 kp, trajne snage 26 kW i kratkotrajne snage, kod ubrzanja vozila, od 44 kW.

Istraživanja elektrovozila s akumulatorima također su vrlo intenzivna i u Japanu. Tehnički podaci izrađenih prototipova u Njemačkoj i Japanu dani su u slijedećoj tablici.

		Njemačka	Japan	
		transporter	transporter	kombi
Korisna težina	kp	1000	1100	300
Ukupna težina	kp	3100	3500	1100
Težina baterija	kp	870	1050	330
Maksimalna brzina	km/h	80	70	70
Doseg vožnje	km	60—90	180—200	130—150

Tvornica Toyoto izradila je prototip osobnih kola (BC X), ali samo sa 60 km. dosega vožnje s jednim punjenjem.

Tvornica Daihatsu izradila je male serije elektro-kola. Do sada ih je izrađeno oko 1000, a kupci su većinom elektroprivredna poduzeća.

Paralelno s razvojem vozila studiraju se i najprikladniji načini zamjene, odnosno, punjenja baterija i to naročito za gradska javna vozila.

Na temelju iskustava projekta Apolo, pokušala je tvrtka General Motors, USA, konstruirati vozilo s gorivim elementima. Odabrane su ćelije na principu Bacon s tekućim vodikom i kisikom. Cijena takvog izvora energije procijenjena je na 500.000 švicarskih franaka, a prototip tog vozila nazvanog Elektrovan, bez razvojnog rada, vjerojatno nekoliko milijuna. Paralelno s tim razvijala je tvrtka G. M. vozilo s akumulatorima srebro-cink (Elektrovair). Samo akumulatori stajali su oko 60.000 švicarskih franaka. Oni su u vozilu potpuno zauzeli prostor prtljažnika klasičnog auta, a cijela pogonska oprema dva puta je teža od klasične.

Daljnja istraživanja su usmjerena na pronalaženje pogonskih baterija velikog kapaciteta. U USA su planski ispitali kombinacije svih elemenata periodskog sistema, koji bi se mogli upotrijebiti kao elektrode, a različite organske supstance kao elektroliti. Sav taj ispitivački rad imao je za cilj da se razviju prikladni akumulatori velikog kapaciteta.

Prije izvjesnog vremena je u Fordovim laboratorijima pronađen natrij-sumpor akumulator koji mora zbog tekućeg natrija raditi pod temperaturom od 300°C. On je mnogo obećavao, jer je specifična energija iznosila 250—360 Wh/kp što je 5—6 puta više nego kod olovnog akumulatora, no u posljednje se vrijeme o tom pronalasku više ništa ne čuje.

Ne samo da su proizvođači automobila napustili gorive ćelije i ponovno prešli na akumulatore, već je to učinjeno i u projektu Apolo. Za mjesečevo vozilo upotrebljeni su vrlo skupi srebro-cink akumulatori koji unatoč svojih dobrih svojstava, zbog cijene ne dolaze u obzir za zemaljska vozila.

Izvjesne mogućnosti postoje da se razvije cink-zrak akumulator, koji bi imao specifičnu energiju 100—140 Wh/kp, no o tim istraživanjima i njihovu napretku malo se znade.

Možda bi od mnogih pokušaja bila perspektivna kombinacija litij-klor, koja bi mogla dati specifičnu energiju 300—400 Wh/kp, no to je za sada teoretska mogućnost koja se ispituje u laboratorijima.

Svakako treba reći da je do povoljnog tehničko-ekonomskog rješenja ovog problema još dalek put. Iako bi, pretpostavimo, uskoro bio razvijen pogodan tip akumulatora, trebalo bi dosta vremena da se razvije samo elektrovozilo sa svim detaljima, potrebnim za serijsku proizvodnju.

(Prema: Elektrizitätswertung 1972. br. 3—4)

B. Markovčić

POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SVIJETU U 1970. GODINI

Ukupna potrošnja električne energije u 1970. godini svih zemalja svijeta iznosila je 4.800 TWh. Zanimljivo je da su svega 22 zemlje potrošile 4.247 TWh ili 88,5% ukupne potrošnje na svijetu. Te 22 zemlje su (prema potrošnji u TWh):

1.	USA	1.635 TWh
2.	SSSR	692 ,,
3.	Japan	332 ,,
4.	Zap. Njemačka	233 ,,
5.	Vel. Britanija	230 ,,
6.	Kanada	204 ,,
7.	Francuska	140 ,,
8.	Italija	116 ,,
9.	Švedska	64 ,,
10.	Ist. Njemačka	62 ,,
11.	Poljska	60 ,,
12.	Norveška	56 ,,
13.	Indija	56 ,,
14.	Australija	52 ,,
15.	Španjolska	52 ,,
16.	Južna Afrika	49 ,,
17.	Čehoslovačka	45 ,,
18.	Brazil	43 ,,
19.	Nizozemska	39 ,,
20.	Rumunjska	30 ,,
21.	Belgija	29 ,,
22.	Švicarska	28 ,,
	ukupno:	4.247 TWh, a svijet 4.800 TWh

Prosječna potrošnja električne energije po stanovniku iznosila je:

1.	Norveška	14.500 KWh/stan.
2.	Kanada	9.500 ,,
3.	USA	7.990 ,,
4.	Švedska	7.900 ,,
5.	Švicarska	4.490 ,,
6.	Vel. Britanija	4.100 ,,
7.	Zap. Njemačka	3.780 ,,
8.	Japan	3.210 ,,
9.	Belgija	3.020 ,,
10.	Nizozemska	2.990 ,,
11.	SSSR	2.850 ,,
12.	Francuska	2.750 ,,

Radi usporedbe dajemo vrijednosti potrošnje i specifične potrošnje po stanovniku u Jugoslaviji. Ona je 1970. godine iznosila 23,7 TWh i 1269 KWh/stanovnik.

Prema: RGE 81 (1972) № 2

J. Moser

IZ POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA PROIZVODNJU I PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

XLI sjednica Upravnog odbora

Za ovu sjednicu, održanu 28. veljače 1972. u Zagrebu, utvrđen je slijedeći dnevni red:

1. Završni račun Biroa poslovnog udruženja za 1971;
2. Davanje suglasnosti za sufinanciranje izrade »Studije o kompleksnoj energetici SR Hrvatske«;
3. Članstvo Poslovnog udruženja u stručnim (nacionalnim i internacionalnim) organizacijama.

Završni račun Biroa poslovnog udruženja za 1971.

Budući da su svi članovi Upravnog odbora za ovu točku dnevnog reda primili materijal, koji sadrži izvještaj o radu i poslovanju Biroa kao i završni račun, drug Milonja je dao potrebna obrazloženja. Nakon toga je jednoglasno prihvaćen izvještaj o radu i završni račun Biroa i Uprave poslovne zgrade.

Davanje suglasnosti za sufinanciranje izrade »Studije o kompleksnoj energetici SR Hrvatske«

Ovaj predmet je podnesen Upravnom odboru izdvojeno od prijedloga studijskih radova za 1972. godinu, ali kao njegov sastavni dio, zbog roka što ga je za natječaj o sufinanciranju znanstvenih radova postavio Republički fond za naučni rad.

Svrha je ove studije da se znanstvenim metodama odredi buduća energetska struktura, uzimajući u obzir sve faktore koji bi mogli utjecati na nju.

Cilj je da se primijeni razrađena metoda za određivanje optimalne energetske strukture na pojedina područja SR Hrvatske, kao i na SR Hrvatsku kao cjelinu, uzimajući u obzir utjecaj drugih republika na energetiku SR Hrvatske, kako bi se došlo do smjernica za daljnji razvoj energetike.

Rezultat toga rada imat će veliko praktično značenje, jer će njegovi rezultati dati osnovu za usmjeravanje razvoja energetike u nas, zbog toga što na tom području danas postoje znatne dileme koje često dovode do nesporazuma koji prelaze područje same energetike. Rezultatima će se moći koristiti svi organi koji se bave usmjeravanjem privrede zemlje, proizvođači primarne energije, elektroprivreda, prometna poduzeća, proizvođači opreme za proizvodnju, transformaciju, transport i korištenje energije i potrošači energije za planiranje svoga razvoja.

Predračunom je predviđeno da će izrada ove studije stajati 4,307.790 dinara, a izrađivala bi se tri godine (1972, 1973. i 1974). Izradu studije bi sufinancirali: »Republički fond za naučni rad« (74,6%) te »INA« i »Poslovno udruženje udružene elektroprivrede SRH« sa po 12,7%.

Na natječaj će se javiti »Institut za elektroprivredu« Zagreb, i »INA« — Institut za istraživanje i razvoj — Zagreb, kao realizatori studije, a njima je potrebna odluka o sufinanciranju glavnih korisnika studije.

Članovi Komisije Upravnog odbora za studije i unapređenje proizvodnje, predstavnici udruženih poduzeća, dali su svoju suglasnost o izradi ovakve studije.

Nakon rasprave Upravni odbor je donio zaključak, da se izrada studije sufinancira u predračunskom iznosu od 529.620 dinara (u 1972. 158.120 dinara, u 1973. 214.180 dinara, i u 1974. godini 177.320 dinara) uz klauzulu da Poslovno udruženje, nakon što prijedlog usvoji Savjet za naučni rad, sudjeluje u detaljnoj formulaciji studijskog zadatka i u konzultacijama tijekom obrade studije.

Članstvo Poslovnog udruženja u stručnim organizacijama

Nakon obrazloženja koje je dao Ing. Mijić, i diskusije, Upravni odbor je donio zaključak, da se Poslovno udruženje učlani u stručne (nacionalne i internacionalne) organizacije, na teret fonda zajedničke potrošnje s kojim raspolaže Upravni odbor, i to:

— J.N.K. CIGRÉ
— J.N.K. Svjetske konferencije za energiju
— J.N.K. za elektrotermiju i elektrokemiju i
— CIGRÉ, Pariz.

V. Horvat

I. SJEDNICA SKUPŠTINE POSLOVNOG UDRUŽENJA ELEKTROPRIVREDNIH ORGANIZACIJA SRH

(X zajednička sjednica UO-a dvaju Poslovnih udružen ja proizvodnje i prijenosa — i distribucije i razvoda), održana 1. VI 1972. u Zagrebu

Na sjednici je predložen i usvojen slijedeći

DNEVNI RED:

1. Prijedlog konstrukcije financiranja plana razvoja elektroprivrednih objekata za razdoblje od 1971—1975. godine (provedba zaključaka Izvršnog vijeća Sabora sa sjednice od 9. V 1972),
   a) opseg investicija,
   b) mjere za osiguranje financijskih sredstava;
2. Imenovanje vršioca dužnosti direktora i zamjenika direktora novoformiranog Poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske;
3. Izbor predsjednika i zamjenika predsjednika Skupštine elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske;
4. Prijem u članstvo Poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske:
   poduzeća »Dalekovod«, Zagreb,
   poduzeća Institut za elektroprivredu, Zagreb, i
   poduzeća »Elektroopskrba«, Zagreb.
5. Donošenje općih akata o isporuci električne energije elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske;
6. Način utvrđivanja osobnih dohodaka radnika do donošenja općeg akta novog Udruženja o raspodjeli osobnih dohodaka;
7. Razno.

1. točka dnevnog reda

Nakon uvodnog izlaganja inž. Božina i Anđelka Marušića o materijalu za ovu točku dnevnog reda, što su ga prisutni primili na samoj sjednici, i opširnije diskusije, doneseni su slijedeći *zaključci:*

1. Jednoglasno se, kao polazna osnova, prihvaća Prijedlog konstrukcije financiranja plana razvoja elektroenergetskih objekata za razdoblje od 1971—1975. godine, s time da grupa stručnjaka dâ primjedbe na realnost pojedinih elemenata financijskih sredstava.
2. Grupa mora također dati prijedlog o raspodjeli sredstava predviđenih u stavci 3 (strana 6 materijala) »Naknade za priključenje prošila i povećanje angažirane snage od 1. 7. 1972. godine«, i stavci 8. pod a) »udruživanje sredstava privrede« na takav način da se nastoji respektirati odnos u raspodjeli kakav je bio ranije utvrđen na zajedničkoj sjednici dvaju Upravnih odbora, a da se time ne pogoršava sistem financiranja proizvodnje i prijenosa uključivši i odnos kvalitetnih i nekvalitetnih sredstava.
3. Radna grupa treba da odmah pristupi radu i pripremi materijal za sastanak Skupštine (dosadašnja dva Upravna odbora), što će se održati 13. lipnja 1972. godine u Zagrebu.

2. točka dnevnog reda:

Jednoglasno se imenuje vršiocem dužnosti direktora novoosnovanog Poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske PAVELIĆ IVICA, dipl. ecc., a zamjenikom direktora MARUŠIĆ ANĐELKO.

3. točka dnevnog reda

Jednoglasno se prihvaća prijedlog da funkciju predsjednika Skupštine — do izbora i konstituiranja organa upravljanja — obavlja MANESTAR FRANE, dipl. ing., direktor poduzeća »Elektroprimorje«, Rijeka, a funkciju zamjenika predsjednika VULETIĆ BOŽIDAR, dipl. prav., sekretar HE na Krki i Zrmanji, Knin.

4. točka dnevnog reda

1. Jednoglasno se prihvaćaju za članove novoformiranog Poslovnog udruženja poduzeća:
   »Dalekovod«, Zagreb,
   »Institut za elektroprivredu«, Zagreb i
   »Elektroopskrba«, Zagreb.
   s tim da se ova poduzeća izjasne, da li krug njihovog interesa ostaje kao do sada samo u okviru djelatnosti razvoda i distribucije, ili se proširuje i na probleme djelatnosti proizvodnje i prijenosa.
2. Budući da se radi o neelektroprivrednim organizacijama s ograničenim krugom interesa, to će njihov status u udruženju, odnosno njihova prava i obveze biti regulirani statutom, o čemu ih treba obavijestiti.

5. točka dnevnog reda

Jednoglasno se prihvaća zaključak da se udruženim članovima preporuči da se Opći uvjeti za isporuku električne energije donesu usaglašeni za cijelu elektroprivredu, tj. za djelatnost proizvodnje i prijenosa i za djelatnost distribucije, a ako to ne bi bilo moguće — jedan, zajednički, za djelatnost proizvodnje i prijenosa a drugi zajednički, za djelatnost razvoda i distribucije, ali oni u tom slučaju moraju međusobno biti usaglašeni. Nakon dobivanja takve suglasnosti, prići će se ubrzanom postupku za njihovo donošenje.

6. točka dnevnog reda:

1. Do donošenja općeg akta o raspodjeli osobnih dohodaka radnika u Birou poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske, raspodjela, obračun i isplata osobnih dohodaka radnika, bit će u sektoru:
   a) proizvodnje i prijenosa prema danas za to važećim aktima Poslovnog udruženja »UDEH«, i
   b) razvoda i distribucije električne energije prema danas za to važećim aktima Poslovnog udruženja »ELDIH«.
2. Na isti način, kao pod točkom 1. primjenjivat će se i ostali opći akti tako dugo dok se ne donesu opći akti što će vrijediti za radnike novoformiranog Poslovnog udruženja.

7. *točka — Razno:*

1. Imenovanje Koordinacionog odbora u vezi s početkom rada novoformiranog Poslovnog udruženja

   a) U vezi s prijedlogom, koji je dan na sjednici, za formiranje inicijativnog ili koordinacionog odbora, zaključuje se, da se taj prijedlog pripremi za iduću sjednicu Skupštine. Prijedlog treba, pored samog sastava odbora da obuhvati i zadatke na kojima bi taj odbor trebao raditi:
   — da se utvrde uvjeti za izbor direktora i po moćnika i organizira njihov izbor;
   — da se razmotri i dogovori buduća fizionomija stručnih službi poslovnog udruženja, posebno nekih, te da se utvrde uvjeti i organizira izbor radnika na nekim važnijim radnim mjestima, kao i nekih stalnih radnih tijela;
   — da se organizira likvidacija dosadašnjih poslovnih udruženja (koja se prema članu 61. stav 2. provodi bez posebnog likvidacionog postupka), i njihova imovinska prava i obveze prenesu na novo poslovno udruženje;
   — da se dogovori i utvrdi prijedlog za financiranje novog poslovnog udruženja;
   — da se organiziraju radne grupe koje trebaju pristupiti izradi ostalih općih akata, pored statuta, te onog o organizaciji i sistematizaciji Biroa poslovnog udruženja što su već formirane;
   — da se razmotri svrsishodniji način rasporeda prostorija, i da se posebno razmotri pitanje uprave poslovne zgrade.

   Posebno treba razmotriti da li da taj odbor preuzme i funkcije ranije Koordinacione grupe za izradu provedbenih akata. S obzirom da neki poslovi, kao što su zaključivanje društvenih dogovora, kasne, to bi trebalo ubrzano poraditi na njima.

   Ovaj prijedlog potrebno je pripremiti za sjednicu Skupštine zakazanu za 13. lipnja 1972.

2. Izvještaj o radu elektroprivrede

   Na ponovni zahtjev Ing. Pavičića, člana UO-a zaključeno je, da se za sjednicu dne 13. VI o. g. pripremi izvještaj što ga je tražio već na prošloj zajedničkoj sjednici UO-a u Osijeku, a to je, da se točno po datumima dade izvještaj gdje i kada je traženo od pojedinih republičkih organa da se raspravlja o problemima elektroprivrede, a prvenstveno o rješavanju konstrukcije financiranja programa razvoja.

3. Utvrđivanje dnevnog reda — na samim sjednicama

   Zaključeno je da se ukine dosadašnja praksa da se dnevni red utvrđuje i proširuje na samoj sjednici, izuzev slučajeva koji ne trpe odlaganje a nisu mogli biti, iz objektivnih razloga, uvršteni u dnevni red.

II. SJEDNICA SKUPŠTINE POSLOVNOG UDRUŽENJA ELEKTROPRIVREDNIH ORGANIZACIJA SRH

Na sjednici održanoj 13. VI 1972. u Zagrebu usvojen je slijedeći

DNEVNI RED:

1. Prihvaćanje zapisnika sa I. sjednice Skupštine;
2. Izvještaj o izvršenju zaključaka dosadašnjih sjednica Upravnih odbora (i I. sjednice Skupštine);
3. Izvještaj radne grupe u vezi s prijedlogom konstrukcije financiranja plana razvoja elektroenergetskih objekata za razdoblje 1971.—1975. godine;
4. Informacija o radu Komisije na izradi samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke;
5. Izbor koordinacionog odbora u vezi s početkom rada Poslovnog udruženja i realizacije provedbenih akata;
6. Razno:
   a) Dogovor o zakazivanju savjetovanja o problematici provedbe Ustavnih omandmana u našim radnim organizacijama;
   b) Usvajanje imenovanja člana Skupštine iz poduzeća »Dolekovod«, Zagreb.

Točka 1. dnevnog reda:

Prihvaća se zapisnik I. sjednice Skupštine (od 1. VI o. g.) uz nadopunu, da se u zaključku pod 2 (na strani 4.) unese riječ »bitno«, tako da taj zaključak glasi:

»Grupa treba također dati prijedlog o raspodjeli sredstava predviđenih u stavci 3 (strana 6 materijala) "Naknade za priključenje trošila i povećanje angažirane snage od 1. 7. 1972. godine", i stavci 8. pod a) "udruživanje sredstava privrede" i to na način da se s jedne strane nastoji respektirati odnos u raspodjeli kakav je bio ranije utvrđen na zajedničkoj sjednici dvaju Upravnih odbora, ali s druge istovremeno da se time bitno ne pogoršava sistem financiranja proizvodnje i prijenosa uključivo u pogledu odnosa kvalitetnih i nekvalitetnih sredstava.«

Točka 2. dnevnog reda:

1. Prihvaća se izvještaj o izvršenju zaključaka sa I. sjednice Skupštine, što ga je podnio drug Marušić Anđelko.

2. Budući da zbog kratkoće vremena za ovu sjednicu nije bilo moguće dati izvještaj što ga je tražio član Skupštine drug Pavičić na sjednici u Osijeku

(5. svibnja o. g.), prihvaća se obveza v. d. direktora Pavelića i zamjenika druga Marušića, da taj izvještaj izrade i podnesu na slijedećoj sjednici Skupštine.

3. Zadužuju se poduzeća da — u najkraće mogućem roku — dostave Birou poslovnog udruženja odluke svojih organa upravljanja u vezi sa zaključkom 5. točke dnevnog reda I. sjednice Skupštine.

Točka 3. dnevnog reda:

Skupština Poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske, na svojim sjednicama 1. i 13. lipnja 1972. godine, temeljito je i svestrano razmotrila Konstrukciju financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja u razdoblju do 1975. godine, kako ju je utvrdilo Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske na svojoj sjednici 9. svibnja 1972. godine, i nakon toga donijela slijedeće

ZAKLJUČKE:

1. Imajući u vidu i uvažavajući sadašnju materijalnu situaciju u Republici, posebno materijalni položaj njene privrede, a s tim u vezi, postojeće financijske mogućnosti i obveze, Skupština Poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske prihvaća, kao polaznu osnovu u rješavanju problematike financiranja proširene reprodukcije u elektroprivredi u razdoblju od 1971. do 1975. godine, Konstrukciju financiranja kakvu je utvrdilo Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske na svojoj sjednici 9. svibnja 1972. godine.

2. U vezi s time Poslovno udruženje elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske će odmah pristupiti poduzimanju mjera potrebnih za realizaciju predviđene konstrukcije financiranja, odnosno provođenju postupka za zaključivanje samoupravnih (-og) sporazuma o udruživanju sredstava društvene reprodukcije organizacija udruženog rada, i izradi, bilo sama, bilo u zajednici s nadležnim organima republičke uprave, drugih potrebnih akata i poduzimanju mjera i akcija koje su potrebne da bi se sredstva, s kojima usvojena Konstrukcija financiranja računa, realizirala u potrebnim, odnosno maksimalno mogućim iznosima.

3. Međutim, Skupština Poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske, svijesna svojih obveza i odgovornosti prema potrošačima u ovom, kao i u idućim planskim razdobljima, dužna je istovremeno ukazati i na neke ozbiljne slabosti i nedostatke usvojene Konstrukcije financiranja, odnosno mora iznijeti neke svoje rezerve u odnosu na realnost nekih predviđenih izvora financiranja, a također skrenuti pažnju na određene negativne konsekvence ovakve konstrukcije financiranja i probleme koji će se zbog toga javiti u idućim razdobljima.

Prema elektroenergetskoj bilanci Jugoslavije za razdoblje od 1971. do 1975. godine u 1974. i slijedećim godinama, doći će, kao što je istaknuto u pismu što ga je Zajednica jugoslovenske elektroprivrede uputila Saveznoj skupštini, do velikog manjka električne energije u gotovo svim republikama izuzev u SR BiH. Budući da postojeći elektroenergetski kapaciteti i kapaciteti sada u izgradnji, (HE Orlovac, HE Mratinje, TE Tuzla IV, TE Kosovo V i HE Varaždin ukupne proizvodnje oko 4 milijarde kWh) mogu proizvesti najviše 38 milijardi kWh, a potrebe za 1975. su 44 do 48 milijardi kWh ovisno o ulasku u pogon velikih potrošača, manjkovi u toj godini iznosit će 6—10 milijardi kWh. Budući da izgradnja elektroenergetskih objekata traje od 4—6 godina i da nije u izgradnji nijedan kapacitet za pokrivanje ovog manjka, proizlazi da će se naša zemlja naći pred nerješivim problemima opskrbljivanja električnom energijom. Od takve situacije se Elektroprivreda mora ovim putem ograditi, jer je bila nemoćna da učini više no što je učinila, da bi se nastupajuće posljedice spriječile. Poduzimanjem hitnih mjera briza u opskrbljivanju zemlje električnom energijom može se donekle ublažiti, i to samo za razdoblje poslije 1976. godine, dok se u 1974, 1975. i 1976. godini uopće ne može više izbjeći. Ovu situaciju otežava i to što ne postoje gotovo nikakve mogućnosti da se manjak električne energije nadoknadi iz uvoza. Do ove situacije došlo je zbog toga što Elektroprivreda ne može financirati izgradnju novih kapaciteta, zbog njezinog neriješenog ekonomskog položaja, a sredstva iz drugih izvora, nakon što su društveno-političke zajednice i društveni fondovi prestali s financiranjem, nisu odgovarajućim rješenjima osigurana.

Ovakva, nepovoljna elektroenergetska situacija, naročito će se odraziti na energetske prilike u SR Hrvatskoj koja za pokrivanje svoje potrošnje ne raspolaže dovoljnim količinama električne energije u vlastitim elektranama. Potreba za električnom energijom iz drugih republika iz godine u godinu raste, tako da će u 1972. godini iznositi 1,5 milijardi kWh. U narednom razdoblju, daljnjim porastom potrošnje, taj će se debalans i dalje povećavati.

Predviđene potrebe električne energije u SR Hrvatskoj u 1974. godini iznose 9,5 milijardi kWh, a u 1975. 10,1 milijarda kWh, dok će istovremeno proizvodnja vlastitih elektrana, uključujući i TE Tuzla IV i 22% proizvodnje HE na Trebišnjici, biti u 1974. 7,5 milijardi, a u 1975. 7,6 milijardi kWh. Prema tome će manjkovi električne energije u 1974. godini iznositi 2,0 milijarde, a u 1975. godini 2,5 milijarde kWh odnosno oko 23% ukupne potrošnje. Osim toga, potrebno je istaknuti da ove potrebe od 10,1 milijarda kWh u 1975. godini ne obuhvaćaju potrebnu energiju za povećani plan proizvodnje aluminija, već samo potrebe za proizvodnju 75.000 tona aluminija. Budući da će SR Bosna i Hercegovina u 1974. godini još raspolagati viškovima od oko 1 milijarde kWh, to bi se njihovim angažiranjem naš manjak energije u 1974. godini mogao djelomično ublažiti. Međutim, u 1975. godini se ne može računati na garantiranu nabavu energije iz drugih republika, tako da će stvarni manjak biti kako je prethodno navedeno. Tako bi se u slučaju proizvodnje aluminija od 110.000 tona taj manjak povećao za daljnjih 0,5 milijardi kWh i iznosio bi oko 3,0 milijarde kWh.

Ovo bi se stanje još i pogoršalo, ukoliko se rokovi stavljanja u pogon novih izvora ne bi ostvarili, a oni su već sada u pitanju zbog neosiguravanja potrebnih financijskih sredstava, posebno za program u 1972. godini.

Katastrofalno kritična situacija u 1975. godini mogla bi se djelomično ublažiti dovršenjem izgradnje TE Sisak II i HE Zakućac II, što bi se teoretski još moglo ostvariti tijekom 1975. Za ovo bi bilo potrebno u prvom redu osigurati financijska sredstva takvom dinamikom da se postigne što je moguće brži tempo izgradnje i stavljanje u pogon ovih objekata. Isto tako bi valjalo odmah sklopiti ugovore za isporuku opreme sa što kraćim rokovima.

Uporedo sa izgradnjom novih izvora potrebno je graditi i odgovarajuću prijenosnu mrežu, jer sami izvori električne energije bez potrebne prijenosne mreže ne mogu zadovoljiti potrebe potrošnje, ni po kontinuitetu, ni po kvaliteti snabdijevanja. Osim toga je neophodno osigurati mogućnost izvršavanja obveza prema Međunarodnoj banci što ih je SR Hrvatska preuzela, za izgradnju 380 kV mreže.

Iz tih razloga Skupština smatra da se ova konstrukcija financiranja može usvojiti, ali samo kao polazna osnova u rješavanju problematike financiranja proširene reprodukcije u elektroprivredi, ali je neophodno da se, ovisno o daljnjim mogućnostima privrede i društva općenito, istovremeno pristupi radu na iznalaženju drugih adekvatnih rješenja, kojima bi se usvojena Konstrukcija financiranja u idućim godinama poboljšala.

Radi se konkretno o slijedećem:

a) sredstva koja se prema usvojenoj Konstrukciji financiranja imaju osigurati nedovoljna su da bi se njima mogli izgraditi objekti i postrojenja kojima bi se trebale zadovoljiti potrebe planom predviđenog porasta potrošnje električne energije.

Osim toga, nedovoljna financijska sredstva za izgradnju elektroenergetskih postrojenja u proteklim godinama, imaju za posljedicu da je tempo radova na izgradnji postrojenja bio, i još uvijek je, usporavan a početak izgradnje novih potrebnih elektroenergetskih objekata onemogućen. Zbog toga iskazani manjkovi električne energije u 1974. a većim dijelom i u 1975. godini neće se moći pokriti proizvodnjom novih kapaciteta čak i pod pretpostavkom da se danas osiguraju cjelokupna potrebna financijska sredstva. Ukoliko se u vrlo kratkom vremenu ne osiguraju potrebna sredstva i ne započne izgradnja elektroenergetskih objekata i postrojenja definiranih planom, dovest će se u pitanje mogućnost zadovoljenja planirane potrošnje i u 1976. godini.

Republički zavod za planiranje SR Hrvatske dao je svoju ocjenu i prijedlog o minimalnom planu izgradnje i financiranju u elektroprivredi SR Hrvatske u razdoblju od 1971. do 1975. godine u slijedećim iznosima:

a) za djelatnost proizvodnje i prijenosa	5.200 mln dinara,
b) za djelatnost razvoda i distribucije	2.820 mln dinara
U k u p n o :	8.020 mln dinara

Međutim, obujam ovih minimalnih sredstava proračunajte po cijenama elemenata investicija iz prve polovine 1971. godine i za potrošnju električne energije od 10,1 milijardi kWh u 1975. godini, dakle bez potpunog pokrića potreba potrošnje energije aluminijske industrije (35.000 tona aluminija = 550 milijuna kWh odnosno 70 MW).

Prema zaključcima Izvršnog vijeća Sabora od 9. svibnja o. g. o uvažavanju potrebe izgradnje TE Slavonija i osiguranja električne energije za elektrolizu aluminija kapaciteta od 110.000 tona godišnje, pošlo se pri izradi konstrukcije financiranja od potrebe ulaganja u ukupnom iznosu od 8,686,0 milijuna dinara do 1975. godine, od čega na proizvodno-prijenosne objekte otpada 5.636 milijuna dinara, a na distributivne objekte 3.050 milijuna. U ovim iznosima, na temelju cijena iz sredine 1971, obuhvaćeni su elektroenergetski objekti sa ovim investicionim iznosima:

— u milijunima dinara —

	Društveni razvoj SRH	Korekcije plana	Iznos ukupno
Zamjene i rekonstrukcije	164,3	—	163,3
Dovršenje objekata iz razdoblja od 1966. do 1970.	250,2	—	250,2
HE Orlovac	611,0	139,0	750,0
HE Varaždin	637,9	47,0	684,9
TE Tuzla IV	212,7	—	212,7
HE Zakučac II	320,0	—	320,0
TE Sisak	400,0	—	400,0
TE Rijeka	280,0	—	280,0
NE Krško	500,0	—	500,0
TE Slavonija	—	50,0	50,0
Elektrana za elektrolizu aluminija	—	200,0	200,0
Objekti 380 kV-prijenosne mreže	673,9	—	673,9
Objekti ostale prijenosne mreže (220 i 110 kV)	1.000,0	—	1.000,0
Studije i istraživanja	150,0	—	150,0
Ukupno proizvodnja i prijenos	5.200,0	436,0	5.636,0
Objekti distributivne mreže	2.820,0	230,0	3.050,0
S v e g a	8.020,0	666,0	8.686,0

Objekti fizičkog obujma potrebnog proširenja elektroenergetske opskrbne mreže za osiguranje novog proširenog obujma potrošnje električne energije, izraženi u osnovnim prirodnim veličinama mreže su:

Vodovi 110 kV	281 km
Transformatorske stanice 110/35 kV	18 komada*
Vodovi 35 kV	927 km
Transformatorske stanice 35/10 kV	84 komada
Vodovi 10 kV	4.741 km
Transformatorske stanice 10/0,4 kV	2.664 komada
Vodovi 0,4 kV	7.072 km

Od zaostalih investicija u elektroenergetsku opskrbnu mrežu djelatnosti razvoda i distribucije, utvrđenih na kraju 1970. za rasprave s općinskim skupštinama u iznosu od 1.521 mln d, elektrodistributivne organizacije programirale su u svojoj prognozi razvoja i sredstva za sanaciju te mreže u djelomičnom iznosu od 1.203 mln dinara.

* U financiranju izgradnje jednog dijela transformatorskih stanica 110/35 kV elektrodistributivna poduzeća su sudionici.

— *u milijunima dinama* —

	Ukupno	%	Proizvodnja i prijenos	%	Distribucija	%
1. Vlastita sredstva	3.433,0	39,5	1.550,0	27,5	1.883,0	61,7
a) po današnjoj cijeni uvećanoj za 15%	2.079,0		930,0		1.149,0	
b) efekti povećane cijene električne energije od 1973.—1975. god.	1.354,0		620,0		734,0	
2. Doprinos za potrošnju po Zakonu o privremenom financiranju	615,0	7,0	615,0	10,9		
— 1971.	52,0		52,0			
— 1972.	108,0		108,0			
— 1973.—1975.	455,0		455,0			
3. Naknada za priključenje trošila i povećanje angažirane snage od 1. 7. 72.	1.114,0	12,9	714,0	12,7	400,0	13,1
U k u p n o	5.162,0	59,4	2.879,0	51,1	2.283,0	74,8
4. Krediti domaćih banaka	400,0	4,6	400,0	7,1		
5. Inozemni krediti	1.020,0	11,7	1.020,0	18,1		
6. Specijalni potrošači	200,0	2,3	200,0	3,5		
7. Oročavanje sredstava privrede od 1971.—1972.	504,0	5,9	504,0	9,0		
8. Sredstva privrede	1.400,0	16,1	633,0	11,2	767,0	25,2
a) udruživanje sredstava	1.013,0	11,7	246,0	4,4	767,0	25,2
b) reinvestiranje	387,0	4,4	387,0	6,8		
U k u p n o	8.686,0	100	5.636,0	100	3.050,0	100
9. Zaostale investicije u distributivnu mrežu	1.203,0				1.203,0	

Fizički obujam zaostalih investicija u okviru programiranog iznosa od 1.203 mln dinara, izražen u prirodnim veličinama mreže zahtijeva izgradnju od:

— vodova 110 kV	26 km
— TS 110/35 kV	2 kom
— vodova 35 kV	872 km
— TS 35/10 kV	65 kom
— vodova 10 kV	2.840 km
— TS 10/0,4 kV	2.376 kom
— vodovi 0,4 kV	3.441 km

U skladu sa zaključcima Izvršnog vijeća Sabora SRH od 31. svibnja 1972. elektrodistributivne organizacije treba da u smislu odredaba člana 46. Zakona o elektroprivredi, zajedno s općinskim skupštinama utvrde program osposobljavanja mreže i rok u kojem se ona mora osposobiti.

Prema navedenim predviđenim ulaganjima Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske usvojilo je konstrukciju financiranja do 1975, kako slijedi:

Prema tome, ako se želi osigurati planom predviđeni porast potrošnje električne energije, što ne bi smjelo biti sporno i o tome ovisno, planom predviđeni razvoj privrede i drugih djelatnosti, odnosno daljnji porast društvenog i životnog standarda, u mjeri u kojoj oni ovise o električnoj energiji, onda je neophodno da se odmah nastavi rad na iznalaženju daljnjih potrebnih sredstava:

b) *Konstrukcijom financiranja nije riješeno:*

1. Pokriće gubitka poduzeća »Elektroprivreda« Zagreb.

Ovo je poduzeć u 1971. godini ostvarilo nepokriveni gubitak od 75,6 milijuna novih dinara, odnosno zbog neusklađenih obračuna s »Elektroslavonijom«, Osijek, taj nepokriveni gubitak iznosi 80,3 milijuna novih dinara.

Poduzeće »Elektroprivreda« Zagreb sastavila je poseban dokumenat — Sanacijski program — u kome je prikazalo svoj ekonomski položaj i istaknulo zahtjev za pokriće gubitka, te prikazalo potrebu donošenja potrebnih mjera u skladu s Razvojnim programom elektroprivrede Hrvatske.

Međutim, sve ove mjere i rješenja, mogu praktički djelovati tek za razdoblje od 1973. do 1975. godine. Prema tome, i dalje ostaje nepokriveni gubitak, iz 1971. godine od 80,3 milijuna i predviđeni gubitak u 1972. godini od oko 100 milijuna novih dinara. Ovakva ekonomska situacija teško pogađa ovo poduzeće, jer posluje u nenormalnim uvjetima.

Nepokriveni gubitak iz 1971. godine, kao i onaj što će se ostvariti u 1972. godini, valja pokriti iz posebnih sredstava Republike. Posebno zato što u okviru elektroprivrede kod današnjeg materijalnog stanja nema mogućnosti za pokriće gubitka ovog poduzeća, kao i radi toga što je njegova djelatnost, djelatnost od javnog interesa, pa je Republika dužna nadoknaditi razliku između određene cijene i cijene formirane prema propisanim mjerilima (XIII amandman na Ustav SR Hrvatske).

Međutim, i prije nego što je Zakonom o elektroprivredi ova djelatnost proglašena djelatnošću od javnog interesa, elektroprivredna djelatnost je takvom smatrana i regulirana. Stoga je iz navedenih razloga potrebno gubitke poduzeća Elektroprivreda, Zagreb, pokriti iz posebnih sredstava Republike.

2. Pokriće manjka sredstava elektrodistribucije SR Hrvatske i sredstava za financiranje zaostalih investicija.

Efekti povećanja cijene električne energije od 1973. do 1975. godine prema stavci 1. b. Konstrukcije financiranja plana razvoja elektroenergetskih objekata elektrodistribucije u iznosu od 734 mln dinara zanemarili su manjak sredstava u promatranom razdoblju od 549 mln dinara. Ovaj manjak je posljedica revalorizacije sredstava radnih organizacija u 1971. godini.

Vrijednost osnovnih sredstava elektrodistribucije prije revalorizacije iznosila je 2.495 mln dinara. Efekat revalorizacije osnovnih sredstava iznosi 1.802 mln din, a njihova nova revalorizirana vrijednost 4.297 mln dinara.

U završnim računima za 1971. godinu nije se pojavio manjak uslijed revalorizacije osnovnih sredstava, jer je revalorizacija provedena na kraju godine, a amortizacija i ostali troškovi sredstava rada plaćeni su tijekom godine na osnovi stare nerevalorizirane vrijednosti osnovnih sredstava. Budući da je cijena električne energije formirana za reformu na osnovi vrijednosti osnovnih sredstava (a za elektrodistributivna poduzeća cijena električne energije se nije mijenjala od 1965), efekti revalorizacije nemaju pokrića u okviru te cijene. Kako se od 1972, pa nadalje, amortizacija mora obračunavati najmanje po minimalnim stopama od revalorizirane vrijednosti osnovnih sredstava, koja stalno raste za utvrđeni iznos investicija, efekti povećanja cijene električne energije se nužno smanjuju za povećanu amortizaciju i druge zavisne troškove sredstava rada. Međutim, u konstrukciji financiranja efekti povećanja cijena uzeti su dva puta i to: jednom u povećanoj amortizaciji (stavka 1a) i drugim zavisnim troškovima sredstava rada, a drugi puta (u stavci 1b), kao puni iznos povećanja cijena.

Naknade za priključenje trošila i povećanje angažirane snage postojećih potrošača u iznosu od 400 mln dinara valja povećati za opisani manjak od 549 mln dinara, kako bi se realizirao iznos sredstava od 2.283 mln dinara, kao suma stavaka 1. 2. i 3. Konstrukcije financiranja.

Za troškove održavanja postrojenja, investiciono uzdržavanje i ostale materijalne troškove Savezni organi su za reformu utvrdili normativ od 5,1% od vrijednosti osnovnih sredstava. Elektrodistributivna poduzeća smanjila su taj normativ u svojim kalkulacijama srednjeročnog plana razvoja za razdoblje od 1971. do 1975. godine, na 2,3%. Osim toga, ti se troškovi kalkuliraju samo za 50% rasta osnovnih sredstava pojedine godine, što znači da je kalkulirano za svaku godinu kao da će prinova vrijednosti biti samo 6, a ne 12 mjeseci.

Ova kategorija troškova u ostvarenom iznosu prema završnim računima za 1971. godinu iznosi nešto više od 1,8%. Međutim, to su izdaci a ne i troškovi. Izdaci su mogli biti onoliki koliko je bilo raspoloživih sredstava, a realni troškovi su veći od izdataka za te svrhe. Posljedica toga je stalno opadanje opskrbne sposobnosti elektroenergetske mreže, jer nije mogla biti normalno njegovana i uzdržavana, kako to zahtijevaju tehnički propisi.

Osim toga, treba imati u vidu da će osnovna sredstva elektrodistributivnih poduzeća rasti ne samo za nove investicije u okviru 3.050 mln dinara, i za nove investicije u okviru 3.090 mln dinara, već i za osnovna sredstva drugih imalaca koja su izgrađena ranijih godina, odnosno prije 1971. godine, a koja su elektrodistributivna poduzeća obvezna preuzeti, i normalno ih reproducirati. Vrijednost tih sredstava iznosi 214 mln dinara. Ta mreža je već prije 1971. godine služila snabdijevanju potrošača, a sada će elektrodistribucija morati uzdržavati tu mrežu i plaćati amortizaciju za nju.

Radi saniranja postojećeg kritičnog stanja elektroenergetske opskrbne mreže djelatnosti razvoda i distribucije i poboljšanja sadašnje vrlo loše kvalitete snabdijevanja potrošača električnom energijom, elektrodistributivne organizacije sastavile su, za rasprave s općinskim skupštinama, inventuru zaostalih investicija sa stanjem i po cijenama na kraju 1970. godine u iznosu od 1.521 mln din. Međutim, u planovima razvoja elektrodistributivnih organizacija za razdoblje od 1971. do 1975. zaostale investicije programirane su samo djelomično, odnosno samo s iznosom od 1.203 mln dinara, za koje nema pokrića u Konstrukciji financiranja.

Financijska sredstva za zaostale investicije treba da osiguraju općine nakon što im to omoguće odgovarajući zakonski propisi.

Pitanje osiguranja financijskih sredstava za zaostale investicije je pitanje od prioritetnog značaja. Amortizacija zaostalih investicija koje valja izgraditi također nije obuhvaćena u konstrukciji financiranja pod točkom 1.a, pa sredstva i za tu amortizaciju valja osigurati;

c) neki od predviđenih izvora u konstrukciji financiranja nisu sasvim realni, odnosno neizvjesno je da li će se sredstva, koja bi se iz tih izvora morala osigurati, moći osigurati u predviđenim iznosima, a posebno da li u vremenu u kojem se računa i u kojem bi trebala da se osiguraju.

Radi se konkretno o slijedećim izvorima i iz slijedećih razloga:

(1) efekti povećanja cijene električne energije iz stavke 1.b) Konstrukcije financiranja, a time u vezi i odgovarajuća sredstva, moći će se realizirati samo pod uvjetom ako se predviđeno povećanje cijena električne energije, i to prema veličini i vremenu, stavi u tečaj onako kako je to u konstrukciji financiranja navedeno, ukoliko istovremeno ne dođe do takvih izmjena ekonomskih instrumenata koji bi povećali troškove poslovanja elektroprivrednih organizacija;

Potrebno je istaknuti da je cijena električne energije do sada stalno zaostajala za kretanjem zavisnih cijena, odnosno cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede. Osim toga, ekonomski instrumenti su povećavali obveze i sužavali dohodak elektroprivrede.

Od reforme do 1972. godine cijena električne energije korigirana je za 10% u 1970. i za 30% u 1971. godini i to samo za djelatnosti proizvodnje i prijenosa što, s obzirom na udio te djelatnosti u ukupnoj elektroprivredi od oko 60%, daje korekturu prosječne cijene električne energije za oko 22%.

Međutim, cijene elemenata reprodukcije elektroprivrede, porasle su u tom razdoblju, kako slijedi:

	od 1. VIII 1965. do 30. VI 1970.	od 1. VII 1970. do 1. III 1972.
a) *materijal i oprema*		
— goli vodići za vodove	25—40%	22%
— podzemni kabeli	25—40%	38%
— impregnirani drveni stupovi	72%	25%
— željezni stupovi	27%	40%
— sklopke i rastavljači	15—50%	10%
— učinski transformatori	40—48%	17%
— električna brojila	26%	65%
b) *građevinski materijal*		
— rezana građa	87%	72%
— cement	50%	57%
— cigla	82%	80%
— betonsko željezo	40%	60%
— fazonsko željezo	45%	80%
— limovi željezni	25%	38%
c) *uvoz*		
— generatori i motori	66%	20—25%
— transformatori	61%	20—25%
— kabeli	59%	20—25%
— električna brojila	55%	20—25%
— zaštitni uređaji	50%	20—25%
— elektronske cijevi	38%	20—25%
— izolatori	76%	20—25%
— instalacioni materijal	40%	20—25%
— ovjesni materijal	89%	20—25%

Uvozna oprema u postrojenjima elektroprivrede sudjeluje sa oko 15%. Uslijed devalvacije dinara, cijene su u tom razdoblju povećane za oko 20—25%;

(2) sredstva doprinosa potrošača na osnovi Zakona o privremenom financiranju moći će se realizirati samo uz striktnu primjenu stava 2 člana 68. Zakona o elektroprivredi;

(3) potrebna sredstva naknada potrošača za priključenje trošila i povećanje angažirane snage postojećih potrošača moći će se realizirati samo ako se Zakon o tim naknadama donese na vrijeme, odnosno ako se naknade počnu ubirati počevši od 1. VII 1972;

(4) krediti domaćih banaka potpuno su nesigurni. Prema informacijama njihovih predstavnika, banke ne raspolažu takvim sredstvima za elektroprivredu;

(5) za realizaciju inozemnih kredita nisu osigurane garancije ni devizne otplate;

(6) sredstva privrede — udruživanje sredstava. Neizvjesno je da li će se ta sredstva moći realizirati s obzirom na poznate poteškoće naše privrede;

d) međutim, i pod pretpostavkom da problemi o kojima je riječ pod točkama a), b) i c) budu uspješno riješeni, odnosno da se predložena Konstrukcija financiranja realizira, ona ne osigurava odgovarajući odnos između tzv. kvalitetnih i nekvalitetnih sredstava (nepovratna sredstva i sredstva kredita), kakav bi elektroprivreda trebala imati da bi se osigurala njena reproduktivna sposobnost i otklonila potreba stalnog bavljenja ovom problematikom, a koji je odnos (na osnovi iskustava drugih zemalja) bio predviđen i u usvojenim elaboratima »Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njenog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu«, odnosno »Prijedlog za utvrđivanje društvenog položaja i tretmana, te za uređenje ekonomskih i drugih odnosa i organizaciju elektroprivrede u SR Hrvatskoj«, koji su služili i kao osnova za izradu i donošenje republičkog Zakona o elektroprivredi i sistema financiranja, kako je u njemu utvrđen.

Konkretno, odnos između kvalitetnih i nekvalitetnih sredstava trebao bi kod proizvodno-prijenosnih organizacija biti 67% prema 33%, dok je prema Konstrukciji financiranja taj odnos 51,1% prema 48,9%.

Za djelatnost razvoda i distribucije, radi vrlo velikog broja njenih potrošača — pretežno tzv. široke potrošnje — u citiranim elaboratima je predviđeno da se putem cijene električne energije osigura 67% sredstava proširene reprodukcije. Međutim, Konstrukcija financiranja predviđa vlastitih sredstava samo 43,7% i to od iznosa bruto investicija bez zaostalih investicija. Ako se uzmu u obzir i zaostale investicije — što i treba učiniti — onda vlastita sredstva iznose prema Konstrukciji financiranja samo 31,4%, dakle ni polovicu onih iz citiranih elaborata.

Osim problema, što ih čini odnos povratnih i nepovratnih sredstava, a svodi se na mogućnosti udovoljavanja obveza iz naslova nepovratnih sredstava, nastaju i problemi nakon aktiviranja postrojenja, izgrađenih nepovratnim sredstvima, jer za te obveze nema sredstava u cijeni, posebno kod djelatnosti distribucije, gdje je aktiviranje na kraći rok, a aktivirana sredstva zaostalih investicija ne daju veću produktivnost već samo poboljšavaju kvalitetu snabdijevanja potrošača električnom energijom.

U citiranim elaboratima bilo je za djelatnost proizvodnje i prijenosa predviđeno oko 33% iz cijene a ukupno 67% nepovratnih sredstava, a prema Konstrukciji financiranja on je manji i različit je po poduzećima kako slijedi:

	SRH	Zagreb	Split	Rijeka	Osijek
nepovratna sredstva ukupno	51%	37%	61%	62%	56%
sredstva iz cijene	27%	11%	42%	42%	23%

Ako ovi odnosi ne bi bili naknadno izmijenjeni odnosno poboljšani u korist kvalitetnih sredstava, onda će u narednim godinama, kad bude trebalo vraćati sredstva što se po ovakvoj konstrukciji financiranja daju kao kredit, doći do situacije da elektroprivredne organizacije, a posebno neke od njih (budući da odnos između kvalitetnih i nekvalitetnih sredstava nije kod svih organizacija jednak, nego ima i većih razlika), neće moći udovoljavati svojim obvezama u pogledu povrata tih sredstava i reprodukcije izgrađenih postrojenja, pa će problematika rješavanja sistema financiranja elektroprivrede postati ponovno vrlo aktualna, time da njeno rješenje može biti još teže nego što je to danas.

4. U vezi sa svim što je prethodno iznešeno, Skupština Poslovnog udruženja elektroprivrednih organi-

zacija SR Hrvatske obvezuje direktora Poslovnog udruženja da odgovarajuće službe udruženja zajedno s predstavnicima udruženih organizacija:

a) odmah pristupe izradi samoupravnog (ih) sporazuma o udruživanju sredstava društvene reprodukcije i da ih najkasnije do 15. srpnja ove godine predlože Skupštini na usvajanje, a zatim da ih se uputi organizacijama udruženog rada na način koji će biti efikasan. Prethodno treba raspraviti i (bilo sami, bilo u zajednici s nadležnim organima) razjasniti niz otvorenih pitanja, koja su obrađena u *priloženoj promemoriji:*

b) da se razjasni kojim će se putem pristupiti realizaciji sredstava predviđenih u Konstrukciji financiranja reinvestiranjem sredstava prikupljenih od privrede i ostalih korisnika društvenih sredstava u godinama od 1973. do 1975, te da se ovisno o tome, pristupi i tome poslu, u istom roku kao pod točkom 4.a);

c) da se ubrza izrada i donošenje zakona o najvećoj visini naknada za nove priključke odnosno za povećanje angažirane snage kod postojećih potrošača, a na utvrđenim osnovama u Zakonu o elektroprivredi i dogovorenim odnosima o raspodjeli tih sredstava između proizvodnje i prijenosa i distribucije;

d) da se razjasni kojim će se putem osigurati sredstva koja bi se prema usvojenoj konstrukciji financiranja trebala prikupiti putem doprinosa prema Zakonu o privremenom financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja, ukoliko bi taj zakon bio stavljen van snage, te da se ovisno o tome poduzmu s nadležnim organima mjere kojima će se ta sredstva osigurati;

e) da se poduzmu potrebne mjere da se, kod predstojeće tzv. druge faze ustavnih promjena, dopunom sadašnjeg Ustavnog amandmana VI, točk. 12. omogući da se sredstva poreza koriste i kao dopunska sredstva za financiranje proširene reprodukcije u elektroprivredi, što je predviđeno i Zakonom o elektroprivredi. U protivnom će problemi o kojima je i ovdje bilo riječi, vrlo teško biti riješeni, osim ako se ide na nesrazmjerno povećanje samih cijena električne energije;

f) da se u smislu točke 6.d) zaključaka Izvršnog vijeća Sabora SR Hrvatske o financiranju plana razvoja elektroenergetskih objekata u razdoblju od 1971. do 1975. godine izmijeni član 46. Zakona o elektroprivredi, odnosno omogući uvođenje drugog izvora sredstava za sanaciju distributivne mreže umjesto poreza.

Budući da se sredstva poreza neće moći prema ustavnim amandmanima realizirati za financiranje sanacije izgradnje i rekonstrukcije distributivne mreže, zaključeno je da se predloži izmjena člana 46. Zakona o elektroprivredi, tako da se stav 3 tog člana briše, a da se članu 39. doda drugi stav koji treba da glasi:

»Skupština općine može za financiranje sanacije, izgradnje i rekonstrukcije distributivne mreže i pripadajućih postrojenja na njenom području povisiti najvišu cijenu za prodaju električne energije na distributivnoj mreži, ako to uvjetuje namjenskom upotrebom tako pribavljenih sredstava.«

Takav tekst ovog stava bio je predviđen u nacrtu Zakona o elektroprivredi prije nego što je bio zamijenjen tekstom koji predviđa angažiranje sredstava poreza.

5. S ovim zaključcima i stavovima Skupštine poslovnog udruženja elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske, treba upoznati:

— Predsjedništvo Sabora SR Hrvatske,
— Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske,
— Privrednu komoru SR Hrvatske,
— Predsjedništvo Republičkog vijeća Saveza sindikata za Hrvatsku,
— nadležne organe republičke uprave.

6. Nacrt Zakona o najvišim iznosima naknada za priključenje trošila novih potrošača električne energije i za povećanje priključne snage trošila postojećih potrošača u načelu je prihvaćen, tj. prihvaćena je predviđena visina naknada, krug obveznika koji će te naknade plaćati (novi i postojeći potrošači), kao i razdioba prikupljenih sredstava s naslova ovih naknada između organizacija distribucije s jedne, i organizacija proizvodnje i prijenosa s druge strane.

Međutim, konstatirano je da nacrt ima ozbiljnih nedostataka s pravno-tehničke strane, tako da su zbog nejasnih formulacija neka od predloženih rješenja nejasno dana, odnosno mogu biti dvosmisleno interpretirana. To se primjerice odnosi na posljednji stav *člana 1.*, gdje treba jasno kazati tko se oslobađa i za koje svrhe. Zatim *člana 3.* koji ne može predvidjeti najviše iznose, nego jasno utvrditi u kojim se odnosima sredstva naknada dijele između jednih i drugih elektroprivrednih organizacija. Nadalje, *član 4.* treba da bude nedvosmisleno formuliran tako da naknada pripada onoj distributivnoj organizaciji koja električnu energiju isporučuje potrošaču i ta sredstva idu na njen račun kod Službe društvenog knjigovodstva s time da se odmah dijele u iznosima utvrđenim u članu 3. i doznačuju odgovarajućoj organizaciji proizvodnje i prijenosa, koja distributivnoj organizaciji električnu energiju isporučuje.

Valja razmotriti i mogućnost da ubiranje naknade slijedi od časa stupanja na snagu a ne tek u članu 5. predviđenog roka u kojem treba da elektroprivredne organizacije utvrde visinu naknade a da se ne bi i dalje nepotrebno gubilo vrijeme i kroz to i sredstva.

Sva ova i slična pitanja treba na odgovarajućem stručnom nivou razmotriti zajedno s predstavnicima republičke uprave koji će predlagati nacrt, i tek zatim nacrt definitivno utvrditi.

7. Formira se stručna radna grupa sa zadatkom, da sa stručnim predstavnicima ostalih sudionika društvenih dogovora (organi republičke uprave i Privredna komora SRH) razmotre primjedbe i mišljenja tih organa dane na dostavljene im društvene dogovore, te da pokuša na tom nivou uskladiti stavove i da ih, ovisno o karakteru primjedaba koje preostanu, sa odgovarajućim prijedlogom preda Koordinacionom odboru, po potrebi pred odgovarajuće druge nadležne organe Poslovnog udruženja, odnosno elektroprivrednih organizacija.

Poslu treba pristupiti odmah i prvi sastanak grupe sa stručnim predstavnicima ostalih sudionika bit će u četvrtak 15. ovog mjeseca.

Treba nastojati da se na ovom nivou posao dovrši tako da organ Komore koji će razmatrati društvene dogovore ima i ove stavove zajedničke stručne grupe elektroprivrede i drugih sudionika ovih društvenih dogovora.

Točka 4. dnevnog reda:

Prihvaća se informacija o radu Komisije za izradu samoupravnog sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke, s time da će se Samoupravni sporazum dostaviti udruženim organizacijama do 19. VI 1972, a udružene organizacije su dužne svoje primjedbe i prijedloge dostaviti Birou Poslovnog udruženja najkasnije do 30. VI o. g.

Točka 5. dnevnog reda:

1. Na prijedlog zamjenika direktora, druga Marušića, formira se Koordinacioni odbor.

2. Zadatak Koordinacionog odbora je da koordinira i zauzme određene stavove u vezi s organiziranjem i podjelom rada novo-formiranog poslovnog udruženja, kao što su:

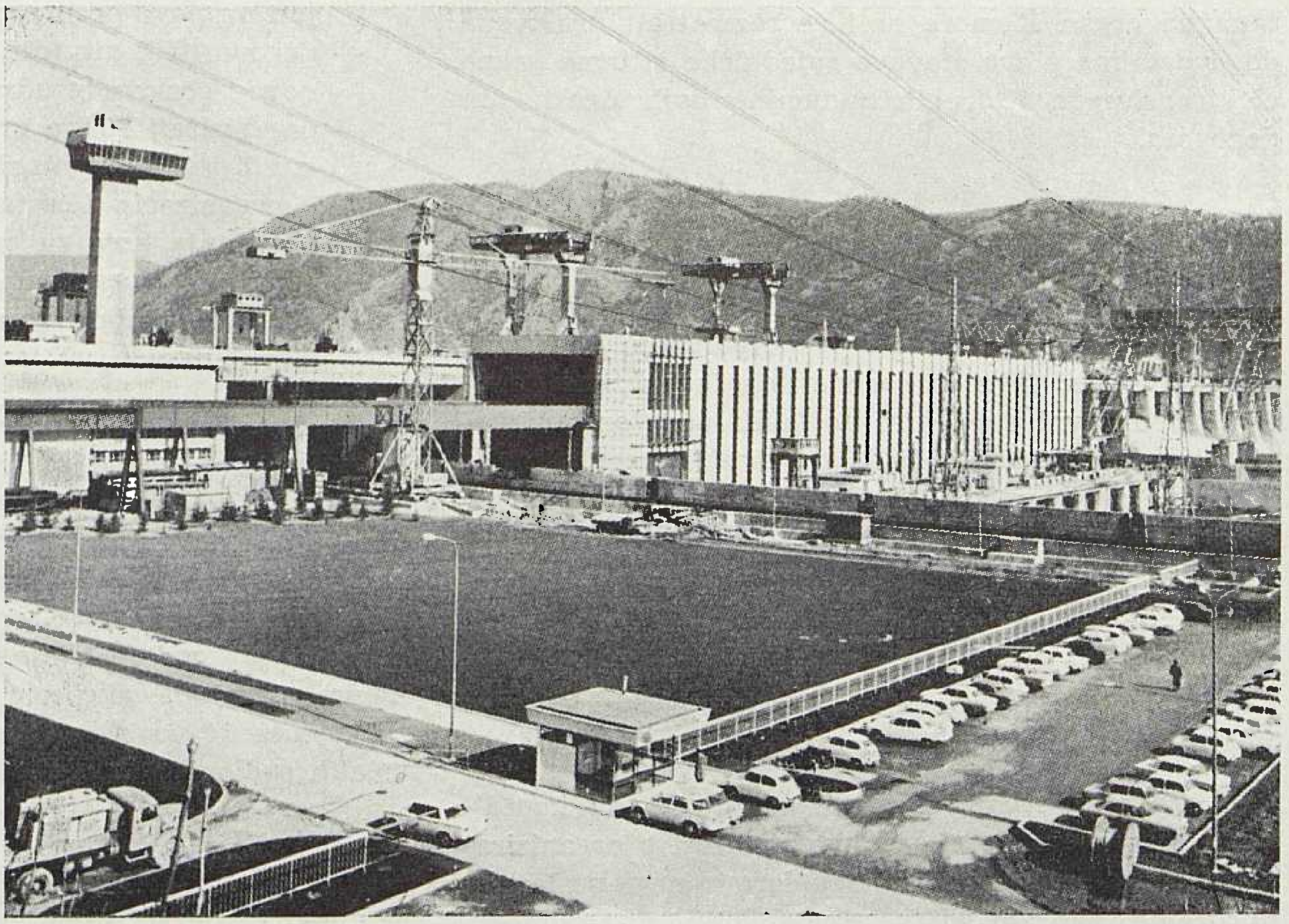
— uvjeti za izbor direktora i pomoćnika — i organiziranje njihovog izbora,
— razmotriti i dogovoriti buduću fizionomiju stručnih službi poslovnog udruženja, posebno nekih, te utvrditi uvjete i organizirati izbor radnika na nekim ključnim radnim mjestima, kao i nekih stalnih radnih tijela;
— organizirati likvidaciju dosadašnjih dvaju poslovnih udruženja (koja se prema članu 61. stav. 2. provodi bez posebnog likvidacionog postupka), i njihova imovinska prava i obveze prenijeti na novo poslovno udruženje;
— dogovoriti i utvrditi prijedlog za financiranje novog poslovnog udruženja;
— organizirati radne grupe koje trebaju pristupiti izradi ostalih općih akata, tj. pored statuta i onog o organizaciji i sistematizaciji Biroa Poslovnog udruženja koje su već formirane;
— razmotriti svrsishodniji način rasporeda prostorija, te posebno razmotriti pitanje uprave poslovne zgrade.

3. Koordinacioni odbor će preuzeti i funkcije bivše Koordinacione grupe za izradu provedbenih akata s obzirom da neki poslovi što ih je ta grupa bila dovršila još uvijek nisu završeni. To se posebno odnosi na definitivno sređivanje dvaju društvenih dogovora. Koordinacioni odbor bi u vezi s ovim zadatkom trebao da prati rad formirane stručne grupe, da o određenim pitanjima, ako se i kad se to ukaže potrebno, usaglašuje stavove s odgovarajućim predstavnicima ostalih sudionika ovih društvenih dogovora.

Točka 6. dnevnog reda:

a) Sastanak, na kojem bi se vodili razgovori o problematici provedbe Ustavnih amandmana u našim radnim organizacijama, dogovoreno je da se održi 16. VI 1972. u Zagrebu u prostorijama elektroprivrede u 10 sati.

b) Prihvaća se da član Skupštine, u ime poduzeća »Dalekovod«, Zagreb bude Brus Ivan, dipl. ecc., a njegov zamjenik Bumči Petar, dipl. ing.



HE Đerdap — pogled na strojarnicu i dio elektropostrojenja

PUŠTEN U POGON HIDROENERGETSKI SISTEM ĐERDAP

Šesnaestog svibnja ove godine na večan način je pušten u pogon najveći objekt elektroprivrede u našoj zemlji, hidroenergetski i plovidbeni sistem Đerdap.

Svečanom činu prisustvovali su predsjednik SFRJ, JOSIP BROZ Tito i predsjednik Državnog savjeta RUMUNJSKE, NICOLEA CEAUSESCUA.

Prema ranijem sporazumu između Jugoslavije i Rumunjske ovo gigantsko postrojenje zajednički su izgradili naši i rumunjski građevinari i elektroprivredni stručnjaci.

Radovi su otpočeli u rujnu 1964. godine. U najvećoj klisuri Evrope podignuta je brana na Drunavu i stvoreno jezero dugačko 135 km. Glavni objekti na hidroenergetskom i plovidbenom sistemu na Đerdapu su:

Dvije hidroelektrane (jedna na jugoslavenskom a druga na rumunjskom području), dvije brodske prevodnice, preljevna brana dvije nepreljevne brane i drugi objekti neposredno vezani za eksploataciju elektrana. Instalirana snaga hidroelektrana iznosi 2110 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 11,5 milijardi kWh.

Od pratećih objekata izgrađeni su: vanjske komunikacije, u koje spada i premještaj i rekonstrukcija 27 km postojećih željezničkih pruga, 250 km asfaltnih cesta i prilaza, 13 pristaništa i mnogo kilometara dalekovodne mreže i telegrafsko-telefonskih linija.

Osim radova na navedenim objektima preseljeno je i desetak naselja sa 14.500 stanovnika.

U strojarnici na jugoslavenskoj strani ugrađeno je 6 hidrogeneratora slijedećih karakteristika:

— turbina: snage 173 MW, za neto pad 27,16 m, gutanje 4350 m^3/s,
— generatori: snage 190 MVA, po dva vezana bloka na transformator 15,75/420 kV.

U izvedbi radova u većem opsegu su učestvovali: Hidrotehnika-Beograd, Hidrogradnja-Sarajevo, Beogradsko bagersko poduzeće i poduzeće »Ivan Milutinović« iz Beograda. Valja istaknuti, da je u gradnji HE Đerdap učestvovalo oko stotinjak naših poduzeća specijaliziranih za pojedinačne radove na mnogobrojnim objektima.

Domaći proizvođači iz oblasti strojogradnje i elektroindustrije ispručili su oko dvije trećine stojarske i elektro opreme, a ostatak je nabavljen od inozemnih proizvođača. Lenjingradski metalurški zavod u suradnji s tvornicom Litostroj isporučio je šest turbina. Tri generatora proizvedena su u tvornici »Rade Končar« Zagreb, a druga tri u tvornici »Elektrosila« iz Lenjingrada.

Za izgradnju objekata na našoj strani ukupna investiciona ulaganja iznose oko 440 milijardi starih dinara, od čega je za opremu utrošeno oko 100 milijardi, za građevne radove oko 245 milijardi, ostali dio investicija odnosi se na razne troškove, preselenje, otkup zemljišta i dr.

Istovremeno s radovima na izgradnji hidroenergetskog i plovidbenog sistema Đerdap izgrađeni su dalekovodi napona 380 kV i to: Đerdap-Beograd i Đerdap-Bor, u dužini 298 km, te dvije transformatorske stanice 380/220 kV.

Napomena: Vidi članak: Golubović, Hidroelektrana Đerdap Energija br. 5—6, 1971.

I. R.

HE Mratinje — betoniranje brane

Radovi na izgradnji hidroelektrane Mratinje, u SR Crna Gora, instalirane snage 360 MW uspješno se nastavljaju. Organizirani su opsežni radovi na građevnim objektima.

Glavni objekt predstavlja velika brana koja će zaustaviti tok rijeke Pive. Radovi na ovom zahvatu su tako odmakli da je pristupljeno betoniranju. Dovršenjem ove brane stvorit će se prostorno slivno područje s ukupnom akumulacijom blizu milijardu kubika vode.

Da bi se skrenuo tok rijeke Pive posebnim tunelom, izgrađena je još jedna brana visoka 25 metara.

HE Mratinje, kad bude završena, proizvodit će više od 900 milijuna kWh električne energije. Glavni zadatak ove hidroelektrane da osigura dovoljne količine električne energije Aluminijskom kombinatu Titograd.

I. R.

TS 110/35 kV Osijek II u pogonu

U povodu dana oslobođenja Osijeka 14. travnja, na svečan je način puštena u pogon TS 110/35 kV Osijek II i dalekovod 110 kV Brijest—Osijek II, dug oko 6 km.

Ova prijenosna postrojenja na simboličan način je pustio u rad predsjednik Skupšine grada Osijeka, drug Jozo Petović. Svečanosti su prisustvovali članovi kolektiva »Elektroslavonija«, projektanti, izvođači, ispo-ručioci opreme kao i zastupnici političkih i društvenih organizacija.

U izgradnju TS 110/35 kV Osijek investirano je oko 21,3 milijuna dinara. Projektnu dokumentaciju za sve objekte izradilo je poduzeće »Dalekovod«. Građevne radove na transformatorskoj stanici izvela su poduzeća »Gradnja« iz Osijeka i »Tehnogradnja« iz Zagreba.

Ova stanica raspolagat će s dva transformatora snage po 40 MVA što ih je isporučila tvornica »Rade Končar«. Na montaži dijela 110 kV postrojenja radile su stručne ekipe poduzeća »Braća Kavurić« iz Zagreba. Montažne radove na dijelu 35/10 kV postrojenja izveo je pogon montaže »Elektroslavonije«.

Dosadašnja pojna točka za grad Osijek TS 110/35 kV Brijest preuzima ulogu pojne točke za sjeveroistočnu Slavoniju, bez grada Osijeka. Novoizgrađena TS 110/35 kV Osijek II je prva transformatorska stanica izgrađena na užem gradskom području. Zadatak ove stanice je da prvenstveno opskrbljuje uže osječko područje električnom energijom.

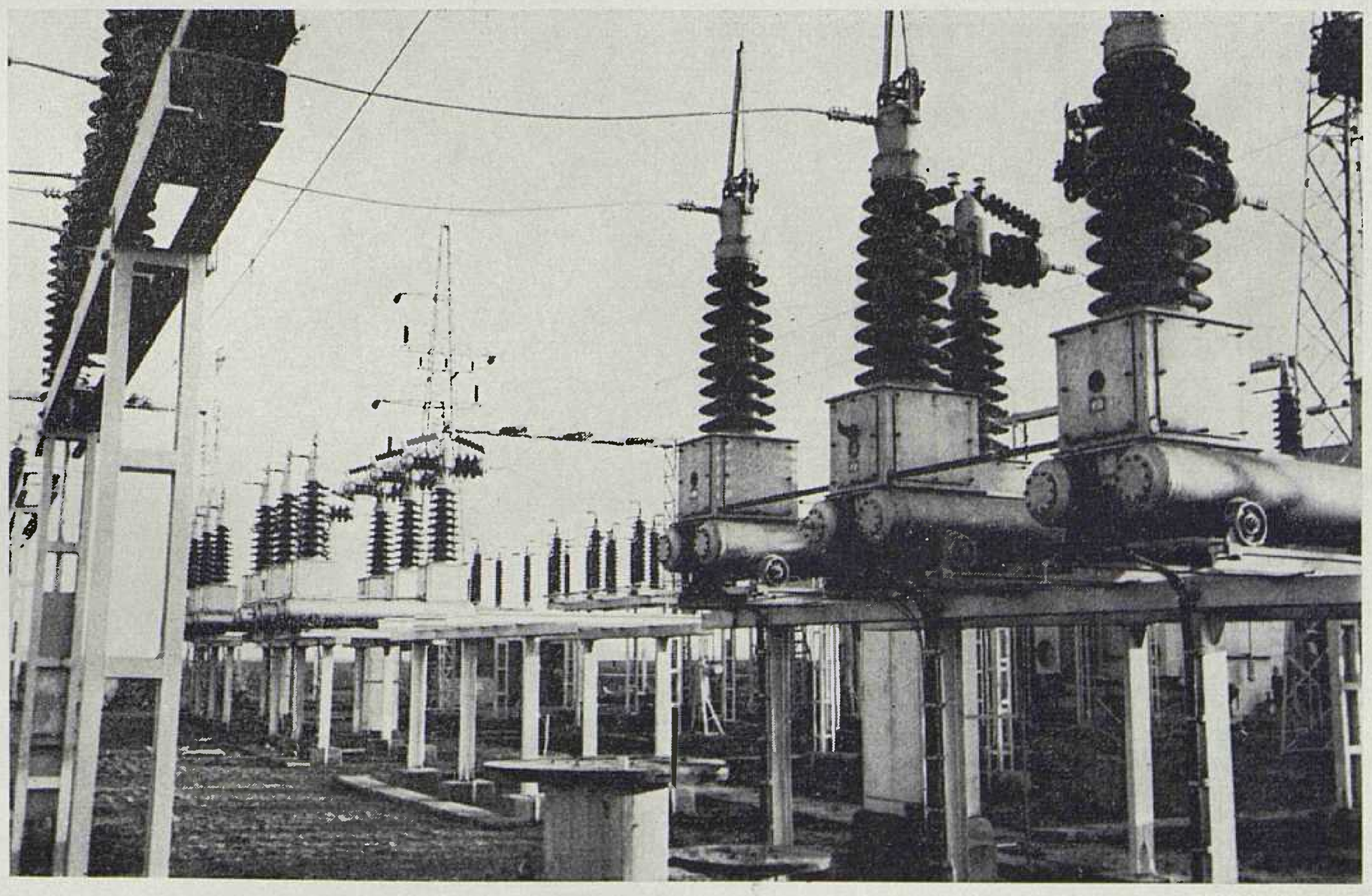
I. R.

Međunarodni zajam za DV 380 kV

Na sastanku održanom krajem travnja ove godine u Dubrovniku između predstavnika Međunarodne banke za obnovu i razvoj Washington i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede usvojen je tekst ugovora o zajmu za financiranje izgradnje dalekovodne mreže 380 kV u našoj zemlji.

Međunarodna banka odobrit će kredite u visini od 75 milijuna dolara koji će se koristiti za realizaciju prve faze usvojenog plana izgradnje dalekovodne mreže napona 380 kV.

Odobreni zajam koristit će se do 1977. a korisnici su 11 jugoslavenskih elektroprivrednih poduzeća. Zajam je raspoređen na pojedina poduzeća u ovim iznosima:



Novosagrađena TS 110/35 kV Osijek II

Elektroprivreda, Zagreb	8,9	milijuna dolara
Elektroprivreda, Rijeka	3,6	milijuna dolara
Elektroprenos, Split	2,7	milijuna dolara
Elektroprenos, Sarajevo	16,1	milijuna dolara
HE na Trebišnjici	2,2	milijuna dolara
Elektrostopanstvo, Skopje	5,8	milijuna dolara
Elektrocrnagora, Titograd	5,0	milijuna dolara
Elektroistok, Beograd	21,5	milijuna dolara
Savske elektrane, Ljubljana	2,7	milijuna dolara
Dravske elektrane, Maribor	3,2	milijuna dolara
Soške elektrane, Nova Gorica	1,3	milijuna dolara

Zajednica jugoslavenske elektroprivrede priprema izradu dokumentacije koja je potrebna kod konačnog potpisivanja ugovora o utanačenom zajmu s Međunarodnom bankom. Potpisivanje konačnog ugovora uslijedit će sredinom ove godine u Washingtonu.

Elektroprivredna poduzeća, korisnici zajma, moraju na vrijeme osigurati preostali dio sredstava od svojih banaka.

I. R.

Elektrifikacija pruge Zagreb — Sisak — Sunja

Završeni su radovi na elektrifikaciji dionice željezničke pruge Zagreb—Sisak—Sunja, duge oko 74 km. Na Dan željezničara, 15. travnja, ova je dionica na svečan način puštena u promet.

Dionica Zagreb — Sisak — Sunja napaja se električnom energijom iz mreže 110 kV preko elektrovučnih podstanica 110/25 kV Mraclin, Resnik i Sunja. Svaka elektrovučna podstanica sastoji se od dijela 110 kV s opremom za smještaj na otvorenom, te dijela 25 kV s opremom koja je smještena u zgradi.

Elektrovučne podstanice Mraclin i Resnik povezane su direktno sa sabirnicama 110 kV iz pripadnih istoimenih transformatorskih stanica. Elektrovučna podstanica Sunja napaja se preko dva paralelna novosagrađena jednofazna dalekovoda 110 kV Sisak — Sunja, duga oko 17,2 km iz TS 110/35 kV Sisak.

Puštanjem u rad posljednje dionice Zagreb — Sunja, zaokružuje se u cjelini mreža elektrificirane pruge eksploatacione dužine od 663 km, od čega su 232 km dvokolosječne pruge na našoj najvažnijoj magistrali Zagreb — Beograd.

U elektrifikaciji željeznice na potezu Zagreb — Sisak — Sunja učestvovali su ovi izvođači:

Montažu kontaktne mreže izvele su ekipe Elektrotehničke sekcije ŽTP-a, Zagreb. Elektromontažne radove na mjestima sekcioniranja obavili su stručnjaci tvornice »Rade Končar«, koja je i isporučila dobar dio elektro-opreme. Poduzeće »Dalekovod« učestvovalo je u gradnji vodova, a u zajednici sa stručnjacima »Rade Končara« i na elektromontaži elektrovučnih podstanica 110/25 kV. Građevinski dio na pojedinim objektima izvelo je poduzeće »Industrogradnja« i dr.

I. R.

Plinska elektrana u Sloveniji

Predstavnici energetskih poduzeća SR Slovenije na održanom sastanku u Mariboru izradili su prijedloge o tome na koji će se način pokriti manjak od 840 milijuna kWh električne energije, do kojeg bi došlo u Sloveniji u 1975. Tako velik manjak dolazi zbog zakašnjenja u pripremama izgradnje novih elektroenergetskih izvora.

Nadalje je na održanom sastanku istaknuto, da je prihvatiljivo rješenje da se u Sloveniji izgradi plinska elektrana s instaliranom snagom od 65 MW. Zaključeno je, da se izrade detaljne analize ekonomskog i tehničkog značaja za izgradnju takvog postrojenja. Na osnovi dobivenih rezultata izabrat će se lokacija za plinsku elektranu.

I. R.

SAVJETOVANJE O UZEMLJENJIMA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA I INSTALACIJAMA U ZGRADAMA

Od 18—20. svibnja 1972. g. održano je na Zlatiboru Savjetovanje o uzemljenjima u distributivnim mrežama i instalacijama u zgradama.

Savjetovanju je prisustvovalo 240 učesnika iz svih republika i pokrajina. Osim stručnjaka iz distributivnih i prijenosnih poduzeća savjetovanju su prisustvovali stručnjaci iz tvornica elektro opreme, iz projektnih organizacija, fakulteta i znanstveno-istraživačkih instituta. To govori o širokom interesu koji vlada za ovu problematiku. Za savjetovanje je otisnut Zbornik od 11 referata koji je prije savjetovanja dostavljen svim učesnicima.

Poslovno udruženje elektroprivrednih poduzeća za distribuciju električne energije SR Srbije uspješno je organiziralo ovo savjetovanje. Nakon radnog dijela savjetovanja 20. svibnja je organiziran zanimljiv jednodnevni izlet u Višegrad i posjet HE Bajina Bašta.

Program i tok savjetovanja

Svečano otvorenje savjetovanja bilo je 18. svibnja u 8,00 sati u hotelu »Palisad« na Zlatiboru. Nakon biranja radnog predsjedništva i grupe za zaključke, počeo je radni dio savjetovanja.

Primljeni referati su svrstani u tri grupe i to:

I grupa — referati o uzemljenju zvjezdišta srednjenaponskih mreža (prijavljena 4 referata)

II grupa — referati u kojima je obrađivana zaštita od opasnih napona dodira u niskonaponskim mrežama i električnim instalacijama (prijavljeno 5 referata).

III grupa — referati sa problematikom tehničkih propisa i preporuka (prijavljena 2 referata).

Radni dio savjetovanja je održan 18. i 19. svibnja. Autori su najprije izložili osnovu problematike koja je obrađena u pojedinom referatu. Nakon toga se vodila diskusija, koja je osobito u grupi II bila zanimljiva, opsežna i konstruktivna. U petak 19. svibnja je za učesnike savjetovanja organizirano upoznavanje s opremom i materijalom za uzemljenje, što ga proizvodi francuska firma »Catu«, a prikazan je i film o mjerenju otpora uzemljenja.

Na osnovi diskusije komisije su davale prijedloge zaključaka, koji su nakon završetka savjetovanja dostavljeni svim učesnicima. Zaključke donosimo u cijelosti.

Zaključci

1. *UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE SREDNJENAPONSKIH MREŽA*

1.1. Nadzemne 10 kV mreže mogu i nadalje biti u pogonu s izoliranom neutralnom točkom sistema.

1.2. Kabelske 10 kV mreže najbolje je riješiti s uzemljenjem neutralne točke putem metalnih rezistancija, pri čemu ovisno o snazi tropolnog kratkog spoja i opsegu mreže, valja ići na ograničenja struja jednopolnog zemljospoja od 300, 500 i 700 A.

1.3. Umješovitoj, tj. kabelsko-nadzemnoj mreži, prije konačne odluke se preporučuje eksperimentalno ispitivanje s ugrađenom rezistencijom i manjim strujama zemljospoja.

1.4. Kod srednjenaponskih kabelskih mreža, čiji se pogon odvija s neutralnom točkom što je uzemljena preko malog otpora, treba primjenjivati kabele s olovnim plaštom, ili kabele s metalnim ekranom od bakra (presjek ekrana ne manji od 16 mm²). Olovni plašt, odnosno ekran, predstavlja povratni dio strujnog kola većeg dijela struje jednopolnog zemljospoja, pa se time postiže znatno rasterećenje uzemljivača od spomenute struje, a time i znatno smanjenje napona uzemljenja, koraka i dodira.

1.5. Potrebno je da distributivna poduzeća priđu organiziranom praćenju događaja na svojim elektroenergetskim objektima, i da organiziraju detaljnu analizu kvarova, naročito na kabelskim mrežama.

Detaljnije analize i u pogodnoj formi zabilježeni statistički podaci, između ostalog, treba da posluže i izboru najpogodnijeg načina uzemljenja zvjezdišta u srednjonaponskim mrežama.

2. *ZAŠTITA OD OPASNIH NAPONA DODIRA U NISKONAPONSKIM MREŽAMA I ELEKTRIČNIM INSTALACIJAMA*

2.1. Kao osnovna mjera zaštite predlaže se nulovanje, s tim što u električnim instalacijama u zgradama treba primijeniti nulovanje s posebnim zaštitnim vodičem i mjere izjednačavanja potencijala.

2.2. Kao dopunske mjere zaštite mogu se primijeniti:
— zaštitne naponske (ZN) sklopke ili
— zaštitne struje (ZS) sklopke, ali treba voditi računa da zaštitne strujne sklopke imaju prednost pred naponskim.

2.3. Kod upotrebe vodovodnih instalacija radi zaštite od opasnih napona dodira ne treba praviti problem iz slijedećih razloga:
— mjeri izjednačavanja potencijala podliježu svi metalni dijelovi zgrade, pa prema tome i vodovodna instalacija,
— vodovodne instalacije i gradska vodovodna mreža spojeni su zaštitnim vodičem preko velikog broja zaštićenih električnih bojlera.

2.4. U postojećim niskonaponskim mrežama u kojima nije moguće prijeći na nulovanje, postojeću mjeru zaštite, u slučaju potrebe, valja poboljš-

šati dopunskim mjerama zaštite (zaštitnim strujnim ili zaštitnim naponskim sklopkama).

2.5. Umjesto klasičnih uzemljivača treba da se sve više primjenjuju »temeljni uzemljivači«. Temeljni uzemljivači imaju slijedeće prednosti pred klasičnim:
— duži vijek trajanja,
— stabilniju vrijednost otpora rasprostiranja,
— osiguravaju bolju ekvipotencijalnost objekta,
— manji troškovi gradnje,
— osiguravaju povoljnije vrijednosti otpora rasprostiranja pri lošim uvjetima tla.

2.6. Kao elemente klasičnih uzemljivača treba sve više napuštati cjevaste štapove i plosnatu traku, a umjesto njih primjenjivati štapne uzemljivače punog profila, odnosno linijske uzemljivače kružnog poprečnog presjeka.

2.7. S obzirom na sve veću primjenu elektronskih računala, računske metode za analiziranje uzemljivača moraju dobiti veći značaj nego što su imale dosad.

2.8. U cilju optimalnog tehničko-ekonomskog dimenzioniranja uzemljivača preporučuje se elektrodistributivnim poduzećima da izvrše potrebna mjerenja specifičnog otpora na područjima gdje postoje, ili se predviđa, lociranje elektroenergetskih objekata.

2.9. U skladu s tehničkim propisima za pogon i održavanje elektroenergetskih objekata elektrodistributivna poduzeća treba da vode trajnu evidenciju rezultata mjerenja otpora uzemljenja kod svih elektroenergetskih objekata u pogonu (TS 35/10 kV, TS 10/0,4 kV i vodova visokog napona). Osim otpora uzemljenja unositi i ostale podatke kao što su: temperatura i vlažnost zemljišta i zraka, datum mjerenja i drugo.

2.10. Distributivna poduzeća treba da saopće podnosiocu zahtjeva, putem energetske suglasnosti ili nekim sličnim administrativnim aktom, koji se način zaštite od previsokog napona dodira primjenjuje na određenom području.

3. *TEHNIČKI PROPISI*

3.1. Preporučiti nadležnim organima da donesu tehnički propis o zaštitnoj mjeri »izjednačavanje potencijala« i »temeljnim uzemljivačima«.

3.2. Preporučuje se ,također, nadležnim organima da donesu takav akt o uzemljenjima i mjerama zaštite od opasnih napona dodira i koraka u mrežama, el. instalacijama i električnim postrojenjima, koji bi bio sadržan u jednom propisu.

3.3. Tehničkim propisima regulirati:
— Vrijednost otpora čovječjeg tijela
— a) za slučaj mjerenja i računanja napona koraka i dodira kod elektroenergetskih objekata,
b) za slučaj mjerenja i računanja napona dodira kod električnih instalacija u zgradama.
— Vrijednost dozvoljene struje kroz čovječje tijelo ovisno o vremenu njenog djelovanja i to prema izrazu:

$$I_{\check{c}\,doz} \leqq \frac{0{,}165}{\sqrt{t}} \qquad (A)$$

a dozvoljeni napon dodira ovisno o vremenu (t) njegovog djelovanja i to prema izrazu:

$$U_{d\,doz} \leqq \frac{165 + 0{,}55\,\rho_s}{\sqrt{t}} \qquad (V)$$

gdje je ρ_s specifični otpor stajališta . . . (Ωm)

3.4. Ublažiti zahtjeve iz tehničkih propisa u pogledu zaštitnih uzemljenja stupova u nadzemnim srednjenaponskim mrežama čija je neutralna točka uzemljenja preko niskoomske reaktancije odnosno rezistancije.

3.5. Neophodno je formirati tijelo koje će stalno pratiti i donositi tehničke propise. To tijelo mora organizirati i financirati privreda.

A. Sekso

XI. STRUČNO SAVJETOVANJE ELEKTROENERGETIČARA JUGOSLAVIJE

Jugoslavenski nacionalni komitet međunarodne konferencije za velike električne mreže visokog napona — CIGRE (Conférence International des Grands Réseaux Electriques) održat će svoje iduće jedanaesto savjetovanje od 1. do 6. listopada 1972. u Ohridu. Na savjetovanju će se raspravljati o oko 140 referata i stručnih informacija, a prisustvovat će oko 1000 ušesnika.

Ova savjetovanja organizira JNK CIGRE, po uzoru na matičnu međunarodnu organizaciju, svake druge godine u drugoj republici. Sadržaj rada određen je stručnim sekcijama i grupama, pa su u njihovom okviru razvrstani referati i diskusija. Na ovom savjetovanju rasprava će se voditi po slijedećim sekcijama i grupama:

Prva sekcija: ELEMENTI POSTROJENJA

Grupa 11 — Rotacione mašine
Grupa 12 — Transformatori
Grupa 13 — Izolacioni aparati
Grupa 14 — Izolacioni materijali

Druga sekcija: POSTROJENJA I VODOVI

Grupa 21 — Visokonaponski kabeli
Grupa 22 — Zračni vodovi
Grupa 23 — Razvodna postrojenja

Treća sekcija: MREŽE

Grupa 31 — Planiranje i pogon električnih mreža
311 — Podgrupa: Prijenosne mreže
312 — Podgrupa: Distributivne mreže

Grupa 32 — Zaštita i automatika
Grupa 33 — Prenaponi i koordinacija izolacije
Grupa 34 — Komunikacije i perturbacije

Četvrta sekcija: ELEKTROENERGETIKA

Grupa 41 — Elektrane i energetski sistemi

Domaćini ovog savjetovanja, elektroprivreda i elektrodistribucija, te elektroindustrijska poduzeća SR Makedonije formirali su posebni organizacioni odbor koji je preuzeo svu brigu oko savjetovanja, prihvaćanja i smještaja učesnika, i stručnih ekskurzija.

Uz opsežan stručni materijal i interesantnu raspravu na savjetovanju, domaćini su predvidjeli i ekskurzije radi upoznavanja s elektroenergetskim postrojenjima i gradilištima, kao i s kulturnim znamenitostima i prirodnim ljepotama Makedonije.

Prijem učesnika i svečano otvorenje savjetovanja predviđeno je u nedjelju 1. listopada u velikoj dvorani hotela »Orce Nikolov« u naselju Sveti Stefan.

Radni dio savjetovanja, rad u grupama raspoređen je 2, 3. i 4. X. (ponedjeljak, utorak i srijedu). Četvrtak, 5. listopada predviđen je za jednodnevne ekskurzije i izlete, a u petak 6. X. održat će se zaključni, plenarni sastanak i skupština JNK CIGRE. Po završetku savjetovanja organizirat će se ekskurzije za učesnike u povratku.

Na ovom savjetovanju očekuje se veliki broj učesnika iz elektroprivrednih i elektroindustrijskih organizacija, znanstveno-istraživačkih institucija i fakulteta, kao i iz ostalih radnih organizacija zainteresiranih za problematiku elektroenergetike.

Zato se pozivaju svi zainteresirani da se na vrijeme prijave, radi »PROGRAMA« i rezervacije smještaja. Za sve informacije treba se obratiti na Jugoslavenski nacionalni komitet CIGRE, 41000 Zagreb, Berislavićeva 6/I.

Generalni sekretar:
(Herman Mattes, dipl. ing.

SAVJETOVANJE O PROBLEMATICI NISKONAPONSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Savez elektrotehničkih inženjera i tehničara Hrvatske u suradnji sa Savezom mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Jugoslavije organizirali su »Savjetovanje o tipizaciji električnih niskonaponskih distributivnih mreža« od 8. do 10. svibnja ove godine u Primoštenu, kod Šibenika.

Savjetovanju je prisustvovalo oko 450 stručnjaka iz oblasti distribucije električne energije, elektroindustrije, projektnih organizacija, i instituta, znanstvenih ustanova i dr.

Na savjetovanju je održano 33 referata sa stručnom problematikom iz ovih područja:

— Tehnički propisi za projektiranje, izvođenje i održavanje električnih niskonaponskih distributivnih mreža, kućnih priključaka, zaštitnih mjera, i dr.
— Standardizacija elemenata električnih niskonaponskih distributivnih mreža, nadzemnih i kabelskih.
— Tipizacija vodova za električne niskonaponske distributivne mreže.
— Projektiranje niskonaponskih distributivnih mreža.
— Značaj kompenzacije u eksploataciji električnih niskonaponskih distributivnih mreža.
— Problematika kabelskih niskonaponskih distributivnih mreža u specijalnim uvjetima: polaganje uzduž elektrificiranih željezničkih pruga, po mostovima i nadvožnjacima, u prohodnim kanalima zajedno s drugim instalacijama i uređajima, i dr.
— Suvremena rješenja tipskih elemenata za niskonaponske distributivne mreže.

O referatima je vođena šira diskusija, u kojoj su sudjelovali stručnjaci iz navedenih oblasti, o pitanjima električnih niskonaponskih distributivnih mreža.

Učesnici savjetovanja razgledali su industrijska postrojenja aluminijskog kombinata »Boris Kidrič« u Ražinama.

Trodnevni rad savjetovanja završen je donošenjem preporuka i zaključaka o unapređenju problematike niskonaponske distributivne električne mreže.

I. R.

ELKA

TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA ZAGREB — JUGOSLAVIJA

TELEFONSKI KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIČNIM MASAMA

»Elka je potpuno usvojila proizvodnju najkvalitetnijih telefonskih kabela za centrale, telefonskih razvodnih (instalacionih) kabela, telefonskih kabela za mjesne mreže, i telefonske montažne i instalacione žice.

KABELI I VODOVI IZOLIRANI PVC-OM

Za centrale i signalne uređaje izrađuje ove tipove kabela sa izolacijom i plaštem od PVC-a:

TC-40 i
TC-46 prema JUS M.C4.140

Osnovne izmjerene karakteristike izolacije ovih kabela su:

Relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 4$
Dielektrični faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}08$
Specifični izolacioni otpor	$r = 10^{15}\Omega$ cm

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela su:

Izolacioni otpor min.	R = 500 MΩ km
Radni kapacitet max.	C = 90 nF/km
Srednja kapacitivna veza	C′ ≷ 150 pF/500 m
Gušenje preslušavanja	a = 8 nepera
Dozvoljena temperatura kabela u upotrebi	— 20° C do 70° C
Temperatura polaganja	— 5° C do 50° C.

Kabeli TC-40 i TC-41 proizvode se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s promjerima vodiča 0,5 i 0,6 mm.

Telefonski razvodni instalacioni kabeli

TR-40, prema JUS N. C4. 240.

Minimalni izolacioni otpor je 200 MΩ km, a maksimalni radni kapacitet 100 nF/km. Proizvodi se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s vodičima promjera od 0,5, 0,6 i 0,8 mm. Ovaj kabel se upotrebljava za telefonske i signalne uređaje u suhim prostorijama, za polaganje u cijev i zidove.

Telefonska montažna žica

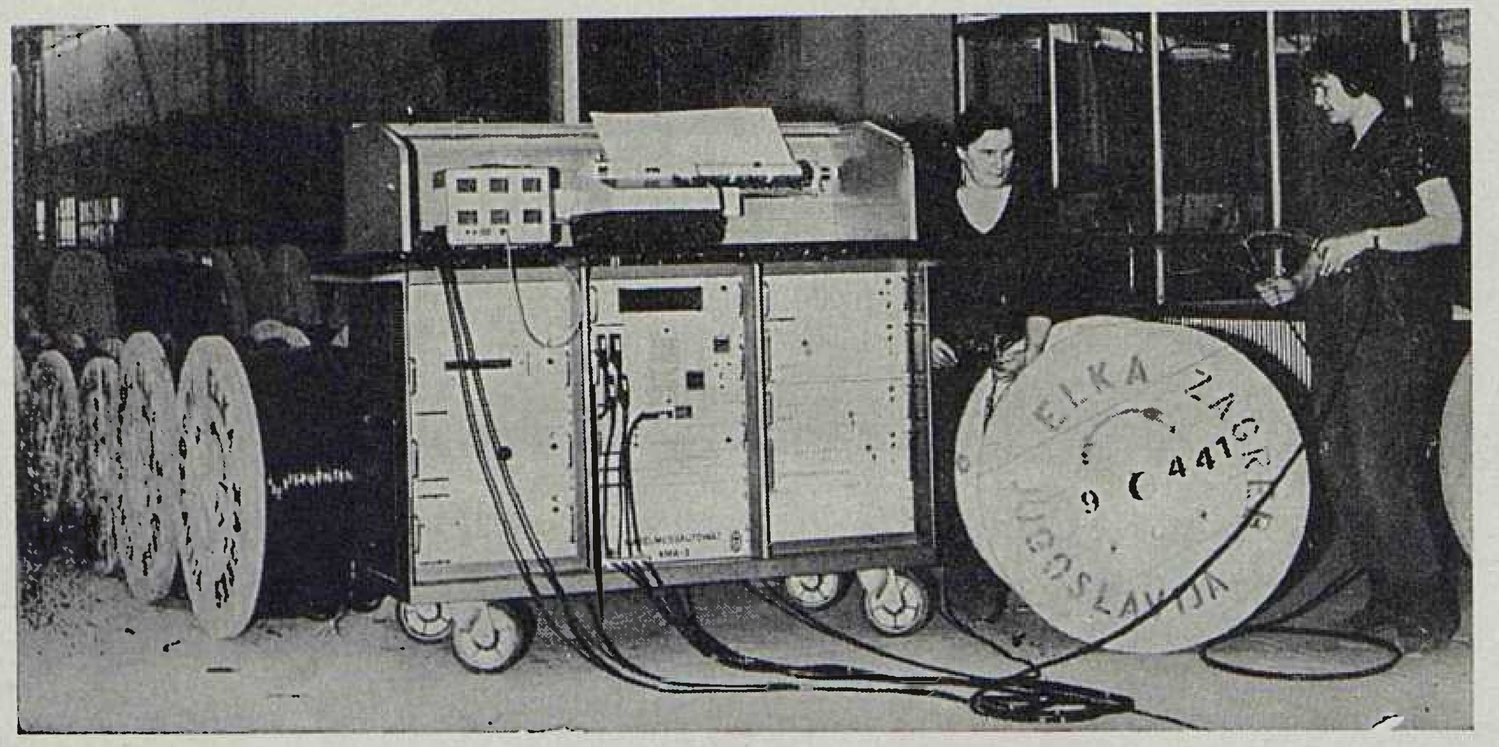
TM-20, jednobojna, dvobojna ili použena u snop od pet žica,

upotrebljava se za unutrašnje veze u telekomunikacionim uređajima i aparatima i za međusobno povezivanje telekomunikacijskih uređaja.

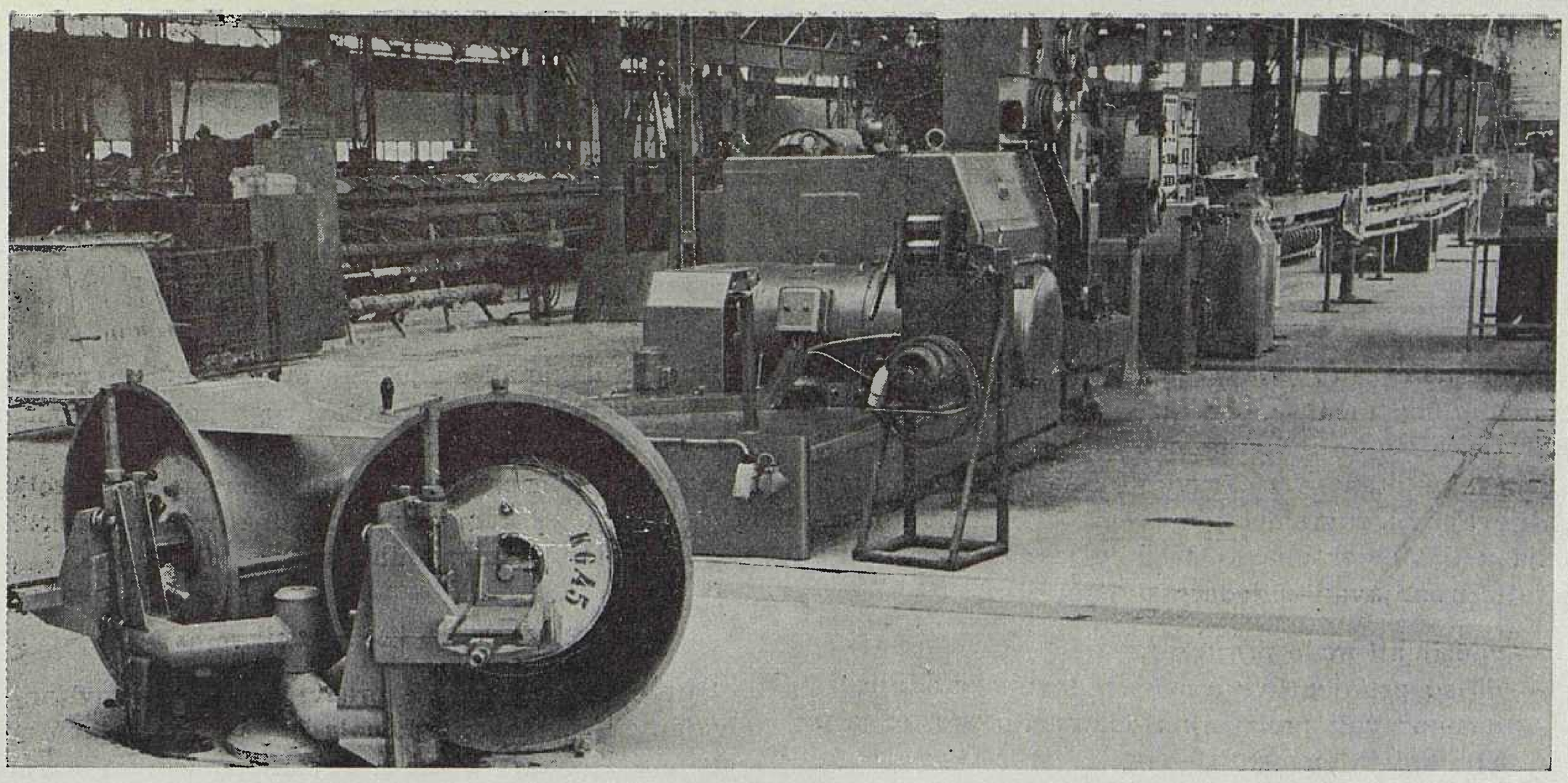
Telefonska instalaciona žica

TI 20,

upotrebljava se za telefonske kućne instalacije u cijevima i po zidu, za priključak zvučnika i signalnih uređaja, za ranžiranje glavnih kabelskih razdjelnika i međurazdjelnika.



Ispitivanje telefonskih kabela na najsuvremenijem uređaju tipa kabelmessautomat



Detalj iz pogona za proizvodnju telefonskih kabela

KABELI IZOLIRANI POLIETILENOM

Telefonski kabeli za mjerne telefonske mreže s izolacijom i plaštem od polietilena:

TK-30, TK-31 i TK-32, prema JUS N.C4.330
i TK-31, TK-32 i TK-33E, prema propisima JZPTT.

Osnovne izmjene karakteristike izolacije:

relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 2{,}3$, kod 1000 Hz
dielektrički faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}003 \div 0{,}005$, kod 1000 Hz
dielektrična čvrstoća	F = 25 kV/mm kod 50 Hz

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela:

Radni kapacitet za zvijezda- četvorke
$C_{IV} \leqq 50$ nF/km
a za paricu
$C_{II} \leq 60$ nF/km.

Izolacioni otpor gotovog kabela:

$R = 10.000$ MΩ km

Kapacitivna veza maksimalna

$c' \leq 500$ pF/500 m

Dozvoljena temperatura u eksploataciji

$t_o = -30°$ C do $50°$ C

Dozvoljena temperatura pri polaganju

$t_p = 0°$ C do $40°$ C

Primjena:

TK- 30 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža,

TK- 31 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža gdje se zahtjeva zaštita od smetnji,

TK- 32 za polaganje u zemlju, po zidovima, preko mostova i svagdje gdje je potrebna i povećana mehanička zaštita.

TK- 32* i TK- 33E su samonosivi telefonski kabeli za ovjesno polaganje na različita uporišta na zemlji, krovovima, stupovima, posebno u industrijskim centrima sa zagađenom atmosferom, selima, prigradskim, naseljima i primorskim mjestima.

Svi se ovi kabeli proizvode u konstrukcijama od 5 do 50 parica i četvorki.

---

* TK-33 razlikuje se od TK-33E samo po tome što mu je plašt od PVC-a.

ELKA · ELKA · ELKA · ELKA

PODNE INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE

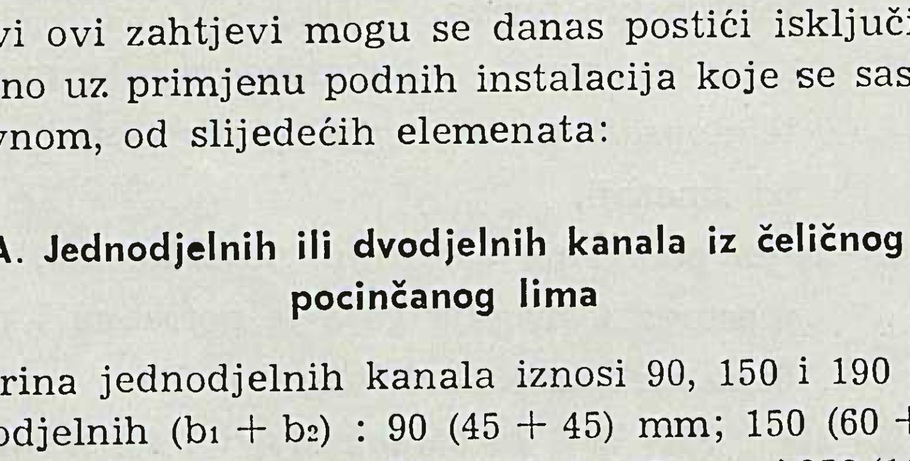
Moderna organizacija poslovanja u uredima, projektnim biroima, računskim centrima, laboratorijima, saobraćajnim i informativnim centrima, bankama, bolnicama, fakultetima i u drugim poslovnim objektima, zahtijevaju najsuvremenije sisteme električnih instalacija u tim objektima. Instalacije jake i slabe struje moraju ispunjavati slijedeće uvjete:

- zauzimati malo prostora,
- da su primjenljive u svim vidovima gradnje,
- omogućavati proizvoljnu adaptaciju prostorija u bilo kojem momentu,
- brzu i jeftinu montažu,
- sigurnu izvedbu u mehaničkom i električnom pogledu,
- kapacitet instalacije mora biti dovoljno dimenzioniran i za buduće potrebe,
- mreža priključnih mjesta mora biti fleksibilna, tj. mora postojati mogućnost da se broj i mjesto priključka može uvijek prilagoditi potrebama i željama korisnika instalacije,
- priključci instalacija jake i slabe struje terbaju biti, po mogućnosti koncentrirani na istim mjestima, da se mogu istovremeno koristiti,
- priključna mjesta moraju biti takva da se mogu proizvoljno kombinirati priključci za jaku struju i telefoniju, i da mogu biti zaštićeni zajedničkim ili odvojenim poklopcima.

Svi ovi zahtjevi mogu se danas postići isključivo i sigurno uz primjenu podnih instalacija koje se sastoje, uglavnom, od slijedećih elemenata:

A. Jednodjelnih ili dvodjelnih kanala iz čeličnog pocinčanog lima

Širina jednodjelnih kanala iznosi 90, 150 i 190 mm, a dvodjelnih ($b_1 + b_2$) : 90 (45 + 45) mm; 150 (60 + 90) mm; 190 (80 + 110) mm; 250 (110 + 140) mm i 350 (160 + + 190) mm. Visina kanala može biti 18 mm; 23 mm; 28 mm; 33 mm; 38 mm, 43 mm i 48 mm. Ovisno o visini kanala i izvedbi priključnih mjesta, vidi točku C, visina premaza ili izolacionog poda koji dolazi iznad betonske deke mora biti 50 do 80 mm.



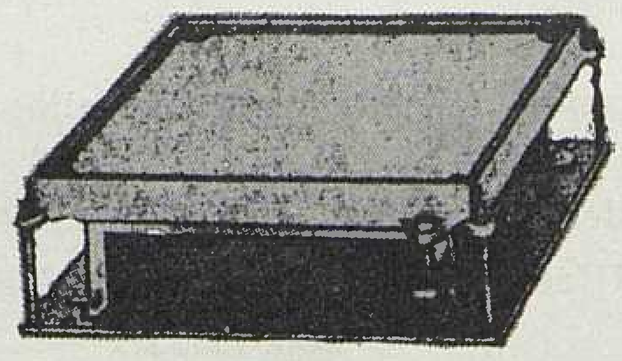
Sl. 1. Dvodjelni limeni kanal

Dvodjelni kanali su jednim svojim poljem predviđeni za vodove jake struje, a drugo polje za vodove slabe struje (telefoni, interfoni i sl.). U sastavu kanala se isporučuju pripadajući spojni elementi kao i koljena za priključak kanala na razvodne uređaje, odnosno na sistem zidnih-parapetnih instalacionih kanala.

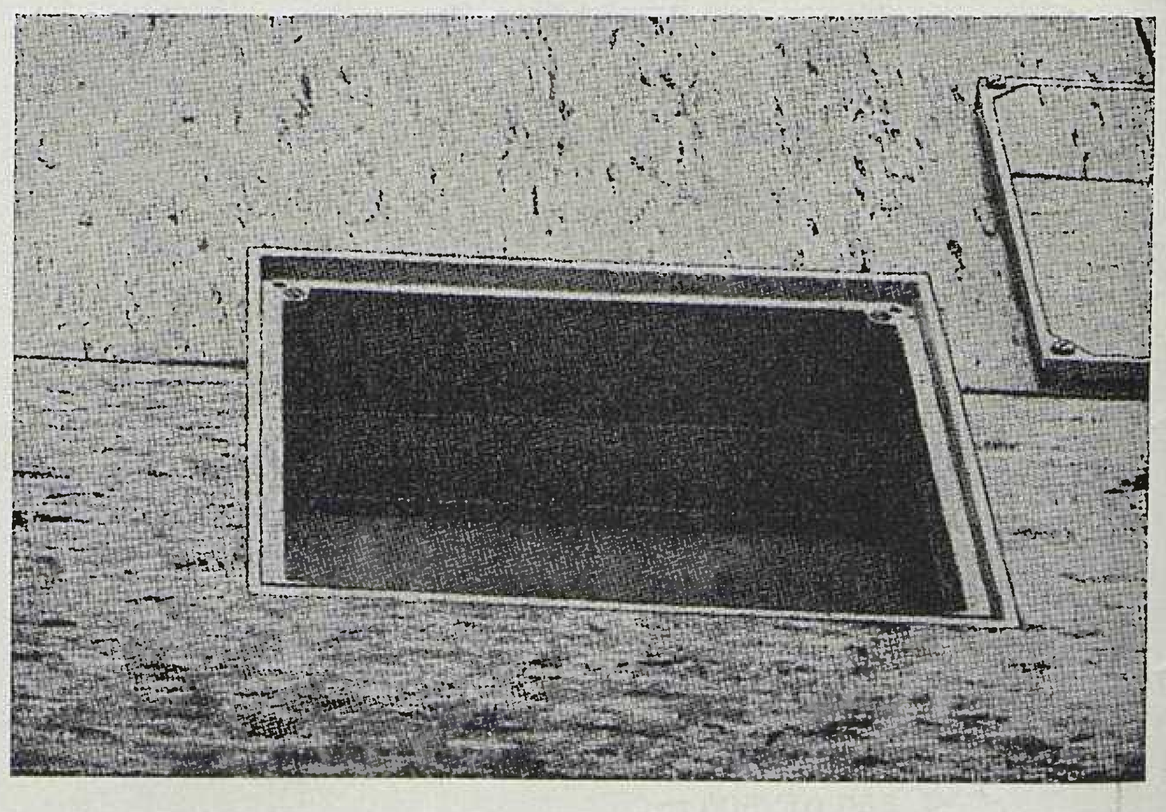
B. Razvodne kutije iz silumina

Kutije iz silumina su predviđene za nastavljanje, odvajanje i završavanje kanala i to ovisno o planu polaganja i spajanja vodova. Prema potrebi se u razvodne kutije mogu ugraditi priključne stezaljke za vodove jake struje, odnosno priključne letvice i reglete za vodove slabe struje i telefonije. U sastavu kutije se isporučuju posebni poklopci koji se isključivo koriste za potrebe transporta i monate, kao i pregradne pločice koje služe kao mehaničke pregrade na mjestu gdje se križaju vodovi jake struje s vodovima telefonskih instalacija.

Prema potrebi može se na poklopac razvodnih kutija ugraditi i priključni stupić, vidi točku C/c.



Sl. 2



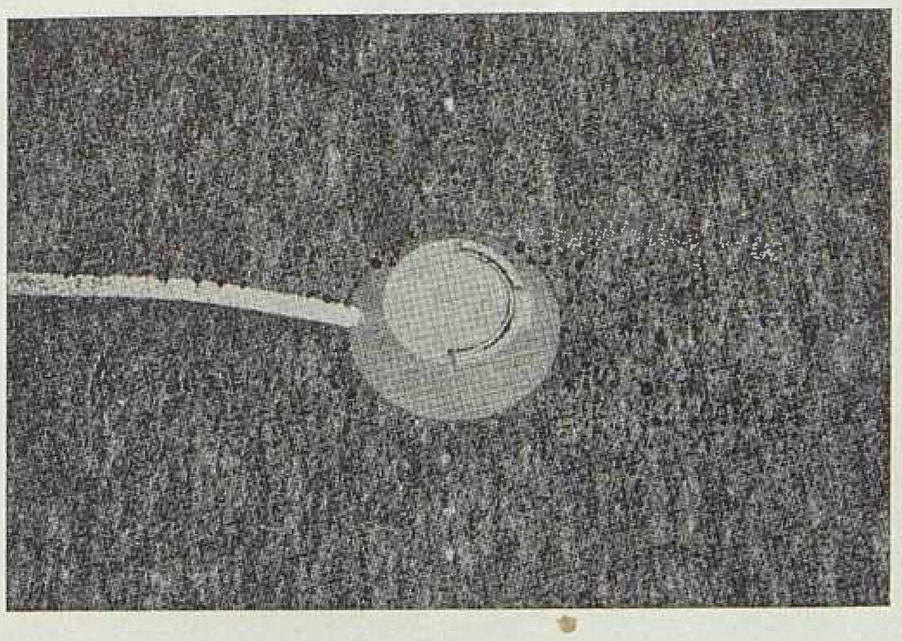
Sl. 3

Na sl. 2 i 3 — Razvodne kutije (dimenzije u skladu sa širinom i visinom kanala)

C. Priključna mjesta

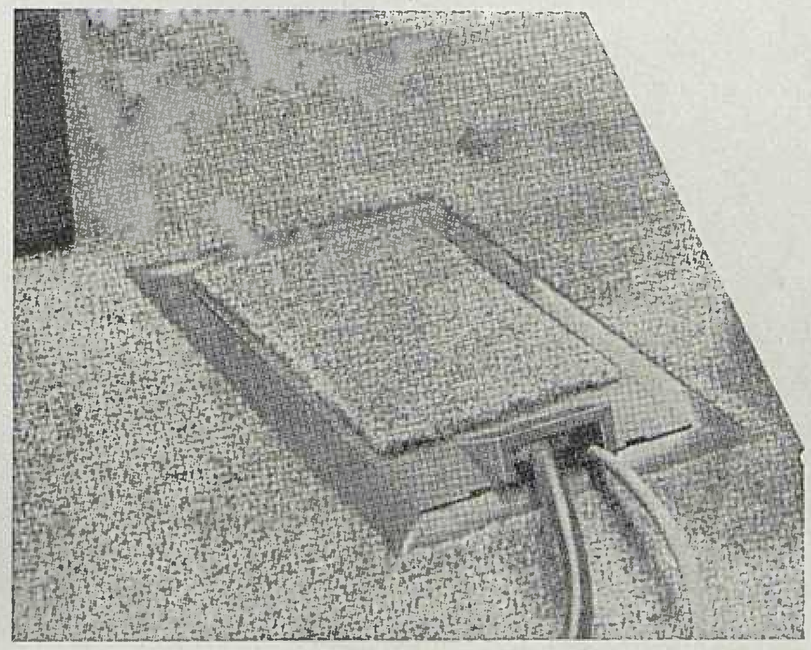
Podne instalacije predvidene su za tri različite izvedbe priključnih mjesta, s time da svaka izvedba omogućava mnogo kombinacija raznih izvedbi priključaka za instalacije jake i slabe struje.

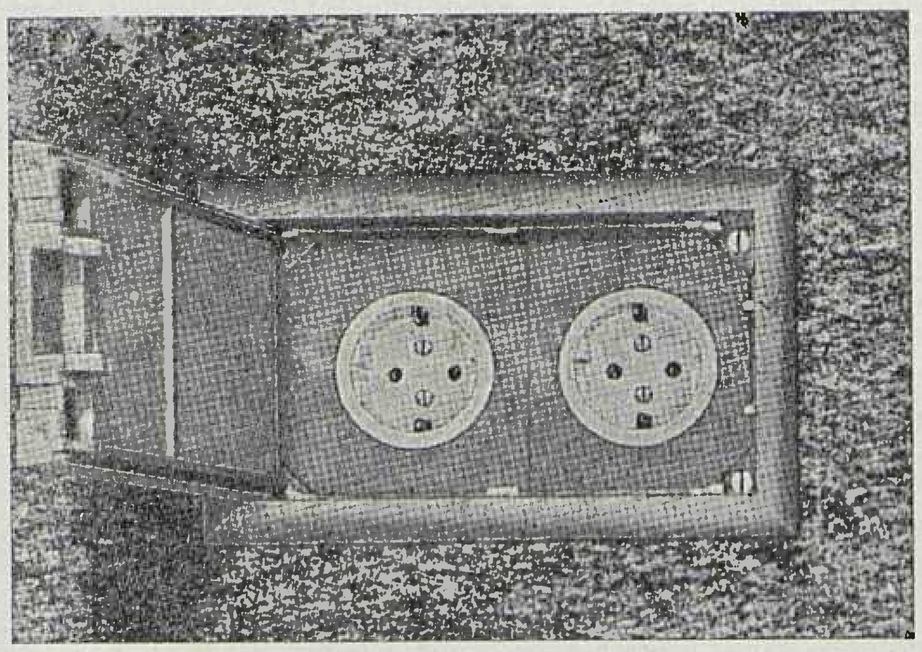
Pregled izvedbi priključnih mjesta:



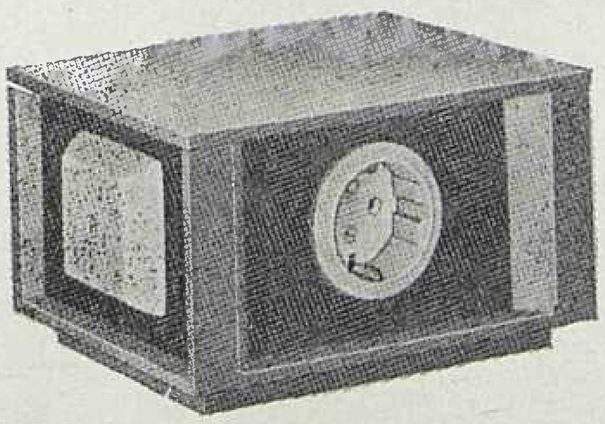
a) Priključno mjesto u visini poda, s jednim priključkom (za jaku ili slabu struju).

Mogu se i naknadno ugraditi. U tu svrhu se koristi odgovarajući alat za bušenje poda i limenih kanala.





b) Priključno mjesto u visini poda s dva ista ili različita priključna gnijezda.



c) Priključno mjesto iznad poda tzv. priključni stupić, u više izvedbi s mogućnosti 12 priključnih gnijezda.

Potpune tehničke podatke o sistemu podnih instalacija i pripadajućim razvodnih ormarima možete dobiti u prodajno-tehničkoj službi tvornice.

Zagreb

Tvornica TEP

PREFABRICIRANA BETONSKA TRANSFORMATORSKA STANICA 10/0,4 kV do 630 kVA

Tvornica el. uređaja u Sesvetskom Kraljevcu poduzeća »Rade Končar«, isporučuje prefabricirane transformatorske betonske stanice koje su se pokazale veoma pogodne i naišle na vrlo veliki interes. Stoga u kratkim crtama iznosimo njezina svojstva.

Kućište transformatorske stanice izrađeno je iz laganog betona s povećanom toplotnom izolacijom. Na mjesto ugradnje doprema se u elementima i tu se jednostavnim postupkom sastavlja.

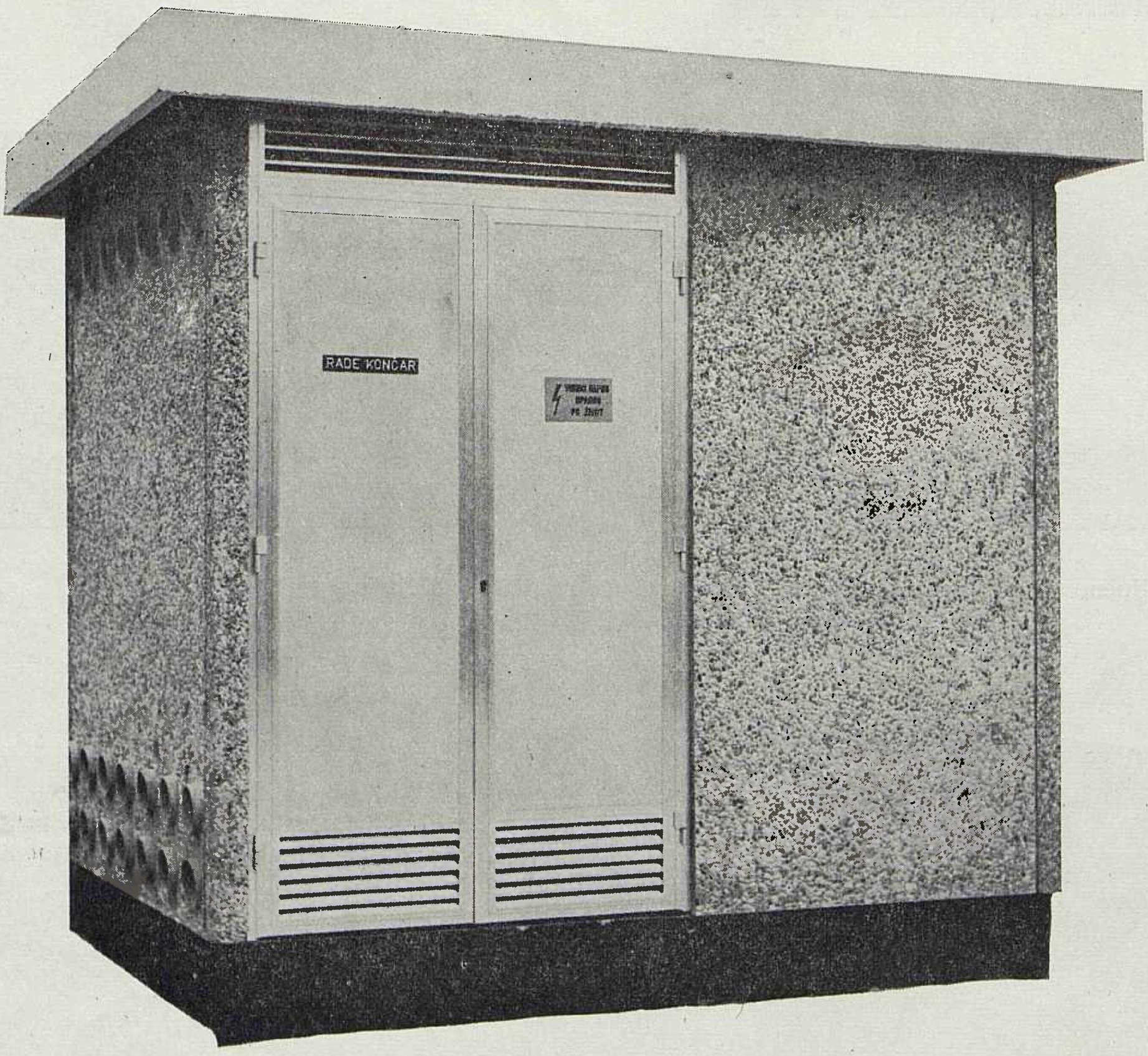
Zidovi su pojačani čeličnom armaturom koja je međusobno zavarena i spojena za zaštitno uzemljenje.

Sklapanje na visokonaponskoj strani vrši se sklopnim blokom Magnefix. Standardni sklopni blok sastoji se od dvije rastavne sklopke za vodna polja i od jedne rastavne sklopke s osiguračima za transformatorsko polje. Na zahtjev se sklopni blok može proširiti. Priključci su kabelski s maksimalnim presjekom $3 \times 150\ mm^2$. U transformatorsku stanicu se ugrađuju standardni serijski transformatori proizvodnje »Rade Končar« tipa Tn 12, snaga od 315 do 630 kVA.

Stanica ima sedam kabelskih odvoda do 400 A i dva odvoda za javnu rasvjetu. Struja se mjeri s tri maksigraf ampermetra, a napon jednim voltmetrom s voltmetarskom preklopkom. Ugrađeni strujni transformatori omogućuju mjerenje ukupne energije kao i potrošak javne rasvjete. Na zahtjev se mogu isporučiti i druge izvedbe niskonaponskog sklopnog bloka.

Transformatorska stanica ima slijedeće karakteristike:

- Stanica je potpuno prefabricirana, tako da su radovi na mjestu postavljanja minimalni. Primjenom laganog betona, aluminijskih vrata, te hladnim cinčanjem unutarnjih čeličnih nosača, postigla se visoka klimatska postojanost, čime je održavanje svedeno na najmanju mjeru.
- Smanjenjem dimenzija visokonaponskog i niskonaponskog sklopnog bloka dobila se stanica malih dimenzija. Mala tlocrtna površina od 6 m^2 olakšava pronalaženje lokacije za smještaj u gusto naseljenim područjima.
- Koncepcija zgrade i opreme je takva da se mogu ugraditi transformatori snage od 315 do 630 kVA, što omogućuje povećanje snage transformacije u skladu s porastom potrošnje.
- Lijepi vanjski izgled omogućuje lako uklapanje transformatorske stanice u različite ambijente.



»RADE KONČAR«
PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME,
PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA — ZAGREB

GOD. 21 (1972) energija BROJ 9—10

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

UNIVERZALNI PROGRAM ZA PRORAČUN STRUJA I NAPONA U REŽIMU KRATKOG SPOJA

Marija Ožegović, Split

U Splitu je za potrebe poduzeća »Elektroprenos« izrađen program »UKSX«. Programom je obuhvaćen tropolni, dvopolni, jednopolni i dvopolni kratki spoj sa zemljom, a računaju se fazne veličine struja i napona u cijeloj mreži. Interesantno je rješenje proračuna matrice nultog sistema i utjecaja spoja transformatora na struje i napone. Svi zahtjevi programu postavljaju se preko vrlo jednostavnih ulaznih podataka.

DK 621.316.1 : 681.3

Program za proračun kratkog spoja »UKSX« namijenjen je za mreže s kruto uzemljenim i izoliranim zvjezdištem. Mreža je predstavljena uobičajenim zanemarenjima:

1. generatori su predstavljeni konstantnim naponom iza subtranzientne reaktancije.
2. zanemarene su sve poprečne veze.
3. transformatori su na nominalnom odnosu transformacije. Pretpostavlja se korištenje programa u visokonaponskim mrežama. Zato su zanemareni djelatni otpori transformatora i vodova, pa program radi sa matricom [X] tj. matricom vlastitih i međusobnih reaktancija čvorova. Matematski model je na osnovi Theveninovog teorema. Zadani bazni napon mreže 1 određuje napon praznog hoda te mreže, a time i cijele mreže neposredno prije poremećaja.

Mreža analizirana programom »UKSX« može biti sastavljena i od transformatora raznih grupa spojeva, tronamotnih transformatora i autotransformatora. Neke grupe spojeva transformatora zakreću vektore komponenata struja i napona, pa su struje i naponi faza iza ovih transformatora vrlo interesantne veličine. Zato je moguće, ako se to želi, sa programom »UKSX« izračunati sve struje i sve napone u cijeloj mreži, računajući i namotaje transformatora, bez obzira koji je dio mreže pogođen kratkim spojem i od koliko je uzemljenih i izoliranih naponskih nivoa mreža sastavljena.

Račun tropolnog i dvopolnog kratkog spoja može se provesti u dvije varijante. Po prvoj varijanti dobiju se naponi i struje na mjestu kratkog spoja, naponi u svim čvorovima i struje u cijeloj mreži. Tu su uključene i struje u namotajima transformatora. Ova varijanta daje vrlo opširne izlazne podatke. Po drugoj varijanti računaju se struje i snage na mjestu kratkog spoja, i struje grana neposredno vezanih za mjesto kratkog spoja. Ova varijanta daje samo najvažnije podatke i pogodna je za brzu analizu velike mreže, kada se želi proći svim čvorovima ili velikim brojem čvorova, kao mjestima kratkog spoja.

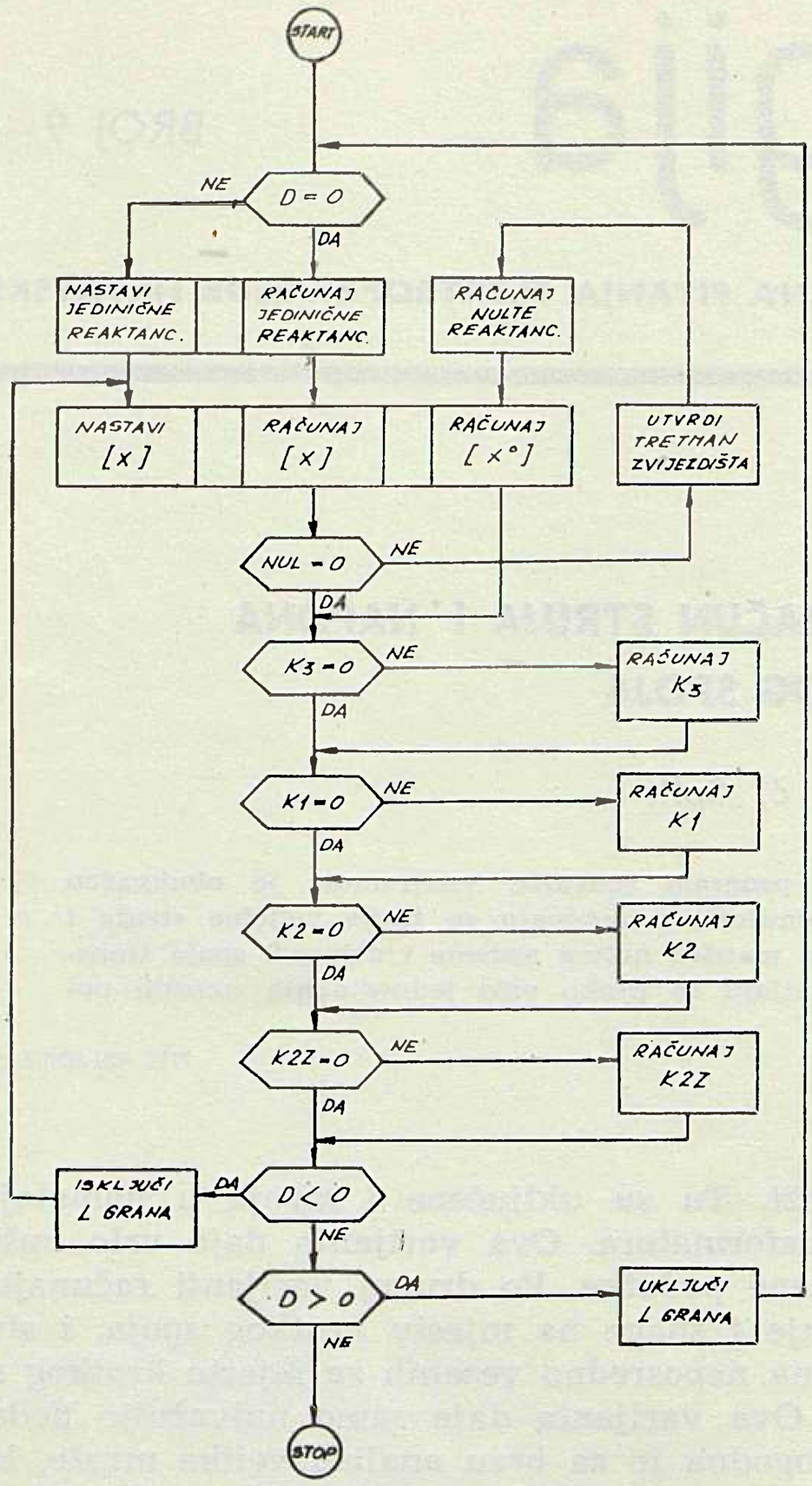
Računi jednopolnog i dvopolnog kratkog spoja spojenog sa zemljom mogu se provesti u tri varijante. Prva i druga varijanta identične su onima za tropolni i dvopolni kratki spoj osim što prva varijanta daje i struje kroz uzemljenja zvjezdišta transformatora. Treća varijanta računa struju prema zemlji na mjestu kratkog spoja, tj. trostruku nultu komponentu, i raspodjelu ove struje kroz vodove neposredno vezane uz pogođeni čvor. Treća varijanta daje podatke interesantne za utjecaj nesimetričnih pojava na okolinu.

Na slici 2 pokazani su rezultati varijanata kod računa dvopolnog kratkog spoja sa zemljom u nekoj maloj mreži. Sve varijante mogu se računati za kratki spoj redom u svim čvorovima i za kratki spoj u odabranim čvorovima. Čvorovi mogu biti sabirnice postrojenja ili bilo koje mjesto na nekom vodu.

Proračun kratkog spoja kod manjih izmjena u strukturi mreže može se zadati kao nastavak osnovnog proračuna. U tom se slučaju matrica [X] za direktni i inverzni sistem ne računa iz početka, što donosi velike uštede s obzirom na trajanje rada elektroničkog računala.

Na slici 1 nalazi se blok-dijagram toka programa »UKSX«.

Uočljiva su dva dijela. U prvom dijelu obrađuju se podaci i računaju matrice, a u drugom



Sl. 1 Blok dijagram toka »UKSX«

dijelu računaju se, po izboru, vrste kratkog spoja. Kada se ne želi računati jednopolni i dvopolni kratki spoj sa zemljom, otpada računanje matrice nultog sistema. Na kraju se postavlja još i pitanje da li ima izmjena u strukturi mreže.

Podaci se zadaju u obliku u kakvom se normalno nalaze na jednopolnim shemama. Uz topologiju i parametre mreže dovoljno je zadati baznu snagu, bazni napon mreže označene jedinicom i zahtjeve, a ostalo računalo obavlja samo.

Najprije se računaju stvarne reaktancije iz postotnih, zatim se računaju bazne veličine i jedinične reaktancije kao omjer stvarnih i baznih. Ovo su jedinične reaktancije direktnog i inverznog sistema.

Jedinične reaktancije nultog sistema računaju se za vodove iz zadanih stvarnih reaktancija ili iz reaktancija direktnog sistema. Nulta reaktancija generatora može se samo zadati, dok se za transformator nulte reaktancije ne zadaju. One se jedino izvode iz jediničnih reaktancija direktnog sistema, pri čemu se uzima u obzir grupa spoja, tretman zvjezdišta i izvedba.

Programom »UKSX« obuhvaćeni su dvonamotni, tronamotni i autotransformatori. Uz napon kratkog spoja, nazivnu snagu i nazivne napone transformatora valja još zadati posebnu šifru i kut za grupu spoja i tretman zvjezdišta, te način na koji je transformator priključen na mrežu.

Ukupno ima 10 šifri. To su:

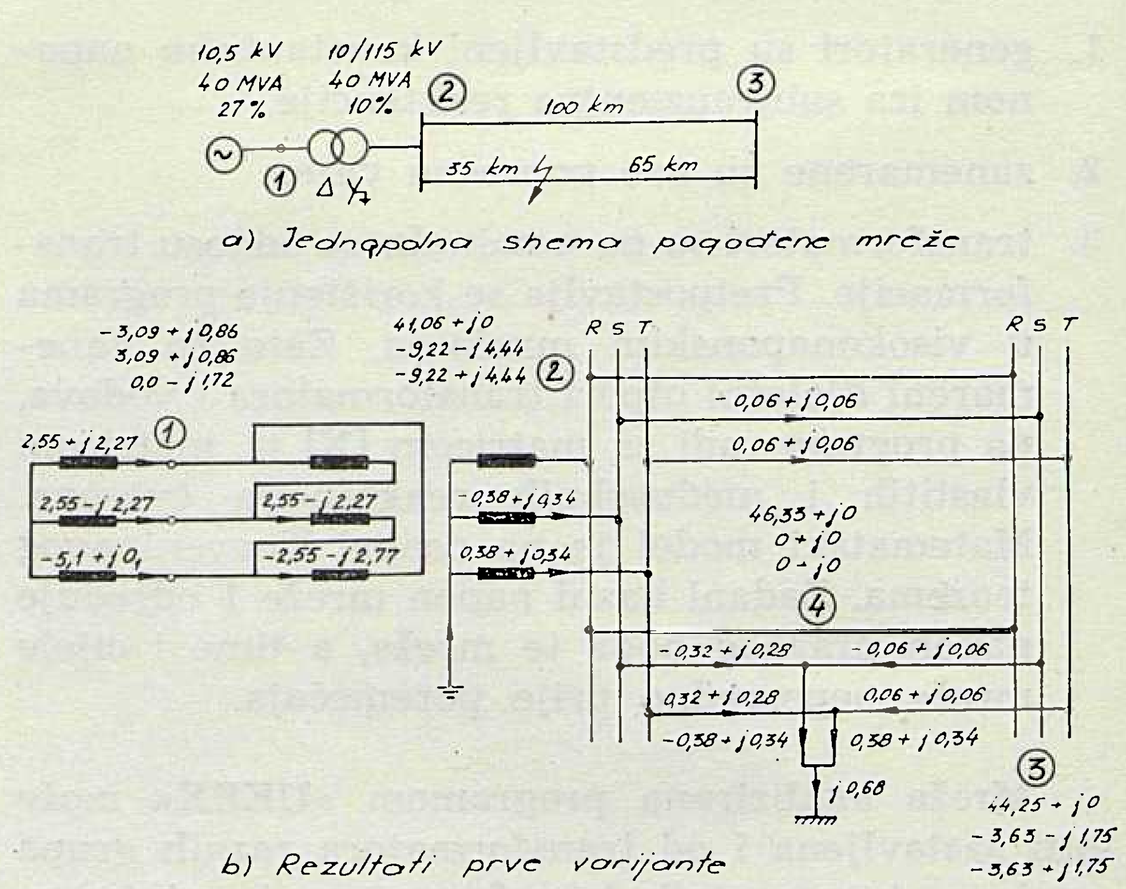
a) *za dvonamotne transformatore:*

22 = Yy 0 ili Yy 6, oba zvjezdišta izolirana.
01 = Yy 0 ili Yy 6, jedno zvjezdište izolirano, izvedba sa 3 stupa.
11 = Yy 0 ili Yy 6, oba zvjezdišta uzemljena.
21 = Yd 5, Yy 5, Dy 11 ili Yd 11, uzemljeno zvjezdište.
20 = Yd 5, Dy 5, Dy 11 ili Yd 11, zvjezdište neuzemljeno.

b) *za tronamotne transformatore:*

200 = Yy0d5, Yy6d5, Yy0d11 ili Yy6d11, oba zvjezdišta izolirana.
211 = Yy0d5, Yy6d5, Yy0d11 ili Yy6d11, oba zvjezdišta uzemljena.
210 = Yy0d5, Yy6d5, Yy0d11 ili Yy6d11, jedno zvjezdište izolirano.
300 = tronamotni autotransformator Yy0d5 ili Yy0d11, zvjezdište izolirano.
311 = tronamotni autotransformator Yy0d5 ili Yy0d11, zvjezdište uzemljeno.

Sa 10 šifri razlikujemo 30 transformatora. Da se ovo postigne potrebno je još zadati kut Δ u stupnjevima. To je kut zakretanja direktne komponente struje ili napona mreže označena sa većim brojem prema mreži označenoj sa manjim brojem, što su povezane dotičnim transformatorom.



Sl. 2 Mreža pogođena dvopolnim kratkim spojem sa zemljom u čvoru k = 4

Pokaže li se potreba da se još neki spoj transformatora uključi u program, to će se moći uraditi bez velikih poteškoća. Isto vrijedi i za dodavanje nultih reaktancija transformatora.

Matrica [X] računa se metodom korak po korak. To postavlja specijalne zahtjeve na označavanje mreže, a pojavljuju se i novi problemi kod računanja matrice [X°] na isti način. Kako je nulti sistem redovito manji od direktnog, odnosno inverznog, a i drugačije strukture, valjalo je pronaći način da se matrica [X°] ne računa veća nego što je potrebno, a ipak metodom korak po korak.

Prva grana nultog sistema ne mora biti grana između čvora nula i čvora jedan, nego između čvora nula i bilo kojeg čvora P°, pod uvjetom da slijedeći čvorovi nultog sistema čine niz do najvećeg broja čvora N°, koji opet ne mora biti najveći broj čvora direktnog sistema N. Zahtijeva se da svi čvorovi nultog sistema budu u neprekinutom nizu:

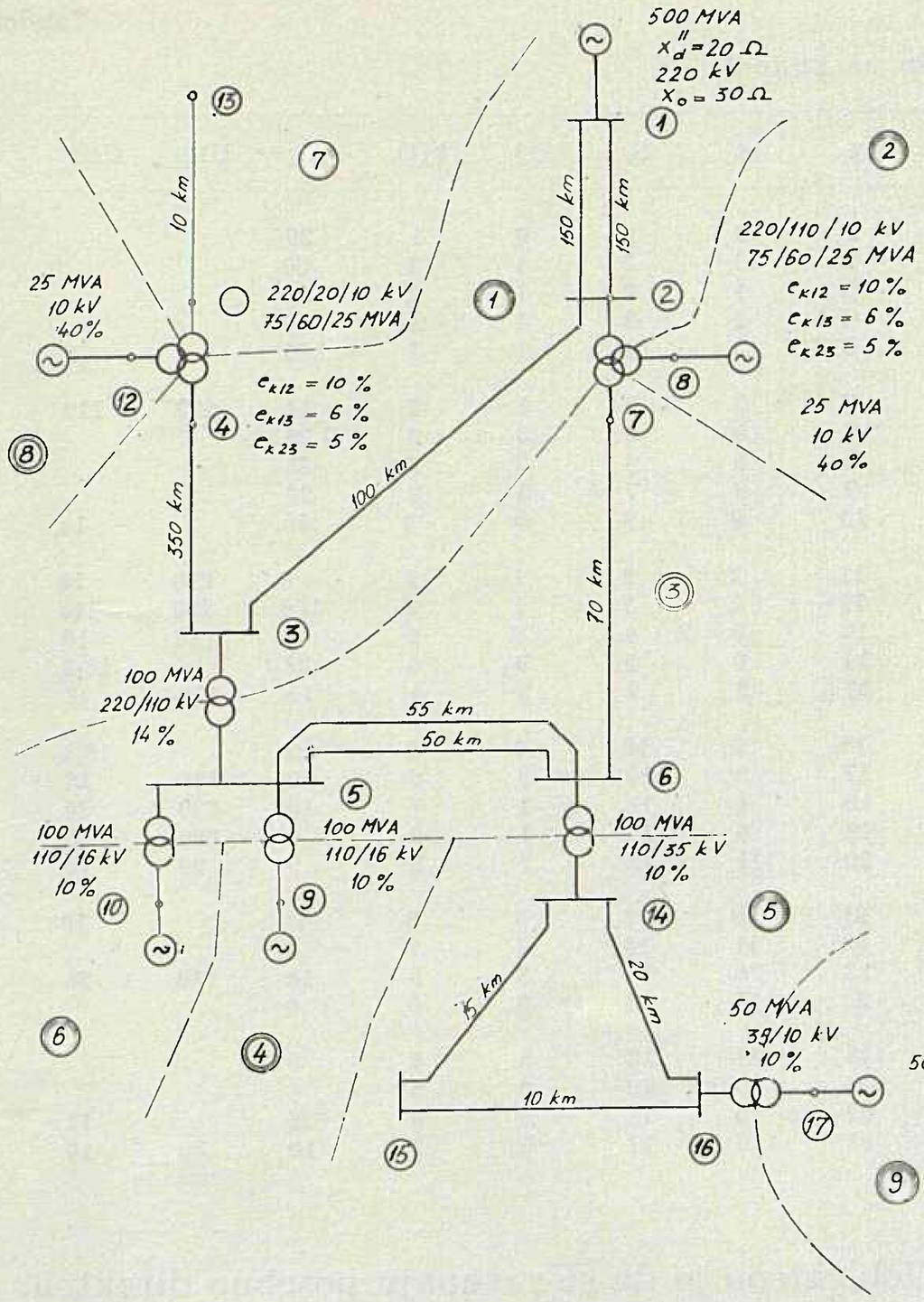
$$n = P^\circ, P^\circ + 1, P^\circ + 2, \ldots N^\circ - 2, N^\circ - 1, N^\circ . \quad (1)$$

U slučaju da ovaj zahtjev nije ispunjen, tj. da niz nije neprekinut, matrica [X°] će se ipak izračunati. Čvorovi koji nedostaju u nizu P° ... N° povezuju se sa mrežom nultog sistema pomoću vrlo velikih reaktancija. Međutim, preporučljivo je tako označiti mrežu da do toga ne dođe, što je u većini slučajeva izvedivo. Nije problem u tome što elektroničko računalo mora računati s nekim konačnim brojem kod uzimanja velike reaktancije, jer je taj konačni broj uvijek dovoljno velik, nego je problem u tome da se tijekom računanja matrice pojavljuju osnovne računske operacije sa vrlo velikim i malim brojevima. Raskorak u redu veličine donosi pogrešku redovito u prihvatljivim granicama. Pogreška ovisi najviše o ulozi grane s vrlo velikom reaktancijom u mreži i o odnosu veličine mreže i broja ovih grana. Tako npr. grane s vrlo velikom reaktancijom neće uopće utjecati na točnost računa, ako su vezane samo s referentnim čvorom. Problem se može riješiti proširenjem točnosti kod računala, samo bi to produžilo vrijeme računanja.

Na slici 3. se nalazi jednopolna shema neke mreže. Podjela mreže, označavanje dijelova mreže i čvorova izvodi se direktno na ovoj shemi. Zatim se ispisuju tablice podataka, ukoliko se to odmah ne radi na fortran formularu. Najteže je načiniti tablicu grana, jer ona sadrži redoslijed uključivanja grana, njihovu međusobnu vezu i za svaku granu sve potrebne podatke. Za mrežu sa slike 3 načinjena je priložena tablica grana.

U prvom stupcu je redni broj grane *g*. U drugom i trećem stupcu su čvorovi koje povezuje grana *g*. U četvrtom i petom stupcu su brojevi mreža u kojima se nalaze čvorovi *s* i *t*. Slijede reaktancije, nazivni naponi, nazivne snage i oznaka da se radi o tronamotnom transformatoru.

Za nesimetrične kratke spojeve potrebno je ispuniti rubriku kuta Δ, rubriku šifre spoja, a u rubrikama *r'*, *s'*, *t'* daje se veza čvora i spoja



Sl. 3 Numeriranje mreža i čvorova test mreže

namotaja transformatora. U posljednjem stupcu se nalazi zadana nulta reaktancija.

Podaci svake grane buše se na jednoj kartici, pa je za svaki generator, vod i dvonamotni transformator dovoljna jedna kartica, dok su za tronamotni transformator potrebne 3 kartice. Kartice čvorova sadrže broj, ime i nazivni napon čvora.

Program »UKSX« rađen je za elektroničko računalo IBM 1130 operativne memorije 16 K. Može se obuhvatiti mreža od 400 grana i 160 čvorova. Dodatni program »Redukcija mreže« omogućuje da se obuhvati daleko veća mreža. Samo je po sebi razumljivo da se za reducirani dio mreže ne mogu dobiti rezultati.

Testiranje programa izvedeno je na mreži sa slike 3. Mreža je stalno bila ista, osim što su se mijenjale grupe spoja i tretman zvjezdišta transformatora. Tako su npr. po priloženoj tablici testirani transformatori: Yy 0 — oba zvjezdišta izolirana, Yyod5 — autotransformator, zvjezdište uzemljeno, Yd5 — zvjezdište izolirano, Yd5 — zvjezdište uzemljeno i Yy0d5 — jedno zvjezdište uzemljeno.

Kontroliranje struja je jednostavno. Suma struja u svakom čvoru mora biti jednaka nuli i u to se možemo lako uvjeriti. Kod transformatora kontroliramo i sumu amperzavoja. Napone kontroliramo pomoću padova napona, što je jednostavno kod vodova i generatora, a postaje složenije kod transformatora.

Tablica grana

Mreža sa slike 3

g	s	tb	(s)	b(t)	X	Uns	Unt	Sn	TR	Δ	r′	s′	t′	SP	X°
1	0	1	0	1	20										30
2	1	2	1	1	60										
3	1	2	1	1	60										
4	2	3	1	1	40										
5	3	4	1	1	140										
6	3	5	1	3	14	220	110	100			3	3	5	22	
7	5	6	3	3	20										
8	5	6	3	3	22										
9	6	7	3	3	28										
10	0	8	0	2	40		10	25							
11	2	8	1	2	6	220	10	25	1	150	8	2	7	311	
12	2	7	1	3	100	220	110	60	2						
13	7	8	3	2	5	110	10	25	3	—150					
14	0	9	0	4	22		16,5	100							
15	5	9	3	4	10	110	16	100		150		9	5	21	
16	0	10	0	6	22		16,5	100							
17	5	10	3	6	10	110	16	100		150		10	5	20	
18	4	11	1	7	10	220	20	60	1		12	4	11	210	
19	4	12	1	8	6	220	10	25	2	150					
20	11	12	7	8	5	20	10	25	3	150					
21	0	12	0	8	40		10	25							
22	11	13	7	7	4										
23	6	14	3	5	10	110	35	100		150		14	6	20	
24	14	15	5	5	6										
25	14	16	5	5	8										
26	15	16	5	5	4										
27	0	17	0	9	25		12	50							
28	16	17	5	9	10	35	10	50				16	17	22	

Uobičajeno je da se računaju posebno direktna, inverzna i nulta reaktancija svakog elementa mreže, i tako odmah polazi od primitivnih matrica komponenata. Ove matrice su dijagonalne, što znači da nema međusobnog utjecaja komponenata. Ne smije se međutim zaboraviti da je dijagonalna primitivna matrica komponenata rezultat transformacije primitivne matrice faza elementa mreže.

Odnose napona i struja trofaznog elementa mreže definiramo jednadžbom:

$$\begin{vmatrix} \Delta\overline{V}^{R}_{s-t} \\ \Delta\overline{V}^{S}_{s-t} \\ \Delta\overline{V}^{T}_{s-t} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \overline{Z}^{RR}_{s-t} & \overline{Z}^{RS}_{s-t} & \overline{Z}^{RT}_{s-t} \\ \overline{Z}^{SR}_{s-t} & \overline{Z}^{SS}_{s-t} & \overline{Z}^{ST}_{s-t} \\ \overline{Z}^{TR}_{s-t} & \overline{Z}^{TS}_{s-t} & \overline{Z}^{TT}_{s-t} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \overline{I}^{R}_{s-t} \\ \overline{I}^{S}_{s-t} \\ \overline{I}^{T}_{s-t} \end{vmatrix}$$

ili

$$[\Delta\overline{V}^{RST}_{s-t}] = [\overline{Z}^{RST}_{s-t}]\,[\overline{I}^{RST}_{s-t}], \qquad (2)$$

gdje je $[\overline{Z}^{RST}_{s-t}]$ primitivna matrica elementa trofazne mreže između čvora *s* i *t*. Za pasivni, simetrično građeni ili simetrirani element mreže je:

$$\overline{Z}^{RR}_{s-t} = \overline{Z}^{SS}_{s-t} = \overline{Z}^{TT}_{s-t} = \overline{Z}^{s}_{s-t}$$

$$\overline{Z}^{RS}_{s-t} = \overline{Z}^{SR}_{s-t} = \overline{Z}^{RT}_{s-t} = \overline{Z}^{TR}_{s-t} = \overline{Z}^{ST}_{s-t} = \overline{Z}^{TS}_{s-t} = \overline{Z}^{m}_{s-t}$$

pa matrica $[\overline{Z}^{RST}_{s-t}]$ glasi:

$$[\overline{Z}^{RST}] = \begin{vmatrix} \overline{Z}^{s}_{s-t} & \overline{Z}^{m}_{s-t} & \overline{Z}^{m}_{s-t} \\ \overline{Z}^{m}_{s-t} & \overline{Z}^{s}_{s-t} & \overline{Z}^{m}_{s-t} \\ \overline{Z}^{m}_{s-t} & \overline{Z}^{m}_{s-t} & \overline{Z}^{s}_{s-t} \end{vmatrix} \qquad (3)$$

Za rotacioni element mreže je:

$$\overline{Z}^{RR}_{s-t} = \overline{Z}^{SS}_{s-t} = \overline{Z}^{TT}_{s-t} = \overline{Z}^{s}_{s-t}$$

$$\overline{Z}^{RS}_{s-t} = \overline{Z}^{ST}_{s-t} = \overline{Z}^{TR}_{s-t} = \overline{Z}^{m1}_{s-t}$$

$$\overline{Z}^{RT}_{s-t} = \overline{Z}^{TS}_{s-t} = \overline{Z}^{SR}_{s-t} = \overline{Z}^{m2}_{s-t}$$

pa matrica $[\overline{Z}^{RST}_{s-t}]$ glasi:

$$[\overline{Z}^{RST}_{s-t}] = \begin{vmatrix} \overline{Z}^{s}_{s-t} & \overline{Z}^{m1}_{s-t} & \overline{Z}^{m2}_{s-t} \\ \overline{Z}^{m2}_{s-t} & \overline{Z}^{s}_{s-t} & \overline{Z}^{m1}_{s-t} \\ \overline{Z}^{m1}_{s-t} & \overline{Z}^{m2}_{s-t} & \overline{Z}^{s}_{s-t} \end{vmatrix} \qquad (4)$$

U suptranzientnom razdoblju možemo i za rotacione elemente mreže uzeti da je direktna reaktancija jednaka inverznoj. U tom slučaju je $\overline{Z}^{m1}_{s-t} = \overline{Z}^{m2}_{s-t}$ odnosno primitivna matrica rotacionog elementa je jednaka matrici pasivnog elementa.

Transformaciju obavljamo matricom $[T_s]$, koja glasi:

$$[T_s] = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{vmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}}\,[S] \qquad (5)$$

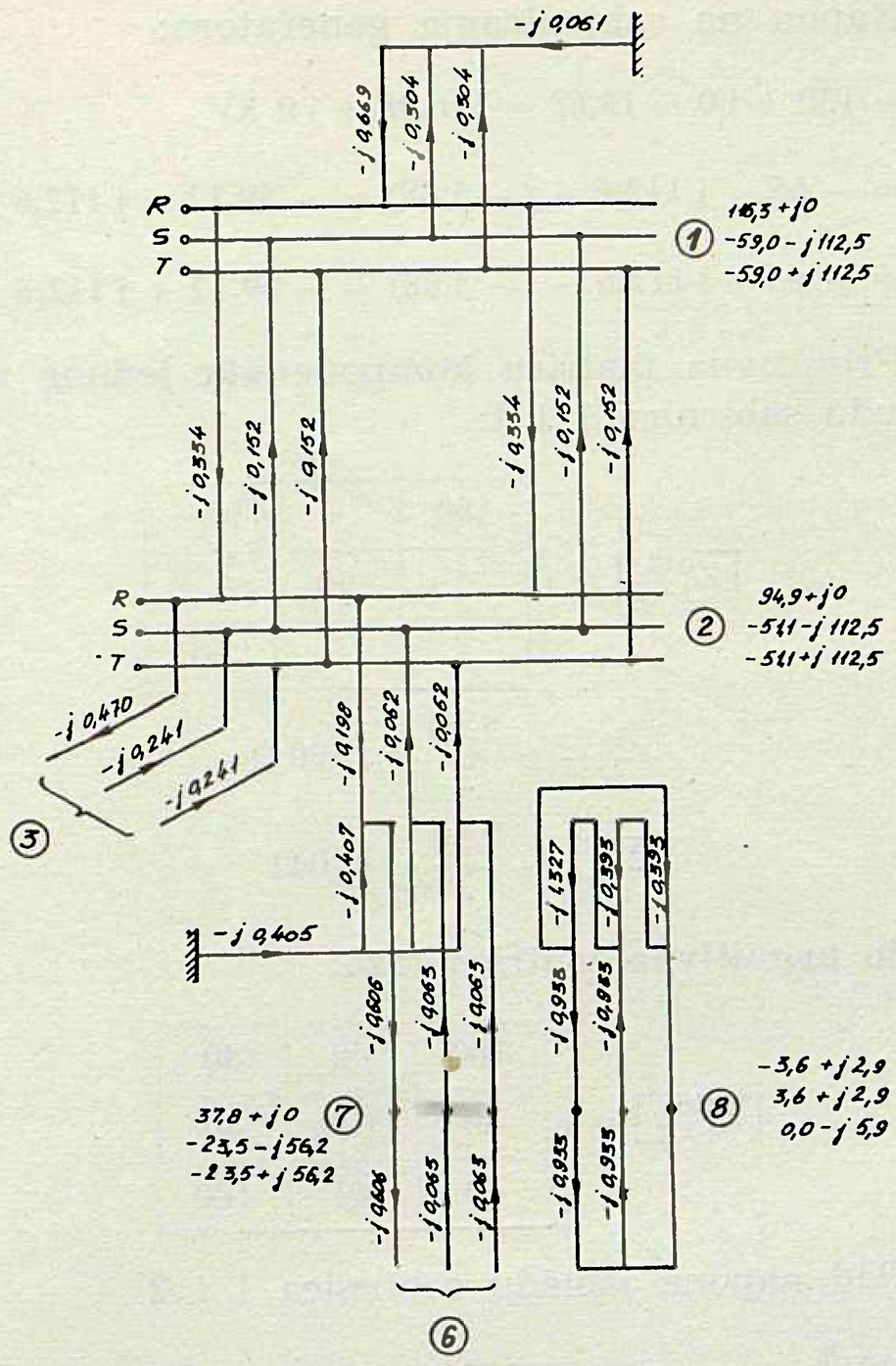
Matrica $[T_s]$ je unitarna matrica

$$[T^{*}_{s}]^{t} = [T_s]^{-1} \qquad (6)$$

a pošto je simetrična

$$[T^{*}_{s}] = [T_s]^{-1} \qquad (7)$$

Navikli smo da transformaciju obavljamo matricom [S]. U tom slučaju računamo sa $\sqrt{3}$ manjim



naponima i $\sqrt{3}$ većim strujama komponenata, što se ispravlja kod prijelaza na fazne veličine. Međutim, ako želimo kontrolirati padove napona po fazama, i sl., moramo voditi računa o tome da samo matrica $[T_s]$ dijagonalizira matricu $[\bar{Z}^{o12}_{s-t}]$.

Od primitivne matrice faza prelazimo na primitivnu matricu komponenata:

$$[\bar{Z}^{o12}_{s-t}] = [T^{*}_{s}]\,[\bar{Z}^{RST}_{s-t}]\,[T_s] \qquad (8)$$

pa za pasivni element dobijemo:

$$[\bar{Z}^{o12}_{s-t}] = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \bar{Z}^{s}_{s-t} & \bar{Z}^{m}_{s-t} & \bar{Z}^{m}_{s-t} \\ \bar{Z}^{m}_{s-t} & \bar{Z}^{s}_{s-t} & \bar{Z}^{m}_{s-t} \\ \bar{Z}^{m}_{t-s} & \bar{Z}^{m}_{s-t} & \bar{Z}^{s}_{s-t} \end{vmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} \bar{Z}^{s}_{s-t} + 2\bar{Z}^{m}_{s-t} & & \\ & \bar{Z}^{s}_{s-t} - \bar{Z}^{m}_{s-t} & \\ & & \bar{Z}^{s}_{s-t} - \bar{Z}^{m}_{s-t} \end{vmatrix}$$

odnosno:

$$\begin{aligned} \bar{Z}^{o}_{s-t} &= \bar{Z}^{s}_{s-t} + 2\,\bar{Z}^{m}_{s-t} \\ \bar{Z}^{1}_{s-t} &= \bar{Z}^{s}_{s-t} - \bar{Z}^{m}_{s-t} \\ \bar{Z}^{2}_{s-t} &= \bar{Z}^{s}_{s-t} - \bar{Z}^{m}_{s-t} \end{aligned} \qquad (9)$$

i za rotacioni element na isti način:

$$\begin{aligned} \bar{Z}^{o}_{s-t} &= \bar{Z}^{s}_{s-t} + \bar{Z}^{m1}_{s-t} + \bar{Z}^{m2}_{s-t} \\ \bar{Z}^{1}_{s-t} &= \bar{Z}^{s}_{s-t} + a^2\,\bar{Z}^{m1}_{s-t} + a\,\bar{Z}^{m2}_{s-t} \\ \bar{Z}^{2}_{s-t} &= \bar{Z}^{s}_{s-t} + a\,\bar{Z}^{m1}_{s-t} + a^2\,\bar{Z}^{m2}_{s-t} \end{aligned} \qquad (10)$$

I sada, ukoliko smo pošli od matrice $[\bar{Z}^{o12}_{s-t}]$, odnosno njezinih elemenata $\bar{Z}^{o}_{s-t}$, $\bar{Z}^{1}_{s-t}$, $\bar{Z}^{2}_{s-t}$, a želimo iz nje dobiti primitivnu matricu faza, tada je:

za pasivni element mreže iz 9.

$$\begin{aligned} \bar{Z}^{s}_{s-t} &= \frac{1}{3}\left(\bar{Z}^{o}_{s-t} + 2\,\bar{Z}^{1}_{s-t}\right) \\ \bar{Z}^{m}_{s-t} &\quad \frac{1}{3}\left(\bar{Z}^{o}_{s-t} - \bar{7}_{s-t}\right) \end{aligned} \qquad (11)$$

i ako je $\bar{Z}^{o}_{s-t} = 3\,\bar{Z}^{1}_{s-t}$, što se često može uzeti za vodove,

$$\bar{Z}^{m}_{s-t} = \frac{2}{3}\,\bar{Z}^{1}_{s-t}$$

$$\bar{Z}^{s}_{s-t} = \frac{5}{3}\,\bar{Z}^{1}_{s-t}$$

Za rotacioni je element:

$$\bar{Z}^{s}_{s-t} = \frac{1}{3}\left(\bar{Z}^{o}_{s-t} + \bar{Z}^{1}_{s-t} + \bar{Z}^{2}_{s-t}\right)$$

$$\begin{aligned} \bar{Z}^{m1}_{s-t} &= \frac{1}{3}\left(\bar{Z}^{o}_{s-t} + a\,\bar{Z}^{1}_{s-t} + a^2\,\bar{Z}^{2}_{s-t}\right) \\ \bar{Z}^{m2}_{s-t} &= \frac{1}{3}\left(\bar{Z}^{o}_{s-t} + a^2\,\bar{Z}^{1}_{s-t} + a\,\bar{Z}^{2}_{s-t}\right) \end{aligned} \qquad (12)$$

Na sl. 4. nalazi se isječak tropolne sheme mreže u koju su uneseni rezultati dobiveni prema I. varijanti za jednopolni kratki spoj u čvoru 5. (Čvor 5 je izvan područja prikazanog slikom 4). Svaka sabirnica predstavlja čvor i lako se možemo uvjeriti da je suma struja jednaka nuli.

Generator sa uzemljenim zvjezdištem je ekvivalent za mrežu vezanu s našom mrežom u čvoru 1. Napon mreže 1. neposredno prije kvara, prema podacima na kontrolnoj kartici, iznosio je 225 kV, pa je to iznos EMS-e ekvivalentnog generatora.

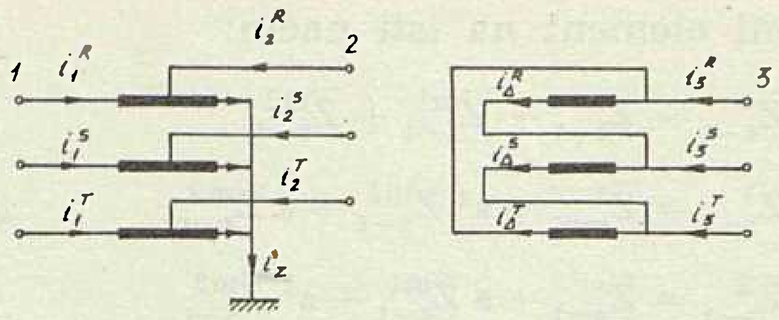
Prema podacima iz tablice grana formiramo primitivnu matricu komponenata

$$[\bar{Z}^{o12}_{o-1}] = j \begin{vmatrix} 30 & & \\ & 20 & \\ & & 20 \end{vmatrix}$$

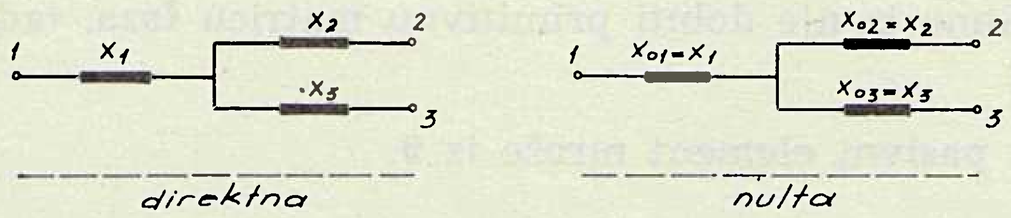
Kako je $\bar{Z}^{1}_{o-1} = \bar{Z}^{2}_{o-1}$ možemo odmah računati:

$$\bar{Z}^{s}_{o-1} = \frac{1}{3}(30 + 2.20) = j\,\frac{70}{3}\,\Omega$$

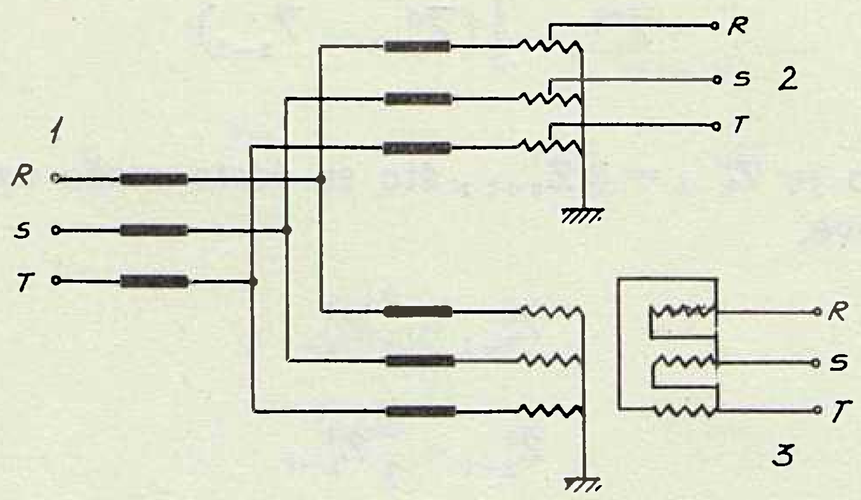
$$\bar{Z}^{m}_{o-1} = \frac{5}{3}(30 - 20) = j\,\frac{10}{3}\,\Omega$$



a) odabrani smjerovi struja



b) ekvivalentne sheme



c) tropolna shema kod računa napona

Sl. 5 Autotransformator Yy0d5 i Yy6d5

pa je:

$$[\bar{Z}^{RST}_{o-1}] = j \begin{vmatrix} 70/3 & 10/3 & 10/3 \\ 10/3 & 70/3 & 10/3 \\ 10/3 & 10/3 & 70/3 \end{vmatrix}$$

EMS-e generatora jesu:

$$\bar{E}^R_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} 225 = 130 + j\,0 \text{ kV}$$

$$\bar{E}^S_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} a^2\, 225 = -65 - j\,112{,}6 \text{ kV}$$

$$\bar{E}^T_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} a\, 225 = -65 + j\,112{,}6 \text{ kV}$$

Pad napona u generatoru:

$$\begin{vmatrix} \Delta\bar{V}^R_{o-1} \\ \Delta\bar{V}^E_{o-1} \\ \Delta\bar{V}^T_{o-1} \end{vmatrix} = j \begin{vmatrix} 70/3 & 10/3 & 10/3 \\ 10/3 & 70/3 & 10/3 \\ 10/3 & 10/3 & 70/3 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} -j\,0{,}669 \\ j\,0{,}304 \\ j\,0{,}304 \end{vmatrix}$$

$$\Delta\bar{V}^R_{o-1} = \frac{70}{3} \cdot 0{,}669 - \frac{10}{3} \cdot 0{,}304 - \frac{10}{3} \cdot 0{,}304 = 13{,}62 \text{ kV}$$

$$\Delta\bar{V}^S_{o-1} = \frac{10}{3} \cdot 0{,}669 - \frac{70}{3} \cdot 0{,}304 - \frac{10}{3} \cdot 0{,}304 = -5{,}88 \text{ kV}$$

$$\Delta\bar{V}^T_{o-1} = \frac{10}{3} \cdot 0{,}669 - \frac{10}{3} \cdot 0{,}304 - \frac{70}{3} \cdot 0{,}304 = -5{,}88 \text{ kV}$$

Napon na sabirnicama generatora:

$$\bar{V}^R_1 = 130 + j\,0 - 13{,}62 = 116{,}38 + j\,0 \text{ kV}$$

$$\bar{V}^S_1 = -65 - j\,112{,}6 - (-5{,}88) = -59{,}12 - j\,112{,}6 \text{ kV}$$

$$\bar{V}^T_1 = -65 + j\,112{,}6 - (-5{,}88) = -59{,}12 + j\,112{,}6 \text{ kV}$$

Primitivna matrica komponenata jednog voda između sabirnica 1 i 2:

$$[\bar{Z}^{o12}_{1-2}] = j \begin{vmatrix} 180 & & \\ & 60 & \\ & & 60 \end{vmatrix}$$

$$\bar{Z}^s_{1-2} = \frac{5.60}{3} = j\,100\,\Omega$$

$$\bar{Z}^m_{1-2} = \frac{2.60}{3} = j\,40\,\Omega$$

pa je primitivna matrica faza:

$$[\bar{Z}^{RST}_{1-2}] = j \begin{vmatrix} 100 & 40 & 40 \\ 40 & 100 & 40 \\ 40 & 40 & 100 \end{vmatrix}$$

Pad napona između sabirnica 1 i 2

$$\begin{vmatrix} \Delta\bar{V}^R_{1-2} \\ \Delta\bar{V}^S_{1-2} \\ \Delta\bar{V}^T_{1-2} \end{vmatrix} = j \begin{vmatrix} 100 & 40 & 40 \\ 40 & 100 & 40 \\ 40 & 40 & 100 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} -j\,0{,}334 \\ j\,0{,}152 \\ j\,0{,}152 \end{vmatrix}$$

$$\Delta\bar{V}^R_{1-2} = 100 \cdot 0{,}334 - 40 \cdot 0{,}152 - 40 \cdot 0{,}152 = 21{,}25 \text{ kV}$$

$$\Delta\bar{V}^S_{1-2} = 40 \cdot 0{,}334 - 100 \cdot 0{,}152 - 40 \cdot 0{,}152 = -7{,}9 \text{ kV}$$

$$\Delta\bar{V}^T_{1-2} = 40 \cdot 0{,}334 - 40 \cdot 0{,}152 - 100 \cdot 0{,}152 = -7{,}9 \text{ kV}$$

Napona na sabirnicama 2:

$$\bar{V}^R_2 = 116{,}3 + j\,0\,21{,}25 = 95{,}05 + j\,0 \text{ kV}$$

$$\bar{V}^S_2 = -59{,}0 - j\,112{,}5 + (-7{,}9) = -51{,}1 - j\,112{,}5 \text{ kV}$$

$$\bar{V}^T_2 = -59{,}0 + j\,112{,}5 + (-7{,}9) = -51{,}1 + j\,112{,}5 \text{ kV}$$

Struje tronamotnog autotransformatora kontroliramo istim formulama kao i struje običnog tronamotnog transformatora iste grupe spoja. Na slici 5 prikazan je autotransformator Yy0d5, odnosno Yy6d5. Pozitivni smjerovi struja ucrtani su onako, kako su odabrani u programu »UKSX«. Za transformator Yy0d5 možemo postaviti u jediničnim vrijednostima:

$$\bar{i}^R_1 + \bar{i}^R_2 - \sqrt{3}\,\bar{i}^R = 0$$

$$\bar{i}^S_1 + \bar{i}^S_2 - \sqrt{3}\,\bar{i}^S = 0 \qquad (13)$$

$$\bar{i}^T_1 + \bar{i}^T_2 - \sqrt{3}\,\bar{i}^T = 0$$

Kako je:

$$\bar{i}^R_1 = \frac{\bar{I}^R_1}{I_{b1}} \qquad \bar{i}^R_2 = \frac{\bar{I}^R_2}{I_{b2}} \qquad \bar{i}^R_\Delta = \frac{\bar{I}^R_\Delta}{I_b}$$

$$\bar{i}_1^S = \frac{\bar{I}_1^S}{I_{b1}} \qquad \bar{i}_2^S = \frac{I_2^S}{I_{b2}} \qquad \bar{i}_\Delta^S = \frac{I_\Delta^S}{I_b}$$

$$\bar{i}_1^T = \frac{\bar{I}_1^T}{I_{b1}} \qquad \bar{i}_2^T = \frac{\bar{I}_2^T}{I_{b2}} \qquad \bar{i}_\Delta^T = \frac{\bar{I}_\Delta^T}{I_b}$$

relacije 13 prelaze u:

$$\bar{I}_\Delta^R = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\bar{I}_1^R \frac{I_{b\Delta}}{I_b} + \bar{I}_2^R \frac{I_{b\Delta}}{I_{b2}}\right) \text{ kA}$$

$$\bar{I}_\Delta^S = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\bar{I}_1^S \frac{I_{b\Delta}}{I_{b1}} + \bar{I}_2^S \frac{I_{b\Delta}}{I_{b2}}\right) \text{ kA} \qquad (14)$$

$$\bar{I}_\Delta^T = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\bar{I}_1^T \frac{I_{b\Delta}}{I_{b1}} + \bar{I}_2^T \frac{I_{b\Delta}}{I_{b2}}\right) \text{ kA}$$

U našem slučaju (vidi u tablici kuteve Δ) strana jedan je mreža 220 kV s kojom je transformator vezan u čvoru 2, strana dva je mreža 110 kV s kojom je transformator vezan u čvoru 7 i strana trokuta je mreža 10 kV s kojom je transformator vezan u čvoru 8. Bazne struje odnose se obrnuto nego bazni naponi, pa je:

$$\frac{I_{b(8)}}{I_{b(2)}} = \frac{220}{10} = 22 \qquad \frac{I_{b(8)}}{I_{b(7)}} = \frac{110}{10} = 11$$

Računajmo sada struje u trokutu:

$$\bar{I}_\Delta^R = \frac{1}{\sqrt{3}}(-\,j\,0{,}198 \cdot 22 + j\,0{,}606 \cdot 11) = -\,(-\,j\,1{,}335)\ \text{kA}$$

$$\bar{I}_\Delta^S = \frac{1}{\sqrt{3}}(j\,0{,}062 \cdot 22 - j\,0{,}063 \cdot 11) = -\,(-\,j\,0{,}388)\ \text{kA}$$

$$\bar{I}_\Delta^T = \frac{1}{\sqrt{3}}(j\,0{,}062 \cdot 22 - 0{,}063 \cdot 11) = -\,(-\,j\,0{,}388)\ \text{kA}$$

Ekvivalentne sheme direktnog i nultog sistema pokazane su na slici 5. b). Reaktancije računamo po poznatim formulama:

$$X_{2-7} = \frac{10}{100}\,\frac{220^2}{60} = 80{,}7\ \Omega$$

$$X_{2-8} = \frac{6}{100}\,\frac{220^2}{25} = 116{,}2\ \Omega$$

$$X_{7-8} = \frac{5}{100}\,\frac{220^3}{25} = 96{,}8\ \Omega$$

$$X_2 = \frac{1}{2}(80{,}7 + 116{,}2 - 96{,}8) = 50{,}05\ \Omega$$

$$X_7 = \frac{1}{2}(80{,}7 + 96{,}8 - 116{,}2) = 30{,}65\ \Omega$$

$$X_8 = \frac{1}{2}(116{,}2 + 96{,}8 - 80{,}7) = 66{,}15\ \Omega$$

Transformator ima tri primitivne matrice komponenata

$$[\bar{Z}_2^{o12}] = j\begin{vmatrix} 50{,}05 & & \\ & 50{,}05 & \\ & & 50{,}05 \end{vmatrix}$$

$$[\bar{Z}_7^{o12}] = j\begin{vmatrix} 30{,}65 & & \\ & 30{,}65 & \\ & & 30{,}65 \end{vmatrix}$$

$$[\bar{Z}_8^{o12}] = j\begin{vmatrix} 66{,}15 & & \\ & 66{,}15 & \\ & & 66{,}15 \end{vmatrix}$$

pa prema tome i tri primitivne matrice faza, koje računamo iz relacija 11.

$$[\bar{Z}_2^{RST}] = j\begin{vmatrix} 50{,}05 & & \\ & 50{,}05 & \\ & & 50{,}05 \end{vmatrix}$$

$$[\bar{Z}_7^{RST}] = j\begin{vmatrix} 30{,}65 & & \\ & 30{,}65 & \\ & & 30{,}65 \end{vmatrix}$$

$$[\bar{Z}_8^{RST}] = j\begin{vmatrix} 66{,}15 & & \\ & 66{,}15 & \\ & & 66{,}15 \end{vmatrix}$$

Pad napona između primarne i sekundarne strane računamo pomoću matrica $[\bar{Z}_2^{RST}]$ i $[\bar{Z}_7^{RST}]$

$$\begin{vmatrix} \Delta\bar{V}_{2-7}^R \\ \Delta\bar{V}_{2-7}^S \\ \Delta\bar{V}_{2-7}^T \end{vmatrix} = j\begin{vmatrix} 50{,}05 & & \\ & 50{,}05 & \\ & & 50{,}05 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} -\,j\,0{,}198 \\ j\,0{,}062 \\ j\,0{,}062 \end{vmatrix} +$$

$$+\,j\begin{vmatrix} 30{,}65 & & \\ & 30{,}65 & \\ & & 30{,}65 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} -\,j\,0{,}303 \\ j\,0{,}031 \\ j\,0{,}031 \end{vmatrix}$$

U ovim relacijama bilo je potrebno sekundarnu struju preračunati na primarnu stranu

$$\bar{I}_7^{R'} = 0{,}5 \cdot (-\,j)\,0{,}606 = -\,j\,0{,}303\ \text{kA}$$

$$\bar{I}_7^{S'} = 0{,}5 \cdot j\ 0{,}062 = j\ 0{,}031\ \text{kA}$$

$$\bar{I}_7^T = 0{,}5 \cdot j\ 0{,}062 = j\ 0{,}031\ \text{kA}$$

$$\Delta\bar{V}_{2-7}^R = 50{,}05 \cdot 0{,}198 + 30{,}65 \cdot 0{,}303 - 19{,}4\ \text{kV}$$

$$\Delta\bar{V}_{2-7}^S = -\,50{,}05 \cdot 0{,}062 - 30{,}65 \cdot 0{,}031 = -\,4{,}05\ \text{kV}$$

$$\Delta\bar{V}_{2-7}^T = -\,50{,}05 \cdot 0{,}062 - 30{,}65 \cdot 0{,}031 = -\,4{,}05\ \text{kV}$$

Napon čvora 7 na strani 110 kV:

$$\bar{V}_7^R = 0{,}5\,(94{,}9 + j\,0 - 19{,}4) = 37{,}75 + j\,0\ \text{kV}$$

$$\bar{V}_7^S = 0{,}5\,(-\,51{,}1 - j\,112{,}5 - (-\,4{,}05) = -\,23{,}5 - i\,56{,}2\ \text{kV}$$

$$\bar{V}_7^T = 0{,}5\,(-\,51{,}1 + j\,112{,}5 - (-\,4{,}05) = -\,23{,}5 + j\,56{,}2\ \text{kV}$$

Pad napona između primarne i tercijarne strane računamo pomoću matrica $[\overline{Z}_2^{RST}]$ i $[\overline{Z}_8^{RST}]$:

$$\begin{vmatrix} \Delta\overline{V}_{2-8}^{R} \\ \Delta\overline{V}_{2-8}^{S} \\ \Delta\overline{V}_{2-8}^{T} \end{vmatrix} = j \begin{vmatrix} 50{,}05 & & \\ & 50{,}05 & \\ & & 50{,}05 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} -j\,0{,}198 \\ j\,0{,}062 \\ j\,0{,}062 \end{vmatrix} +$$

$$+ j \begin{vmatrix} 30{,}65 & & \\ & 30{,}65 & \\ & & 30{,}65 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -j\,0{,}063 \\ -j\,0{,}018 \\ -j\,0{,}018 \end{vmatrix}$$

U ovim relacijama struja trokuta proračunata je primarnu stranu:

$$\overline{I}_8^{R'} = \frac{1}{22}(-j)\,1{,}327 = -j\,0{,}063 \text{ kA}$$

$$\overline{I}_8^{S'} = \frac{1}{22}(-j)\,0{,}393 = j\,0{,}018 \text{ kA}$$

$$\overline{I}_8^{T'} = \frac{1}{22}(-j)\,0{,}393 = j\,0{,}018 \text{ kA}$$

$$\Delta\overline{V}_{2-8}^{R} = 50.05 \cdot 0{,}198 + 3{,}065 \cdot 0{,}063 = 11{,}93 \text{ kV}$$

$$\Delta\overline{V}_{2-8}^{S} = -50{,}05 \cdot 0{,}062 - 30{,}65 \cdot 0{,}018 = -3{,}65 \text{ kV}$$

$$\Delta\overline{V}_{2-8}^{T} = -50{,}05 \cdot 0{,}062 - 30{,}65 \cdot 0{,}018 = -3{,}65 \text{ kV}$$

Napon na strani 10 kV:

$$\overline{V}_8^{R} = -\frac{\sqrt{3}}{22}(94{,}9 + j\,0 - 11{,}93) =$$

$$= -\frac{\sqrt{3}}{22}(83 + j\,0) = -7{,}2 + j\,0 \text{ kV}$$

$$\overline{V}_8^{S} = -\frac{\sqrt{3}}{22}(-51{,}1 - j\,112{,}5 + 3{,}65) = 3{,}72 + j\,8{,}85 \text{ kV}$$

$$\overline{V}_8^{T} = -\frac{\sqrt{3}}{22}(-51{,}1 + j\,112{,}5 + 3{,}65) = 3{,}72 - j\,8{,}85 \text{ kV}$$

Iz faznih napona koje je dalo računalo računamo linijske napone:

$$\overline{U}_8^{R} = \overline{V}_8^{R} - \overline{V}_8^{S} = -3{,}6 + j\,2{,}9 - 3{,}6 - j\,2{,}9 =$$

$$= -7{,}2 + j\,0 \text{ kV}$$

$$\overline{U}_8^{S} = \overline{V}_8^{S} - \overline{V}_8^{T} = 3{,}6 + j\,2{,}9 - 0{,}0 + j\,5{,}9 =$$

$$= 3{,}6 + j\,8{,}8 \text{ kV}$$

$$\overline{U}_8^{T} = \overline{V}_8^{T} - \overline{V}_8^{R} = 0{,}0 - j\,5{,}9 + 3{,}6 - j\,2{,}9 =$$

$$= 3{,}6 - j\,8{,}8 \text{ kV}$$

itd.

Treba napomenuti da su razlike u rezultatima posljedica namjernog štampanja malog broja decimala, a računalo ne zaokružuje nego odbacuje decimale, i nedovoljne točnosti očitanja na logaritamskom računalu.

Program »UKSX« upravo se primjenjuje u analizi perspektivne mreže Dalmacije, pa već imamo neka iskustva. Tako se je pokazalo da predviđenih 50 naponskih nivoa može predstavljati usko grlo i kod mreže koja ne prelazi 100 čvorova, ako se u ovoj mreži nalaze pretežno transformatori sa tercijarom. Nadalje je vrlo interesantno da se za mrežu od 95 čvorova matrica [X] računala 50 min. i da se je matrica [X°], koja je manja za 20 čvorova, računala samo 20 min. Može se zaključiti da je i te kako korisno pravilno označavati čvorove i matricu [X°], ne računati veću nego što je to potrebno. Velike uštede u radu elektroničkog računala donosi i upotreba programa »Redukcija mreže«, naročito za III. varijantu.

Literatura

Požar H., *Visokonaponska rasklopna postrojenja*, Zagreb 1967.

Ožegović M., Babović D., *Univerzalni program za proračun struja i napona kratkog spoja »UKSX« za elektroničko računalo IBM 1130*, Elektroprenos Split 1972.

Glenn W. Stagg, Ahmed H., El-Abiad, *Computer Methods in Power System Analysis*, McGraw-Hill 1968.

Naslov pisca: Marija Ožegović, mr dipl. ing. »Elektroprenos« Split.

BUDUĆNOST PRIMJENE PROCESNOG RAČUNALA KOD UPRAVLJANJA DISTRIBUTIVNOM ELEKTROENERGETSKOM MREŽOM

Dinko Škarica, Zagreb

Prikazane su mogućnosti uvođenja procesnih računala u distributivne dispečerske centre. Navedene su prednosti takvog načina upravljanja elektroenergetskom mrežom. Zatim je dano kratko idejno rješenje i navedeni su zadaci koje valja riješiti najprije.

DK 681.3 : 621.316.1

1. Uvod

Obrada informacija, a na prvom mjestu registriranje događaja, može se obavljati u jednom dispečerskom centru na razne načine. To pitanje je u velikoj mjeri neistraženo, a predstavlja naročito veliki problem u distribuciji zbog velikog broja informacija. U mnogim centrima primijenjuju se data-loggeri, ali se kod njih pojavljuje dosta problema s obzirom na njihovu sporost i nefleksibilnost. Stoga se počinje sve više razmišljati o primjeni digitalnih računala.

Kod elektrodistributivnih poduzeća procesno računalo još je relativno slabo zastupljeno. Mnogo češće se susreće računalo u off-line pogonu poznato pod imenom: elektronska obrada podataka ili »komercijalna« računala. Karakteristika ovih računala je postojanje velikih nosača podataka, kao što su bušene kartice, bušene trake, magnetske trake, itd. Njihova primjena je prije svega u komercijalnom i matematičko-znanstvenom području.

Procesno računalo razlikuje se od ove grupe uglavnom svojom sposobnošću da električne signale, bez čovjeka kao međustanice, izmjenjuje direktno s procesom. Za to treba osim procesnog računala i poseban uređaj nazvan procesna periferija ili procesni element. Procesna računala rade na principu on-line pogona. U većini slučajeva, gdje je procesno računalo uvedeno u dispečerski centar, ono služi za izračunavanje upravljajućih veličina, a komande što iz toga rezultiraju izvodi dispečer (open-loop). Potpuno automatsko odvijanje procesa, tj. slanja komandi (closed-loop), za sada se vrlo rijetko susreće.

Vrlo važna mogućnost kod procesnih računala je programiranje prekida (interrupt), koji omogućuje prekid programa što je u toku, i daje prednost obradi programa višeg prioriteta.

2. Procesno računalo u distributivnom dispečerskom centru

Mogućnosti uvođenja procesnog računala u dispečerske centre su brojne. Automatsko protokoliranje podataka rasterećuje dispečera od pisanja, koje oduzima mnogo vremena, a osim toga služi za rekonstrukciju događaja kao strogo objektivan dokument. Izvjesna javljanja, naročito javljanja smetnji iz čitave mreže, još su interesantnija, ako ih se može kronološki prikazati, kao i njihovu međusobnu ovisnost. Točan kronološki slijed ovih javljanja mora se pripremiti lokalno zbog ograničene brzine prijenosa telemehaničkih uređaja.

Izlaz pohranjenih informacija iz računala bio je do prije nekoliko godina isključivo preko pisaće mašine. U međuvremenu su se pojavile razne izvedbe ekrana (video pokazivača, displeya) čime je prikazivanje informacija znatno poboljšano. Upravo u dispečerskim centrima pokazuju se takvi uređaji vrlo korisnim.

Razmjena informacija (javljanje, komande, mjerne vrijednosti) između uređaja telemehanike i računala, najsvrsishodnije se provodi preko telegrama telemehanike, uz pomoć procesne periferije.

Valja rekapitulirati koji razlozi govore u prilog primjeni procesnih računala u dispečerskim centrima:

— elastična hardware izgradnja kao i programiranje omogućuju na idealan način prilagođavanja i promjene u dispečerskom centru. (Proširenje mreže, novopostavljeni zadaci),
— suprotno fiksno ožičenim sistemima računalo je aktivan uređaj koji sam kontrolira svoju funkcionalnost,
— procesno računalo otvara nove mogućnosti automatiziranja koje se ne mogu realizirati ni jednom drugom tehnikom uz isti odnos cijena — učinak.

3. Zadaci što ih treba rješavati procesno računalo

Kao prvi zadatak uvijek se preporučuje protokoliranje jer se najlakše rješava. Valja omogućiti dvije vrste protokoliranja: pogonske događaje (pogonski dnevnik) i mjerne vrijednosti.

Precizno protokoliranje pogonskih događaja potrebno je zbog toga, da se uvijek može analizirati jedan događaj. Kod događaja koji je nastupio treba utvrditi vrijeme i mjesto događaja, zatim da li je događaj namjerno učinjen (uklop, isklop), te da li je došlo do iskapčanja prekidača, i valja zabilježiti posljednju izmjerenu veličinu struje.

Ako se radi na nekom dijelu postrojenja, mora postojati mogućnost blokiranja prijenosa informacija, što se pojavljuju u tom dijelu za vrijeme radova, tako da one ne opterećuju dispečera i ne registriraju se. Prije registriranja bilo koje promjene valja u slijedećem ciklusu provjeriti da li je došlo do smetnje, da se ne bi registrirale promjene koje su rezultat nekih smetnji

u prijenosu informacija. Samo protokoliranje treba da bude na printeru kao pogonski dnevnik, i na magnetskoj traci, kako bi se mogle obaviti naknadne statističke i druge obrade.

Informacije valja prikazati dispečeru na ekranu, operatorskoj konzoli ili mozaik ploči, a ovisno o njenom karakteru, odrediti mjesto prikazivanja kao i da li će se »brisati« komandom dispečera ili stvarnim nestajanjem informacije.

Sve mjerne vrijednosti valja automatski protokolirati u određenim vremenskim razmacima i to tako, da elektronski sat izda komandu, a sve mjerne vrijednosti se gotovo istovremeno memoriraju a nakon toga se registriraju na magnetskoj traci ili printeru.

Mora postojati mogućnost da se na zahtjev dispečera protokolira kompletno uklopno stanje ili mjerenje u određenoj stanici, ili čitavoj mreži. Također valja registrirati stanje kod primopredaje dužnosti između dispečera.

Kao što smo rekli, mjerenja se registriraju u određenim vremenskim razmacima. Kod naknadne off-line obrade mogu se istražiti minimumi i maksimumi, kao i veličine koje su premašile nominalnu vrijednost. Svako prekoračenje mjerne veličine od 100% valja signalizirati i registrirati kao alarm i prikazati da li je veličina u porastu ili padu, a potrebno je predsignalom signalizirati i 80% opterećenja.

Pored raznih alfanumeričkih prikaza, dispečeru su vrlo korisni i grafički prikazi raznih događaja ili stanja. Ti prikazi mogu biti dani na videopokazivaču (display) ili na ploteru. Momentalni prikazi se mogu dati na videopokazivaču, a kasnije u off-line obradi se mogu nacrtati i na ploteru. Naime, nije podesno da se crta na ploteru on-line zbog velike zauzetosti procesora. Vrlo su korisni shematski prikazi pojedinih dijelova mreže, transformatorskih stanica s uklopnim stanjem, prikazom tokova energije, mjernim veličinama, dozvoljenim veličinama, naglašenim prekoračenjima, itd.

Poželjne su mogućnosti za izdavanje pojedinačnih komandi za ukapčanje ili iskapčanje pojedinog rastavljača ili skopke. Programski se mogu predvidjeti i jednostavne grupne komande za uključenje ili isključenje nekog određenog kabela ili transformatora. Tada se automatski izvrše sve komande za rastavljače i sklopke. Tako npr., ako se radi o vodu 30 kV onda se pošalju komande u obje stanice, a ako se želi ukopčati transformator onda se izvrši ukapčanje svih aparata na 30 i 10 kV strani. Treća mogućnost izdavanja komandi su kompleksne grupne komande npr. komanda za promjenu sabirnica, kada se sva vodna polja prebace jednom komandom s jednog sistema na drugi sistem sabirnica. Isto tako komanda za prelazak na paralelni rad transformatora.

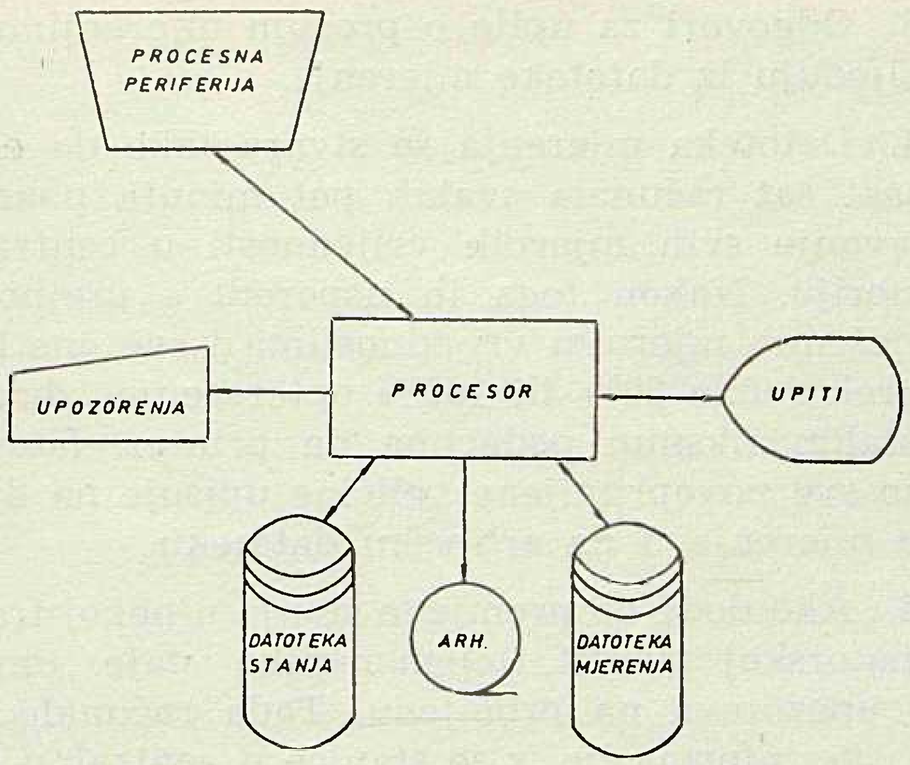
Na temelju statističkih podataka valja stalno, ili u određenim vremenskim razmacima, pratiti porast opterećenja i prognozirati ukupno opterećenje za jedan sat unaprijed, kao i opterećenje u pojedinim stanicama, i posebno upozoriti u slučaju da se opterećenje može približiti dozvoljenoj granici ili da dođe do probijanja mjesečnog maksimuma. Pomoću linearnog programiranja treba u određenim vremenskim razmacima izračunati gubitke u mreži i usporediti ih s optimalnim, ako je odstupanje iznad dozvoljene granice valja izdati sugestiju za novu konfiguraciju uklopnog stanja. Da bi se to moglo raditi potrebno je poznavati matricu gubitaka u mreži, matricu prijenosnih putova i matricu dozvoljenih opterećenja.

U vrijeme malog opterećenja treba omogućiti da se transformatori u 30/10 kV stanici automatski iskapčaju i ponovno ukapčaju kod porasta opterećenja.

Iz iznesenih podataka o opterećenju, o porastu opterećenja, o uklopnom stanju, o defektnim dijelovima mreže, zatim iz statističkih podataka o kvarovima u mreži, može se izračunati indeks njezine sigurnosti. S obzirom na informacije o momentalnom opterećenju, kao i iz podataka o maksimalnom opterećenju, poznato je kakva bi prekoračenja trebalo izvršiti u slučaju kvara na mreži. Taj indeks sigurnosti, koji se može na prikladan način prikazatii dispečeru na njegov zahtjev ili povremeno automatski, sadrži postotni iznos opterećenja što će biti pokriven kod očekivanog ispada jednog elementa u mreži. Korisno je, ako se tom indeksu doda podatak o vjerojatnosti nastupa kvara. Taj indeks se izračunava i daje obično za jedan kvar koji će u tom momentu izazvati najveći poremećaj. Tako npr. niz brojki indeksa sigurnosti 095-05-03 znače da će 95% potrošnje biti podmireno, ako nastupi i najteži kvar u mreži, odnosno da će potrošnju trebati reducirati za 5%, zatim da će se morati izvršiti pet prekapčanja u mreži. Pri tome je vjerojatnost nastupa kvara 3% unutar slijedećeg sata.

Ako je neki dio mreže opterećen preko dozvoljene mjere, valja odmah izdati komandu za isključenje. Na taj način će se ostvariti donekle elementarna superponirana zaštita mreže. No, to se može sa sigurnošću raditi, ako je zadovoljen vrlo brz prijenos informacija u računalo, a postoji mogućnost i vrlo brzog odašiljanja komandi u transformatorske stanice. Ako se to ne može realizirati, ne valja sprovoditi superponiranu zaštitu. Može se realizirati kompromisno rješenje da bi osigurali brz prijenos samo nekih izuzetno važnih informacija, i da kod tih dijelova mreže primijenimo superponiranu zaštitu.

Od izuzetne važnosti su sigurnosni programi za iskapčanje dijelova mreže u slučaju kvara ili preopterećenja. To je još važnije u našim prilikama, gdje su rezerve u mreži vrlo male. S tim programima kod pojave preopterećenja, ako ne postoji mogućnost prekapčanja, dolazi do automatskog iskapčanja potrošača. Taj program stupa u pripremu prema zahtjevu dispečera i pojavom 100% opterećenja. Tada dispečer pokušava rasteretiti dio opterećene mreže, a program za rasterećenje je u pripremi i stalno nadzire dio mreže, te u kritičnom momentu stupa u akciju. Poslije odbaci-



Sl. 1 Dijagram za protokoliranje i obradu mjernih veličina i promjera

vanja jednog dijela tereta kontrolira se dio mreže koji je bio ugrožen. Računalo je u momentu odbacivanja tereta evidentiralo opterećenje svakog od njih. Kada primijeti da opterećenje ugroženog dijela mreže pada, počinje s programom ponovnog ukapčanja dijelova konzuma, tako da sugerira dispečeru koje elemente može i kojim ih redom valja ukapčati, kao i moment ukapčanja, ili se sve to obavlja automatski.

4. Sistem obrade na procesnom računalu

U prethodnom dijelu članka govorili smo o zadacima koje treba riješiti računalo da bi moglo dati dispečeru razne informacije za upravljanje mrežom. Spomenuto je niz zadataka koji se mogu rasporediti u šest osnovnih grupa:

1. Protokoliranje pogonskih događaja
2. Obrada mjernih veličina
3. Grafički prikazi
4. Programi ukapčanja
5. Dispečiranje
6. Sigurnost mreže

U daljnjem izlaganju bit će prikazano kako bi se mogli riješiti ti zadaci.

4.1. Protokoliranje i obrada mjernih veličina

Protokoliranje i obrada mjernih veličina izvodi se prema dijagramu na sl. 1. Najprije da vidimo kako ćemo dobiti izlaze iz tog sistema. Predviđena su tri izlazna medija i to: videopokazivač (display), printer i magnetska traka. Na videopokazivaču se daju odgovori na zahtjev. Printer služi za registriranje poruka koje daje sistem, tako da izlaz iz printera predstavlja pogonski dnevnik. Treći izlaz je magnetska traka koja ostaje kao arhivska evidencija svih događaja.

4.1.1. *Pitanja*

Prije nego definiramo izlaze, da vidimo kakva pitanja dispečer može postaviti sistemu.

1. Pitanje o uklopnom stanju nekog aparata (npr. TS16 SK10 K386) ili čitave stanice (npr. TS08 SVE).
2. Pitanje o trenutnoj mjernoj vrijednosti (npr. TS12 K138).
3. Pitanje o prošlim mjernim vrijednostima u određeno vrijeme (npr. 0955 TS14 K138).

Osim tih pitanja sistem će davati automatske poruke u slučaju:

1. Prekoračenja mjerne vrijednosti od 80% i 100% opterećenja.
2. Promjene stanja.

4.1.2. *Odgovori*

Prethodno navedena pitanja će se postavljati preko videopokazivača, gdje će se dobiti slijedeći odgovori:

1. Na pitanje o uklopnom stanju odgovor sadrži slijedeće: vrijeme, broj stanice, naziv aparata, naponski nivo, mjesto aparata (transformator, spojno polje, kabel itd.) i sadržaj.

Izgled te poruke je slijedeći:

0835 TS09 SK10 K386 UKOP.

2. Na pitanje o trenutnoj vrijednosti odgovor sadrži slijedeće: vrijeme, broj stanice, mjerno mjesto, nominalnu veličinu, vrijednost kod koje se aktivira zaštita, trend, trenutnu vrijednost i oznaku prekoračenja. Prikaz izgleda ovako:

0931 TS18 K1835 300A 365A + 311A 100%

3. Odgovori na pitanja o prošilm mjernim vrijednostima mogu se davati za zadnja 24 sata, tako da će biti memorirane mjerne vrijednosti svakih 5 minuta. Sam izlaz izgleda kao i odgovor na pitanje o trenutnoj vrijednosti.

Na printeru se registriraju poruke, koje sistem automatski daje, i to:

1. U slučaju prekoračenja neke mjerne vrijednosti preko granice od 80 ili 100% opterećenja otkuca se poruka na printer, a istog izgleda kao kod pitanja o nekoj mjernoj vrijednosti. Brojka 80 ili 100% tiska se crveno.

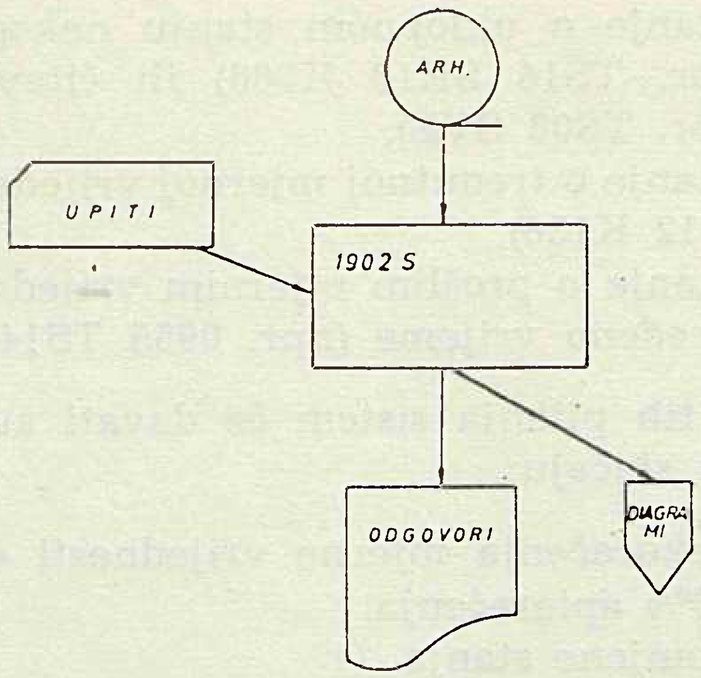
2. Kod promjene stanja otkuca se ista poruka kao kod upita o stanju tako da se dodaje posljednja mjerna vrijednost npr.

0925 TS10 SK30 K150 ISK. 325A.

4.1.3. *Datoteke*

Slijedeći izlaz iz sistema je arhivska datoteka. No, prije nego definiramo njen sadržaj moramo utvrditi radne datoteke u ovom sistemu. To su:

1. Datoteka mjerenja slijedećeg sadržaja: adresa stanice, adresa mjerenja, nominalna mjerna vrijednost, vrijednost prorade zaštite, oznaka vremena i 288 očitanja. Dužina sloga jednog mjerenja iznosi oko 700 karaktera. Za 40 mjerenja po



Sl. 2 Dijagram za analizu protokola (arhivske datoteke)

stanici, i za 30 stanica potrebno je 1200 slogova, odnosno datoteka od 840.000 karaktera. Ova datoteka je na disku.

2. Datoteka stanja je slijedećeg sadržaja: adresa stanice, vrijeme, adrese aparata i stanja, tako da je slog stanice dužine do 1200 karaktera. Ako računamo ukupno do sto promjena dnevno, onda je dnevna datoteka veličine 120.000 karaktera. Ova datoteka je također na disku.

Sada, kada smo opisali ove dvije datoteke možemo opisati i arhivsku datoteku:

3. Arhivska datoteka sadrži: datoteku mjerenja i datoteku stanja ukupno do 1,000.000 karaktera dnevno.

4.1.4. *Ulazi*

Pored upita koje smo obradili u 4.1.1. svi drugi ulazi su preko procesne periferije. Ulazni podaci su slijedeći:

1. Adresa mjerenja
2. Mjerne veličine
3. Položaji aparata
4. Signalne i alarmne veličine
5. Podatak gdje rade ekipe
6. Podatak da je nastupila promjena u transformatorskoj stanici.

4.1.5. *Procesi*

1. Kod postavljanja pitanja o uklopnom stanju nekog aparata ili stanice, pronalazi se odgovarajući podatak na datoteci stanja i iz nje se daje odgovor. Kako ćemo kasnije vidjeti, datoteka stanja je stalno ažurna, tako da i podatak dobiven iz nje odgovara stvarnom stanju.

2. Kod pitanja o trenutnom stanju mjerne veličine, najprije se pronalazi mjerna vrijednost u procesnoj periferiji i poziva se u centralnu memoriju. Dobivena veličina se uspoređuje s prethodno zabilježenom mjernom vrijednosti iz datoteke mjerenja tako da se ustanovi trend. Ostali fiksni podaci se uzimaju iz datoteke mjerenja. Tada se ovi podaci daju na izlaz tako da se stalno prikazuje nova vrijednost i izračunava novi trend i postotak opterećenja.

3. Odgovori za upite o prošlim mjerenjima se prosljeđuju iz datoteke mjerenja.

4. Datoteka mjerenja se stvara tako da elektronski sat računala svakih pet minuta pokrene učitavanje svih mjernih vrijednosti u centralnu memoriju. Nakon toga ih usporedi s prethodno ubilježenim mjernim vrijednostima i sve one koje su prekoračile 80% ili 100% opterećenja izbacuje s ostalim fiksnim podacima na printer. Istovremeno sve novoprimljene veličine upisuje na datoteku mjerenja, i na arhivsku datoteku.

5. Ako dođe do promjene stanja u nekoj transformatorskoj stanici, telemehanika daje impuls koji upozorava na promjenu. Tada računalo poziva sve informacije iz te stanice u centralnu memoriju i uspoređuje primljeno stanje s prethodnim. Pronalazi promjenu stanja i nju ispisuje na printer. Istovremeno pronalazi pripadajućoj izmjeni, ako se radi o sklopci, zadnju mjernu veličinu u datoteci mjerenja i nju također ispisuje na printer. Novo, primljeno stanje se upisuje u datoteku stanja.

4.2. Analiza protokola

Analiza protokola, tj. arhivske datoteke, može se obaviti off-line na velikom računalu opće namjene. Izlazi mogu biti dani na printerskoj listi u obliku tablica ili grafički prikazani, tj. crtani ploterom prema dijagramu na sl. 2. Ovdje nije potrebno da govorimo o vrstama izlaza i načinu obrade, jer je to stvar potreba i želja.

4.3 Grafički prikazi dijelova mreže i transformatorskih stanica

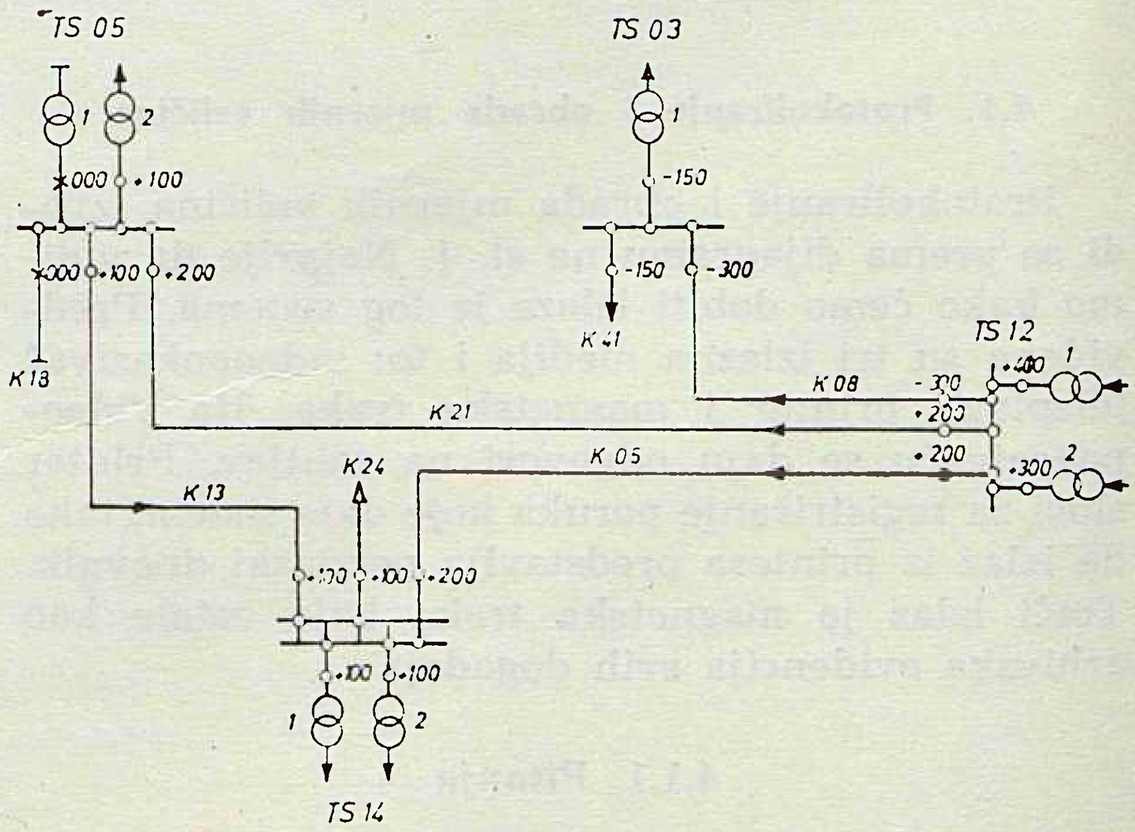
Na videopokazivaču je moguće dobiti sliku neke stanice ili dijela mreže, kao što je to prikazano na sl. 3. i 4.

Pitanje se također postavlja na videopokazivaču u slijedećem obliku:

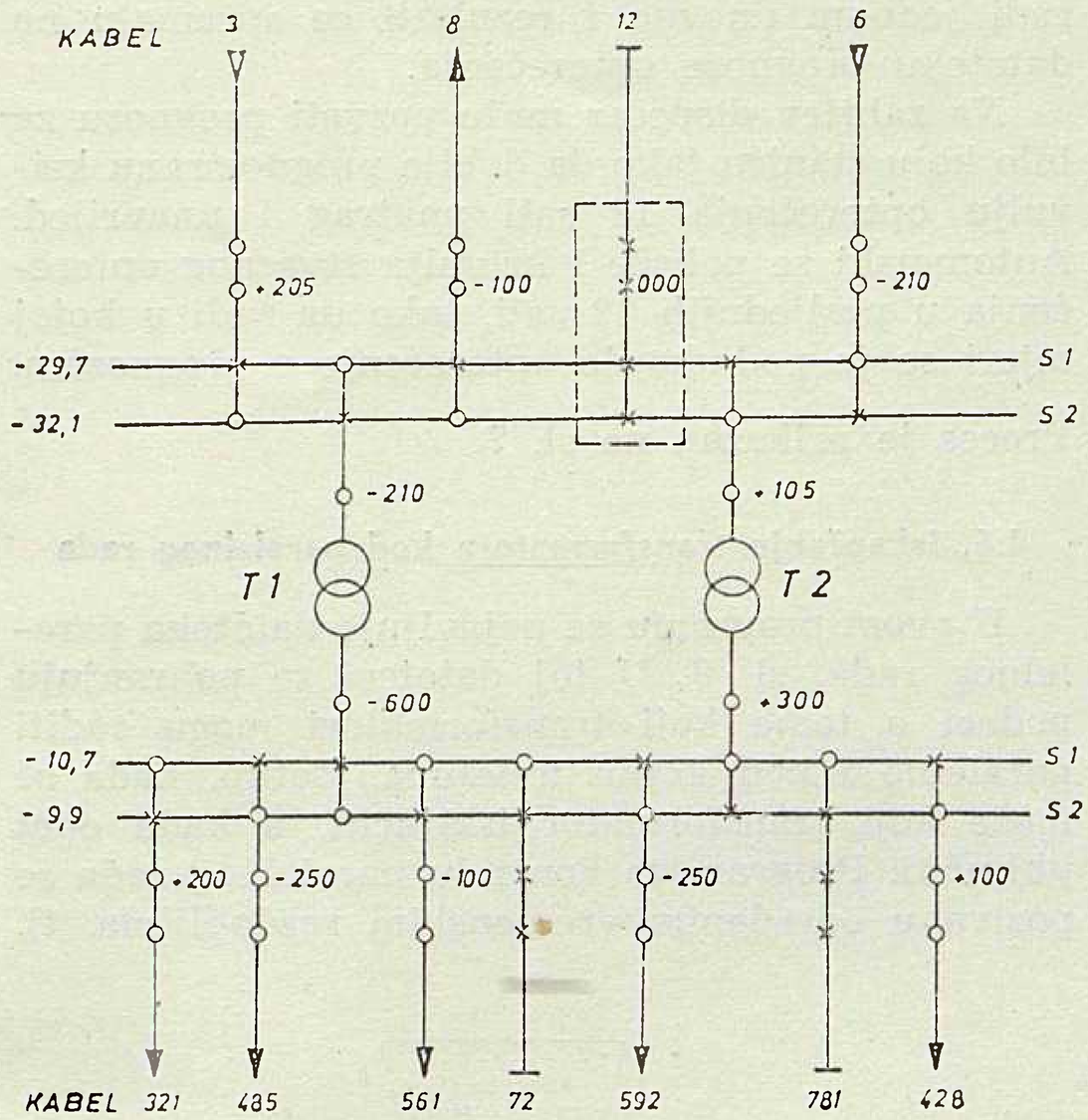
SLIKA TS08

ili

SLIKA K21, K08, K05, K13

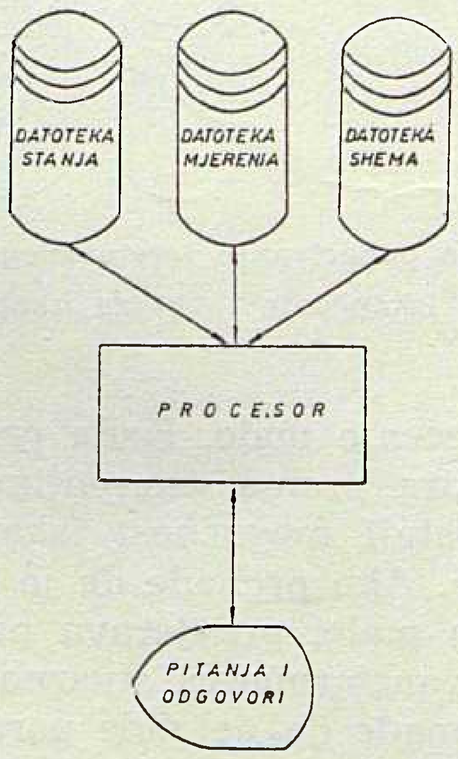


Sl. 3 Prikaz dijelova mreže na videopokazivaču. S oznakom »0« označeno je ukopčano stanje, a s »X« iskopčano



Sl. 4 Prikaz sheme trafostanice na videopokazivaču. Na slici je vidljivo da se vrše radovi na kabelu 12, a da su isključeni kabeli 72 i 781

Odgovor se tada pojavljuje na ekranu kako je prikazano na slikama i pored sheme stanice ili mreže daje podatke o uklopnom stanju, mjernim veličinama i njihovim trendovima, zatim podatke o kretanju energije, podatak da li je opterećenje iznad 100% i to tako da mjerna veličina treperi. Iz sheme će se vidjeti da li se negdje vrše radovi Svi ti podaci će se dobiti iz datoteke stanja (koja je kako smo rekli uvijek ažurna) zatim datoteke mjerenja, što znači da će mjerenja u najnepovoljnijem slučaju biti »stara« 5 minuta. Podatak o



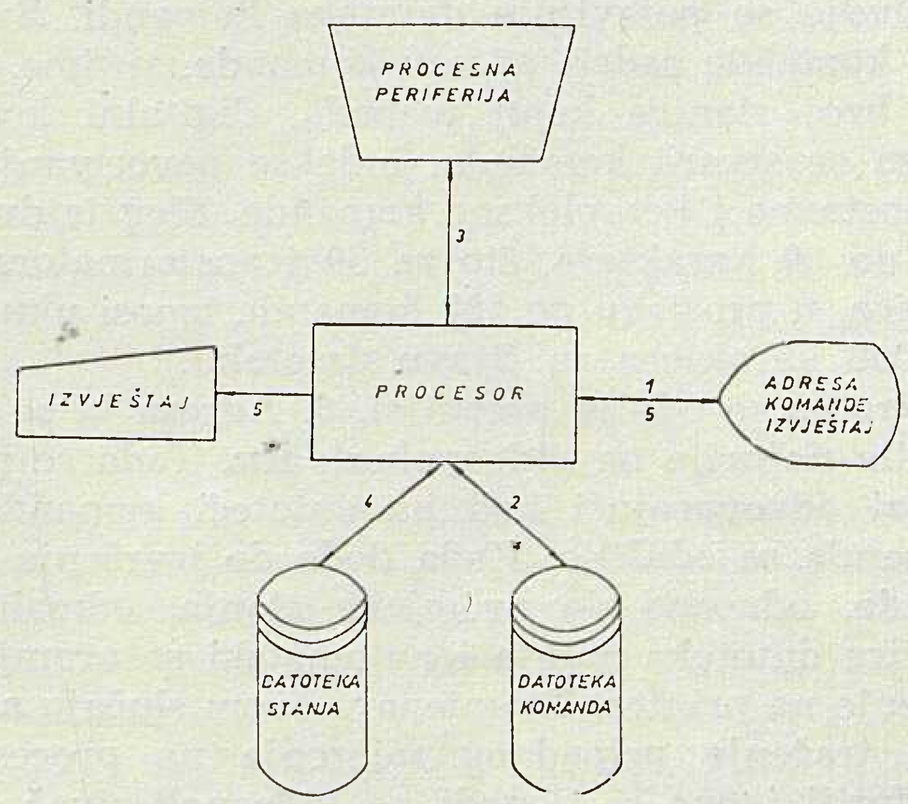
Sl. 5 Dijagram za grafičko prikazivanje dijelova mreže i transformatorskih stanica

shemi će se dobiti iz datoteke shema, koja će po slogu zauzimati 2000 karaktera, a možemo računati da neće biti više od 50 slogova, što znači čitava datoteka 100.000 karaktera.

Proces teče na taj način da se pozivaju određene sheme tako da se dobije slika na videopokazivaču i ti su podaci »zaštićeni«, a onda se slika ažurira iz ostalih datoteka s promjenjljivim podacima (sl. 5).

4.4. Ukapčanje i iskapčanje aparata

U točki 3. smo govorili o vrstama komandi koje se mogu poslati. Mogućnost odašiljanja jednostavnih i kompleksnih komandi je vrlo korisna, jer ne opterećuje dispečera razmišljanjem koji aparat da uključi prije kod nekog manevra. Sam zahtjev,



Sl. 6 Program za ukapčanje i iskapčanje aparata

odnosno komanda, se šalje preko videopokazivača i to za pojedinačnu komandu, npr.:

TS08 K135 SKL UKLOP

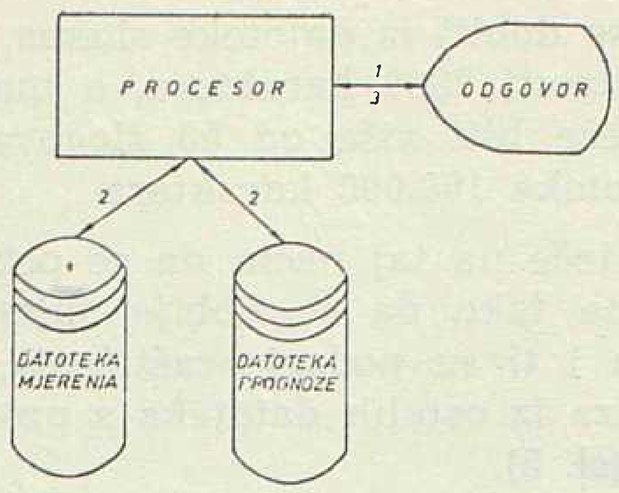
za jednostavniju komandu npr.:

TS08 K135 NA S1 UKLOP

ili kompleksnu npr.:

TS08 K-SVI 10 kV SA S1 NA S2 PREBACI.

Kod prve poruke zahtijeva se ukapčanje 10 kV sklopke kabela 135 u stanici 08 i time se ukapča samo jedan aparat. Pretpostavka je da su svi rastavljači ukopčani, jer ova komanda upravlja samo s jednim aparatom. Kod jednostavne komande se daje nalog da se kabel 135 uključi na sabirnice 1, a to znači da će se svi rastavljači postaviti u pravilan položaj i da će se onda ukopčati sklopka. Kod kompleksne komande dajemo nalog da se svi kabeli 10 kV prebace sa sabirnica 1 na sabirnice 2, a to znači da treba najprije ukopčati kompletno spojno polje, zatim ukopčati sve rastavljače na sabirnice 2, a potom sve rastavljače sa sabirnice 1 iskopčati, i onda iskopčati spojno polje.



Sl. 7 Dijagram za prognoziranje opterećenja

Potvrda da je izvršen zadatak dobiva se na printeru u obliku koji je opisan u 4.1.2. na videopokazivaču, tako da izvršna riječ (kao UKLOP, PREBACI) počinje treperiti i u produžetku se ispiše mjerna vrijednost koja se u tom momentu pojavi.

Ovdje se pojavljuje datoteka komandi. Svaki slog komande sadrži adresu komande, tj. ime, zatim broj stanice kojoj pripada, digitalni kod s kojim se stvara komanda, indekse povezivanja u jednostavne i kompleksne komande. Slog je dugačak do 30 karaktera, što za 30 transformatorskih stanica, u prosjeku po 200 komandi, iznosi ukupno 180.000 karaktera za čitavu datoteku.

Proces se odvija prema sl. 6. Adresa bi se postavila najprije na videopokazivaču. Tada se pronalazi odgovarajući kod na datoteci komanda, i komanda se odašilje. Kada dođe do izvršenja komande, odnosno do promjene stanja, odmah se ažurira datoteka stanja i automatski se promjena ispisuje na printer. Promjena u ovom slučaju aktivira traženje pripadnog mjerenja na procesnoj periferiji i ono se dovodi na videopokazivač.

4.5 Prognoziranje opterećenja

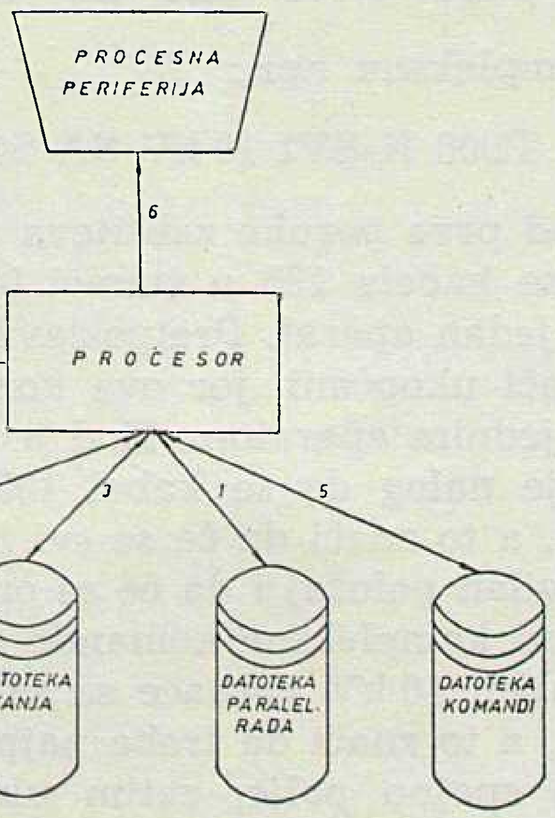
Prognoza opterećenja se može izvesti iz jedne prosječne krivulje opterećenja za određeno područje i za određeni dan u godini, tako da se korigira određenim postupcima, s hidrometeorološkim podacima, zatim se posebnim podacima, kao npr. da li rade toplane, zatim o televizijskom programu, itd. Također su važni podaci o porastu konzuma u posljednjoj godini. Ovakva prognoza se radi jednom dnevno i rezultati se spremaju na datoteku prognoze opterećenja.

Na zahtjev dispečer može pozvati prognozu za bilo koju stanicu tako da dobije prognoziranu krivulju opterećenja 12 sati unatrag i unaprijed. Automatski se pokaže i krivulja stvarnog opterećenja u posljednjih 12 sati, tako da vidi u kojoj mjeri se je podudaralo opterećenje s prognozom.

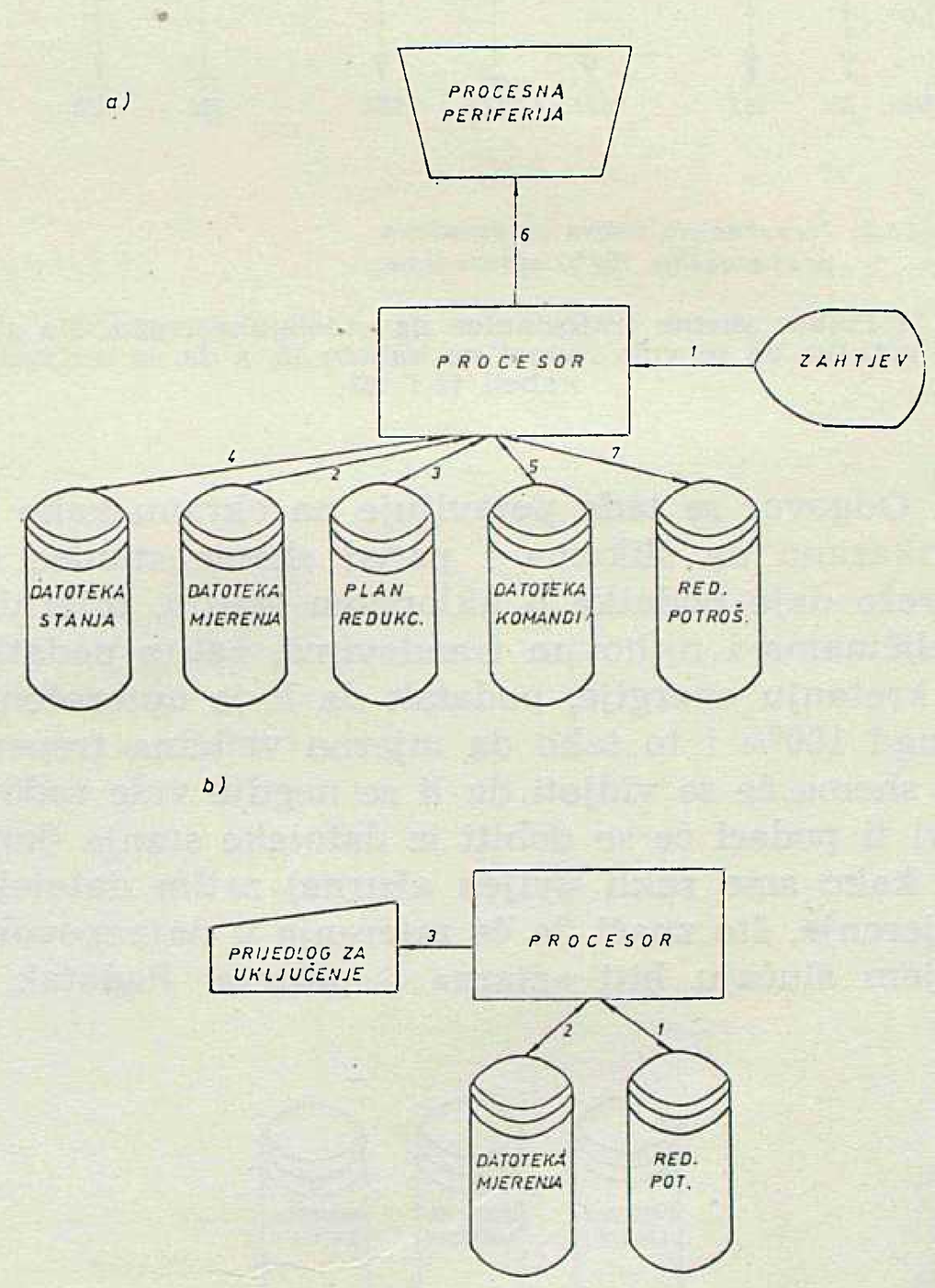
Proces je prikazan na sl. 7.

4.6. Iskapčanje transformatora kod paralelnog rada

U ovom programu se pojavljuje datoteka paralelnog rada, sl. 8. U toj datoteci se pohranjuju podaci o tome koji transformatori mogu raditi paralelno i pod kojim uvjetima. Zatim, kada se može koji transformator isključiti, a kada opet uključiti. Program za kontrolu paralelnog rada se poziva u određenim vremenskim razdobljima, tj.



Sl. 8 Dijagram za iskapčanje transformatora kod paralelnog rada



Sl. 9 Dijagram za odbacivanje tereta zbog sigurnosti mreže
a) za iskapčanje b) za ukapčanje

kada je opterećenje malo. Kada program stupi u akciju kontrolira prema mjerenjima transformatora da li postoji mogućnost iskapčanja jednog transformatora. Ako pronađe da je negdje opterećenje dovoljno malo, provjerava na datoteci stanja da li su transformatori stvarno u paralelnom radu. Ako pronađe da ne rade paralelno, a opterećenje je malo, daju sugestiju dispečeru da pređe na paralelni rad.

Ako pronađe da rade paralelno, pronalazi odgovarajuću komandu na datoteci komandi i s njom iskapča transformator. Dalje stalno kontrolira preostali transformator i kada zavladaju uvjeti da se ponovno ukopča iskopčani transformator, šalje odgovarajuću komandu.

4.7. Odbacivanje tereta zbog sigurnosti mreže

Kada dispečer ocijeni da mu je mreža u velikoj mjeri opterećena i da prijete veliki ispadi, on aktivira program za odbacivanje tereta zbog sigurnosti mreže (sl. 7). Iz datoteke mjerenja program pronađe ugrožene dijelove mreže. Tada iz datoteke stanja provjerava da li su stvarno potrošači predviđeni za redukciju (10 kV kabeli) priključeni na ugroženoj stanici, ako nisu uzima rezervni plan redukcije. Poslije toga iz datoteke komandi pripremi komande za iskapčanje. Čitavo to vrijeme kontrolira mjerenje ugroženog dijela. Kada nastupi situacija za redukciju, šalje komande za iskapčanje. Reducirane potrošače svrstava na posebnu datoteku s podacima o njihovom opterećenju. Izlaz se normalno bilježi kao promjena stanja s napomenom da je redukcija.

Poslije toga se dalje kontrolira mjerenje ugroženog dijela i kada opterećenje padne, iz datoteke reduciranih potrošača daje sugestiju dispečeru da uključi reducirane potrošače.

Literatura

1. Brewer C., Fost J., and C. C. M. Parish: *Control room in experimental load-dispatshing system for the power-supply industry*, Proc. IEE br. 2/68.
2. Converti V.: *Automatic dispatch linkd 2 utilities*, Electrical world april br. 13/1964.
3. Kramer F. A.: *Monitoring process data — a practical design approach*, Control engineering br. 10/1968.
4. Lydick H. W., J. F. Sutherland: *Addaps . . . automatic digital dispatch and processing sistem*, Westinghouse enginner may 1964.
5. Pettit P.: *Digital-computer programs for an experimental automatic load — dispatching sistem*, Proc. IEE br. 4/68.

Naslov pisca: Dinko Škarica, dipl. ing.
»Elektra« — 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.

REZULTATI ISPITIVANJA NAPONA OPASNOSTI U ŽIČANIM TT-VEZAMA, KOJI SE MOGU POJAVITI U NEKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SR HRVATSKE KOD PRIJELAZA NA POGON S NEIZRAVNO UZEMLJENIM ZVJEZDIŠTEM

Miroslav Jung, Zagreb

Prikazana su ispitivanja napona opasnosti koji se mogu pojaviti kod prijelaza na neizravno uzemljenje zvjezdišta mreža 35 kV »Elektroistre« — Pula, »Elektroprimorja« — Rijeka, »Elektre« — Sisak, »Elektroslavonije« — Osijek i veze Dugi Rat — Vis. Rezultati pokazuju, da u svim područjima, s izuzetkom otoka Cresa i Lošinja, inducirani naponi opasnosti ostaju unutar dozvoljenih granica.

DK 621.316.1.004

Razdjelne mreže nazivnih napona 35/30/ i 10 kV na području SR Hrvatske nalaze se u pogonu s izoliranim zvjezdištem. U mnogima od njih kapacitivna struja zemljospoja prelazi granicu samogašenja električnog luka. Stoga je odlučeno, da se zvjezdišta takvih mreža uzemlje, i to preko djelatnog otpora s ograničenjem struja jednopolnog kratkog spoja na najviše 300 A u nadzemnim mrežama, odnosno 700 ili 1000 A u kabelskim mrežama. U mješovitim nadzemno-kabelskim mrežama odabrat će se jedna od tri navedene veličine, ovisno o stvarnim prilikama. Izuzetak čine nadzemne mreže nazivnog napona 10 kV, koje će ostati u pogonu s izoliranim svjezdištem kao i mješovite nadzemno-kabelske mreže istog napona, čije će se zvjezdište kabelskog dijela uzemljiti istom nakon njegovog galvanskog odvajanja od nadzemnog dijela mreže.

Na temelju navedenog načela razmatrano je do sada uzemljenje zvjezdišta razdjelnih mreža srednje-dalmatinskih otoka, Istre, Hrvatskog primorja i Gorskog Kotara, Kvarnerskih otoka te Korduna i Banije. Upravo je u toku razmatranje mreža Slavonije, a u pripremi razmatranje mreža sjeverozapadne Hrvatske. Do ovoga časa sva zvjezdišta su još izolirana, pa se očekuje da će kao prvo biti uzemljeno zvjezdište mreže 35 kV u TS 110/35 kV Pula, sredinom ove godine.

Studije o prijelazu na pogon s neizravno uzemljenim zvjezdištem obuhvatile su problematiku cjelovito, tj. obradile su konfiguracije, te redovita i iznimna uklopna stanja u času promjene načina uzemljenja zvjezdišta kao i u bližoj budućnosti, konstante pojedinih elemenata mreže, uključivši njihovo mjerenje, kao i mjerenje napona opasnosti u susjednim žičanim dojavnim linijama. Nadalje je razrađen izbor otpornika za uzemljenje zvjezdišta, proračun najvećih i najmanjih struja tropolnog i jednopolnog kratkog spoja, nadopuna postojeće i izbor nove relejne zaštite mreže kao i njihova udešenja, uvođenje automatskog ponovnog ukapčanja, toplinska kontrola pojedinih elemenata mreže, zaštita osjetljivih potrošača, uzemljenje postrojenja i stupova nadzemnih vodova, itd.

Ovdje želimo podrobnije prikazati samo način obrade i rezultate ispitivanja napona opasnosti koji se mogu iducirati u žičanim dojavnim linijama kod prijelaza na neizravno uzemljenje zvjezdišta naših razdjelnih mreža.

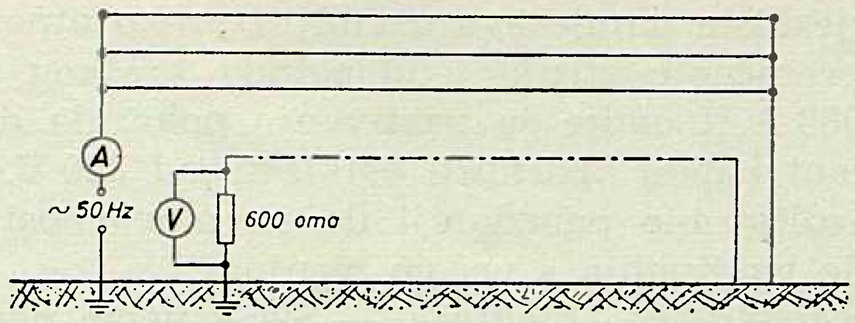
Kao jedna od mana odabranog načina uzemljenja zvjezdišta često se spominju naponi opasnosti što ih mogu inducirati struje jednopolnog kratkog spoja razdjelnih mreža u susjednim žičanim dojavnim linijama različitih korisnika (PTT, JNA, JŽ i drugi).

Stoga smo u svim dosadašnjim razradama ovom problemu posvetili posebnu pažnju i došli do stanovitih iskustava koje ćemo izložiti u slijedećem:

Napone opasnosti inducirane strujama jednopolnog kratkog spoja u razdjelnim mrežama možemo odrediti računskim ili mjernim postupkom. Računski postupak pretpostavlja točno poznavanje prilika na terenu (geometrijski raspored vodova i prosječni specifični otpor tla na čitavoj dionici približavanja i paralelnog vođenja) te upotrebu približnih formula, zbog čega treba računati i sa nešto manjom točnosti rezultata. Ipak, on je neizbježan, ako je barem jedan od objekata približavanja i paralelnog vođenja još u fazi projektiranja, pa moramo unaprijed utvrditi hoće li promatrani utjecaji ostati u okviru dozvoljenih granica. Ukoliko pak svi objekti međusobnog približavanja i paralelnog vođenja postaje, dat će mjerni postupak svakako točnije rezultate, i to u kraćem vremenu i na jednostavniji način od računskog postupka.

Rezultatima mjernih postupaka možemo se služiti i ako je jedan od objekata još u fazi projektiranja, a mjerenja su provedena na drugim sličnim dionicama međusobnog približavanja i paralelnog vođenja. U našem slučaju svi objekti međusobnog približavanja i paralelnog vođenja već postoje, pa smo pristupili upotrebi mjernog postupka kako bi ispitali napone opasnosti u žičanim dojavnim linijama i ishodili suglasnosti njihovih korisnika za provedbu promjene sistema uzemljenja zvjezdišta. Napomenimo još i to, da je u toku suradnje s nekim korisnicima žičanih dojavnih linija konstatirano, da bi utvrđivanje trasa međusobnog približavanja i paralelnog vođenja vodova i linija zahtijevalo vrlo opsežne geodetske radove, što bi neizbježno produžilo i poskupilo i onako manje točne proračune.

Nakon što su na temelju iznešenih razloga svi zainteresirani načelno usvojili mjernu metodu, prišlo se je dogovoru o pravcima međusobnog



Sl. 1 Osnovna shema za mjerenje induciranih napona opasnosti

približavanja i paralelnog vođenja na kojima treba izvršiti mjerenja. S elektroprivredne strane bili su prihvaćeni svi zahtjevi korisnika žičanih dojavnih linija, pa su i sama elektroprivredna poduzeća zahtijevala mjerenje napona opasnosti u svojim signalno-komandnim vezama.

Mjerenja induciranih napona opasnosti provedena su prema osnovnoj shemi prikazanoj na slici 1. Vod čiji se utjecaj na žičanu dojavnu liniju želi izmjeriti, mora se staviti izvan pogona i na jednom kraju uzemljiti (sva tri fazna vodiča ili svih šest, ukoliko je veza dvostruka) dok se između zemlje i svih faza na drugom kraju narine izmjenični napon frekvencije 50 Hz i mjeri struja koja protječe kroz sve fazne vodiče i vraća se kroz zemlju. Istodobno se žičana dojavna linija uzemlji na jednom kraju izravno, a na drugom kraju preko otpora 600 oma. Na njemu se mjeri pad napona izazvan strujom induciranom iz petlje vod visokog napona — zemlja, u petlji dojavna linija — zemlja.

Dakako da omjer izmjerenog napona i struje predstavlja međuinduktivitet obje petlje, kod frekvencije 50 Hz. Ukoliko se između promatranih petlji nalaze izvjesni metalni dijelovi (zaštitna užad nadzenih vodova, olovni plaštevi i čelična zaštita kabela, cjevovodi, tračnice i dr). Opisanim mjerenjima su automatski obuhvaćeni i njihovi efekti, što bi bilo kod računskih postupaka točno učiniti znatno teže.

Sama mjerenja pak provode dvije ekipe što su ih postavili korisnici pojedinih objekata, pa su za djelotvornost provedbe mjerenja odlučne solidne pripreme i dobre veze koje omogućavaju sporazumjevanje u toku mjerenja.

U toku mjerenja poželjno je da struja u vodu visokog napona iznosi nekoliko desetaka ampera, odnosno da ne bude manja od oko 15 do 20 A, ali tom zahtjevu nije uvijek moguće udovoljiti bez posebnog naponskog izvora. U nekim slučajevima posebno dugih nadzemnih vodova (velike nulte impedancije) upotrijebili smo za mjerenje i sam visoki napon otvarajući dva pola rastavljača i uklapajući sa sklopkom tropolno. Inducirani napon opasnosti može se pak mjeriti voltmetrom ili snimati oscilografski.

Ukupno vrijeme za koje objekt mora biti izvan pogona uvjetovano je više manipulacijama oko iskapanja, pripremanja priključaka za mjerenje, skidanja tih priključaka i ukapčanja nego li samim mjerenjem, za koje je dovoljna tek koja minuta. Kod dobro obavljenih priprema, sigurnih veza za sporazumijevanje i uigranih ekipa obično je za čitavu operaciju dovoljno dvadesetak minuta. Ukoliko navedeni uvjeti nisu ispunjeni, postupak može trajati i znatno duže.

Na opisani način izvršena su mjerenja na dionicama približavanja i paralelnog vođenja s vodovima 35/30/kV naznačenim u tablici 1. Podaci dobiveni mjerenjem također su unešeni u tu tablicu. Vidimo, da su izmjene struje u elektroenergetskom vodu iznosile 9 do 88 A, a njima inducirani naponi u dojavnom vodu 0,14 do 63 V. Budući da u pogonu moramo računati i sa znatno većim strujama jednopolnog kratkog spoja, to su u tablici za pojedine vodove unešeni i njihovi najveći iznosi dobiveni računom kratkog spoja za slučaj kvara na početku i na kraju pojedinih vodova.

Iznosi struja jednopolnog kratkog spoja na početku voda ne mogu biti odlučni za najviše napone opasnosti. Ako pak napone izračunamo na temelju struja što se pojavljuju na kraju voda možemo dobiti preniske vrijednosti, ako približavanje ili paralelno vođenje prestaje negdje u trasi voda visokog napona. Stoga smo izračunali i u tablicu unijeli iznose napona opasnosti za obje struje, s tim što naponi opasnosti izračunati na temelju struja na početku voda ni u kom slučaju ne mogu

Rezultati ispitivanja napona opasnosti

Podaci voda			Najveća struja jednopolnog kratkog spoja u A		Podaci mjerenja napona opasnosti		Napon opasnosti V uz najveću struju	
Naziv	Vrsta	Dužina km	na početku voda	na kraju voda	jednofazna struja 50 Hz A	Inducirani napon V	na početku voda	na kraju voda
Dugi Rat — K.K.V. Točilo	mješoviti	53,51	307	214	15,75	0,14	2,7	1,9
Dugi Rat — Dujmovača	nadzemni	17,00	325	***	76,0	50	214,0	***
Dugi Rat — Omiš	nadzemni	4,70	325	***	88,0	24	88,6	***
Peruća — Vrlika	nadzemni	19,92	300	***	17,0	0,30	5,3	***
Buje — Umag	nadzemni	10,20	300	279	20,0	17	255	237
Buje — Poreč	nadzemni	23,60	300	220	23,0	28	365	268
Buje — Karojba	nadzemni	23,50	300	221	21,8	15	206	152
Karojba — Buzet	nadzemni	20,70	221	189	28,2	17	133	114
Matulji — Turnić	nadzemni	8,20	260	253	87,5	25	74,2	72,2
Plase — Martinšćica	nadzemni	13,00	266	247	70,0	63	239,0	222,0
Cres — Mali Lošinj	mješoviti	50,90	210	148	9.0	40	935,0	658,0
Osijek II — Centar	kabelski	4,83	1.015	978	20,0	5,8	294	284
D. Miholjac — Valpovo	nadzemni	21,22	261	225	19,8	10	132	114
Čačinci — P. Slatina	nadzemni	18,45	273	243	20,0	2,25	31	27
Vinkovci — Županja	nadzemni	30,00	302	241	20,0	26,8	405	323

biti dosegnuti, dok naponi opasnosti izračunati na temelju struja na kraju voda mogu biti i prekoračeni.

Stvarni iznosi napona opasnost nalazit će se negdje između navedenih granica i mogu se točno odrediti tek nakon što se izračuna struja jednopolnog kratkog spoja u krajnjoj točki približavanja, odnosno paralelnog vođenja.

Ovakvi proračuni nisu provedeni jer se iz prikazanih rezultata vidi, da naponi opasnosti izračunati na temelju najvećih struja na početku voda nigdje ne prelaze dozvoljenih 430 V. Jedinu iznimku čini potez Cres—Mali Lošinj, gdje i napon opasnosti izračunat na temelju struje na kraju voda znatno premašuje dozvoljenu granicu.

Iz tablice dalje proizlazi da najveće struje jednopolnog kratkog spoja na početku voda ponegdje i znatnije premašuju normirane vrijednosti. To osobito vrijedi za vodove Dugi Rat—Dujmovača i Dugi Rat—Omiš, gdje imamo 325 umjesto 300 A. Tome pridonose u stvari dozemni kapaciteti veze Dugi Rat—Vis, gdje je kapacitivna struja zemljospoja reda veličine 100 A pa se ona danas koristi za aktiviranje tropolnog automatskog ponovnog ukapčanja preko usmjerene nadstrujne zaštite od nultih struja. Struje jednopolnog kratkog spoja u Dujmovači, Omišu, i Vrlici nisu računate, jer je evidentno, da sa stajališta napona opasnosti, takva potreba ne postoji.

S druge strane je vidljivo, da najveća struja jednopolnog kratkog spoja u Matuljima iznosi 260 umjesto 300 A. To je zato što u toj stanici nazivni napon danas iznosi 30 kV, a otpornik za uzemljenje zvjezdišta je odabran tako da ograničuje navedenu struju na 300 A nakon prijelaza na pogon nazivnim naponom 35 kV. U ostalim vodovima, gdje je najveća struja jednopolnog kratkog spoja na početku voda niža od normiranih vrijednosti znači, da se ti vodovi nalaze u mreži dalje od pojne točke.

Posebno je bio zanimljiv slučaj kabela 35 kV Osijek II—Centar, s kojim je na čitavoj dužini položen paralelno signalni kabel na razmaku 0,7—1,2 m, a nalazi se u gradskoj kabelskoj mreži čije se zvjezdište namjerava uzemljiti preko otpornika za ograničenje struja jednopolnog kratkog spoja na 1000 A. I ovdje su ispitivanja pokazala da inducirani napon opasnosti ostaje ispod 300 V, iako bi rezultat bio pouzdaniji da su mogućnosti dopustile ispitivanja s većom strujom.

Na području »Elektre« — Sisak nema paralelnog vođenja vodova elektroenergetskih razdjelnih mreža sa TT-linijama, pa nije bilo potrebno provoditi mjerenja.

Možemo reći, da provedena ispitivanja na navedenim područjima pokazuju, da problem utjecaja razdjelnih mreža na napone opasnosti u TT-postrojenjima ne postoji u tako oštroj mjeri kako se to neki put pretpostavlja.

U konkretnom slučaju je pokazano, da u navedenim područjima ovaj problem postoji jedino na potezu Cres—Mali Lošinj, gdje se može još i zaoštriti nakon ulaska u pogon TS 110/35 kV Cres, pa će trebati da se odvojeno rješava.

Priložen je rukopis elaborata izrađenih u Institutu za elektroprivredu, Zagreb, od godine 1964. do danas, pa se po potrebi mogu u njima naći detaljna objašnjena ove problematike.

Literatura:

1. *Utjecaj struja dozemnog spoja na TT-linije kod uzemljenja mreža 30 (35) kV preko niskoomskog otpora,* IEP, Zagreb, IV 64.
2. *Rješenje uzemljenja nultočke u transformatorskim stanicama 110/30 (35) kV, Konkretna primjena na TS 110/30 kV Dugi Rat,* IEP, Zagreb, VI 64.
3. *Mjerenje konstanata vodova 30 (35) kV,* IEP, Zagreb, XI 64.
4. *Uzemljenje zvjezdišta mreže 35 kV u Istri, I dio: Mreža u bližoj budućnosti,* IEP, Zagreb, IX 68.
5. *Uzemljenje zvjezdišta mreža 30 kV Rijeke, I dio: Mreža u neposrednoj budućnosti,* IEP, Zagreb, X 68.
6. *Uzemljenje zvjezdišta mreže 35 kV u Istri, II dio: Mreža oko 1975,* IEP, Zagreb, VI 69.
7. *Uzemljenje zvjezdišta mreža 35 kV i 10 kV Rijeke, II dio. Mreža oko godine 1976,* IEP, Zagreb, II 70.
8. *Uzemljenje zvjezdišta mreža 30 kV na otocima Krk, Cres i Lošinj. II dio. Mreža oko godine 1976,* IEP, Zagreb, II 70.
8. *Uzemljenje zvjezdišta mreža 30 kV na otocima Krku, Cresu i Lošinju. II dio. Mreža oko godine 1976,* IEP, Zagreb, II 70.
10. *Uzemljenje zvjezdišta mreža 35 kV »Elektroslavonije« — Osijek,* IEP, Zagreb, elaborat u izradi.

Naslov pisca: Miroslav J u n g, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu, Zagreb

NEKA ISKUSTVA S PODEŠAVANJEM REGULACIJSKIH KRUGOVA NA BLOKU I. U TE SISAK

Marijan Arnold, Zagreb

Članak obrađuje regulacijske krugove bitne za pogon bloka, a kod kojih je došlo do većih izmjena u odnosu na projektne sheme. Iznose se problemi uočeni prilikom podešavanja tih krugova u TE Sisak, te izvršene promjene u projektiranim vezama koje su diktirale karakteristike kotla i turbine i uočeni nedostaci regulacijske opreme.

DK 621.311.22.004-52

Uvod

Projektom su predviđene dvije varijante sheme regulacije opterećenja bloka I. u TE Sisak. Te dvije sheme međusobno se razlikuju po vrsti, broju i obliku signala što se koriste za pojedine regulacijske krugove.

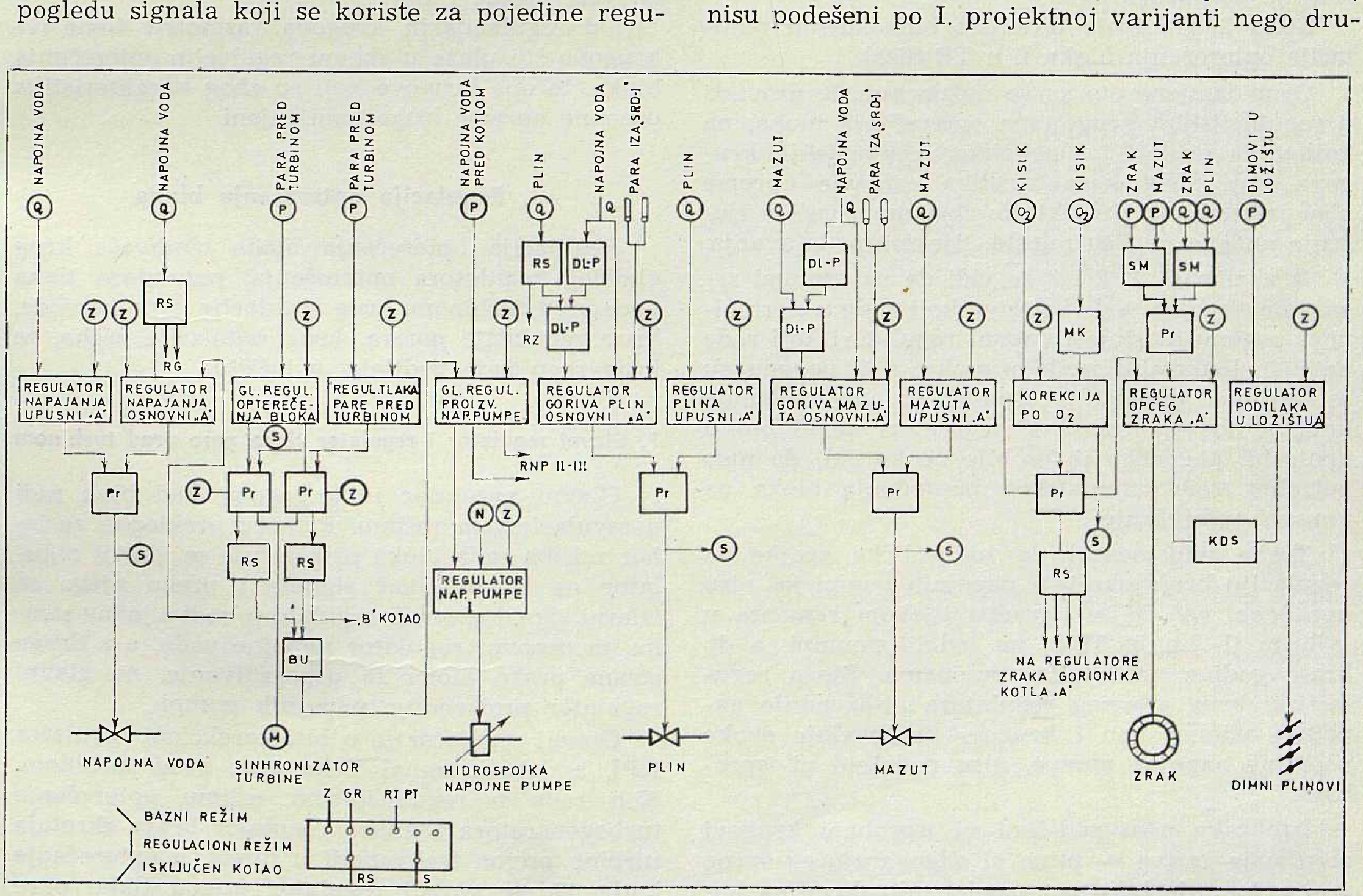
Shema varijante I (sl. 1) jednostavna je i uobičajena u pogledu signala, isprobana je u Sovjetskom Savezu, a podešavanje regulacijskih krugova nije komplicirano. Iako shema varijante I. predviđa mogućnost rada bloka u regulacijskom režimu (blok bi prema projektnom rješenju regulacije mogao učestvovati u sekundarnoj regulaciji frekvencije — snage u sistemu) ona odgovara bloku koji će pretežno raditi u baznom režimu uz uključeni regulator tlaka pare pred turbinom. Oba radna režima su sa čvrstim tlakom pare pred turbinom.

Shema varijante II. (sl. 2) komplicirana je u pogledu signala koji se koriste za pojedine regulacijske krugove, neuobičajena je i sovjetski specijalista koji je u TE Sisak podešavao regulatore nije s njom imao pozitivnih iskustava. I ova shema također predviđa mogućnost rada bloka u regulacijskom i baznom režimu, a predviđena je za blok koji pretežno treba da radi u regulacijskom režimu, (ukoliko to osnovna oprema — kotao — turbine omogućuje).

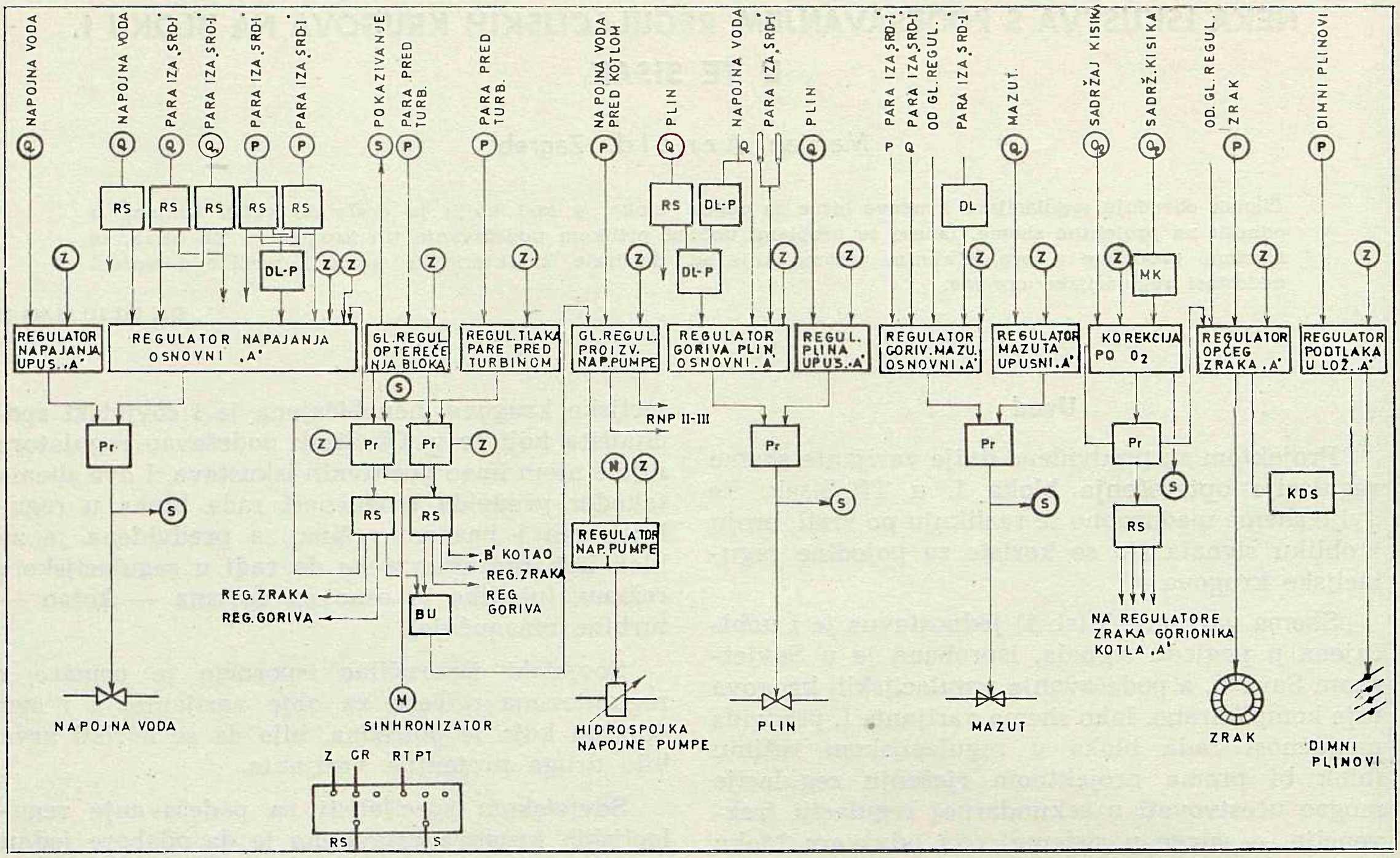
Sovjetski isporučilac isporučio je ormare s regulatorima ožičene za obje varijante, a i svu opremu koja je potrebna, bilo da se koristi prva bilo druga projektna varijanta.

Sovjetskom specijalisti za podešavanje regulacijskih krugova ostavljeno je da odabere jednu od tih varijanti. Jasno je, da je on na osnovi poznavanja opreme, kao i ranijih iskustava, odabrao I. varijantu.

Pojedini regulacijski krugovi, zbog veće tromosti osnovne opreme na koju se nije računalo, nisu podešeni po I. projektnoj varijanti nego dru-



Sl. 1 Blok shema regulacije opterećenja bloka u TE Sisak — Varijanta I



Sl. 2 Blok shema regulacije opterećenja bloka u TE Sisak — Varijanta II

gačije, u većini slučajeva pojednostavljeno do krajnje moguće mjere.

Slika 3 prikazuje izvedenu blok shemu regulacije opterećenja bloka I. u TE Sisak.

Osim izmjena što su se nužno morale provesti u regulacijskim krugovima opterećenja bloka, na kotlovima postoji još nekoliko regulacijskih krugova koji zbog karakteristika osnovne opreme nisu izvedeni po projektnim shemama, već je rješenje nađeno na licu mjesta, tijekom podešavanja.

Iz shema sl. 1, 2 i 3 se vidi da uz osnovni regulator napojne vode i goriva koji rade u normalnom pogonu, postoje i upusni regulatori koji rade na principu stabilizacije protoka, a u pogonu su za vrijeme upuštanja. Budući da se upuštanje kotlova obavlja ručno, ti regulatori ne bi bili u upotrebi (pogonsko ih osoblje ne koristi) da nisu potrebni kod automatskog prevođenja bloka na upusno opterećenje.

Treba napomenuti da hidrauličke spojke za regulaciju broja okretaja napojnih pumpi još nisu ugrađene, već će se ugraditi tijekom remonta u svibnju ili lipnju 1972. na jednoj poumpi, a do kraja godine na ostalim pumpama. Stoga regulacijski krug glavnog regulatora proizvodnje napojnih pumpi, kao i krugovi proizvodnje svake pojedine napojne pumpe, nisu podešeni ni isprobani.

Isto tako nisu podešeni ni isprobani krugovi regulacije goriva — plina ni odgovarajućeg općeg zraka, jer nije bila na raspolaganju dovoljna količina plina. Kotao je u pogledu regulacije goriva projektiran tako da ne može istovremeno sagorijevati mazut i plin.

Od regulacijskih krugova razmotrit ćemo sve krugove što ulaze u shemu regulacije opterećenja bloka, te one krugove koji su zbog karakteristika osnovne opreme bitno izmijenjeni.

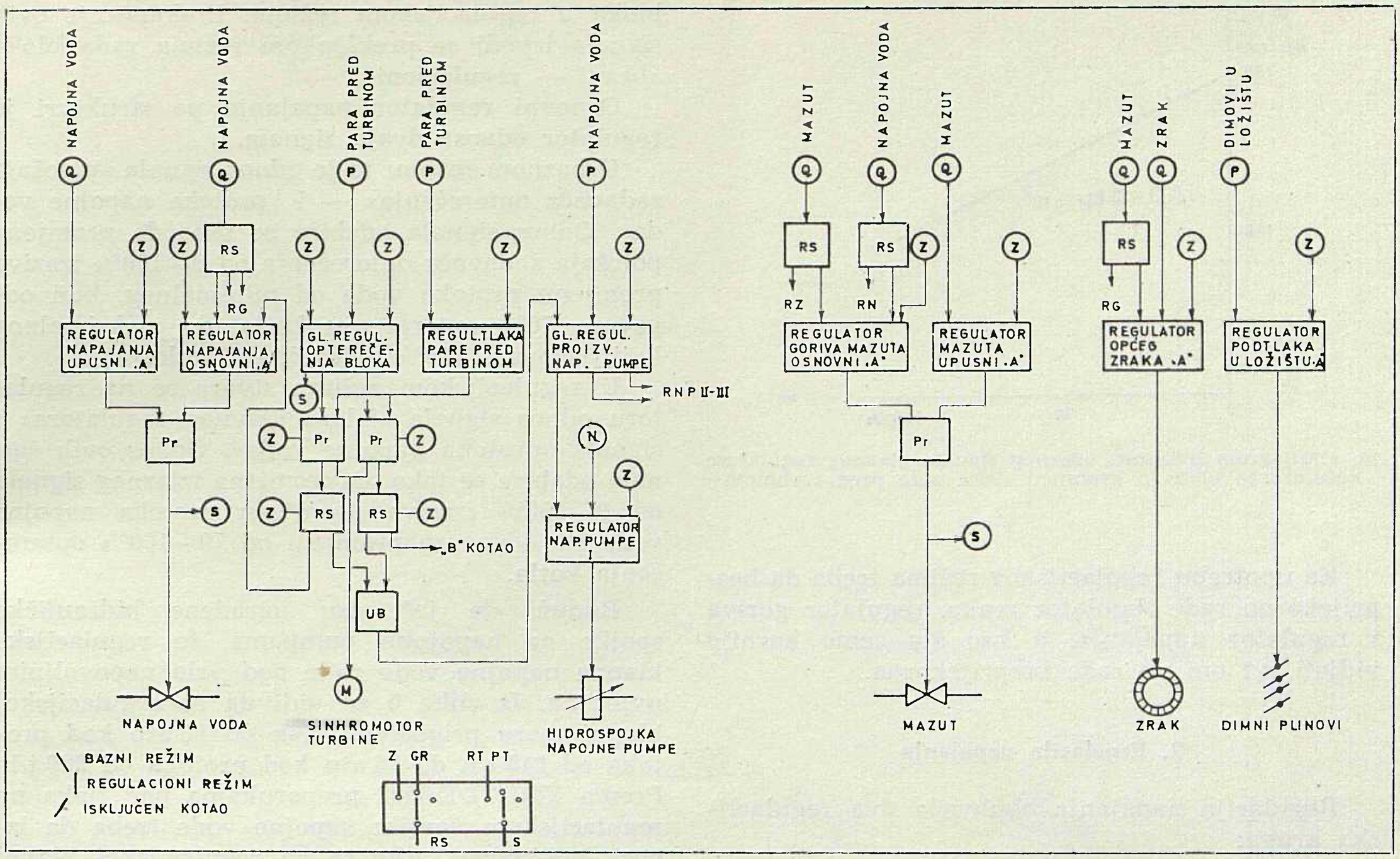
I. Regulacija opterećenja bloka

Regulacija opterećenja bloka obuhvaća krug glavnog regulatora opterećenja, regulatora tlaka pare pred turbinom, krug regulacije napojne vode, krug regulacije goriva, krug regulacije zraka, te krug regulacije podtlaka u ložištu.

1. Glavni regulator i regulator tlaka pare pred turbinom

Glavni regulator je u pogonu kad blok radi u regulacijskom režimu. Pomoću preklopke za izbor režima rada bloka priključuje se glavni regulator na razmnoživač signala i preko njega se izlazni signal glavnog regulatora vodi s jedne strane na osnovni regulator napojne vode, a s druge strane preko bloka za uspoređivanje, na glavni regulator proizvodnje napojnih pumpi.

Glavni regulator je u biti korekcioni regulator KPI, a dobiva signal tlaka pare pred turbinom. Kod rada u regulacijskom režimu opterećenje turbogeneratora regulira regulator broja okretaja turbine prema frekvenciji u mreži, a opterećenje kotla zadaje glavni regulator prema tlaku pare pred turbinom.



Sl. 3 Blok shema izvedbe regulacije opterećenja bloka u TE Sisak

Smanjenje tlaka pare pred turbinom za 5 atp od nominalnog tlaka (130 atp) treba da izazove promjenu izlaznog signala glavnog regulatora od 0 do 100%, a time i promjenu opterećenja oba kotla za cijeli regulacioni diapazon, tj. od 70% do 100%.

Donji tlak odgovara 100%-tnom izlaznom signalu glavnog regulatora, odnsono maksimalnom protoku napojne vode (koji odgovara 100%-tnom opterećenju kotlova), a gornji tlak (nominalni tlak par pred turbinom) odgovara 0% izlaznog signala glavnog regulatora, odnosno protoku napojne vode koji odgovara 70%-tnom opterećenju. (Vidi sl. 4.)

Glavni regulator je bio spojen kao PI regulator i kao takav je radio oko pola sata. Uz nezamjetljiva kolebanja frekvencije mreže i uz miran rad regulatora, opterećenje kotlova promijenjeno je nekoliko puta duž cijelog regulacijskog opsega.

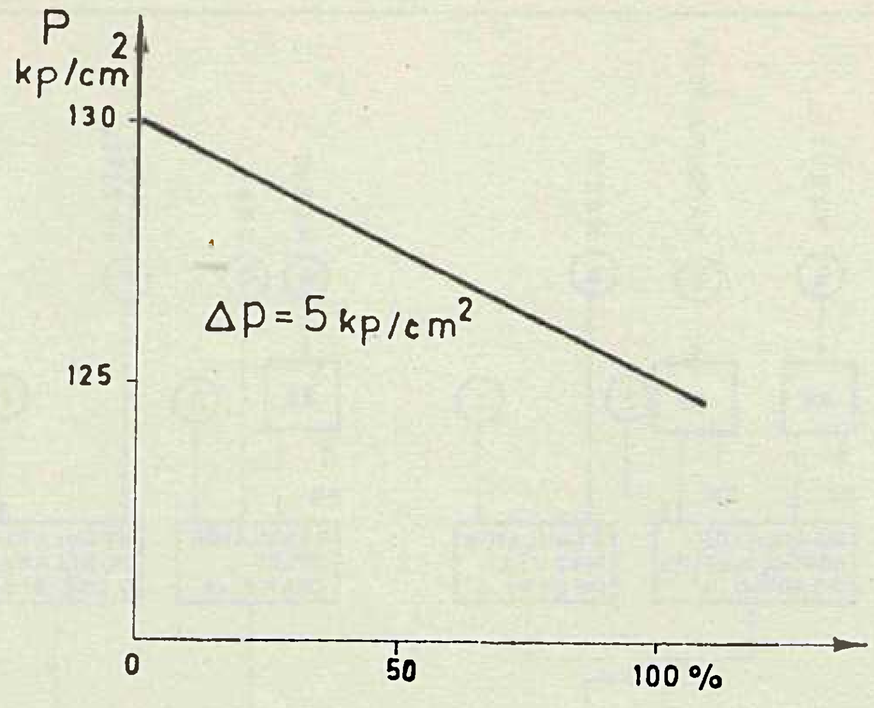
Prema sovjetskim iskustvima rad bloka u regulacijskom režimu preporučuje se samo ako frekvencija u sistemu ne varira za više od ± 0,1 Hz. Nestabilnosti rada regulacijskog kruga glavnog regulatora može uzrokovati sam regulator, ili tromost opreme, ili pak nedozvoljene varijacije frekvencije.

Zbog loših energetskih uvjeta u mreži blok nije bio na raspolaganju radi daljnjeg ispitivanja i podešavanja kruga glavnog regulatora.

Cijelo vrijeme u pogonu blok radi u baznom režimu. Regulator tlaka pare pred turbinom u ovisnosti o proizvodnji kotla otvara ili zatvara regulacijske ventile turbine, a opterećenje bloka mijenja se ručno. Zadavač opterećenja, u slučaju kad je preklopka režima u položaju »bazni«, vezan je na razmnoživač signala i daje signal na osnovni regulator napojne vode. Pogonsko osoblje je prihvatilo kao praksu da opterećenje bloka ne mijenja zadavačima opterećenja, već daljinskom regulacijom protoka napojne vode i količine goriva jer, ako su zadavači i regulatori napojne vode, goriva i zraka podešeni onda kad je jedan kotao u pogonu, tada to podešenje ne odgovara kad su oba kotla u pogonu, i obrnuto. To znači da bi kod svakog prijelaza s rada s jednim kotlom na rad s oba kotla i obrnuto trebalo mijenjati podešenje regulatora.

Prijelaz sa baznog režima na regulacijski i obrnuto je kompliciran i zahtijeva niz predradnji, tj. usaglašavanje izlaznog signala glavnog regulatora sa položajima zadavača opterećenja pomoću zadavača glavnog regulatora kod prijelaza na regulacijski režim i obrnuto, usaglašavanje položaja zadavača opterećenja prema izlaznom signalu, kod prijelaza na bazni režim.

Prije nego što će shema biti spremna za svakodnevnu upotrebu potrebno je izvršiti još neke zahvate na opremi, kao npr. »rastezanje« opsega zadavača glavnog regulatora i pomicanje početka i kraja djelovanja zadvača pomoću otpora, tako da položaj zadavača 100% odgovara izlaznom signalu 100%, odnosno da 0% odgovara 0% izlaznog signala.



Sl. 4 Dijagram ovisnosti izlaznog signala glavnog regulatora opterećenja bloka o promjeni tlaka pare pred turbinom

Za upotrebu regulacijskog režima treba da besprijekorno rade regulator zraka, regulator goriva i regulator napajanja, a kao što ćemo kasnije vidjeti svi oni ne rade besprijekorno.

2. Regulacija napajanja

Regulacija napajanja obuhvaća dva regulacijska kruga:

a) regulaciju protoka napojne vode prigušivanjem na regulacijskoj klapni
b) regulaciju proizvodnje napojnih pumpi.

Regulator protoka napojne vode prigušivanjem, kako upusni tako i osnovni, izveden je kao stabilizator protoka.

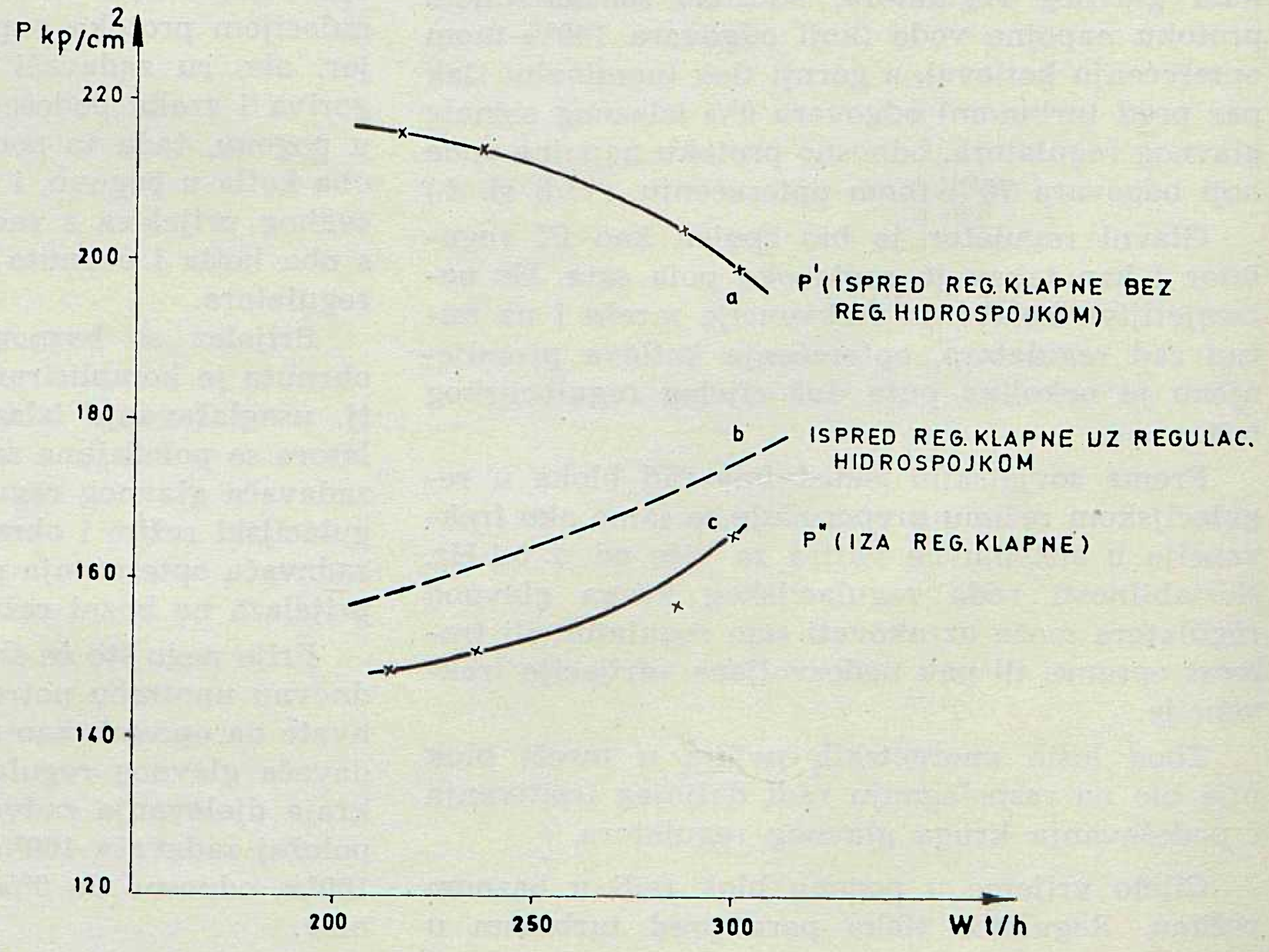
Ručni zadavač opterećenja, pri radu u baznom režimu, daje zadajući signal osnovnom regulatoru protoka, odnosno glavni regulator opterećenja bloka u regulacijskom režimu. Prekapčanje ovih signala izvodi se preklopkom režima rada bloka »bazni — regulacioni«.

Osnovni regulator napajanja po strukturi je regulator odnosa dvaju signala.

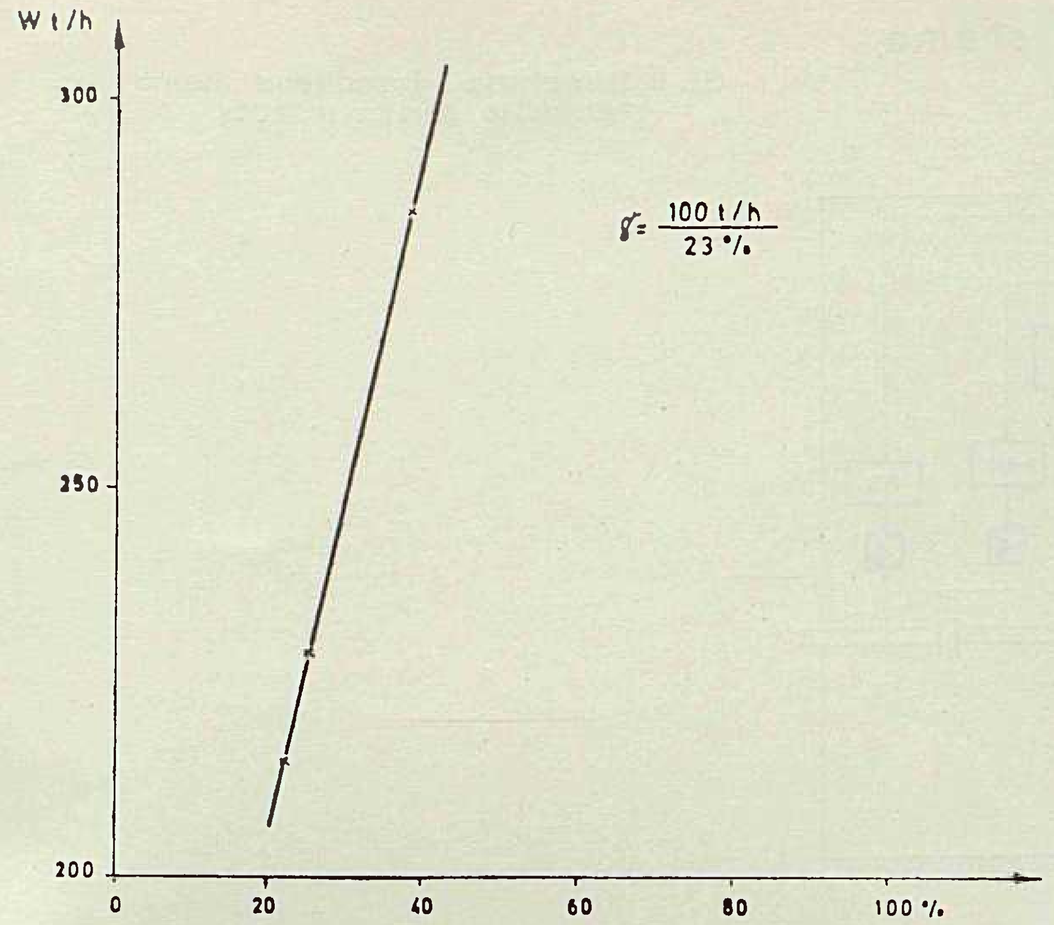
U baznom režimu to je odnos signala »položaja zadavača opterećenja« — i »protoka napojne vode«. Odnos signala odabire se tako da promjena položaja zadavača opterećenja od 0—100% izaziva promjenu protoka vode od minimalnog, koji odgovora 70% opterećenju kotla, do maksimalnog koji odgovara 100% opterećenju kotla.

U regulacijskom režimu stvara se na regulatoru odnos signala »izlaza glavnog regulatora« i signala »protoka napojne vode«. Odnos ovih signala odabire se tako da promjena izlaznog signala od 0—100% izaziva promjenu protoka napojne vode što odgovara promjeni od 70—100% opterećenja kotla.

Budući da još nisu ugrađene hidrauličke spojke na napojnim pumpama, to regulacijske klapne napojne vode rade pod vrlo nepovoljnim uvjetima. Iz slike 5 se vidi da se regulacijskoj klapni mora prigušivati tlak od 68 atp kod protoka od 215 t/h do 35 atp kod protoka od 300 t/h. Prema VDI/VDE 3502 preporukama pad tlaka na regulacijskom ventilu napojne vode treba da iznosi ≥ 4 kp/cm². Ako se na regulacijskoj klapni prigušuje tlak od 10 kp/cm² koliko zahtijeva sovjetski isporučilac, zbog sigurnog rada klapne i regulacionog kruga, pumpa sa hidrospojkom treba da daje vodu pod tlakom prema krivulji »b«. S obzirom na tako veliki tlak, koji se sada prigušuje na regulacijskoj klapni, karakteristika regulacijske klapne napojne vode je vrlo nepovoljna (slika 6). Ugradnjom hidrauličke spojke očekuje se znatno poboljšanje karakteristike regulacione klapne. Ako se ne postigne zadovoljavajuća karakteristika,



Sl. 5 Dijagram tlaka napojne vode ispred i iza regulacionih klapni kod raznih opterećenja kotla »A« (protoka napojne vode)



Sl. 6 Karakteristika regulacione klapne napojne vode kotla »A«

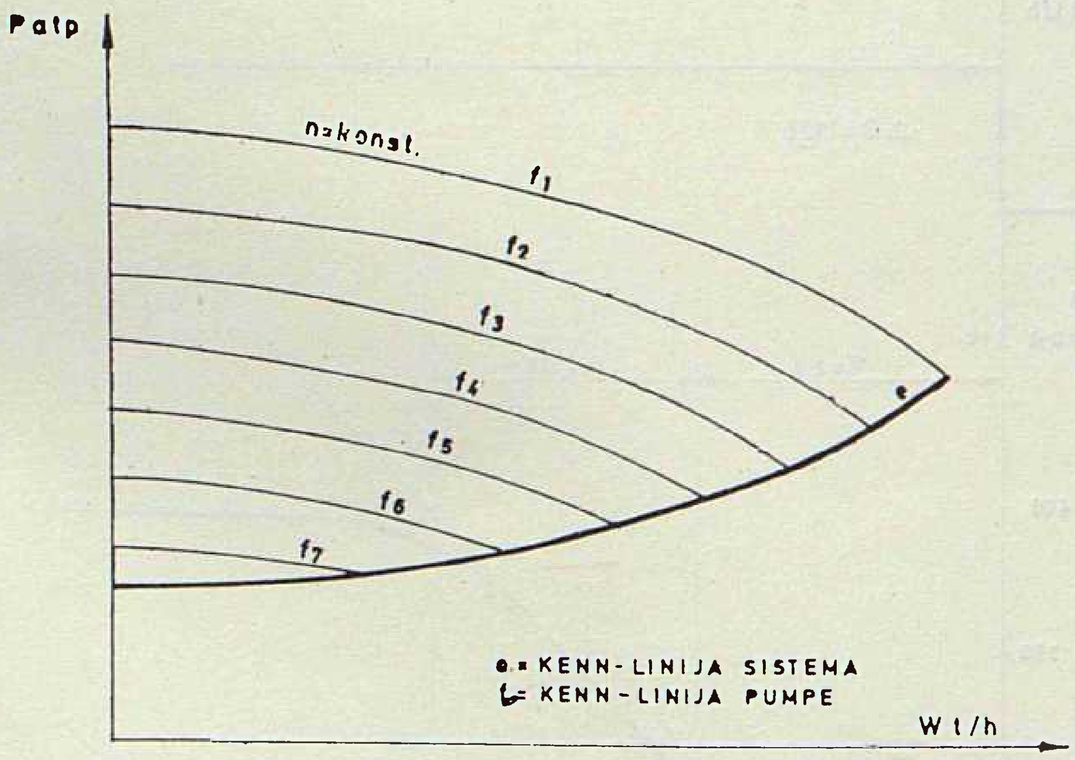
koja treba da je barem dvostruko položenija od sadašnje, valja mijenjati profil šibera regulacijske klapne.

Regulacija proizvodnje napojnih pumpi pomoću hidrauličke spojke mijenja broj okretaja pumpi prema opterećenju kotla, i održava potrebni tlak napojne vode u odnosu na zadanu vrijednost opterećenja jače opterećenog kotla.

Način reguliranja protoka napojne vode hidrauličkom spojkom prikazuje sl. 7.

Glavni regulator proizvodnje napojnih pumpi dobiva zadajući signal opterećenja jače opterećenog kotla preko bloka za uspoređivanje i uspoređuje taj signal sa signalom tlaka napojne vode u magistralnom vodu pred kotlovima. Dakle, i ovdje imamo regulator odnosa.

Svaka napojna pumpa ima svoj regulator broja okretaja. Izlazni signal glavnog regulatora proizvodnje napojnih pumpi je zadajući signal regulatora broja okretaja. Taj se signal uspoređuje sa signalom električne snage što je pogonski motor napojne pumpe uzima iz mreže.



Sl. 7 Dijagram reguliranja protoka (tlaka) napojne vode hidro spojkom

Izvršni organ ovog regulacijskog kruga je ispusna cjevčica pomoću koje se ispušta ulje iz hidrospojke.

3. Regulacija goriva — mazuta

Osnovni regulator goriva nije izveden po projektnoj shemi u kojoj je osnovni signal bila temperatura pare iza srednjeg radijacijskog dijela, a korekcioni signali brzinski signal protoka mazuta i protoka vode (sl. 8).

Osnova regulacije goriva prema projektnoj shemi bila je održavanje zadane temperature pare u određenoj točki parovodnog trakta i time fiksiranje granica između zagrijača, isparivača i pregrijača.

S obzirom na veliko kašnjenje signala temperature pare iza srednjeg radijacijskog dijela, kod no količinom goriva, što iznosi 225 odnosno 210 s (vidi sl. 9) napuštena je ova shema i regulacija je izvedena po shemi odnosa »protoka mazuta« prema »protoku napojne vode«.

Veliko vrijeme kašnjenja ukazuje na velike mase kotla, što se može ustanoviti i samom usporedbom kotlovskih cijevi sa cijevima ekvivalentnog kotla u TE Zainskaja, kod kojeg su kotlovske cijevi tanje, a mjereno vrijeme kašnjenja temperaturnog signala na promjenu protoka napojne vode iznosi 70 s.

Prema VDI/VDE 3501 preporukama vrijeme kašnjenja od momenta promjene dovoda goriva do momenta djelovanja na tlak, protok, odnosno temperaturu pare, kod kotlova loženih mazutom ili plinom treba da iznosi 10 s.

Podešavanje projektne sheme zbog ugrađenih diferencijatora bilo bi komplicirano.

Prihvaćena shema odnosa protoka mazuta prema protoku napojne vode dala je zadovoljavajuće rezultate za bazni režim rada bloka.

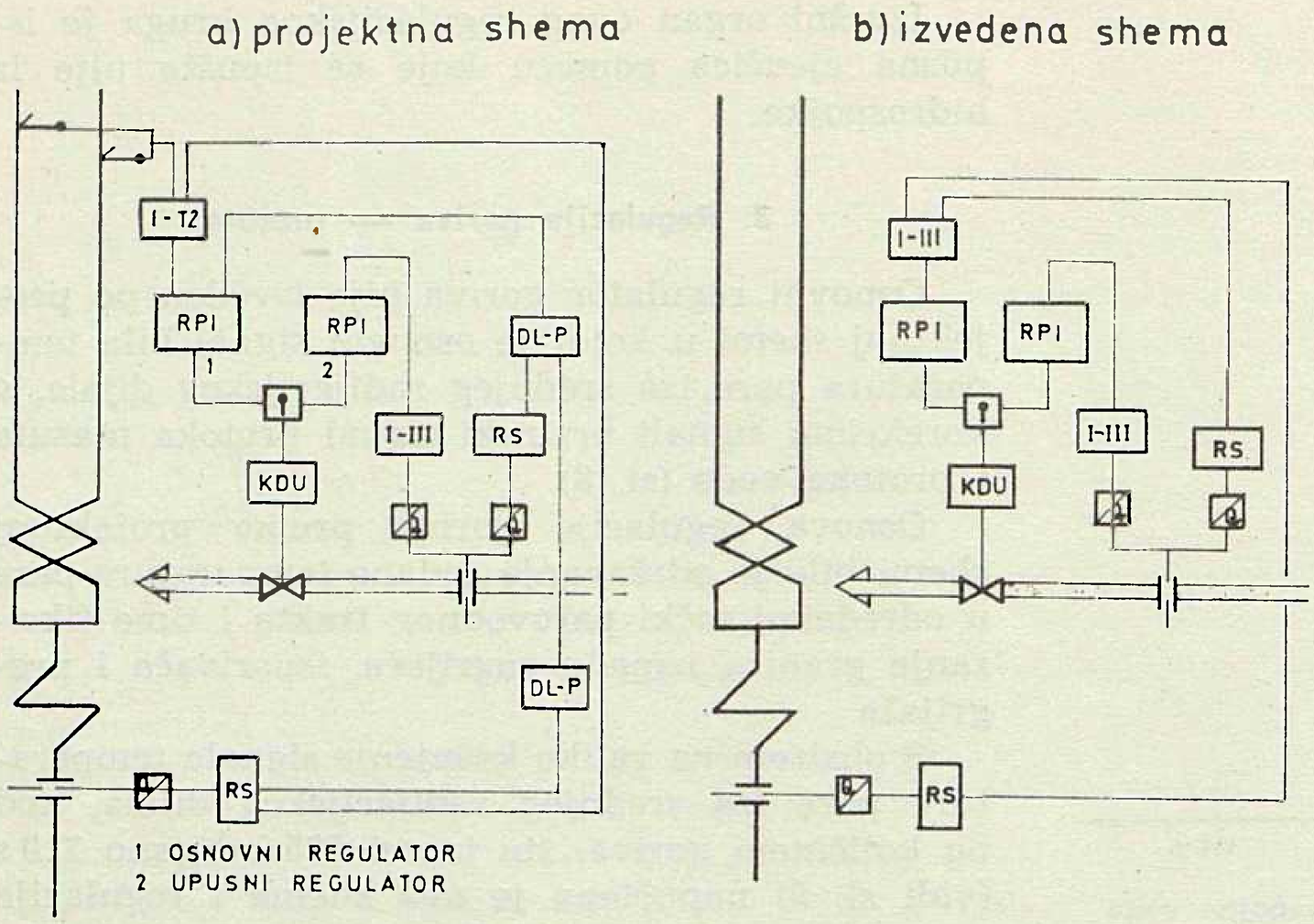
Signal protoka napojne vode ja zadana vrijednost regulatoru goriva a mijenja se ovisno o opterećenju kotla. Osjetljivost signala protoka napojne vode valja odabrati tako, da se kod maksimalnog opterećenja temperatura pare iza srednjeg radijacionog dijela održava nižom nego kod minimalnog opterećenja.

Kod polaganih promjena opterećenja, kao i kod konstantnog tereta, temperatura iza srednjeg radijacionog dijela održava se dugo vremena bez korekcije u potrebnim granicama.

Ovako izveden regulator goriva ispunjava funkciju grubog reguliranja temperature pare kod promjene opterećenja. U rijetkim slučajevima je potrebna neznata korekcija zadavačem, što u stacionarnom režimu ne predstavlja poteškoću.

Regulacione klapne na mazutu imale su nezadovoljavajuću karakteristiku. Strmina karakteristike ventila bila je suviše velika. Zbog toga je promijenjen profil šibera regulacijske klapne, jer se uz raniji profil nije mogla postići stabilnost rada regulacijske sheme.

Karakteristike klapni nakon promjene profila šibera dane su na sl. 10. Dok karakteristika klap-



Sl. 8 Projektna i izvedbena shema regulacije goriva mazuta

Legenda: (vrijedi za sve sheme)

I-T — Mjerni blok za istosmjerni ulazni signal
I-T2 — Mjerni blok za istosmjerni i izmjenični ulazni signal
I-III — Mjerni blok za izmjenični ulazni signal
I-MK — Mjerni blok korekcionog regulatora po sadržaju kisika
RPI — Elektronski blok regulatora
KPI — Elektronski blok korekcionog regulatora
DL-P — Diferencijator za izmjenične signale
DL-T — Diferencijator za istosmjerne signale
RS — Razmnoživač signala

KDU — Izvršni organ
F — Mjerni pretvarač protoka
O_2 — Mjerni pretvarač analizatora sadržaja kisika u dimnim plinovima
P — Mjerni pretvarac tlaka
Pr — Preklopka režima
Z — Zadavač
S — Pokazivač
SM — Sumator signala
KDS — Element dinamičke veze
DP — Davač položaja

ne kotla »A« još uvijek ne zadovoljava, karakteristika klapne kotla »B« je prihvatljiva, iako bi trebalo nastojati da obje karakteristike budu još položenije.

Projektom je bila predviđena automatika prekapčanja djelovanja regulatora napajanja s istim predznakom na regulacijski ventil goriva i regulatora goriva s promijenjenim predznakom na regulacijski ventil napojne vode, u slučaju kad je iscrpljen opseg regulatora goriva.

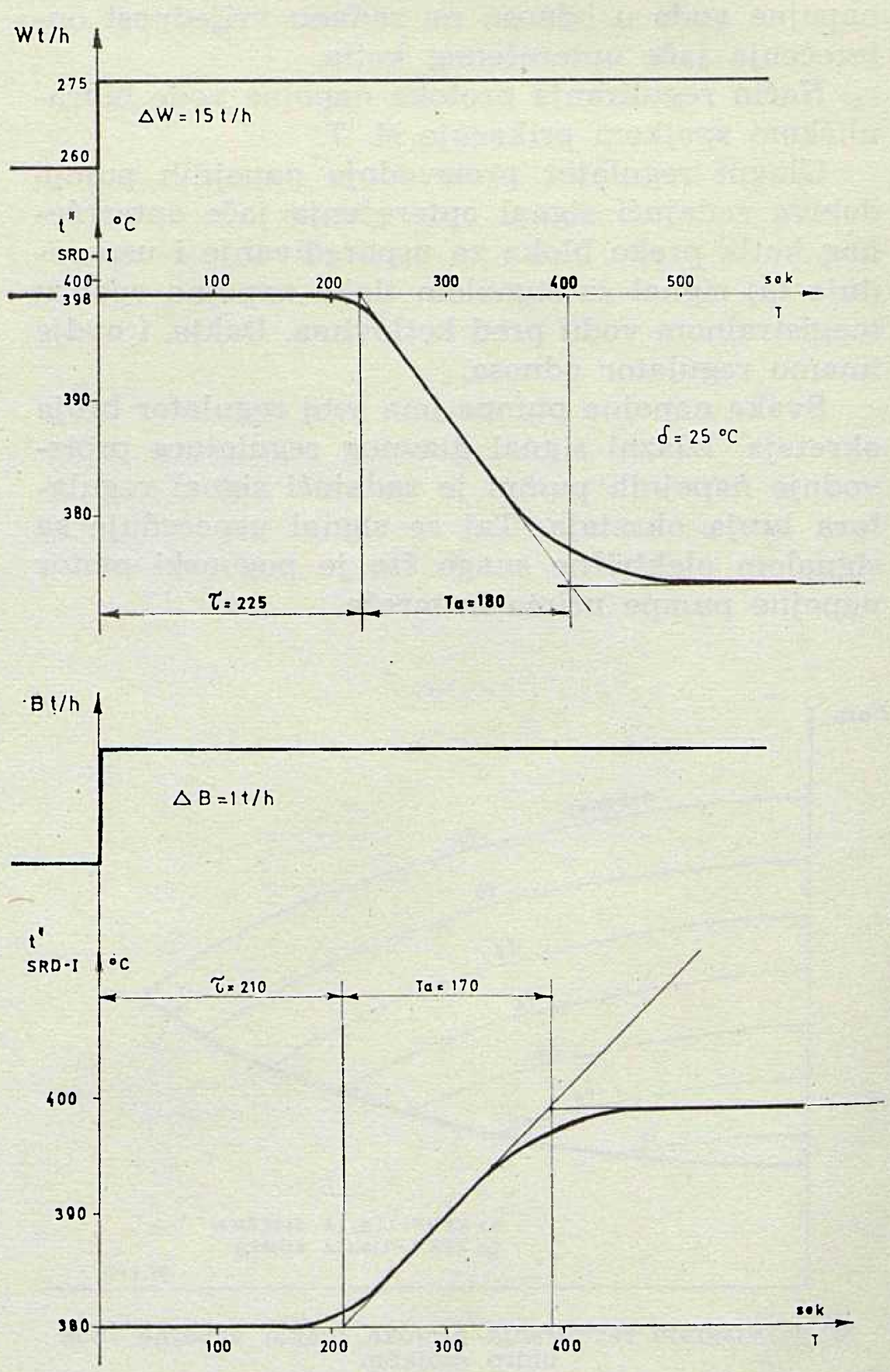
Budući da se ispitivanjem tijekom podešavanja došlo do zaključka da regulator goriva uvijek ima dovoljno rezerve i da ne dolazi do kraja regulacijskog opsega, ova automatika nije aktivirana.

4. Regulacija zraka

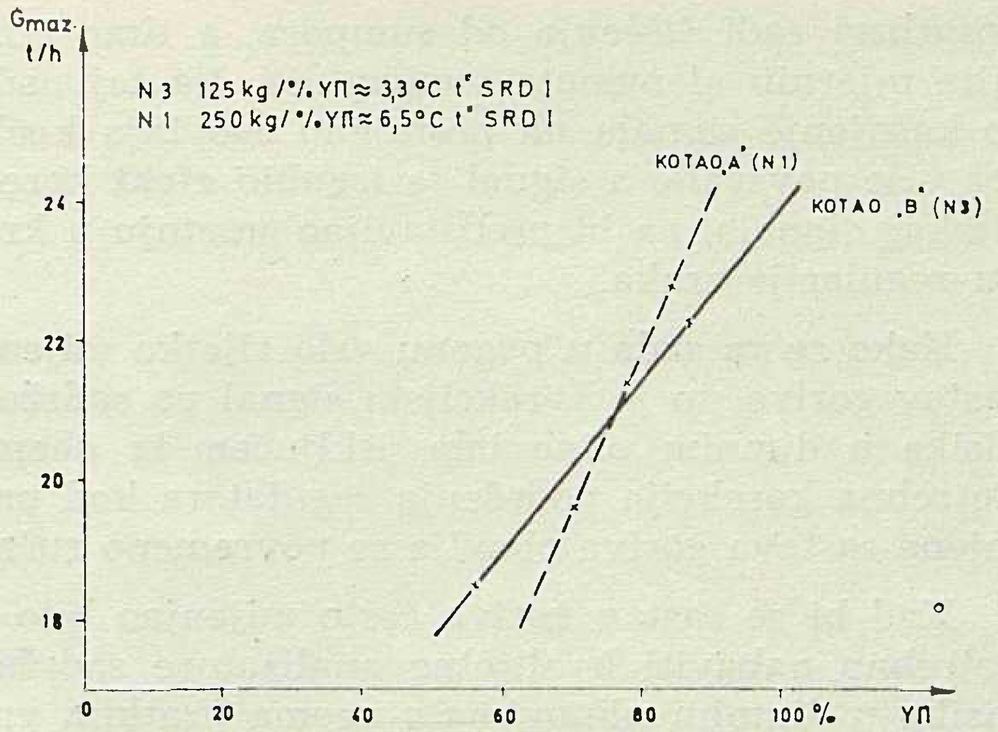
Za regulaciju zraka kod sagorijevanja mazuta bila su predviđena projektom dva regulacijska kruga.

a) regulacija općeg zraka
b) regulacija zraka po gorioniku.

Regulacija ukupnog zraka kod sagorijevanja mazuta projektom je predviđena po shemi odnosa »tlaka zraka« prema »tlaku mazuta« uz korekciju po sadržaju kisika u dimnim plinovima. Izvedena je međutim po shemi odnosa »protoka



Sl. 9 Dijagram prelazne pojave temperature iza srednjeg radijacionog dijela kod skokovite smetnje protokom goriva i protokom napojne vode kotla »A« uz teret na turbogeneratoru N = 70 MW



Sl. 10 Karakteristike regulacionih klapni na mazutu nakon prerade, kotla »A« i kotla »B«

zraka« prema »protoku mazuta« bez korekcije po sadržaju kisika u dimnim plinovima (sl. 11).

Regulator se može smatrati jednoimpulsnim uz automatsku promjenu zadane vrijednosti prema promjeni protoka mazuta. Signal protoka mazuta dobije se preko razmnoživača signala.

Regulacijske klapne tlačnog ventilatora nemaju linearnu karakteristiku (sl. 12) već karakteristika ima najveću strminu kod minimalnog, a najmanju kod maksimalnog tereta kotla. Odnos minimalne i maksimalne strmine je 1 : 11.

Budući da je maksimalna strmina najnepovoljnija za regulaciju, to je dinamičko podešenje izvedeno na kotlu u pogonu s minimalnim opterećenjem, da bi se osigurao stabilan rad kod malih odstupanja protoka zraka.

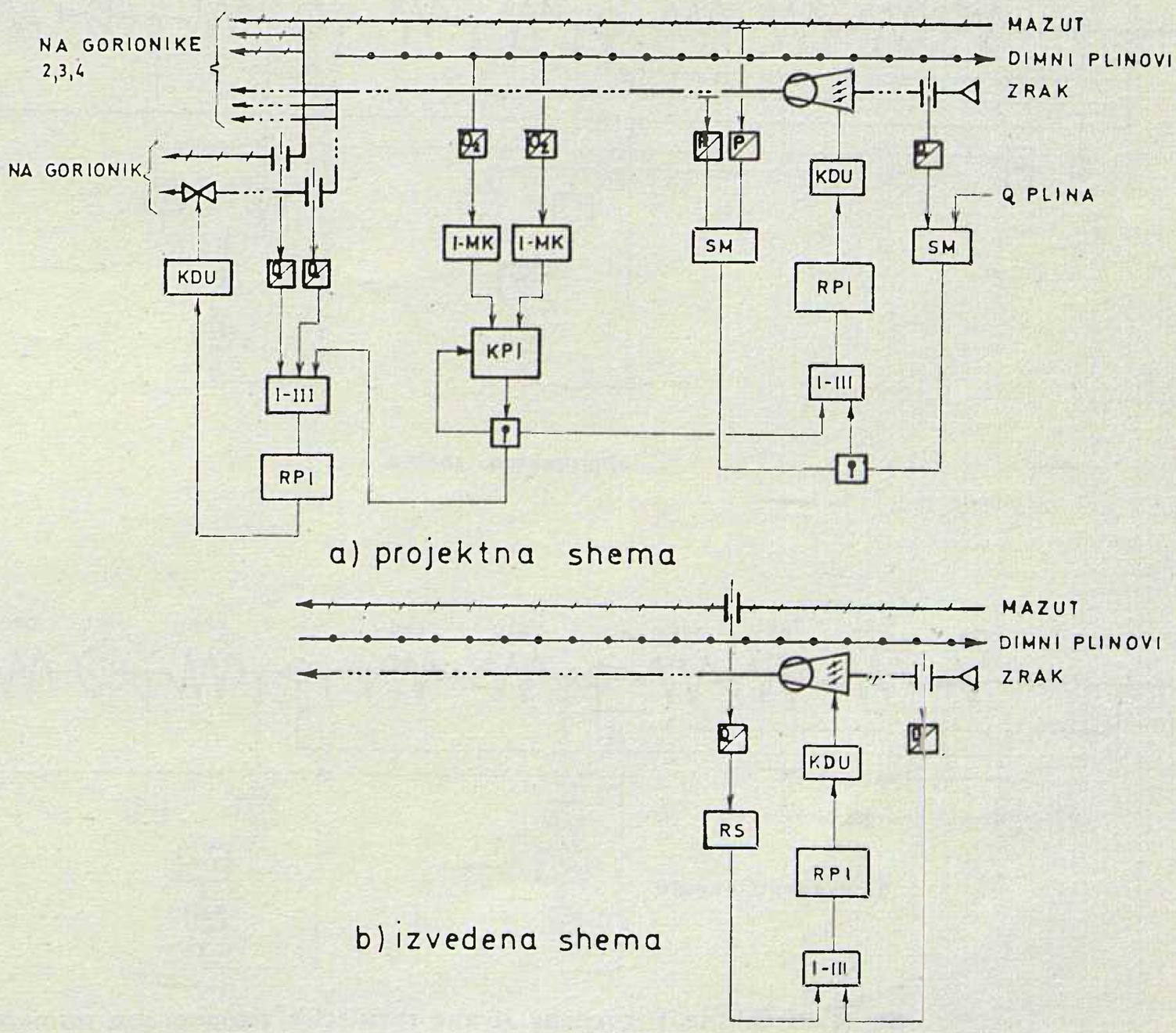
Vrijednosti vremena izodroma i brzine veze izabrane su što manjima da bi regulator imao dovoljnu brzinu djelovanja, da bi istovremeno radio stabilno i bez kolebanja kod minimalnog tereta kotla.

Veličina prigušivanja odabrana je tako da pulzacije protoka ne prelaze polovinu konačno odabrane zone neosjetljivosti, polazeći od toga da regulator reagira i likvidira bez prereguliranja malene promjene protoka zraka.

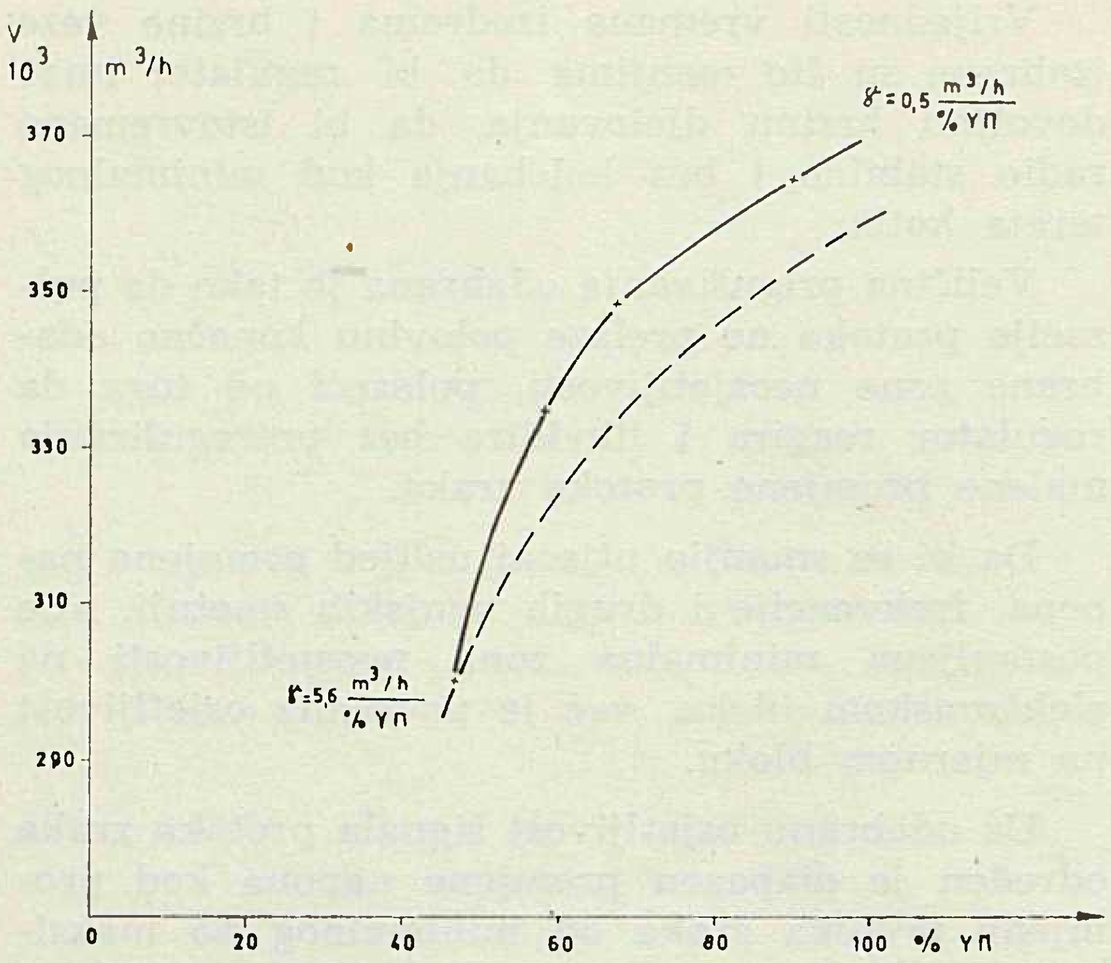
Da bi se smanjio utjecaj uslijed promjena napona, frekvencije i drugih vanjskih smetnji, nije postavljena minimalna zona neosjetljivosti na elektronskom bloku, već je povećana osjetljivost na mjernom bloku.

Uz odabranu osjetljivost signala protoka zraka određen je diapazon promjene napona kod promjene protoka zraka od minimalnog do maksimalnog. Analogno je uz maksimalnu osjetljivost određen diapazon promjene napona kod promjene protoka mazuta od minimalnog do maksimalnog.

Nakon toga određen je položaj ručice »osjetljivost« signala protoka mazuta, jer naponi oba signala treba da su jednaki i suprotni po fazi. Zatim je korigiran i dotjeran odnos signala. S tim ciljem uravnotežen je regulator kod minimalnog opterećenja i optimalne vrijednosti sadržaja kisika u dimnim plinovima. Zatim je regulator uključen u rad, a opterećenje kotla promijenjeno do maksimalnog. Pri tom je određen protok zraka i sadržaj kisika u dimnim plinovima. Odnos signala je korigiran mijenjajući osjetljivost davača, ponovo je uravnotežen regulator uz optimalni pretičak zraka i optimalni sadržaj kisika u dimnim



Sl. 11 Projektna i izvedena shema regulacije zraka



Sl. 12 Karakteristika usmjeravajućih (regulacionih) klapni tlačnog ventilatora kotla »A«

plinovima. Nakon toga sniženo je opterećenje i provjeren odnos oba signala.

Ovakva shema regulacije bez korekcije po sadržaju kisika u dimnim plinovima je jednostavna za posluživanje, a iz prethodnog se vidi da je jednostavna i za podešavanje. Sadržaj O_2 kod promjene opterećenja održava se u potrebnim granicama.

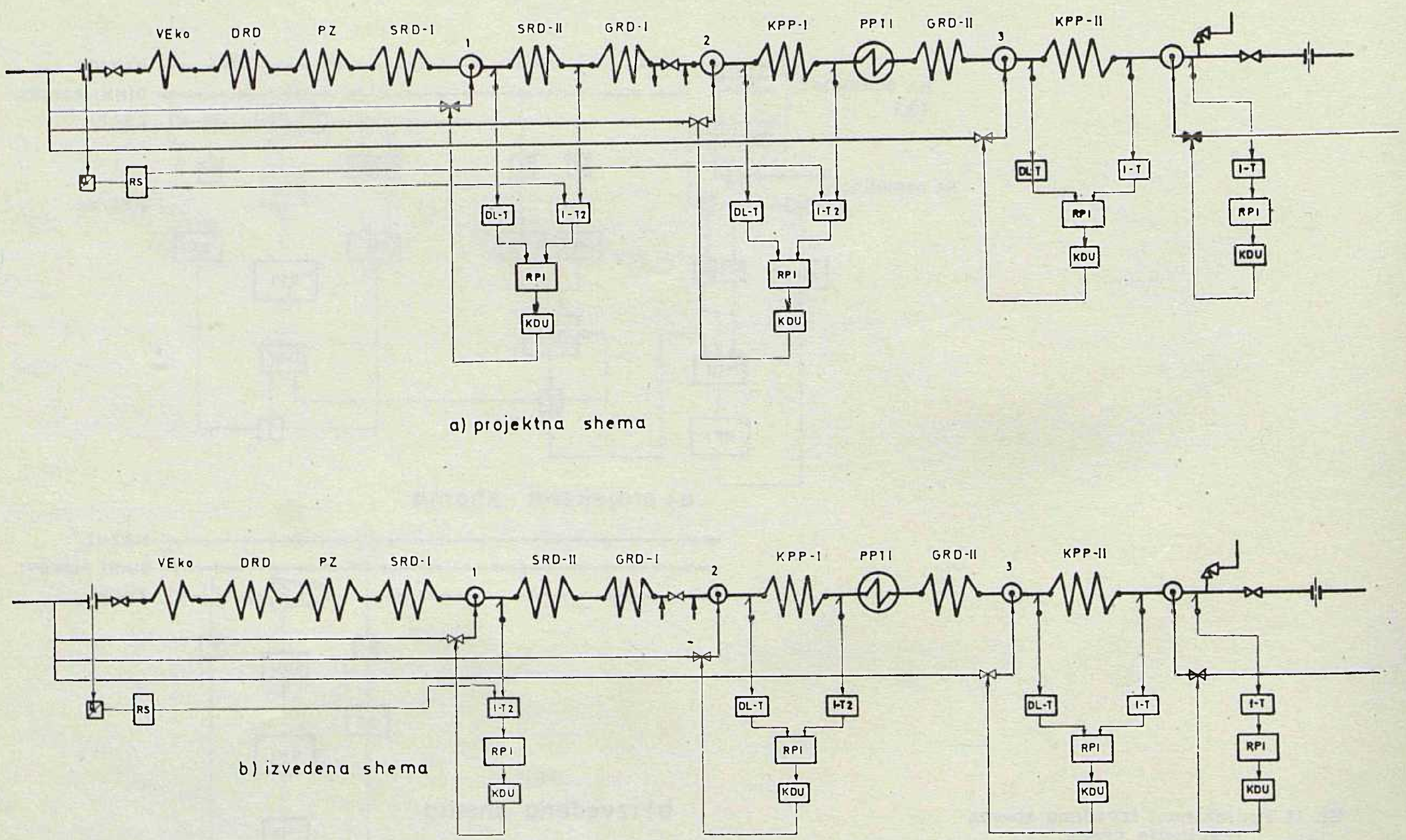
Korekcija po O_2 nije uvedena, jer su u analizatore dimnih plinova, koji sami po sebi imaju veliko kašnjenje signala kod promjene sadržaja kisika u dimnim plinovima, ugrađeni kemijski apsorberi radi čišćenja od sumpora, a time i zaštite mjernih elemenata analizatora. Na taj način se kašnjenje signala na promjenu sadržaja kisika još više povećalo, a signal je izgubio efekt korekcijskog signala, pa bi predstavljao smetnju u krugu regulacije zraka.

Kako se za sada u pogonu vrlo rijetko mijenja sastav goriva, to je korekcijski signal po sadržaju kisika u dimnim plinovima isključen iz sheme. Potrebna korekcija podešenja regulatora kod promjene sastava goriva obavlja se povremeno ručno.

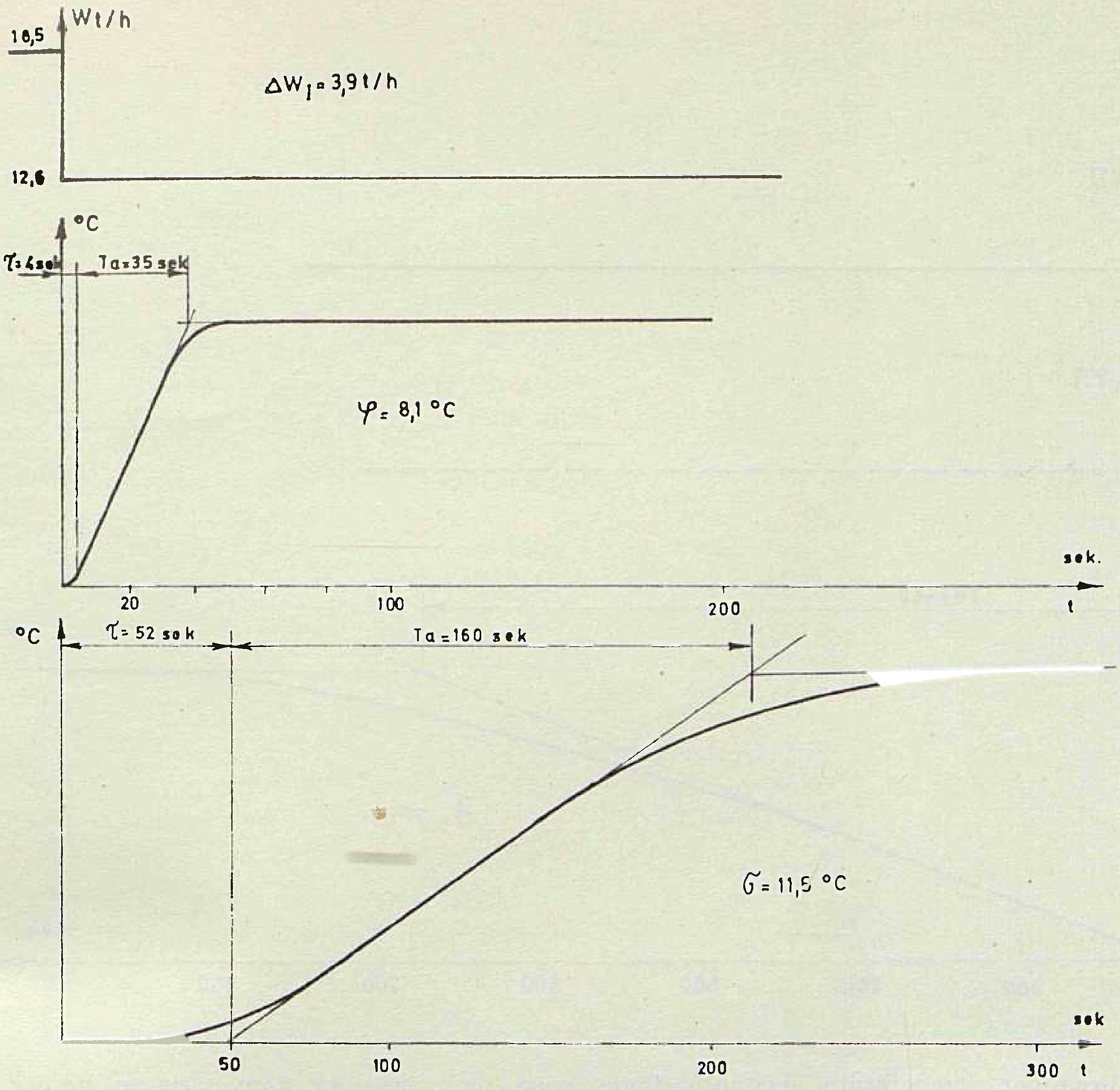
Kad bi se sastav goriva često mijenjao bilo bi potrebno nabaviti kvalitetne analizatore sadržaja kisika u dimnim plinovima s veoma kratkim vremenom reagiranja, a uz to bi trebalo rekonstruirati mjesto uzimanja i način vađenja uzoraka dimnih plinova do analizatora, kako bi se ukupno vrijeme reagiranja analizatora na promjenu sadržaja kisika znatno smanjilo.

Ispitivanja tijekom eksploatacije kotlova, nakon tariranja gorionika, su pokazala da ne postoji potreba za regulacijom zraka po gorionicima. Kod regulacije općeg zraka klapnama za usmjeravanje tlačnog ventilatora dobiva se dovoljno ravnomjerna raspodjela zraka po gorionicima i ne postoje nedozvoljeno velike razlike u raznim dijelovima ložišta.

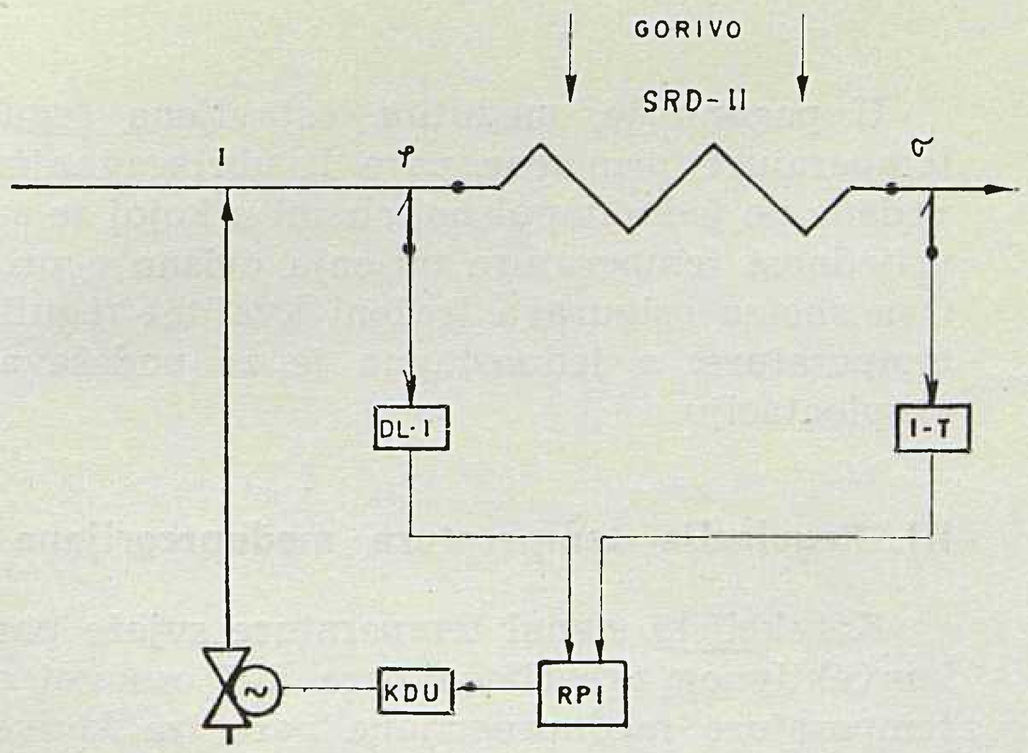
Stoga regulatori zraka po pojedinom gorioniku nisu aktivirani. Prema projektnoj shemi oni su trebali da rade na bazi odnosa signala protoka mazuta po gorioniku prema signalu protoka zraka po gorioniku uz korekciju po sadržaju kisika u dimnim plinovima u ložištu.



Sl. 13 Projektne i izvedene sheme regulacije temperature primarne pare ubrizgavanjem



Sl. 14 Dijagram prelazne pojave promjene temperature primarne pare iza hladnjaka i iza pregrijača (srednjeg radijacionog dijela II) kod smetnje protokom vode I. Ubrizgavanja kotao »A« uz teret na turboagregat N = 70 MW

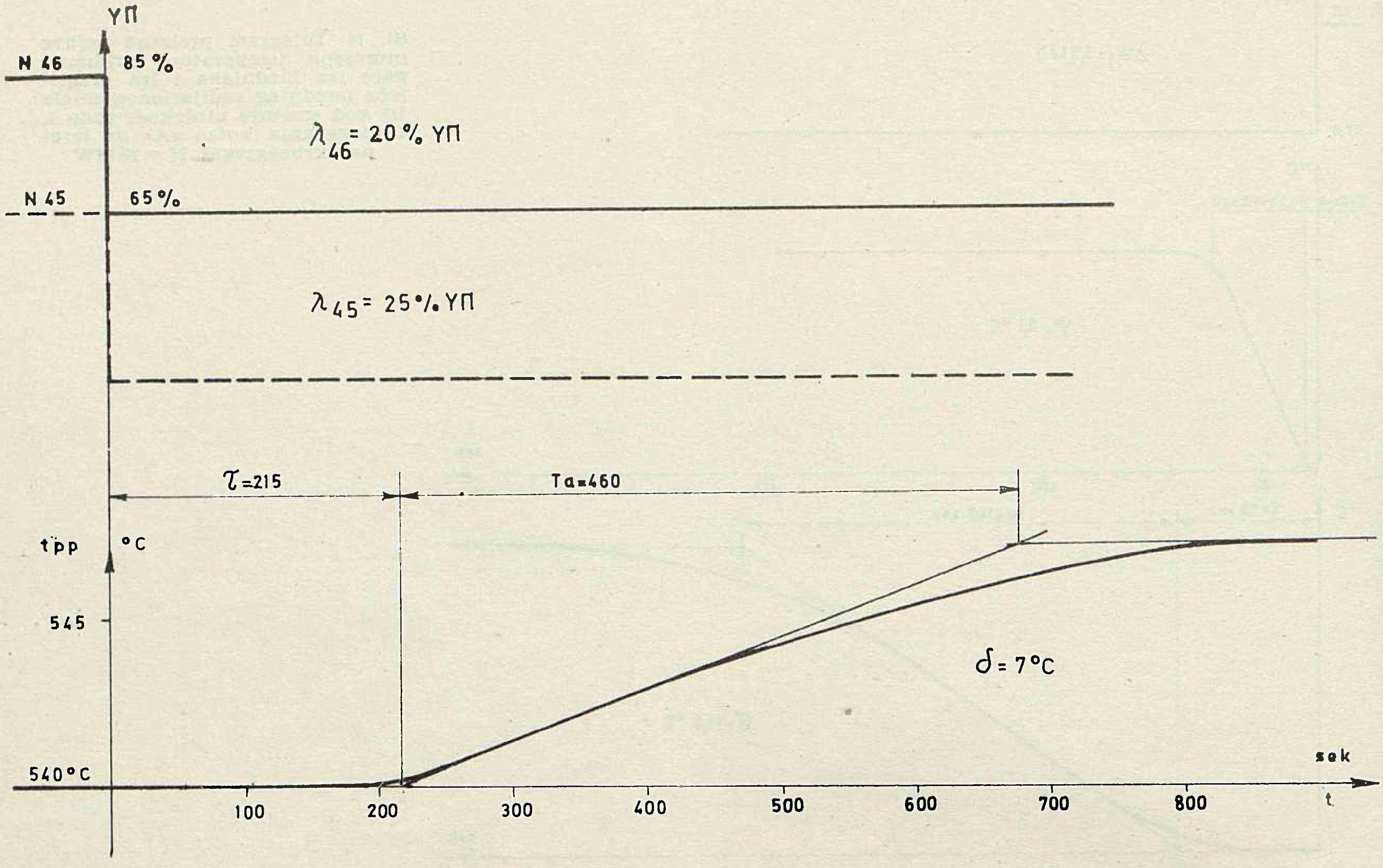


II. Regulacija temperature primarne pare ubrizgavanjem

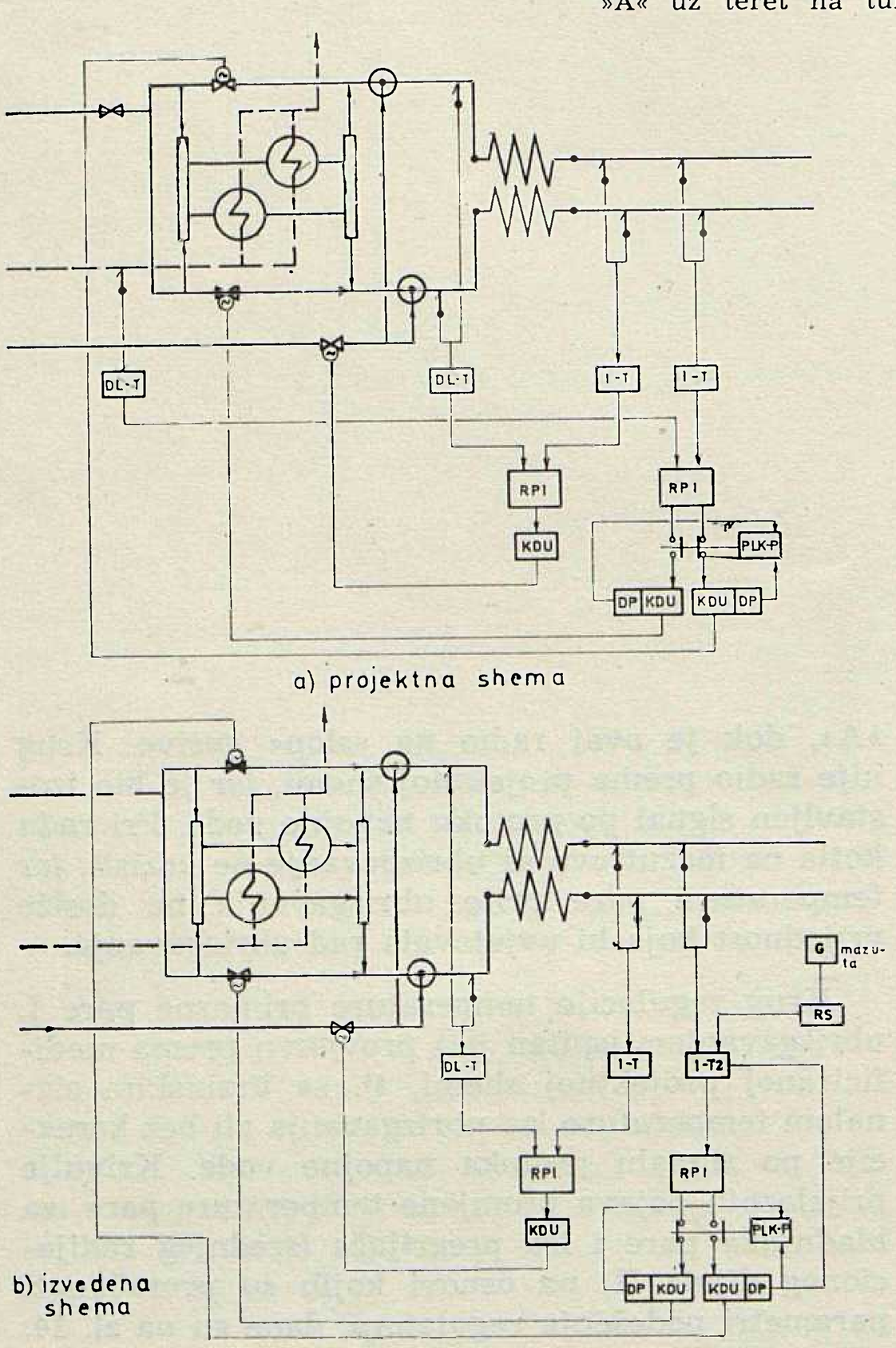
I kod ovih se regulacijskih krugova izvedeno stanje razlikuje od projektnih shema (sl. 13). Krug regulacije temperature svježe pare III ubrizgavanjem, podešen je i ispitan po projektnoj shemi. Osim toga, budući da je na kotlu »A« uslijed propuštanja zaštitne čahure došlo do uništenja termopara iza hladnjaka pare, to je u pogonu isprobana kao privremena varijanta shema jednoimpulsnog regultora temperature, koja omogućuje održavanje temperature svježe pare u potrebnim granicama.

Krug regulacije temperature primarne pare II ubrizgavanjem ispitan je i podešen samo na kotlu »A«, dok je ovaj radio na »slop« gorivo. Krug nije radio prema projektnoj shemi, jer je bio izostavljen signal po protoku napojne vode. Pri radu kotla na mazut ovo se ubrizgavanje ne koristi, jer temperatura pare prije ubrizgavanja ne dosiže vrijednost koja bi uvjetovala rad ubrizgavanja.

Krug regulacije temperature primarne pare I. ubrizgavanjem ispitan je i provjeren prema modificiranoj projektnoj shemi, tj. sa brzinskim signalom temperature iza ubrizgavanja ali bez korekcije po signalu protoka napojne vode. Krivulje prijelaznih pojava promjene temperature pare iza hladnjaka pare i iza pregrijača (srednjeg radijacionog dijela II) na osnovi kojih su proračunati parametri podešenja regulatora, dane su na sl. 14.



Sl. 15 Dijagram prelazne pojave promjene temperature međupregrijane pare na izlazu iz konvektivnog parnog pregrijača kod skokovite smetnje regulacionom klapnom na by-passu paro-parnog izmjenjivača topline kotla »A« uz teret na turboagregatu N = 80 MW



U pogonu je, međutim, ostavljena regulacija temperature primarne pare I. ubrizgavanjem izvedena po jednoimpulsnoj shemi u kojoj se zadana vrijednost temperature mijenja ovisno o protoku. Ova shema osigurava traženi kvalitet reguliranja temperature, a jednostavna je za podešavanje i eksploataciju.

III. Regulacija temperature međupregrijane pare

Korekcijski signal temperature svježe pare iza konvektivnog pregrijača pare I. i osnovni signal temperature međupregrijane pare iza konventivnog pregrijača međupregrijane pare, imaju veliko vrijeme kašnjenja kod skokovite smetnje regulacijskim klapnama na bypassu paro-parnog izmjenjivača topline. Vremenska konstanta promjene temperature međupregrijane pare također je vrlo velika (sl. 15). Projektna shema je zbog toga namijenjena, te je umjesto dvokonturne sheme reguliranja temperature međupregrijane pare s brzinskim signalom po temperaturi svježe pare ispred paro- parnog izmjenjivača regulator podešen i isproban po jednoimpulsnoj shemi s krutom povratnom vezom po položaju regulacijske klapne na bypassu. Dakle, regulator je bio uključen po čisto proporcionalnom zakonu.

Sl. 16 Projektna i izvedbena shema regulacije temperature međupregrijane pare

Uobičajenim eksploatacijskim režimom temperatura pare je održavana u zadovoljavajućim granicama. Međutim kod velikih i naglih promjena tereta dolazilo je do neregulirajućih pobjega temperature, što je bilo uvjetovano velikim kašnjenjem signala po temperaturi kod promjene položaja regulacijskih klapni na bypassu.

Stoga je osnovni signal po temperaturi zamijenjen signalom po protoku mazuta (sl. 16). U slučaju promjene opterećenja regulator pravovremeno premješta klapnu na bypassu u novi položaj, koji odgovara novom opterećenju. Time je osujećen pobjeg temperature, a olakšan je i rad korekcijskog signala po temperaturi međupregrijane pare.

U krugu regulacije temperature međupregrijane pare postoje dvije paralelne regulacijske klapne na bypassu, pa je za upravljanje izvršnim organima primijenjen elektronski sklop koji korak po korak otvara uvijek onu klapnu koja je manje otvorena, odnosno pritvara onu klapnu koja je više otvorena.

IV. Oprema regulacijskih krugova

Kompletna oprema regulacijskih krugova je sovjetske proizvodnje.

Primijenjeni su elektronski regulatori izvedeni u miješanoj tranzistorsko-cijevnoj tehnici, s beskontaktnim izlazom. Ulazni signal je prirodni — neunificirani, pa stoga serija RPIB ima 11 tipova regulatora od kojih je 6 primijenjeno na bloku I. u TE Sisak. Regulatori se sastoje iz dva dijela — mjernog i elektronskog bloka. Elektronski blok je uvijek isti, a mjerni se blok mijenja prema ulaznom signalu.

Blokovi su izvedeni iz nestabilnih elemenata pa često treba »balansirati« blokove; osobito elektronke — duotriode brzo mijenjaju karakteristike.

Kod korekcijskih regulatora vrlo je bitno da obje triode duotriode imaju gotovo savršeno iste karakteristike, što je praktički nemoguće postići, jer ako se i nađe nova elektronka koja taj zahtjev zadovoljava, doći će nakon izvjesnog vremena u pogonu do razlike.

Kod svake zamjene, bilo mjernog, bilo elektronskog bloka diferencijatora, te razmnožača signala, potrebno je ponovo podešavati regulacijski krug.

Na pojedine elemente sklopova postavljaju se neuobičajeni zahtjevi. Tako npr. tranzistori trigera treba da međusobno imaju točno određen odnos faktora pojačanja, iako su istog tipa, jer triger u protivnom neće raditi.

Također se eksploataciji regulacijske opreme postavljaju posebni zahtjevi.

Napomena: regulatore temperature ne smije se uključiti dok regulirani parametar nije dostigao približno svoju nominalnu vrijednost, jer će u protivnom doći do »razbalansiranja« magnetskog pojačala. Iz istih razloga kod havarijske ili planske obustave valja isključiti napon napajanja regulatora, čim temperatura padne za 20—30°C ispod vrijednosti koju održava regulator.

Elektronski i mjerni blok, te diferencijator i razmnoživači signala treba da se zagrijavaju 10 min. prije nego što se regulacioni krug uključi na automatski rad.

Zaključak

Papir podnosi sva projektna rješenja krugova regulacije. Projektno možemo dobiti svaki režim rada bloka, svako održavanje parametara, no u stvari izvedeni regulacijski krugovi ovise o karakteristikama osnovne opreme.

Moderni regulatori i dobro projektno rješeni krugovi, te potpuna automatizacija procesa, ne mogu od trome turbine i kotla načiniti elastični blok sposoban za regulacijski režim, za brze promjene tereta i česte obustave.

Stoga osnovnu pažnju treba usmjeriti na karakteristike osnovne opreme. Od proizvođača treba tražiti da barem poštuje VDI/VDE 3501 — 3506 preporuke za regulaciju kotlova, jer jedino na taj način možemo dobiti zadovoljavajuće elastični kotao.

U pogledu turbine valja odabrati turbinu moderne konstrukcije po mogućnosti opremljenu s uređajem za kontrolu termičkih naprezanja koji omogućuje brzu promjenu opterećenja turbine.

Što se tiče samih regulatora valja nabavljati elektronske regulatore moderne konstrukcije i koncepcije, izvedene u potpunosti u poluvodičkoj tehnici iz stabilnih elemenata, a pojedini slogovi regulatora treba da su izvedeni u obliku utičnih jedinica.

Naslov pisca: Marijan Arnold, dipl. ing.
»Elektroprivreda« Zagreb, Pogon Termoelektrane, Sisak

NISKOTEMPERATURNA KOROZIJA GENERATORA PARE I NJEZINO SPREČAVANJE

Dubravko Matanić, Zagreb

Prikazan je mehanizam nastajanja SO_3 prilikom sagorijevanja tekućih goriva i faktori koji na njega utječu. U nastavku se objašnjava ovisnost veličine korozionih pojava o temperaturama stijenki i navode mjere koje se danas poduzimaju da bi se smanjila korozija.

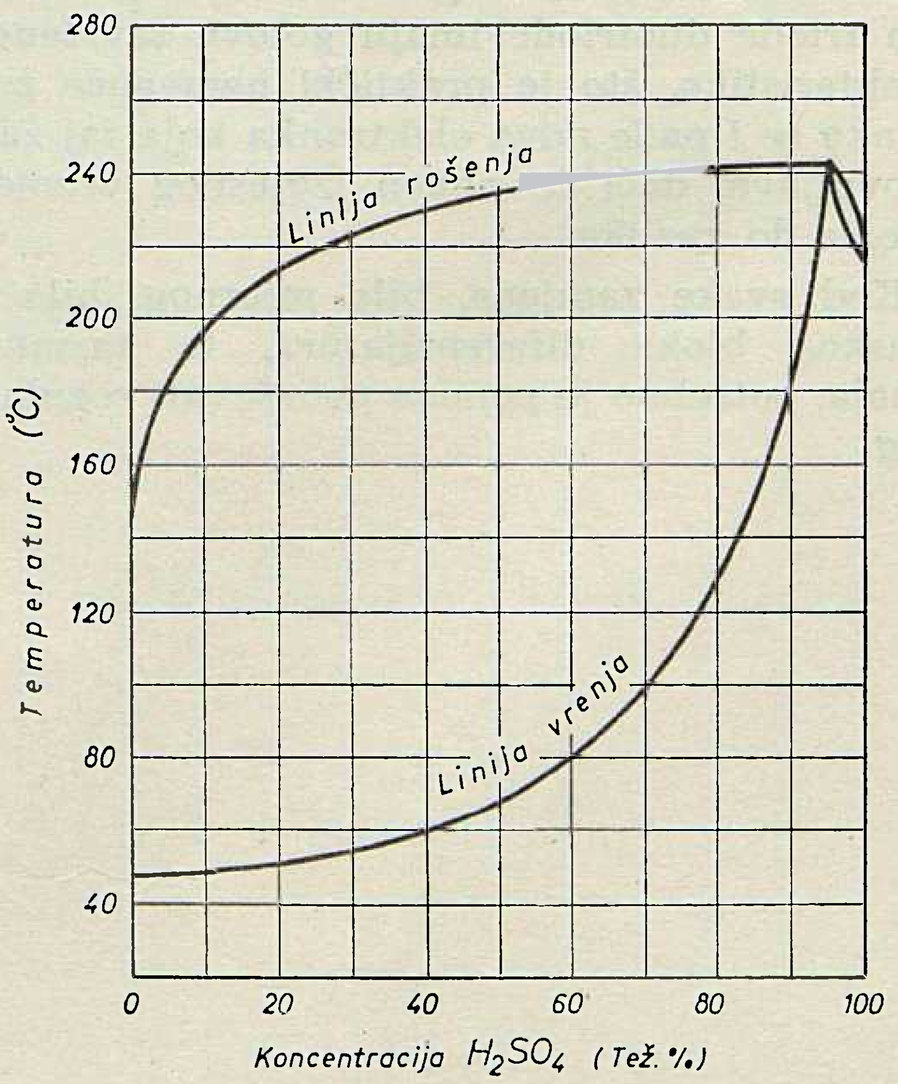
DK 621.18.004

Jedan od velikih eksploatacionih problema modernih generatora pare loženih kapljevitim gorivima svakako je pojava njihovog oštećenja uslijed niskotemperaturne korozije na najhladnijim ogrjevnim površinama generatora. Iako je ova pojava bila uočena već pri spaljivanju ugljena u generatorima pare, tek je spaljivanje kapljevitih goriva dovelo do detaljnijeg proučavanja, zbog toga što se niskotemperaturna korozija kod spaljivanja kapljevitih goriva javlja u još intenzivnijem bliku. Ova korozija je prisutna samo onda kad se u ložištima spaljuju goriva sa znatnim sadržajem sumpora, a nastupa u trenutku kad se produkti izgaranja, koji sadrže sumporni trioksid SO_3, ohlade ispod temperature rošenja sumporne kiseline koja nastaje reagiranjem sumpornog trioksida i vode sadržane u produktima izgaranja u obliku pare. Kada ovako nastala sumporna kiselina prijeđe u tekuću fazu, obvezno na nekoj »hladnoj« površini dolazi zajedno s vodom i metalom do stvaranja jednog elektrolitskog sistema koji uzrokuje pretvorbu čistih metala u njihove soli. Stoga je rosište produkata izgaranja jedan od najodlučnijih kriterija za procjenjivanje moguće korozije na »hladnim« površinama generatora pare. Tek podrobno upoznavanje točke rošenja, kao i njezina ovisnost o raznim utjecajnim faktorima, omogućit će poduzimanje odgovarajućih koraka za spriječavanje nastanka korozije.

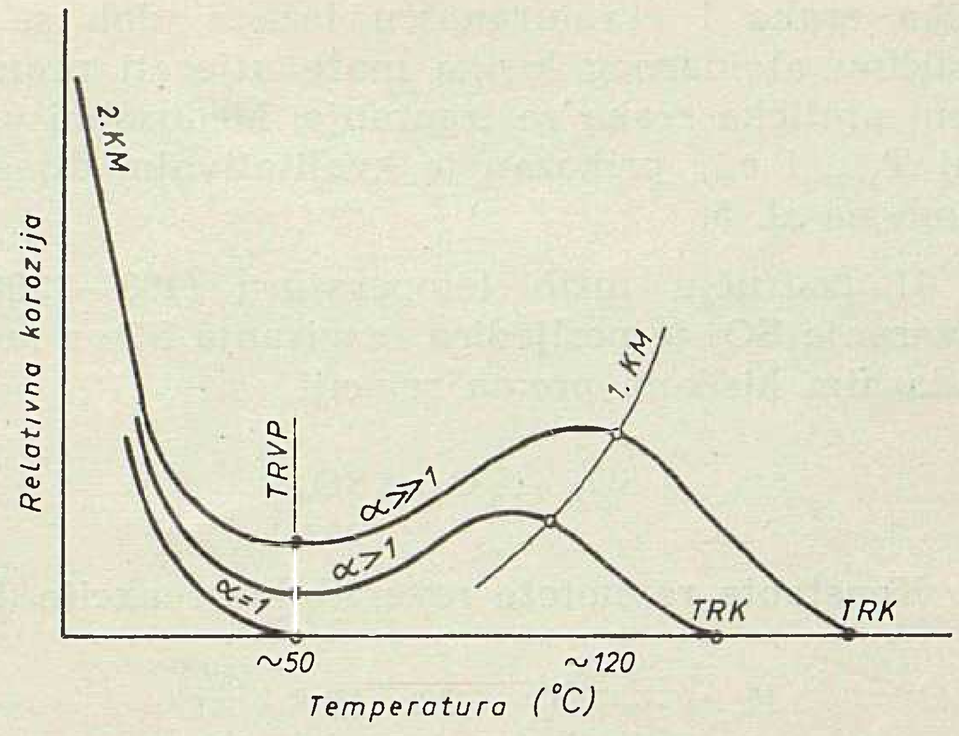
Produkti izgaranja se mogu shvatiti kao smjesa iz mnogoplinskih i parnih komponenata i malog broja drugih čestica. U dimnim su plinovima, kao komponente koje mogu kondenzirati, sadržane i vodena para i sumporna kiselina, koje zajedno tvore jaču ili slabiju rastopinu sumporne kiseline. Shvatimo li produkte izgaranja kao plinsko-parnu smjesu, pri čemu pod plinskom komponentom podrazumijevamo smjesu CO_2, N_2, CO, SO_2, O_2, tada se ovakva smjesa približno vlada po zakonu Daltona. Dođe li do snižavanja temperature ovakvoj smjesi pri konstantnom pritisku, tada sve više opada i pritisak zasićenja sastavnih dijelova koji mogu kondenzirati. Kada pritisak zasićenja za određenu temperaturu odgovara parcijalnom pritisku parne komponente, tada temperatura kod koje se to ostvarilo označava točku rošenja ili kondenzacije, odnosno temperaturu kondenzacije. Budući da u ovom slučaju parna komponenta predstavlja binarnu smjesu voda-sumporna kiselina, to će pri najmanjem potkoračenju točke rošenja doći do stvaranja kondenzata koji će biti bogatiji onom fazom u binarnoj smjesi koja ima više vrelište, odnosno rosište, što je u ovom sistemu slučaj sa sumpornom kiselinom.

Na sl. 1 je dijagram stanja smjese voda-sumporna kiselina za parcijalni pritisak smjese 0,1 at, tj. za pritisak blizak parcijalnom pritisku pod kojim se ova smjesa nalazi u produktima izgaranja. Za veće parcijalne pritiske smjese i linija rošenja i linija varenja položene su nešto više u dijagramu. Iz priloženog dijagrama se vidi da prilikom hlađenja smjese voda-sumporna kiselina, bez obzira na koncentraciju sumporne kiseline u smjesi, u trenutku postizanja temperature rošenja dolazi do stvaranja kondenzata s vrlo visokim sadržajem sumporne kiseline, koji sve više opada što je temperatura smjese niža.

Razumljivo je, da je intenzitet korozije sumpornom kiselinom ovisan o njezinoj koncentraciji, no protivno svim očekivanjima maksimalna korozija ne nastupa pri najjačoj koncentraciji sumporne kiseline, već kod 30—40% koncentracije H_2SO_4, što se ostvaruje pri temperaturi 20—30, a ponekad i 40°C nižoj od točke rošenja. Karakterističan dijagram relativne korozije, kao i količine kondenzata ovisno o temperaturi stijenke i pretičku zraka pri izgaranju, prikazan je na sl. 2. Iz dijagrama na sl. 2 je uočljivo da sa padom temperature stijenke na kojoj dolazi do rošenja, ispod 120°C dolazi do usporavanja procesa korozije, što je posljedica smanjenja koncentracije sumporne kiseline u kondenzatu ispod 30%. Ova tendencija



Sl. 1 Dijagram stanja $H_2SO_4 - H_2O$ za $P_{H_2SO_4} + P_{H_2O} = 0{,}1$ at



Sl. 2 Relativna korozija produktima izgaranja

TRK — točka rošenja kiseline
TRVP — točka rošenja vodene pare
KM — korozioni maksimum

se opaža pri temperaturi stijenke od 40—50°C, kada dolazi do veoma naglog porasta količine kondenzata i intenziteta korozije kao posljedice dospijevanja u područje temperatura u kojem za dani parcijalni pritisak vodene pare u produktima izgaranja leži i njezino rosište. Vodena para zajedno sa znatnom količinom sumpornog dioksida u produktima izgaranja stvara sumporastu kiselinu H_2SO_3, čije je djelovanje slično djelovanju sumporne kiseline. Razumljivo je, da je količina stvorene sumporaste kiseline znatno veća od količine sumporne kiseline, što ima za posljedicu nagli porast intenziteta korozije.

Ovdje treba posebnu pažnju skrenuti na činjenicu koja je vidljiva i iz dijagrama na sl. 2, da je intezitet korozije ovisan o pretičku zraka prilikom izgaranja, što ima opravdanje u mehanizmu stvaranja H_2SO_4. Budući da stvaranje H_2SO_4 nastupa reagiranjem H_2O sa SO_3 to će količina stvorene sumporne kiseline biti direktno ovisna o količini sumpornog trioksida u produktima izgaranja. Kako parcijalni pritisak smjese H_2O—H_2SO_4 ovisi i o količini sumporne kiseline, znači da je točka rošenja ovisna o količini stvorenog sumpornog trioksida, što je i potvrđeno ispitivanjima Müllera. Rezultati ispitivanja prikazani su na sl. 3. Srednja, jako izvučena linija odnosi se na parcijalni pritisak vodene pare u produktima izgaranja 0,1 at, uobičajen pri izgaranju kapljevitih goriva.

Daljnje proučavanje mehanizma niskotemperaturne korozije treba da se odvija u smjeru proučavanja stvaranja trioksida u procesu izgaranja.

Stvaranje SO_3 u području visokih temperatura kakve vladaju u zoni plamena, posljedica je brzog spajanja sumpornog dioksida s atomarnim kisikom nastalim disocijacijom molekularnog kisika. Nereverzibilna reakcija stvaranja SO_3 odvija se prema relaciji

$$SO_2 + O \rightarrow SO_3 \qquad (1)$$

koju s dovoljnom točnošću možemo smatrati reakcijom prvog reda, tako da je brzina pretvorbe SO_2 SO_3 dana relacijom

$$\frac{dc_{SO_3}}{d\tau} = k_1 c_0^o \qquad (2)$$

pri čemu je k_1 konstanta brzine reakcije (1), a c_0^o označava početnu koncentraciju atomarnog kisika. Budući da za konstantu k_1 vrijedi

$$k_1 = 6 \cdot 10^9 e^{-\frac{6000}{RT}} c_{SO_2}^o \qquad (3)$$

očita je velika ovisnost brzine reakcije (1) o temperaturi pri procesu. Zbog visokih temperatura pri kojima se odvija reakcija (1) ovako nastali sumporni trioksid odmah disocira, tako da se paralelno s reakcijom (1) odvija i reakcija

$$SO_3 \rightarrow SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \qquad (4)$$

koju također možemo smatrati reakcijom prvog reda. Brzina disocijacije SO_3 tada će biti

$$\frac{dc_{SO_3}}{d\tau} = - k_2 c_{SO_3} \qquad (5)$$

pri čemu je k_2 konstanta brzine kemijske reakcije (4) za koju vrijedi

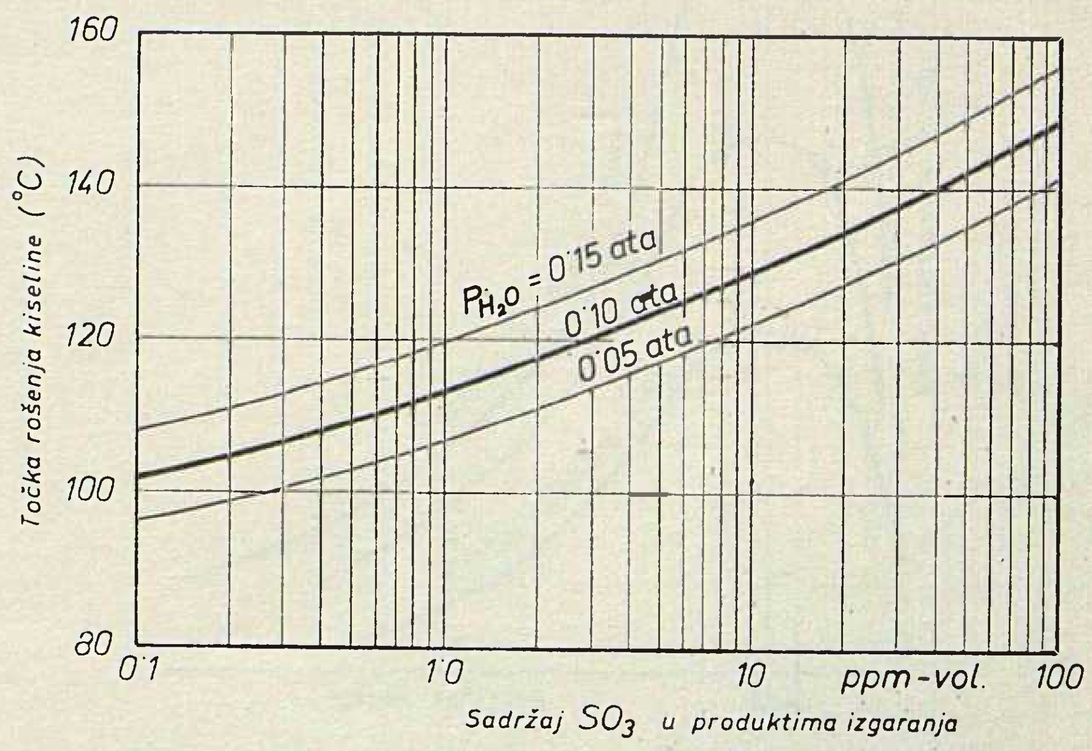
$$k_2 = 1{,}3 \cdot 10^5 e^{-\frac{32600}{RT}} \qquad (6)$$

Sadržaj SO_3 u produktima izgaranja bit će, dakle ovisan, kako od uznapredovalosti procesa stvaranja SO_3, tako i od uznapredovalosti procesa njegove disocijacije, pa za dane uvjete nakon vremena

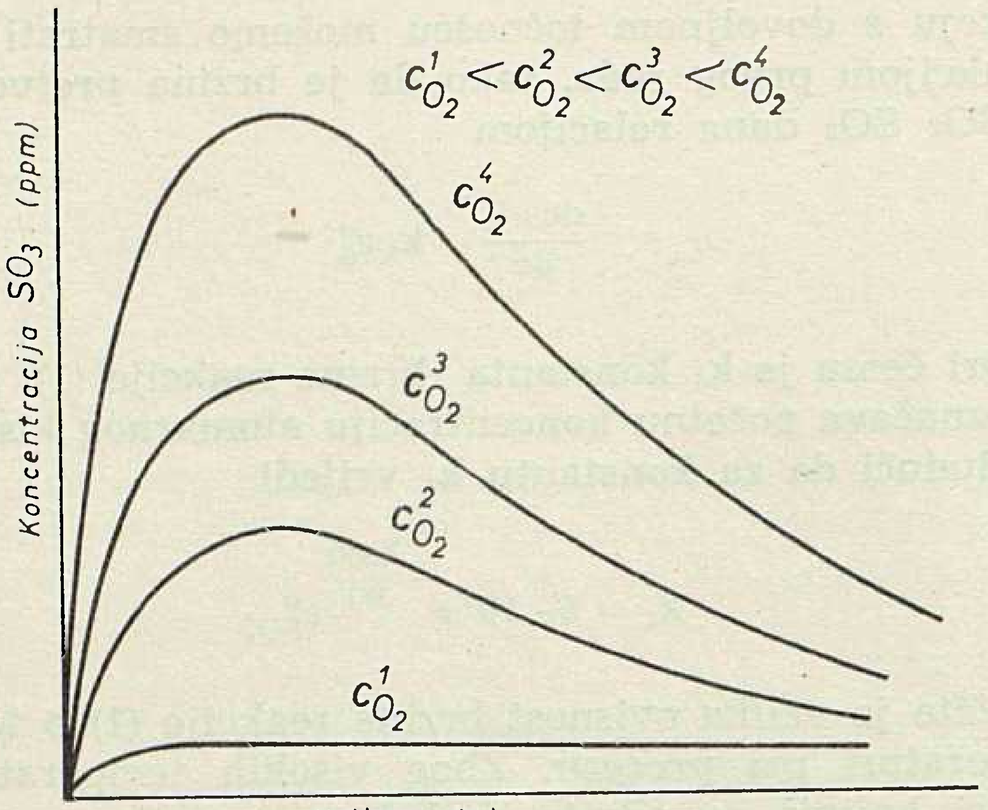
$$\tau = \frac{1}{k_1 - k_2} \ln \frac{k_1}{k_2} \qquad (7)$$

egzistira maksimum koncentracije SO_3

$$c_{SO_3 max} = c_0^o \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\frac{k_2}{k_1 - k_2}} \qquad (8)$$



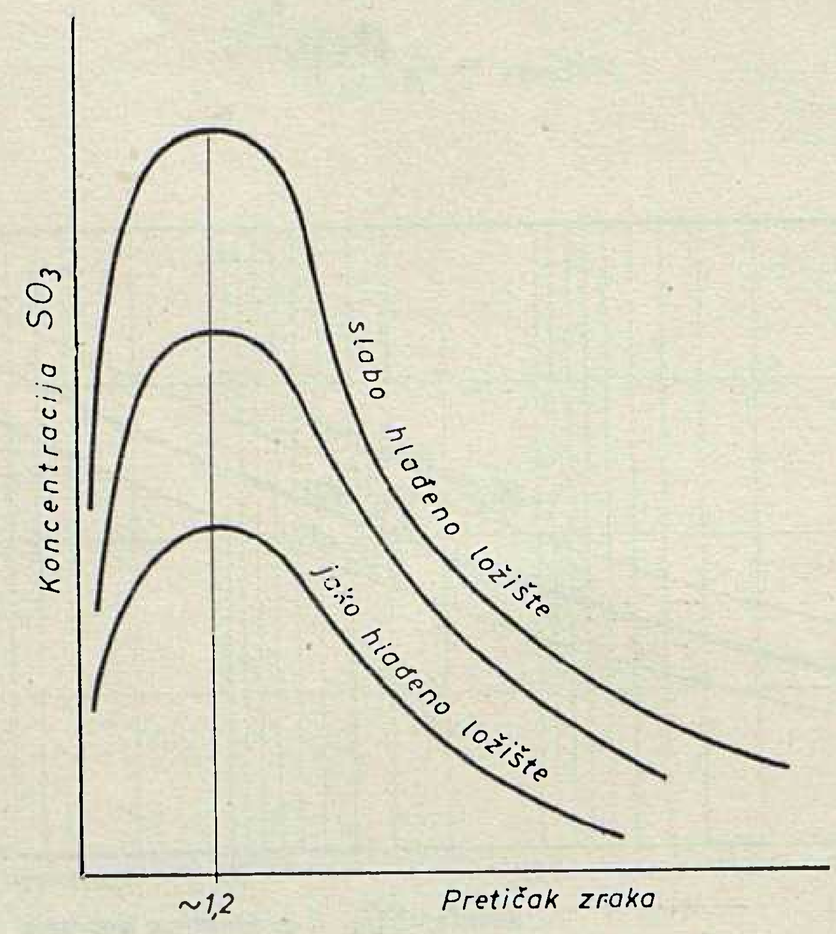
Sl. 3 Promjena točke rošenja kiseline pri izgaranju goriva koja sadrže sumpor



Sl. 4 Promjena SO_2 u SO_3 u ovisnosti o vremenu i sadržaju O_2 u produktima izgaranja

Uspoređujući konstante k_1 i k_2 uočavamo da je konstanta k_1 gotovo uvijek veća od konstante k_2, što ukazuje na to da je brzina stvaranja SO_3 znatno veća od brzine njegove disocijacije. Kako je brzina stvaranja SO_3 ovisna o količini atomskog kisika, razumljivo je da će brzina stvaranja SO_3 biti ovisna i o količini kisika sadržanoj u produktima izgaranja. Na dijagramu na sl. 4 kvalitativno je prikazana međusobna ovisnost ovih veličina uz konstantnu temperaturu pri procesu izgaranja i za konstantnu vrijednost $c^o_{So_2}$.

Na osnovi izloženog je evidentno da količina stvorenog sumpornog trioksida ovisi o dvije osnovne veličine: o količini atomarnog kisika i o temperaturi pri kojoj se proces odvija, pri čemu je stvaranje atomarnog kisika disocijacijom O_2 između ostalog ovisno i o temperaturi. Temperatura se u procesu može mijenjati promjenom pretička zraka i ekraniranošću ložišta, dok se na količinu atomarnog kisika može utjecati promjenom pretička zraka za izgaranje. Međusobni utjecaj T_{gor}, i c_{SO_3} prikazan je kvalitativnim dijagramom na sl. 5.



Sl. 5. Stvaranje SO_3 u ovisnosti o pretičku zraka pri procesu izgaranja

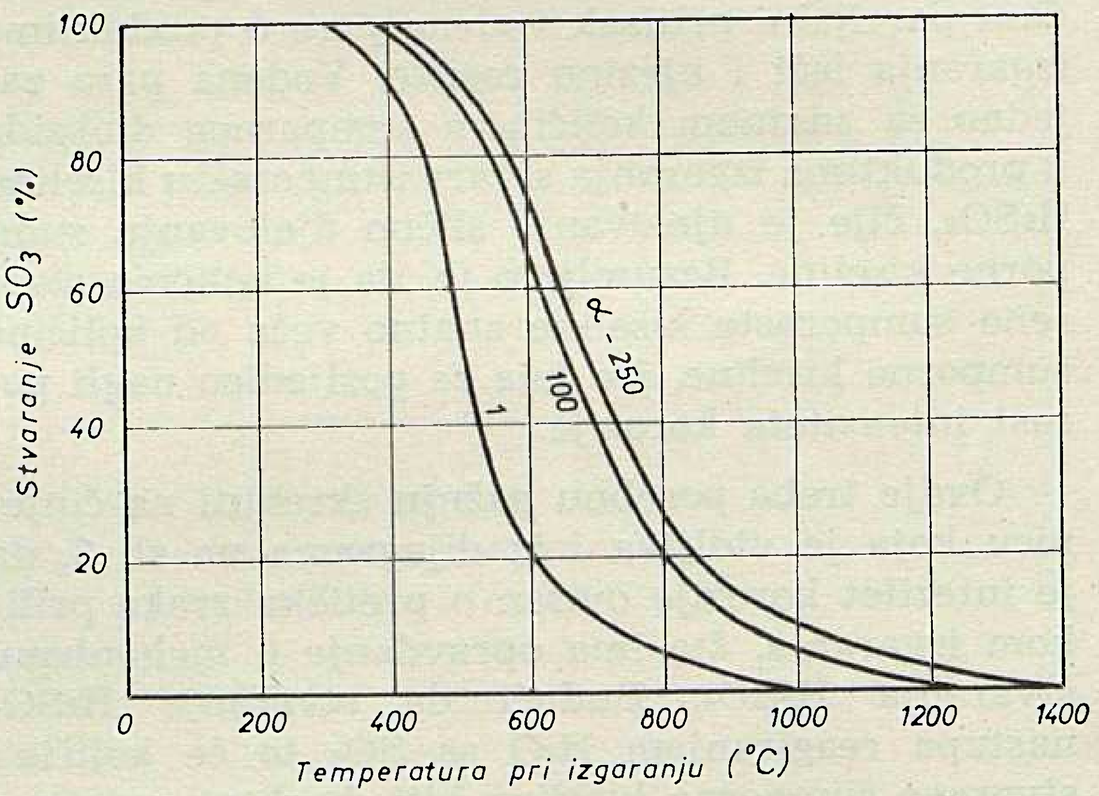
U području nižih temperatura (400—1200°C) stvaranje SO_3 je posljedica reagiranja SO_2 s molekularnim kisikom prema relaciji

$$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightleftarrows SO_3 \qquad (9)$$

Konstanta ravnoteže reverzibilne reakcije (9)

$$K_p = \frac{p_{SO_3}}{p_{SO_2} p_{O_2}^{1/2}} = 2{,}3 \cdot 10^{-5} \, e^{\frac{22600}{RT}} \qquad (10)$$

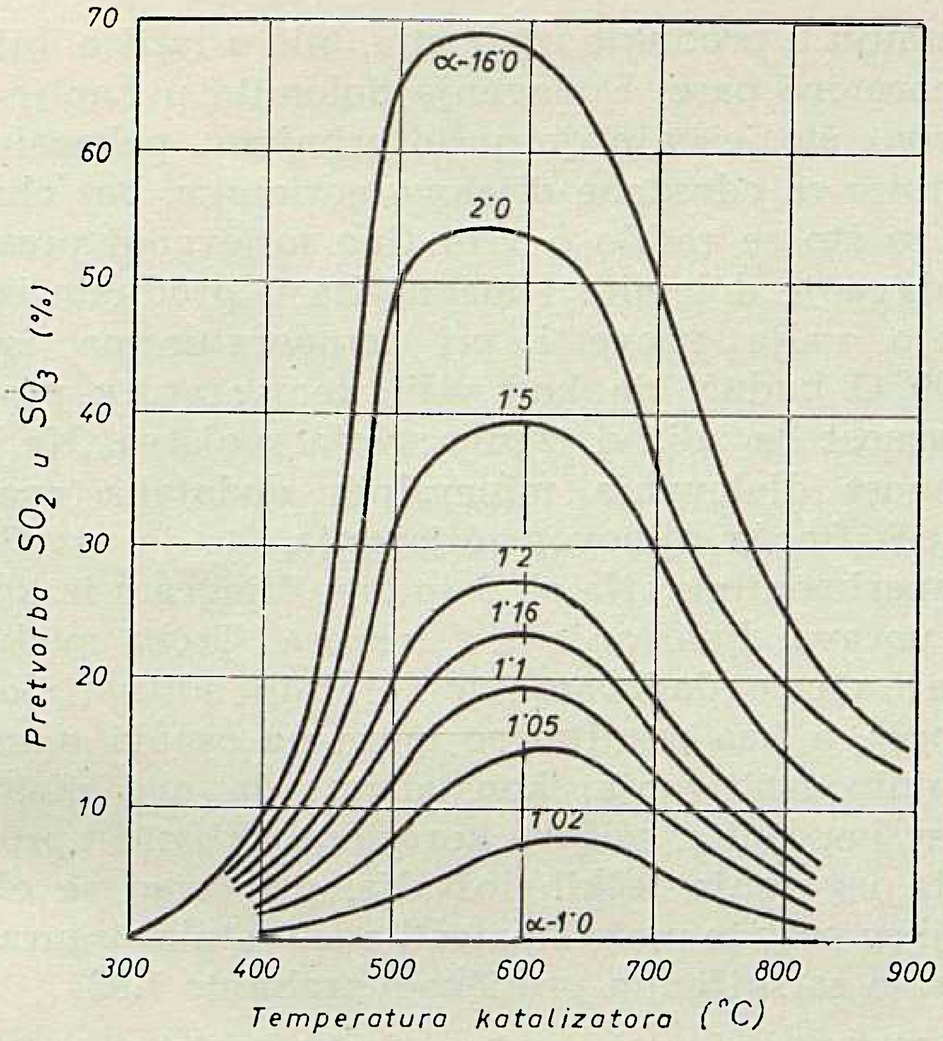
ukazuje nam na to da s porastom temperature dolazi do smanjenja parcijalnog pritiska SO_3 u produktima izgaranja. Raste li pri konstantnoj temperaturi procesa pretičak zraka, tada je iz relacije (10) očito da mora porasti parcijalni pritisak p_{SO_3}, tako da se na osnovi poznavanja konstante ravnoteže može izraditi dijagram stvaranja SO_3 prikazan na sl. 6.



Sl. 6 Stvaranje SO_3 u ovisnosti o pretičku zraka i temperaturi

Potpuno je razumljivo, da je stvaranje SO_3 to veće što je veći pretičak zraka, jer u produktima izgaranja postoji veća količina zraka koja omogućuje stvaranje SO_3.

Ovdje treba posebno istaći da je za odvijanje reakcije prema (9) od bitnog značaja vrijeme koje stoji na raspolaganju za odvijanje reakcije, a ovo je direktno ovisno o brzini strujanja kroz generator pare, što znači o njegovoj konstrukciji. Dođe li, dakle, do pada opterećenja generatora pare, tada će se količina SO_3, koja se stvori prema relaciji (9), povećati, ali samo relativno u odnosu na SO_2. Iz relacije (10) lako je zaključiti da pri visokim temperaturama koje egzistiraju u plamenu, konstanata ravnoteže poprima vrlo malu vrijednost, tako da se prema izrazu (9) u plamenu stvara vrlo mala količina sumpornog trioksida.



Sl. 7 Kataliza SO_3 u ovisnosti o temperaturi i pretičku zraka pri potpunom izgaranju

Budući da je reakcija dana relacijom (9), reakcija trećeg reda, može se brzina stvaranja SO_3 tom reakcijom u trenutku za τ kasnijem od početka procesa odrediti diferencijalnom jednadžbom

$$\frac{dc_{SO_3}}{d\tau} = k\,(c^o_{SO_2} - c_{SO_3})^2\,(c^o_{SO_2} - \frac{c_{SO_3}}{2}) - k_2'\,(c_{SO_3})^2 \qquad (11)$$

pri čemu smo s k označili konstantu brzine reakcije $2\,SO_2 + O_2 \rightarrow 2\,SO_3$, a s k'_2 istu veličinu za reakciju $2\,SO_3 \rightarrow 2\,SO_2 + O_2$. Relaciju (11) možemo pisati i u jednostavnijem obliku

$$\frac{dc_{SO_3}}{d\tau} = k\,(c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2} - k_2'\,(c_{SO_3})^2 \qquad (12)$$

pri čemu prvi član na desnoj strani gornjeg izraza predstavlja brzinu stvaranja SO_3 oksidacijom SO_2 molekularnim kisikom, a drugi član predstavlja brzinu nestajanja SO_3 disocijacijom molekule sumpornog trioksida.

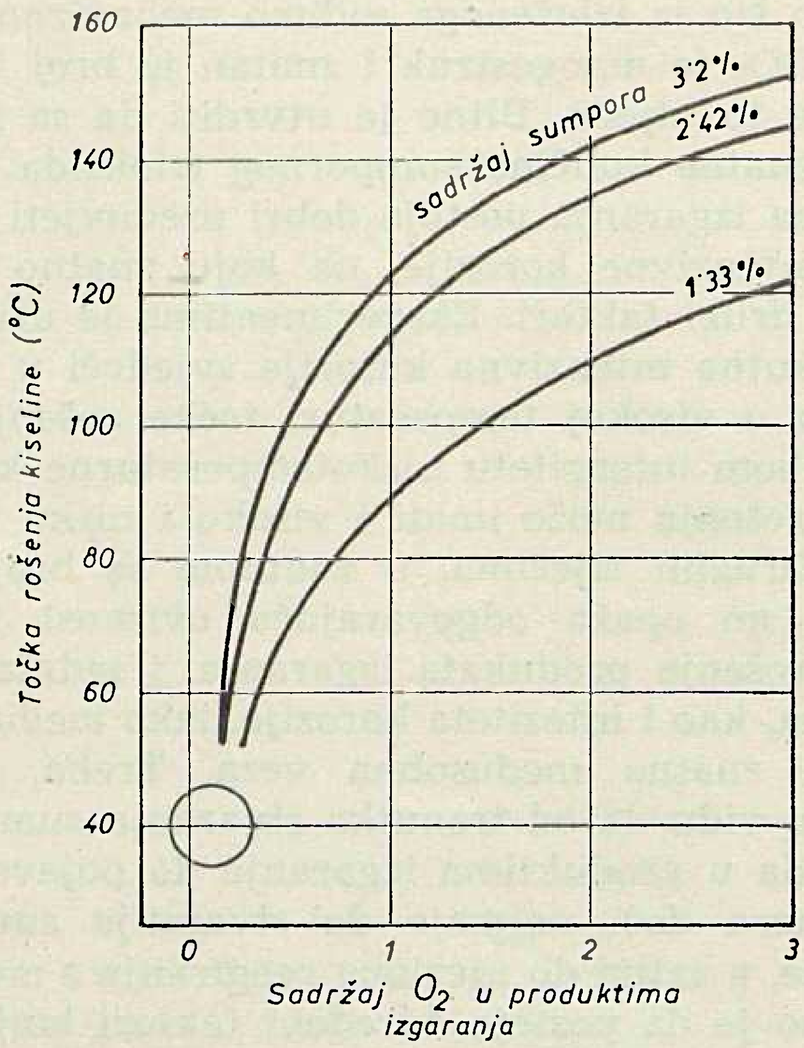
Pored utjecaja pretička zraka, temperature i vremena na stvaranje SO_3, valja također istaći i jaki utjecaj katalizatora V_2O_5 i Fe_2O_3, prisutnih u produktima izgaranja u veoma maloj količini, ali dovoljnoj da pospješe proces pretvorbe SO_2 u SO_3. Koliki je utjecaj katalizatora lijepo se uočava iz dijagrama na sl. 7, pri čemu je uočljivo da tek veoma mali pretičak zraka od svega 2% spriječava znatniju pretvorbu SO_2 u SO_3. Karakteristično je pri tome da je maksimalni utjecaj katalizatora uočljiv u području temperatura katalizatora 500—700°C, dakle upravo u onom području u kojem se katalizatori V_2O_5 i Fe_2O_3 i nalaze kao talozi na pregrijačima pare.

Kao što iz izloženoga vidimo mehanizam stvaranja SO_3 je mnogostruk i znatan je broj faktora koji na to utječu. Bitno je utvrditi da sa stvaranjem znatne količine sumpornog trioksida u produktima izgaranja postoje dobri preduvjeti za pojavu intenzivne korozije, na koju znatno utječu i neki drugi faktori. Eksperimentima je utvrđeno, da prisutna intenzivna korozija svjedoči u danom slučaju o visokoj temperaturi točke rošenja, dok pri slabom intenzitetu niskotemperaturne korozije točka rošenja može imati i visoku i nisku vrijednost. Drugim riječima, u znatnom se broju slučajeva ne opaža odgovarajuća ovisnost između točke rošenja produkata izgaranja, i sadržaja SO_3 u njima, kao i inteziteta korozije, iako među njima postoji znatna međusobna veza. Treba, naime, imati u vidu da od trenutka stvaranja sumpornog trioksida u produktima izgaranja do pojave korozije mora doći najprije do stvaranja sumporne kiseline, a zatim do njezinog reagiranja s metalom. Sigurno je da postoje određeni faktori koji pokazuju znatan utjecaj na obje ove reakcije. Određena ispitivanja i rezultati mjerenja na izvedenim generatorima pare dozvoljavaju nam da s velikom vjerojatnošću pretpostavimo da se kao osnovni utjecajni faktori na proces korozije identificiraju oksidi vanadija, čije katalitičko djelovanje, naročito u području temperatura 500—700°C, dovodi do intezivnog reagiranja sumporne kiseline s metalima. Budući da koroziono djelovanje uglavnom pokazuje kapljevita faza sumporne kiseline, to se intenzitet korozije može u znatnoj mjeri smanjiti u slučaju kad se na ogrjevnim površinama nalazi talog čiji određeni sastojci mogu reagirati sa sumpornom kiselinom.

Budući da je pojava niskotemperaturne korozije dosta složen proces, to se i načini sprečavanje ove pojave međusobno dosta razlikuju ovisno o tom u kojoj fazi procesa pokušavamo djelovati na ovu pojavu, pri čemu je u praksi moguća i istovremena primjena raznih metoda radi boljih rezultata.

Svakako da se najsigurnijim načinom sprečavanja ove pojave može smatrati povišenje temperature stijenke najhladnije ogrjevne površine na oko 120°C ili više. Bez obzira radi li se o zagrijačima vode ili zraka, pri čemu se ova mjera danas umnogome i koristi, na taj način da se povišena ulazna temperatura vode ili zraka obezbjeđuje parnim zagrijavanjem medija. Ovdje se, međutim, u vrlo oštrom obliku pojavljuje pitanje ekonomičnosti ovakvog načina sprečavanja niskotemperaturne korozije, jer visoke ulazne temperature napojne vode ili zraka u generator pare uvjetuju i relativno visoke izlazne temperature produkata izgaranja, što znatno utječe na stupanj korisnog djelovanja generatora pare.

Na osnovi ranijih izlaganja o mehanizmu niskotemperaturne korozije sigurnim se načinom može smatrati i sprečavanje nastajanja sumpornog trioksida. Drugo je pitanje kako to ostvariti. Jedna od mogućnosti za spriječavanje stvaranja SO_3 jest izgaranje kapljevitih goriva sa stehiometrijskim odnosom goriva i zraka. Mnogobrojna ispitivanja



Sl. 8 Točka rošenja u ovisnosti o sumporu u gorivu i pretičku zraka

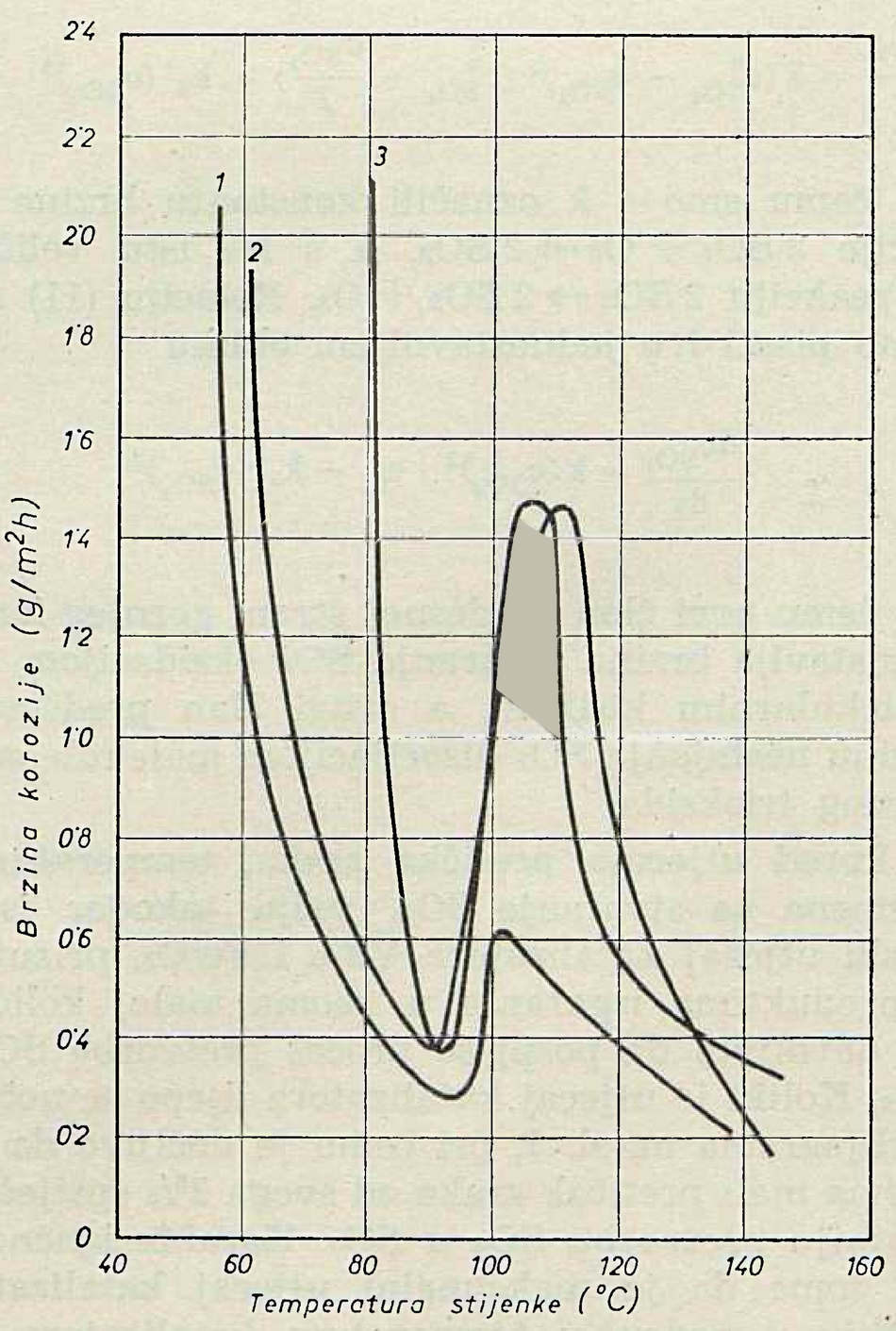
su dokazala da uporedo sa smanjenjem pretička zraka opada sadržaj SO_3 u dimnim plinovima i da kod stehiometrijskog odnosa zraka i goriva sadržaj sumpornog dioksida pada na nulu, paralelno s tim opada i temperatura rošenja. Na osnovi mnogobrojnih ispitivanja i mjerenja Glaubitz je izradio dijagram prikazan na sl. 8, koji upravo to i dokazuje. Ovdje valja istaći da je višestruka korist od ovakvog načina vođenja procesa izgaranja. Osim što se smanjuje količina SO_3 u produktima izgaranja uslijed manje količine slobodnog kisika, znatno se smanjuje i količina oksida vanadija, tako da se u znatnoj mjeri smanjuje i katalitički utjecaj ovih spojeva, koji jasno potpuno nestaje kad u produktima izgaranja nema suvišnog kisika.

Svakako da ostvarivanje izgaranja uz stehiometrijsku količinu zraka donosi sa sobom stanovite poteškoće, koje tehnika izgaranja do danas još nije uspjela riješiti na zadovoljavajući način. Ne ulazeći dalje u perspektivu razvitka tehnike izgaranja teških lož-ulja, radi ostvarivanja stehiometrijskog izgaranja, valja istaći da se upravo ovom načinu spriječavanja niskotemperaturne korozije mora u narednom razdoblju posvetiti najveća pažnja jer se ovaj način može smatrati perspektivnijim od drugih, misleći pri tome i na niz ostalih prednosti što ih sobom donosi.

Kao jedan od mogućih načina spriječavanja niskotemperaturne korozije, a koji je danas našao stanovitu primjenu, valja spomenuti dodavanje u gorivo ili produkte izgaranja aditiva radi neutralizacije, ili apsorpcije SO_2, SO_3 i H_2SO_4. Taj način je svojedobno pružao velike nade, no danas gledano u cjelini rezultati se mogu ocijeniti kao djelomični.

Od mineralnih dodataka najčešće se primijenjuju magnezit i dolomit, koji se u obliku fine prašine upuhuju u produkte izgaranja, bilo u ložište, bilo u generatore pare. Dodavanje dolomita u kapljevito gorivo, što je najprije našlo primjenu, pokazalo se štetnim za određene dijelove gorionika, bez obzira na to što se radilo o vrlo fino mljevenoj prašini. Dodavanje dolomita i magnezita u produkte izgaranja valja provesti pri temperaturama ispod 1200° C budući da kod viših temperatura postoji opasnost da aditivi izgube svoja svojstva. Na efikasnost djelovanja mineralnih dodataka znatno utječe finoća njihovog mljevenja, što je utvrđeno eksperimentima. Na sl. 9 je dan dijagram iz kojeg se uočava djelovanje tog faktora. Treba svakako istaći da je dodavanje mineralnih aditiva složen proces, a kao rezultat se može na osnovi mnogobrojnih ispitivanja, konstatirati da ova metoda, uzevši općenito, snižava korozionu aktivnost produkata izgaranja teških lož-ulja, pri čemu se efekt koji se postiže može smatrati adekvatnim izgaranju goriva sa sniženim pretičkom zraka do 1,03.

Najbolje laboratorijske rezultate od svih aditiva pokazao je amonijak, koji sa sumpornom kiselinom tvori amonijev sulfat $(NH_4) \cdot SO_4$. Dodavanje amonijaka u atmosferu produkata izgaranja može se provesti, kako u plinovitom, tako i u kapljevitom stanju, no rezultati u praksi zaostaju za laboratorijskim. U praksi, naime, postoji opasnost, uslijed niske temperature točke omekšavanja, stvaranja naslaga koroziono-agresivnog amonijevog bisulfata NH_4HSO_4, što se može spriječiti održavanjem u at-



Sl. 9 Brzina korozije pri dodavanju kaustičnog magnezita

1 — dodavanje dopunski mljevenog magnezita
2 — dodavanje magnezita trgovačke kvalitete
3 — kao i 2 pri izgaranju nafte s mnogo sumpora

mosferi produkata izgaranja dovoljno visokog parcijalnog pritiska NH_3, koji treba da bude to viši što je viša temperatura kod koje se amonijak dodaje.

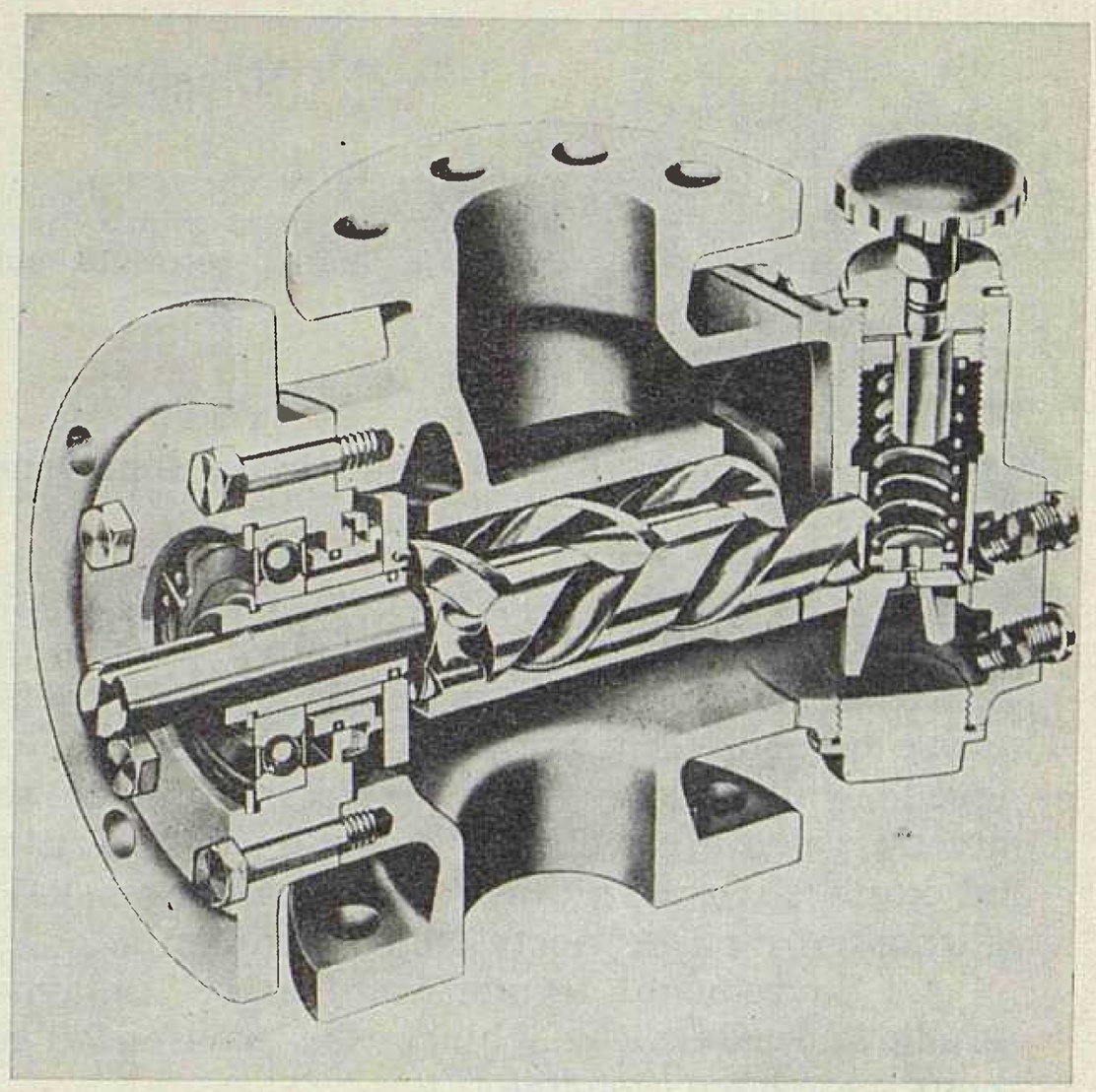
Općenito uzevši, dodavanje amonijaka u određenim se uvjetima može smatrati povoljnim, no ta mjera ne isključuje potrebu za ostalim načinima spriječavanja niskotemperaturne korozije.

Osim mineralnih i plinovitih aditiva u praksi se često primjenjuju i aditivi koji se u kapljevitom stanju dodaju u teško lož-ulje. Mnogobrojna ispitivanja djelovanja raznih dodataka, koji se u praksi pojavljuju pod raznim nazivima, pokazala su da ova metoda ne smanjuje niskotemperaturnu koroziju, jer se bitno ne mijenjaju ni indirektni pokazatelji intenziteta korozije produktima izgaranja, kao što su sadržaj SO_3 i točka rošenja.

Literatura

(1) Glaubitz F.: *Betriebsersfahrungen an Ölgefeuerte Kesseln bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Heizöl mit geringstem Lusftüberschuss* Mitt. d. VGB 1961. H. 75
(2) Hansen W.: *Ölfeucrungen* Berlin—Heidelberg—New York 1970.
(3) Verhovski N. I., Krasnoselov K. G., Mašilov E. V., Ciruljnikov L. M.: *Sžiganie visokosernistogo mazuta na elektrostancijah*, Moskva 1970.
(4) Niepenberg H.: *Industrie — Ölfeuerungen* Stuttgart 1968.
(5) Tumanovskii A. G., Zeljkind M. E.: *Gomogennoe obrazovanie SO_3 v kamerah sgoranija GTU pri sžiganii sernistih topliv*, Teploenergetika 1971. No 11

Naslov pisca: Mr Dubravko Matanić, dipl. ing., »Elektroprivreda« Zagreb



IMO

TERMOMECCANICA
LA SPEZIA

SISALJKE S TRI VIJKA IMO-TERMOMECCANICA

Učin: od 6 do 9.500 litara/min

Tlakovi: od 1 do 160 Kg/cm²

Naročito prikladne za:

— pretakanje i dizanje mazivih ulja, loživih ulja, gustih i viskoznih tekućina,
— uljnodinamično upravljanje,
— krugove s prisilnim podmazivanjem.

Isključiva licenca za proizvodnju i prodaju u **Jugoslaviji:**

TERMOMECCANICA ITALIANA S. p. A.

19100 LA SPEZIA (ITALIA)
Via del Molo, 1 — C. P. 341
Telex 27171 TERMO SP
Telefon: 53-151 — 53-241

ZAGREB
Ulica Amruševa, 19
telefon 34-119

ELEKTRIČNA POSTROJENJA ZA SOPSTVENU POTROŠNJU TE »KOSOVO«

Dragoljub Piperski, Priština

U prvom dijelu članka iznose se općenite postavke napajanja vlastite potrošnje blokova u termoelektranama, zatim se u drugom dijelu spominju osnovni principi, koje treba uvažavati kod izbora elektromotora za pogon postrojenja vlastite potrošnje, dok se u trećem dijelu opisuje način napajanja vlastite potrošnje TE Kosovo.

DK 621.311.22.004

I. Osnovne karakteristike napajanja sopstvene potrošnje

1.1 Snabdevanje sopstvene potrošnje je jedan od veoma važnih problema u savremenim termoelektranama. Ovaj zaključak potvrđuje činjenica da se na sopstvenu potrošnju troši i do 10% proizvedene električne energije. Postrojenja za sopstvenu potrošnju treba da zadovolje mnogo uslova od kojih su osnovni: jednostavnost, pogonska sigurnost i svrsishodnost šema upravljanja.

1.2 Savremene termoelektrane se uglavnom grade kao sabirničke i blokovske, zavisno od njihove namene i veličine.

1.2.1 Male termoelektrane i industrijske elektrane se grade kao sabirničke.

1.2.2 U blokovskim elektranama generatori su vezani na sabirnice visokog napona preko blok transformatora.

Sklop bloka obuhvata: kotao, turbinu, generator, blok-transformator, transformator za sopstvenu potrošnju bloka, visokonaponsko i niskonaponsko postrojenje za sopstvene potrebe i pomoćna postrojenja.

1.3 Uređaji koji su potrebni za pokretanje, pogon i zaustavljanje celog bloka priključeni su na razvodno postrojenje sopstvene potrošnje bloka. Ovo postrojenje je, pored veze sa generatorom preko transformatora za sopstvenu potrošnju, vezano i za postrojenje opšte grupe potrošača, a preko njega na nezavisni rezervni izvor. Sabirnice opšte grupe snabdevaju opšte potrošače koji nisu direktno vezani za pogon bloka (osvetljenje, doprema uglja, otprema šljake i dr.) kao i važne rezervne potrošače (jedna napojna pumpa kotla i sl.). Ovo postrojenje nosi čitavo opterećenje bloka za vreme pokretanja i zaustavljanja bloka kao i za vreme poremećenog pogona.

1.3.1 Rezervni izvor napajanja sopstvene potrošnje se priključuje na razvodno postrojenje 6 kV, 35 kV, 110 kV ili 220 kV koje treba da ima napon iz energetskog sistema pri potpunom zaustavljanju elektrane.

1.3.2 Sigurnost snabdevanja energijom sopstvene potrošnje određuje se izborom šeme rezerve kao i brojem i snagom rezervnih izvora napajanja. Kod modernog pogona snaga rezervnih izvora treba da obezbedi samopogon elektromotora svake sekcije sopstvene potrošnje pri njenom potpunom opterećenju i prekidu napajanja koji je uslovljen vremenom delovanja relejne zaštite, šemom automatskog uključenja rezervnog napajanja i sopstvenim vremenom delovanja komutacionih aparata.

1.3.3 Rezervni transformator za puštanje može biti priključen na razvod visokog napona ili na jedan od sekundarnih namotaja regulacionog transformatora koji povezuje dva postrojenja visokog napona. Ako ima više izvora oni su priključeni na razne sisteme sabirnica visokog napona.

1.3.4 Tercijarni namotaj autotransformatora može se koristiti za priključenje rezervnog transformatora u tom slučaju, ako se može obezbediti uspešni samopogon motora sopstvene potrošnje, a da eksploatacione varijacije napona na šinama sopstvene potrošnje leže u dopustivim granicama.

1.4 Prelaz sa rezervnog napajanja na radno, na postrojenju sopstvene potrošnje bloka posle pokretanja bloka, može biti ostvaren ili putem paralelnog spajanja ili sa prekidom u napajanju.

1.5 Pri normalnom radu napon na izvodima generatora nije uvek jednak nominalnom naponu. Varijacije napona utiču na pogonske motore sopstvene potrošnje bloka koji usled toga treba da budu izabrani na odgovarajući način.

Pri napajanju sopstvene potrošnje od transformatora opšte grupe kolebanja napona nastaju direktno sa primarne mreže.

1.6 Napajanje sopstvene potrošnje preko blok transformatora za sopstvenu potrošnju ima više dobrih osobina od kojih ćemo navesti samo neke.

1.6.1 Vreme remonta blok transformatora za sopstvenu potrošnju je praktično veoma malo.

1.6.2 Manipulativno osoblje ne treba da vrši bilo kakve manipulacije kada se sopstvena potrošnja prevede na blok transformator.

1.6.3 Napajanje preko postrojenja opšte grupe omogućava da se neutrališe oštećenje blok transformatora. Oštećenje blok transformatora izaziva samo prekid rada. U toku ovog prekida vrši se otpajanje oštećenog transformatora pošto ne postoji komutacioni aparat na primaru. Posle otpajanja oštećenog transformatora blok može da se pusti ponovo u rad.

1.7 Trajanje puštanja bloka i primanje opterećenja do 30% od nominalnog, kada se vrši prebacivanje sopstvene potrošnje sa rezervnog na radni transformator, iznosi 4—6 časova. Sopstvena potrošnja za blokove od 150—200 MW u ovom periodu ne prelazi 40—50% nominalne. U procesu zaustavljanja bloka opterećenje njegove sopstvene potrošnje priključuje se na rezervni transformator, a veličina opterećenja ostaje otprilike ista kao pri puštanju, ali dužina njenog trajanja ne prelazi jedan čas.

II. Osnovne karakteristike elektromotornog pogona sopstvene potrošnje

2.1 Normalna eksploatacija termoelektrane je vezana za rad niza mehanizama i uređaja koji su neophodni za pogon osnovnog agregata.

Mehanizmi i uređaji sopstvene potrošnje termoelektrane mogu biti razvrstani u sledeće grupe:

1. Mehanizmi za uskladištenje i dotur goriva
2. Mehanizmi za pripremu ugljene prašine
3. Usisno izduvni mehanizmi kotla
4. Napojne, kondenzacione i cirkulacione crpke
5. Mehanizmi pomoćnih pogona elektrane (hemiska priprema vode, otprema šljake i pepela, hladnjaci i dr.).

2.2 Veoma odgovornim uređajima u termoelektrani smatramo one čiji i kratkovremeni ispad iz rada izaziva sniženje proizvodnje električne energije ili ispad osnovnih i pomoćnih pogona.

Manje odgovorni uređaji su oni čije kratkovremeno zaustavljanje ne izaziva sniženje proizvodnje ili ispad bloka.

U odgovorne uređaje u termoelektrani spadaju napojne, kondenzacione i cirkulacione srpke, usisno izduvni ventilatori kotla, pobudni agregat, pumpe za hlađenje generatora, i dr.

2.3 Danas se u elektranama za pokretanje uređaja sopstvene potrošnje primenjuje isključivo električni pogon koji ima niz preimućstava u odnosu na druge vrste pogona. Osnovne dobre strane električnog pogona su kompaktnost, sigurnost, ekonomičnost, jednostavnost u eksploataciji i mogućnost potpune automatizacije.

Uzimajući u obzir mogućnost potpunog nestanka napona u elektrani neki od odgovornih rezervnih uređaja mogu biti obezbeđeni parnim pogonom. Parni pogon se primenjuje za napojne pumpe kotla, i dr.

2.4 Za pravilan izbor tipa električnog pogona nije dovoljno odrediti samo snagu potrebnu za rad uređaja pri punom opterećenju. Važan uticaj na izbor tipa motora pokazuju mehaničke karakteristike mehanizama za soptsvenu potrošnju. Pravilan izbor mehaničkih karakteristika pogona obezbeđuje sigurno puštanje i pogon agregata motor-mehanizam bez preteranog zagrevanja elemenata pogona. Pored mehaničkih karakteristika treba znati režim rada pogona i neophodnost regulacije u toku eksploatacije. Na izbor rada motora utiče i okolna sredina. Na kraju, specifični zahtev za motore električnog pogona postavlja se mogućnost primene automatskog uključenja rezervnog napajanja (AUR-a) pri kratkovremenom nestanku ili potpunom izčezavanju napona (samopogon motora). Značajna je jednostavnost i sigurnost konstrukcije pogona i lakoća posluživanja.

2.5 Bez obzira na neke nedostatke (velike polazne struje i nemogućnost regulacije brzine), asinhroni motori sa kratkospojenim rotorom su najrasprostranjeniji za napajanje pogonskih uređaja sopstvene potrošnje. Jednostavna konstrukcija, velika sigurnost u eksploataciji, jednostavno puštanje bez bilo kakvih uređaja za puštanje i mogućnost samopogona pri primeni AUR-a, potpuno isključuju njegove nedostatke.

Osnovni napon za motore sopstvene potrošnje snage 200 kW i više je 6 kV, za ostale motore naizmenične struje napon 0,4 kV.

III. Karakteristike napajanja sopstvene potrošnje TE »Kosovo«

3.1 TE »Kosovo« ima danas četiri agregata u pogonu čija je ukupna instalisana snaga 590 MW. Peti agregat od 210 MW se nalazi u montaži. Puštanjem u pogon četvrte jedinice TE »Kosovo« je postala najveća termoelektrana u zemlji. Već ovaj podatak ukazuje na to da električna postrojenja sopstvene potrošnje u ovoj elektrani predstavljaju interesantan problem za analizu.

3.1.1 Razvodno postrojenje visokog napona (220 kV i 110 kV) je locirano neposredno uz elektranu. Interkonekcija između ova dva postrojenja je ostvarena preko autotransformatora 100 MVA na čiji je tercijar priključeno rezervno napajanje za treću i četvrtu jedinicu.

3.1.2 Sopstvena potrošnja svakog bloka u elektrani se napaja sa izvoda svog generatora preko transformatora za sopstvenu potrošnju bloka. Rezervno napajanje sopstvene potrošnje je, pored spomenutog tercijara interkonektivnog transformatora 100 MVA, ostvarena preko tercijara dva istovetna transformatora 110 kV/35 kV/6 kV prema šemi na sl. 1. Osnovni nominalni podaci generatora i transformatora sa šeme su prikazani u tabelama 1. i 2.

3.2 Već analizom jednopolne šeme sopstvene potrošnje može se utvrditi da su ostvareni uslovi u pogledu jednostavnosti. Tome, u pogledu pogonskih manipulacija, doprinosi odvojenost postrojenja sopstvene potrošnje bloka od postrojenja opšte grupe unutar glavnog pogonskog objekta. Pored toga postrojenja opšte grupe prvog i drugog bloka čine jednu celinu, a postrojenja opšte grupe trećeg i četvrtog bloka, drugu.

3.3 Pogonska sigurnost je pored šeme napajanja sopstvene potrošnje određena montažom i kvalitetom ugrađene opreme. Postrojenje sopstvene potrošnje prvog bloka i postrojenje opšte grupe 12 i 34 su isporučeni od »Westinghouse-a«. Postrojenje sopstvene potrošnje drugog bloka je isporučio »General electric« a sva postrojenja trećeg i četvrtog bloka je isporučio »Energoinvest«. Ugrađena oprema na prvom i drugom bloku se u toku eksploatacije pokazala veoma pouzdanom. Osnovne karakteristike ove opreme su: gašenje luka u prekidačima — vazdušno, sabirnice — potpuno izolovane, relejna oprema — kvalitetne izrade i sigurna u pogonu, zaptivanje na prašinu i vlagu — veoma dobro, konstrukcija postrojenja — masivna.

3.4 Domaća oprema na trećem i četvrtom bloku je u probnom pogonu pokazala dosta slabosti ali se stanje vremenom smiruje. U poređenju sa prethodnom opremom ova ne obezbeđuje istu pogonsku sigurnost. Doprinos ovakvom stanju je pored proizvođača opreme dala i montaža. Osnovne

Tablica 1

Nominalni podaci generatora	Generator 1 — G 1 —	Generator 2 — G 2 —	Generator 3 i 4 — G 3 i G 4 —
Proizvođač	Westinghouse	Gen. electric	Elektrotjažmaš
Prividna snaga (kVA)	80000	160000	235000
Aktivna snaga (kW)	64000	128000	200000
Koeficijent snage	0,80	0,80	0,85
Napon statora (V)	10500	15000	15750
Struja statora (A)	4399	6158	8630
Struja rotora (A)	882	1114	1880
Brzina obrtanja o/min.	3000	3000	3000
Nominalni podaci transformatora	**Blok trafo 1. — T 1 —**	**Blok trafo 2. — T 2 —**	**Blok trafo 3 i 4 — T 3 i T 4 —**
Prividna snaga (kVA)	English electric 80000	Gen. electric 150000	Oerlicon 240000
Primarni napon (V)	10500	15000	15750
Sekundarni napon (V)	115500	230000 ± 2 × 2,5	230 ± 2 × 2,5%
Napon kratkog spoja (%)	12,11	11,72	11,62
Vrsta sprege	Yd 5	Yd 5	Yd 5

Tablica 2

Nominalni podaci transformatora	Transformator sopstvene potrošnje 1 — T 1A —	Transformator sopstvene potrošnje 2 — T 2A —	Transformator sopstvene potrošnje 3 i 4 — T 3A i T 4A —
Proizvođač	English electric	Gen. electric	Elektrosrbija
Prividna snaga (kVA)	10.000	15.000	20.000
Primarni napon (V)	10.500	15000 ± 2 × 2,5%	15.750
Sekundarni napon (V)	6.300	6.300	6.300 ± 2 × 2,5%
Napon kratkog spoja (%)	10,1	8,64	10
Vrsta sprege	Dd 0	Dd 0	Dd 0

Nominalni podaci transformatora	Interkonektivni transformator — IT —	Tronamotajni transformator — T 12 i T 34 —
Proizvođač	General electric	English electric
Prividna snaga (kVA)	100000/100000/30000	31500/31500/10000
Primarni napon (V)	220000	110000 ± 8 × 1,5%
Sekundarni napon (V)	115000 ± 16 × 1%	36750
Tercijarni napon (V)	6300	6300
Napon kratkog spoja (%)	9,34/13,02/9,32	11,98/193/5,54
Vrsta sprege		
Primar — sekundar	YYo	YYo
Primar — tercijer	Yd 5	Yd 5

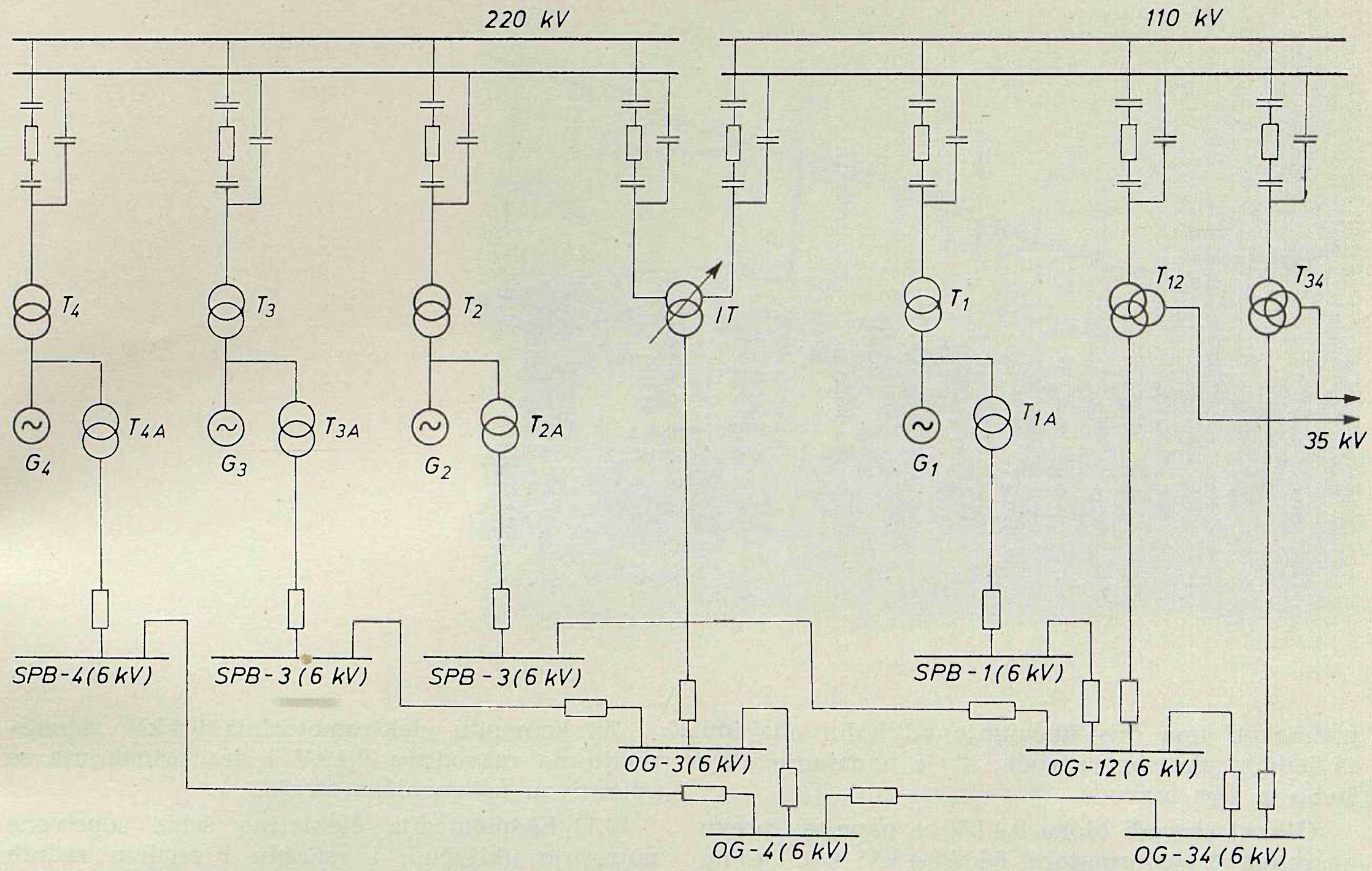
karakteristike opreme su: gašenje luka u prekidačima-malouljno, sabirnice-gole na potpornim izolatorima, relejna oprema-domaća i strana relativno dobrog kvaliteta, zaptivanje na prašinu i vlagu-rđavo, konstrukcija postrojenja-osjetljiva na nešto oštrije rukovanje.

3.5 Blok transformatori za sopstvenu potrošnju se napajaju neposredno sa izvoda generatora. Regulacija napona ± 2,5% može da se vrši samo u neopterećenom i beznaponskom stanju. Pri zastoju treće i četvrte jedinice, zbog velikog reaktivnog opterećenja, na drugoj jedinici se napon na postrojenju 6 kV snižava ispod 6 kV pri punom aktivnom opterećenju. Zbog toga se u interesu strujnog rasterećenja generatora (zbog velikih temperatura) i podizanja napona na soptsvenoj potrošnji generator mora rasterećivati snižavanjem aktivne snage. Veliko reaktivno opterećenje izaziva, također, sniženje napona na sopstvenoj potrošnji trećeg ili četvrtog bloka, kada radi samo jedna od ovih jedinica na sabirnice 220 kV.

Naponska situacija na sopstvenoj potrošnji drugog, trećeg i četvrtog bloka bila bi svakako povoljnija da su blok transformatori za sopstvenu potrošnju reglacioni (regulacija pod opterećenjem).

3.5.1 Rezervni izvori za prvi i drugi blok su tercijari transformatora T 12 i T 34. Raspoloživa snaga je veoma dobra a pored toga je omogućeno duplo rezervisanje sa oba izvora na svaku jedinicu. Održavanje napona na opštim grupama prvog i drugog bloka ne stvara nikakve teškoće jer su transformatori regulacioni. Napojna veza opšta grupa 34-opšta grupa 4 je jedva dovoljna za pokretanje, bilo trećeg, bilo četvrtog bloka, jer se raspoloživa snaga na ovom napajanju kreće od 8 MVA kada je u radu prvi i drugi blok. Usled ovoga se prednosti u vezi s naponskim prilikama ne mogu efikasno iskoristiti na trećem i četvrtom bloku.

3.5.2 Osnovni rezervni izvor za treći i četvrti blok je tercijar interkonektivnog transformatora. Raspoloživa snaga na ovom izvoru je velika ali su



Sl. 1 Sadašnja šema napajanja sopstvene potrošnje TE »Kosovo« (SRB — sopstvena potrošnja bloka, OG — opšta grupa)

naponske prilike loše. Sniženje napona na 220 kV sabirnicama se reflektuje na 6 kV sistem tercijara, što praktično onemogućava rad potrošača na ovom izvodu jer napon opada i do 5,5 kV pri neopterećenom stanju izvoda. Najteža situacija se poavljuje u vrhovima opterećenja pri pokretanju ili zaustavljanju trećeg ili četvrtog bloka, a tada je ovaj izvod najpotrebniji. Zbog ovoga se pokretanje blokova obično izvodi u noćnim satima. U stvari, najveći 6 kV motori se puštaju pri dobrom naponu a ostali prema potrebi kasnije. Radi postizanja zadovoljavajućeg nivoa napona generatori prvog i drugog bloka se kratkovremeno reaktivno preopterećuju.

3.5.3 Postoji još jedna mogućnost da se bar kratkotrajno podigne napon, a to je stvaranje zatvorene petlje u Butelju (kraj Skopja) pomoću 110 kV dalekovoda za Skopje. Na taj način se omogućuje preraspodjela reaktivne snage preko interkonektivnih transformatora u našem postrojenju i u Butelju, i tako se može u nekim uslovima postići zadovoljavajući nivo napona na našem tercijaru, odnosno omogućiti startovanje treće ili četvrte jedinice.

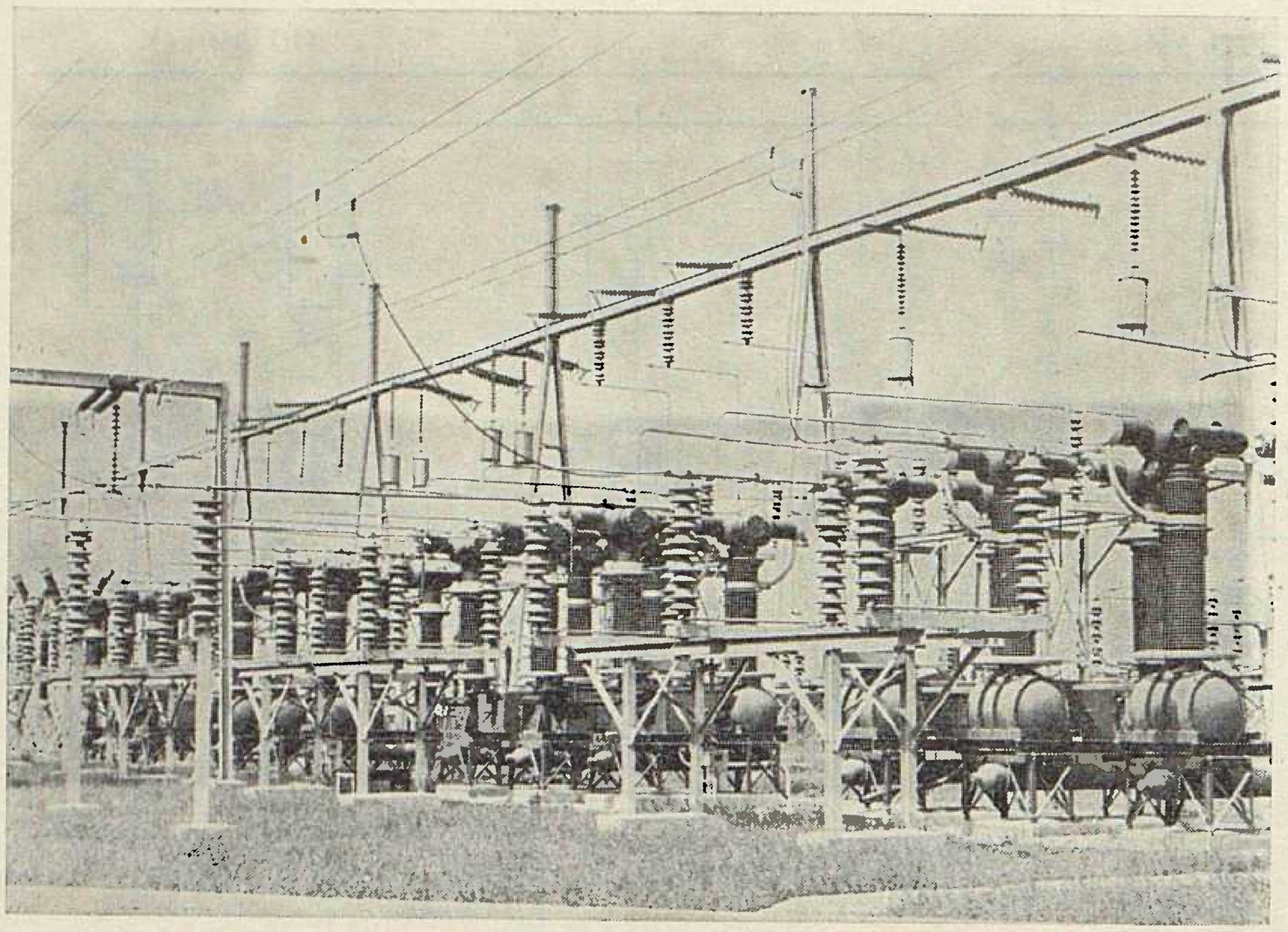
3.6 Prelaz sa rezervnog izvora napajanja na radni izvor se, posle pokretanja bloka, vrši kratkotrajnim uvođenjem u paralelni rad, tj. uključenje radnog izvora izaziva (automatski) ispad rezervnog. Neuspeo prelaz dovodi do ispada bloka koji je tek startovao. Ovakvih slučajeva je u praksi bilo na sve četiri jedinice. Zbog nepoverenja u opremu na trećoj i četvrtoj jedinici ova blokada je zasada skinuta. Isključenje rezervnog izvora se ovde vrši ručno, tek pošto se utvrdi da je prekidač radnog izvora uključio. Paralelan rad traje najduže 5 s.

3.7 Šema automatskog uključenja rezervnog napajanja je izvedena na trećem i četvrtom bloku između prekidača sopstvene potrošnje bloka i odgovarajućeg spojnog prekidača sa opštom grupom. Na prvom i drugom bloku šema AUR-a nije izvedena.

Šema AUR-a primenjena na trećem i četvrtom bloku koristi podnaponske releje za kontrolu preostalog napona koji se javlja posle isključenja prekidača radnog napajanja, i tek kad on padne ispod određene vrednosti daje se impuls za uključenje rezervnog napajanja. U trenutku kada se uključi rezervno napajanje nastupa samopogon motora pri kome nastaju struje samopogona, koje su veće od nominalnih i koje zavise od vremena trajanja prekida napajanja i od vrednosti preostalog napona.

Šema AUR-a je tako načinjena da se uključenje rezervnog napajanja ne može izvršiti pri delovanju prekostrujne zaštite, da ne bi došlo do ponovnog uključenja napona na kratki spoj na sabirnim šinama.

3.8 Šema snabdevanja sopstvene potrošnje na naponu 0.4 kV ostvaruje se radijalno sa radnim i rezervnim izvorom napajanja svake sekcije. Na svakom bloku su izvedena dva glavna razvoda 0,4 kV i to: blok 0,4 kV i opšta grupa 0,4 kV. Sa ovih glavnih razvoda napajaju se svi potrošači u elektrani preko odgovarajućih podrazvoda. Svaki



Sl. 2 Razvodno postrojenje 220 kV

podrazvod ima dva napajanja od kojih oba idu sa jednog glavnog razvoda, ili je napajanje ukršteno sa dva razvoda.

Glavni razvodi bloka 0,4 kV se napajaju preko posebnog transformatora 6 kV/0,4 kV koji je na primarnoj strani priključen na postrojenje bloka 6 kV. Razvodi opštih grupa 0,4 kV dobijaju napajanje sa transformatora 6 kV/0,4 kV koji su na primarnoj strani priključeni na postrojenja opštih grupa 6 kV. Glavni razvodi opštih grupa 0,4 kV za prvi i drugi blok su slično, kao i kod odgovarajućih postrojenja 6 kV, izrađeni kao jedna celina. Između razvoda za jedan blok i razvoda za drugi blok postoji spojni prekidač tako da jedan transformator može da napaja oba razvoda. Snaga transformatora zadovoljava sve potrošače na oba bloka u normalnom pogonu. Slično je urađeno na trećem i četvrtom bloku.

Između glavnog razvoda bloka 0,4 kV i odgovarajuće opšte grupe 0,4 kV postoje spojni prekidači. Tako da transformator 6 kV/0,4 kV opšte grupe, koji ima ulogu rezervnog transformatora može da zameni blok transformator 6 kV/0,4 kV.

3.9 Za pokretanje mehanizama se koristi isključivo električni pogon pomoću asinhronih motora napona 6 kV i 0,4 kV. Izuzetak postoji samo na prvom bloku, gde je primenjen parni pogon za pokretanje jedne napojne pumpe.

3.10 Savremeni zahtevi primene AUR-a na svaku važniju sekciju na naponu 0,4 kV kod nas nije našla primenu. Sledeći koraci na ovom naponu idu u tom pravcu.

Raznolikost opreme i ovde, kao kod postrojenja 6 kV, otežava održavanje i povećava skladište rezervnih delova.

Napajanje operativnih kola upravljanja, signalizacije, relejne zaštite, mreže nužnog osvetljenja i havarijskih motora sopstvene potrošnje (uljne pumpe zaptivanja i sl.) se ostvaruje od akumulatorske baterije 220 V.

Za komandu elektromotorima 0,4 kV, signalizaciju na razvodima 0,4 kV i dr., primenjuje se operativna naizmenična struja.

3.11 Eksploatacija električne šeme sopstvene potrošnje uključuje i razradu i analizu radnih eksploatacionih šema i sprovođenje eksploatacione kontrole opreme.

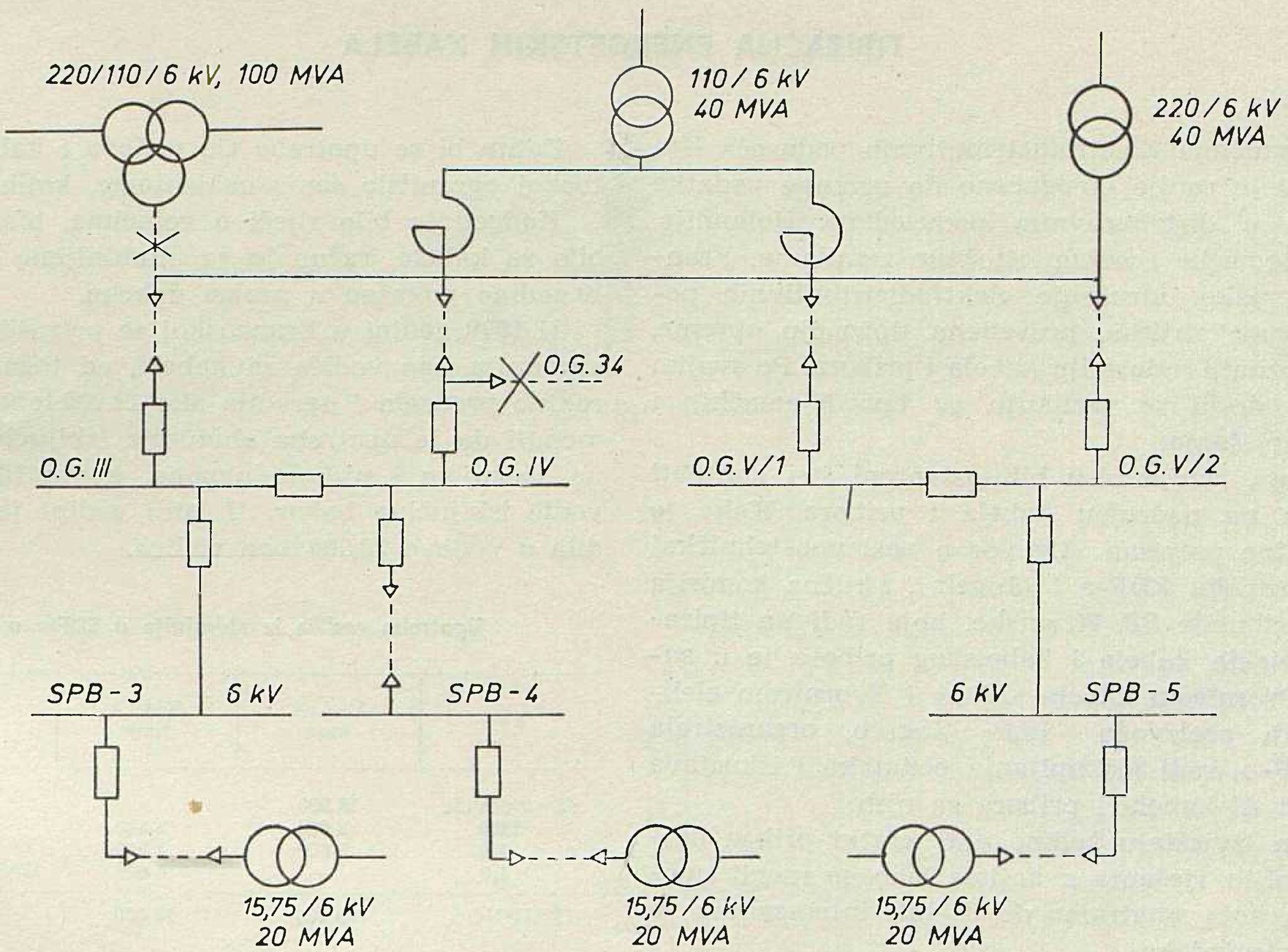
Raspodela radnih mehanizama sopstvene potrošnje po sekcijama se izvodi uz uslov minimalnog narušenja rada elektrana u slučaju oštećenja ili isključenja neke sekcije sopstvene potrošnje. Usled toga radna eksploataciona električna šema se tako razrađuje da havarija u električnom postrojenju bude lokalizovana s minimalnim gubicima snage. Ove šeme, najčešće, uključuju široko sekcioniranje šina. Ako šema predviđa dva sistema šina, onda se oba uključuju u rad.

Razradi eksploatacionih šema na gornjim principima se, kod nas, poklanja pažnja samo za napon 6 kV i glavne razvode 0,4 kV, i to ne stalno, dok se napajanju podrazvoda 0,4 kV u ovom pogledu ne poklanja dovoljna pažnja.

IV. Konačna šema napajanja sopstvene potrošnje

4.1 Sa završetkom petog bloka završava se proširenje i gradnja TE »Kosovo«, koja obuhvata pet blokova na sadašnjoj lokaciji. U toku gradnje ovog poslednjeg bloka realizovaće se konačna šema napajanja sopstvene potrošnje na naponu 6 kV. U daljem izlaganju izneće se ova šema.

4.2 Napajanje sopstvene potrošnje prvog i drugog bloka po konačnoj šemi trpi najmanje promene u odnosu na izvedeno stanje. Rezervno napajanje sopstvene potrošnje drugog bloka, koje je do sada bilo, sa opšte grupe 12 prebaciće se na opštu grupu 34 (sl. 1). Ovo prebacivanje čini da svaki od ova dva bloka ima sopstvenu rezervnu opštu grupu što obezbeđuje veću elastičnost i



Sl. 3 Konačna šema napajanja sopstvene potrošnje TE »Kosovo« III, IV i V (OG — opšta grupa, SRB — sopstvena potrošnja bloka)

sigurnost pogona. Nastaje još jedna promena na ovom delu napajanja sopstvene potrošnje jer se rezervno napajanje opšte grupe 4 sa opšte grupe 34 uklanja u potpunosti. Na taj način ostvaruje se potpuno razdvajanje napajanja prvog i drugog bloka od ostalih blokova, što pojednostavljuje ukupnu šemu napajanja sopstvene potrošnje.

4.3 Konačna šema napajanja sopstvene potrošnje trećeg, četvrtog i petog bloka data je na sl. 3. Iz ove šeme se vidi da se napajanje sopstvene potrošnje na naponu 6 kV ostvaruje preko dva nova transformatora od 40 MVA od kojih se jedan priključuje na sabirnice razvodnog postrojenja 110 kV a drugi na sabirnice 220 kV. Vidi se da na opštu grupu 4 na mesto skinute napojne veze sa opšte grupe 34 dolazi napajanje sa transformatora 110 kV/6 kV, 40 MVA. Također se skida napojna veza sa interkonektivnog transformatora 220 kV/ /110 kV/6 kV, 100 MVA i na mesto te veze dolazi napajanje sa transformatora 220 kV/6 kV, 40 MVA.

Napajanje opšte grupe 5 koja se gradi u okviru petog bloka je sigurno obezbeđeno sa ova dva transformatora.

4.4 Oba nova transformatora za napajanje opštih grupa trećeg, četvrtog i petog bloka su regulaciona (regulacija pod opterećenjem) sa velikim opsegom regulacije. Posle ugradnje ovih transformatora nestaće svi problemi oko nivoa napona na sopstvenoj potrošnji. Treba primetiti da će osnovni transformator za napajanje sopstvene potrošnje petog bloka (T 5A) biti regulacioni, što će također obezbediti zadovoljavajući nivo napona pri različitim reaktivnim opterećenjima petog generatora.

4.5 Razvodna postrojenja sa svim napojnim prekidačima na trećem, četvrtom i petom bloku su istog tipa i istih nominalnih parametara. Veza između opšte grupe 3 i sopstvene potrošnje, bloka 3 i opšte grupe 5 i sopstvene potrošnje bloka 5 su ostvarene šinskim vezama dok su sve ostale napojne veze ostvarene paralelnim vođenjem više kablova. Prigušnice su postavljene na sekundarnoj strani transformatora 110 kV/6 kV, 40 MVA radi ograničenja struja kratkog spoja, jer je ovaj transformator već ranije nabavljen za jedno drugo postrojenje.

4.6 Na bloku 5 se predviđa ugradnja uređaja za brzo automatsko uključenje rezervnog napajanja između odgovarajućih prekidača sopstvene potrošnje bloka i opšte grupe. Velika raspoloživa snaga rezervnih transformatora obezbediće potpuno i sigurno prebacivanje sopstvene potrošnje bloka pri punoj snazi. Ovo važi kako za brzi AUR na petom bloku, tako i već ugrađeni AUR na trećem i četvrtom bloku.

Literatura

1. R. Ivanković, *Problem sopstvene potrošnje u termoelektranama* — II savjetovanje o eksploataciji termoelektrana — Sarajevo 1966.
2. С. А. Мотыгина: *Эксплатация электрическои части тепловых электростанции* -- Энергия 1968.
3. С. А. Бургучев: *Электрические станции, подстанции и системы* — Колос 1966.
4. Г. П. Егоров, В. М. Заицев: *Повишение надежности схемы собственных нужд ТЭЦ* — Электрические станции 9/1966.
5. И. Фреидбергер, Х. Носсе, М. Маннен, И. Теодор: *Снабжение соботвенных нужд тепловых электрических Станции* — Сборник СИГРЭ,Париж 1960; Госэнергоиздат 1961.

Naslov pisca: Dragoljub Piperski, dipl. ing., TE Kosovo — Obilić

TIPIZACIJA ENERGETSKIH KABELA

Predstavnicima Elektrodistributivnih poduzeća Hrvatske bilo je ranije omogućeno da prikupe podatke i iskustva u distributivnim poduzećima Holandije, Belgije, Njemačke i nekim istočnim zemljama. Francuska ima jako udruženje elektrodistributivnih poduzeća, veoma striktno provedenu tipizaciju opreme, i veoma poznatu industriju kabela i pribora. Po svojim rješenjima dosta se razlikuju od tzv. Njemačkih i Engleskih rješenja.

Na žalost, ranije nisu bili ostvareni širi kontakti s EDF-om na području kabela i pribora. Kako je prošle godine potpisan »Ugovor o poslovno-tehničkoj saradnji« između EDF-a i »Jugela«, stručna komisija elektrodistribucije SR Hrvatske, koja radi na tipizaciji energetskih kabela i kabelskog pribora je u suradnji s Tvornicom kabela »Elka« i Tvornicom elektrotehničkih proizvoda »TEP« Zagreb, organizirala posjet EDF-u, radi prikupljanja podataka i iskustava u primjeni Al-kabela i pribora za njih.

U ovom izvještaju želimo dati kratki prikaz najinteresantnijih rješenja s kojima smo se mogli upoznati, i za koja smatramo da će biti interesantna za širi krug stručnjaka.

Za očekivati je, da će se u budućnosti u distribuciji Jugoslavije, a i Hrvatske, sve više upotrebljavati kabelski vodovi na račun zračnih. Nagla urbanizacija čini velike poteškoće u pronalaženju transa za 10 kV zračne vodove, pa se pretpostavlja sve veća upotreba 10 kV kabelskih vodova. Na niskom naponu povećanje opterećenja (naročito po domaćinstvu) ukazuje da naglo nestaju ekonomske prednosti izgradnje n. n. zračnih mreža na račun kabelskih.

Uviđajući sve veću upotrebu kabela u distribuciji Hrvatske sada, a naročito u budućnosti, pokušalo se s tipizacijom kabela. Tipizacija kabela bi trebala biti: po naponima, materijalima vodiča, njihovoj izvedbi, presjecima, vrsti izolacije i načinu izvedbe. Pri tom se mora ocijeniti razvoj kabela barem za 5 godina unaprijed, razvoj kabelske industrije za isto razdoblje, pa sve to uzeti u obzir kod tipizacije.

Vrlo je važno znati kako je u praksi i čuti predviđanja distribucije koja je otišla dalje u rješavanju pitanja, radi donošenja pravilnih odluka.

»Electricite de France« (EDF) omogućio nam je posjet distribucijama i institutima Francuske, koji se tim problemima bave. Posjeta je trajala od 13—18. XII. 1971. godine.

U tom razdoblju posjećene su ove ustanove i poduzeća:

L'Aluminium Français: tehnički centar za aluminij.
Direkcija za studije i istraživanja EDF-a
Distribucija EDF-a u Orleans-u.
Direkcija za distribuciju EDF-a
Distribucija EDF-a u Ile de France Est (dir. Pariza).

Vodovi i kabeli

U Francuskoj smatraju da je pitanje vodiča riješeno u korist Al i njegovih legura. Za dvije godine riješili bi se još neki problemi kabela s vodičima od aluminija.

Zatim bi se upotreba Cu vodova i kabela u Francuskoj ograničila samo na iznimke, kojih je malo.

Kadgod je bilo riječi o vodičima, bilo za vodove, bilo za kabele, računaju sa aluminijem, koji se kroz 10 godina pokazao u praksi dobrim.

U 1970. godini u Francuskoj se potrošilo 22.600 tona aluminija kao vodiča za kabele, od toga je EDF direktno preuzela i ugradila oko 12.000 tona. Valja spomenuti da je upotreba aluminija isključivo za kabele na srednjem i niskom naponu, kod viših napona je vodič isključivo bakar. U istoj godini je EDF ugradila u vodove 20.000 tona vodiča.

Upotreba vodiča iz aluminija u EDF-u u 1970.

kV	Vodovi tona	Kabeli tona	Primjedba
45 - nd više	16 000		
20,0	2 000	3 500	
1,0	2 000	2 500	
1,0	—	6 000	SAMONOSEĆI
UKUPNO:	20 000	12 000	

Iz tablice se vidi, da u području distribucije kabeli potiskuju zračne vodove. Iznenađuje velika upotreba 1 kV samonosivih kabela koji će prema procjeni stručnjaka za 5 godina, potpuno istisnuti n. n. zračnu mrežu, a negdje i podzemni kabel 1 kV.

Naponi u EDF-u

Prije nego što počnemo govoriti o naponima u Francuskoj, potrebno je istaknuti da EDF dijeli napone na

napone prijenosa,
napone distribucije.

1. Kod prijenosnih napona razlikuju:
   1.1. najviše napone 730 kV (u razvoju)
   380 kV
   225 kV
   150 kV (u odumiranju)
   2.2. visoki napon: 90 kV
   63 kV
   45 kV (u odumiranju)

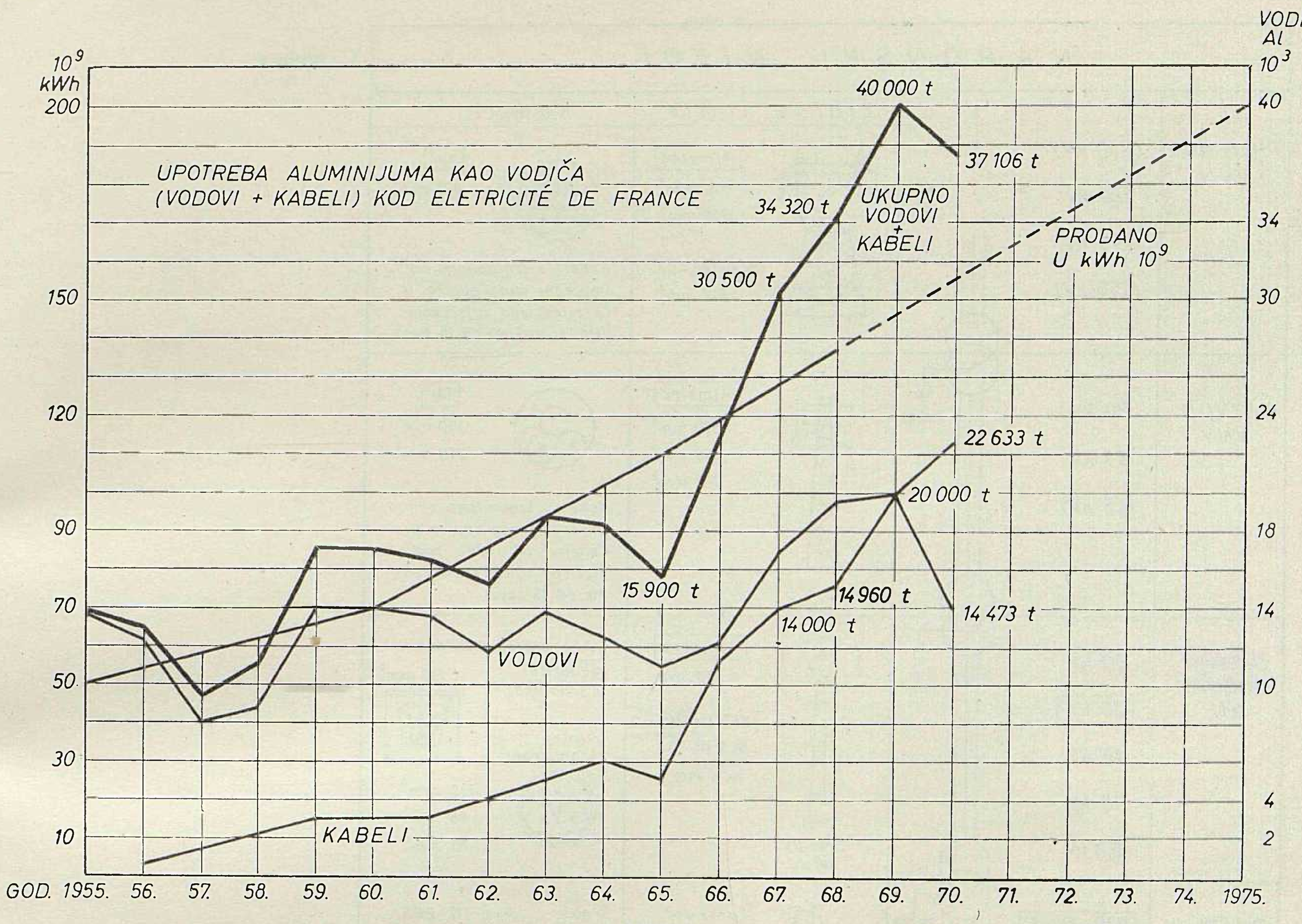
2. Kod distributivnih napona imamo:
   2.1. srednji napon: 30 kV (u odumiranju)
   20 kV
   15 kV (u odumiranju)
   10 kV (u odumiranju)
   5.5 kV (u odumiranju)

Sva postrojenja, svi kabeli i vodovi srednjeg napona grade se za 20 kV bez obzira, da li su u pogonu s nižim naponima.

2.2. niski napon 220/280 V
127/220 V (u odumiranju)

sva postrojenja, kabeli i vodovi, grade se za 1 kV odnosno 220/380 V.

Pregled presjeka, vrsta vodova i tipova kabela za neke napone shematski je prikazan na sl. 1 str. 6.



Slika 1

Podzemni kabeli najčešće upotrebljavani u EDF-u

1. Srednjenaponski kabeli

1.1. *papirom izolirani kabeli*

Srednjenaponski kabeli su izolirani impregniranim papirom. Fazni napon treba da iznosi 11.6 kV. Kao materijal vodiča upotrebljava se isključivo Al uže. Uže može biti normalne izvedbe, a može biti i prešano što je prepušteno izboru proizvođača kabela. Predviđeni su presjeci: 50, 95, 150, 240 mm².

Pri tom su presjeci: 50 i 95 izvedeni kao okrugli, dok su presjeci: 150 i 240 izvedeni kao sektonski. Do, uključivo 150 mm², preporučuje se trožilna izvedba kabela. To se naročito preporučuje za presjek 150 mm² jer olovni plašt tog kabela znatno smanjuje vrijednost uzemljenja u transformatorskim stanicama. U tom slučaju vanjska zaštita kabela je iz impregnirane jute. U slučaju da se kabeli polažu u tunelima, vanjski zaštitni sloj kabela treba biti iz PVC-a. Kod jednofaznih kabela vanjski zaštitni sloj je uvijek iz PVC-a. Razumljivo je da svi kabeli moraju imati zaštitni ekran, a kod trožilnih kabela preko olovnog plašta stavlja se tanki PVC plašt, radi smanjenja korozije olova.

1.2. *sintetikom izolirani kabeli*

Predviđaju dvije kategorije izolacije: kabele izolirane termoplasticima: PE i PVC

PE: kabele izolirane
VPE ili butil guma

PVC ima daleko veće gubitke u dielektriku od ostalih sintetskih izolacija, pa se očekuje prestanak proizvodnje kabela s takvom izolacijom.

Upotrebom elastomera može se ista snaga prenijeti kabelima s manjim presjekom vodiča, s obzirom na dopuštenu pogonsku temperaturu tako izoliranog kabela od 90°C.

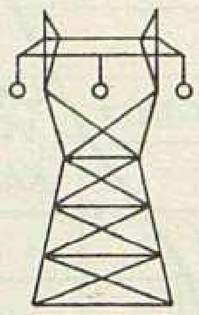
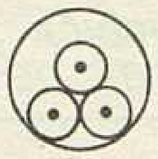
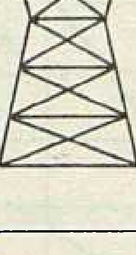
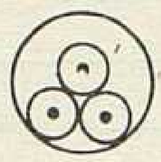
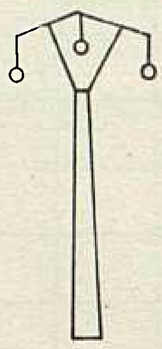
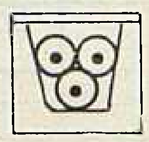
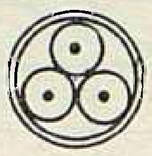
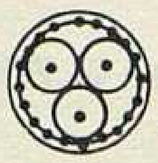
Za malene presjeke i rijetko upotrebljavane količine upotrebljava se kao vodič isključivo Cu uže. Predviđeni su i presjeci: 25 i 50 mm².

Takvi kabeli se izvode isključivo kao jednofazni i služe za spoj transformatora s odgovarajućom klijetkom na 20 kV. Potrbeno je istaknuti da su spojevi izvedeni kao utikači, pa se takvi kabeli prerađuju u radionici.

1.3. Opisane vrste kabela 20 kV u upotrebi u EDF-u mogle bi se upotrebljavati još 4—5 godina. Zatim se predviđa i nadalje upotreba kabela sa vodičima iz Al užeta. Predviđaju da će sintetska izolacija (vjerojatno VPE) potpuno potisnuti kabele iz impregniranog papira. Kabeli će svakako imati ekran. Računaju, da će kabeli biti u trofaznoj izvedbi, a spojni materijal jednopolan.

EDF se nada da će proizvođači kabela predložiti jedini tip 20 kV kabela odgovarajuće kvalitete, radi

Slika 2

NAPONSKI NIVOI		Zračne linije	Kabeli
PRIJENOS VVN	(730 kV) 380 kV 225 kV (150 kV)	 Almelec 570 mm² 366 mm² Almelec - Če 617 mm²	 Cu 805 mm² Kabeli s izolacijom od impregniranog papira, u Če cijevi pod pritiskom ulja ili dušika od 15 bara
RAZVOD VN	90 kV 63 kV (45 kV)	 Almelec 570 mm² 366 mm² 288 mm²	 Cu 350 mm² 240 mm² Kabel s izolacijom od impregniranog papira u Če cijevi, ili trožilni pod olovom, s pritiskom dušika od 15 bara
DISTRIBUCIJA SN	30 kV 20 kV 15 kV 10 kV 5,5 kV	 Almelec 228 mm 117 ili 148 54,6 ili 75,5 34,4 mm² Drvo ili beton	Al impregnirani papir jednožilni u kanalima 240 mm²  trožilni ekranizirani  150 mm² 95 mm² 70 mm²
DISTRIBUCIJA NN	220/380 V 127/220 V Pretplatnici: 1-fazni 3-fazni	 „Torsade" na stupovima na fasadama Al 70 mm² 50 mm² 35 mm² 25 mm² Neutral: Almelec 54,6 mm²	Al PVC ili PEX  240 mm² 150 mm² 95 mm² 50 mm² Neutral: Koncentrično - Al žice valovito omotane

ispitivanja u laboratorijima EDF-a. Nadaju se da to neće biti dugotrajna ispitivanja mnogobrojnih vrsta (kao kod 1 kV kabela) do konačnog izbora kabela koji je zadovoljio.

1.4. Struje kratkog spoja, u mreži na 90 kV, ograničavaju na 12,5 kA, pa 20 kV kabel presjeka 50 mm² Al više ne zadovoljava, iz tih razloga je nepouzdana upotreba 20 kV kabela presjeka 95 mm² Al.

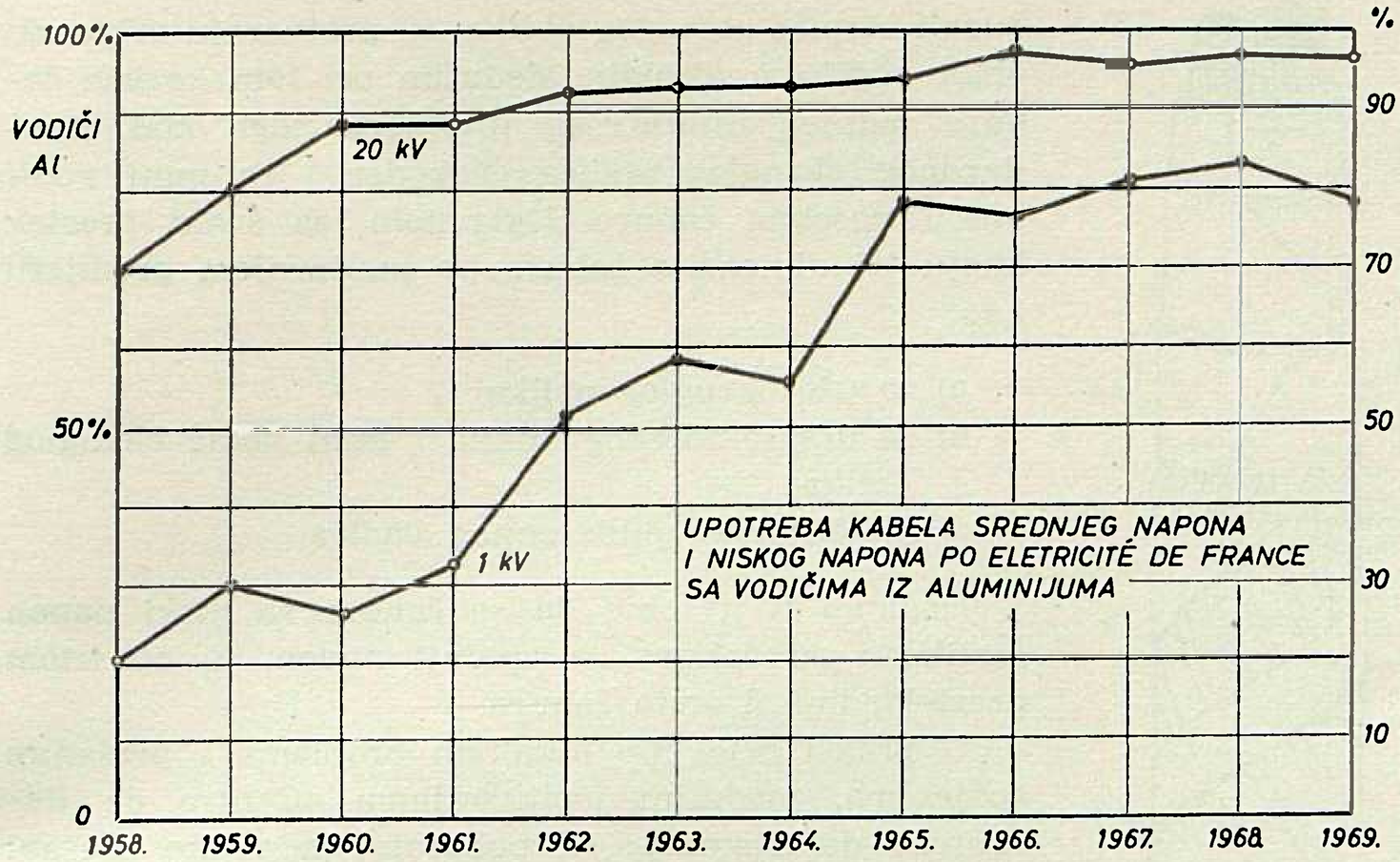
2. Niskonaponski kabeli

Kao izolaciju za 1 kV kabele upotrebljavaju gotovo isključivo sintetiku i to: PVC i VPE.

Materijal za vodiče je Al uže ili puni vodič. Ukoliko je vodič uže, može biti u normalnoj izvedbi, a može biti i prešan. Upotreba vodiča s punim presjekom za sada daje malu ekonomsku prednost, što nije realno. Nadaju se, da će u skoroj budućnosti novčana prednost biti znatna. Za kabelske odcjepe manjih presjeka (priključak obiteljskih zgrada) upotrebljavaju Cu. Razlog upotrebe Cu za priključke su neatestirani kontakti priključnih aparata na ploči brojila (limitator) — spoj na Al kabel (što je upravo u toku). Upotreba 1 kV kabela sa vodičima iz Cu u km iznosila je u 1969. godini oko 22% od ukupne potrošnje 1 kV kabela po EDF-u.

Razlikuju 1 kV spojne kabele i 1 kV kabele za priključke. Za 1 kV spojne kabele su vodiči isključivo Al, a služe za spoj između dvije stanice (s odgovarajućim odcjepima do potrošača) ili odcjepe za više potrošača, predviđaju slijedeće presjeke: 4×50, 3×95+50, 3×150+70, 3×240+95 mm². Za priključak većih zgrada (sa više stanova sa monofaznim potrošačima) predviđaju presjek: 4×15 mm². Za 1 kV kabele za priključke predviđaju vodiče iz Al i Cu. Preporučuju presjeke Al vodiča: 4×16, 4×25, 4×35 mm², odnosno presjeke za Cu vodiče: 4×10, 4×16, 4×25 mm².

Imaju dvije vrste podzemnih 1 kV kabela i distribucija može odabrati tip kabela koji želi. Ovoga časa ne daju prednost ni jednom od tipova: tehnički zadovoljavaju obadva, očekuju se daljnji razvoj i poboljšanja oba tipa kabela. Jedino bi niža cijena mogla utjecati na konačni izbor. Naročito ističu da su oba kabela pogodna za rad pod naponom.



Slika 3

2.1. 1 kV trofazni kabel sa 3 faze segmentnog oblika sa nulvodičem periferno raspoređenim. Izvodi se u dvije varijante jedanput je nul — vodič iz Al žice, a drugi put je iz Cu žice. Nul-vodič iz Cu žice upotrebljava se svega u 5—6 distribucija i može se smatrati iznimkom (prema izvještaju TE 967).

2.2. 1 kV trofazni kabel sa neizoliranim nul-vodičem. Faze i nule su segmentnog oblika, nul-vodič je iz Al presvučen sa Pb. Ovaj je spojen sa dvije tanke galvanizirane Če trake, koje imaju funkciju ekrana.

2.3. *Razvoj*

Situacija sa kabelima od 1 kV ocijenjuje se kao napredna, pa se očekuje da će se takvi kabeli zadržati slijedećih 5—10 godina.

Predviđa se da će za 4—5 godina gotovo potpuno nestati Cu kod 1 kV kabela. Mišljenja su da će ispitivanja priključak limitatora — Al kabel dati pozitivne rezultate, pa će se preći i na upotrebu Al vodiča kod 1 kV kabela za priključke.

3. Samonosivi kabeli

Kako se vidi iz potrošnje vodiča za samonosive kabele 6.000 tona u 1970. godini (prema 2.000 t. odnosno 2.500 tona vodiča za zračne odnosno kabelske 1 kV vodove u istom razdoblju) očito je da samonosivi kabel naglo potiskuje n. n. zračnu mrežu a u specijalnim slučajevima (uske ulice) potiskuje i n. n. kabele. Računaju da će samonoseći kabel za 5 godina potisnuti potpunoma n. n. zračnu mrežu.

Primjena samonosivog kabela je: u manjim gradovima s uskim ulicama, gdje je u investicijama jeftiniji (iskop) i praktičniji rad (neprekidanje prometa, kanalizacija, vodovod i ostale podzemne instalacije) prema podzemnom kabelu, te za priključak pojedinih zgrada u šumovitim krajevima.

Izvedbom n. n. priključaka ili mreže samonosivim kabelima otpadaju presjeke, što znatno olakšava i pojeftinjuje radove.

Mogućnost izvedbe 10 kV vodova i n. n. na istim stupovima, manji troškovi izgradnje i znatno manji troškovi održavanja, prema klisičnom načinu građenja.

Uslijed manjeg induktivnog otpora, manji padovi napona. Samonosive kabele izvode iz 4 do 6 vodiča blago usukanih, koji ničim nisu međusobno učvršćeni. Ulogu nosača preuzima nul-vodič iz Almelec-a. Sistem samonosivih kabela sa nosivim Fe užetom napustili su prije 10—12 godina, kao skuplji i nepraktičniji.

Kao izolacija dolazi u obzir poboljšani PVC, i PVE koji mora (radi djelovanja ultravioletnih zraka) biti crne boje. Materijl vodiča je Aluminij-uže. Nul vodič je iz Almelec-a (legura aluminija sa dodatkom 0,6% silicija i magnezija) takav nul-vodič je ujedno i nosivi dio takvog samonosivog kabela.

Karakteristika vodiča iz aluminija i almeleca

		Vodič	
		Al	Almelec
Prekidna čvrstoća	kg/mm²	14,5 — 18,0	31 — 33
Tvrdoća	kg/mm²	30 — 45	80
Spec. otpor	Ω/mm² · m	0,028264	0,0325

Kao što se vidi iz tablice prekidna čvrstoća Almeleca je za 50% veća nego kod čistog aluminija. Veliku važnost polažu kod golih vodiča na veću tvrdoću (po Brinellu).

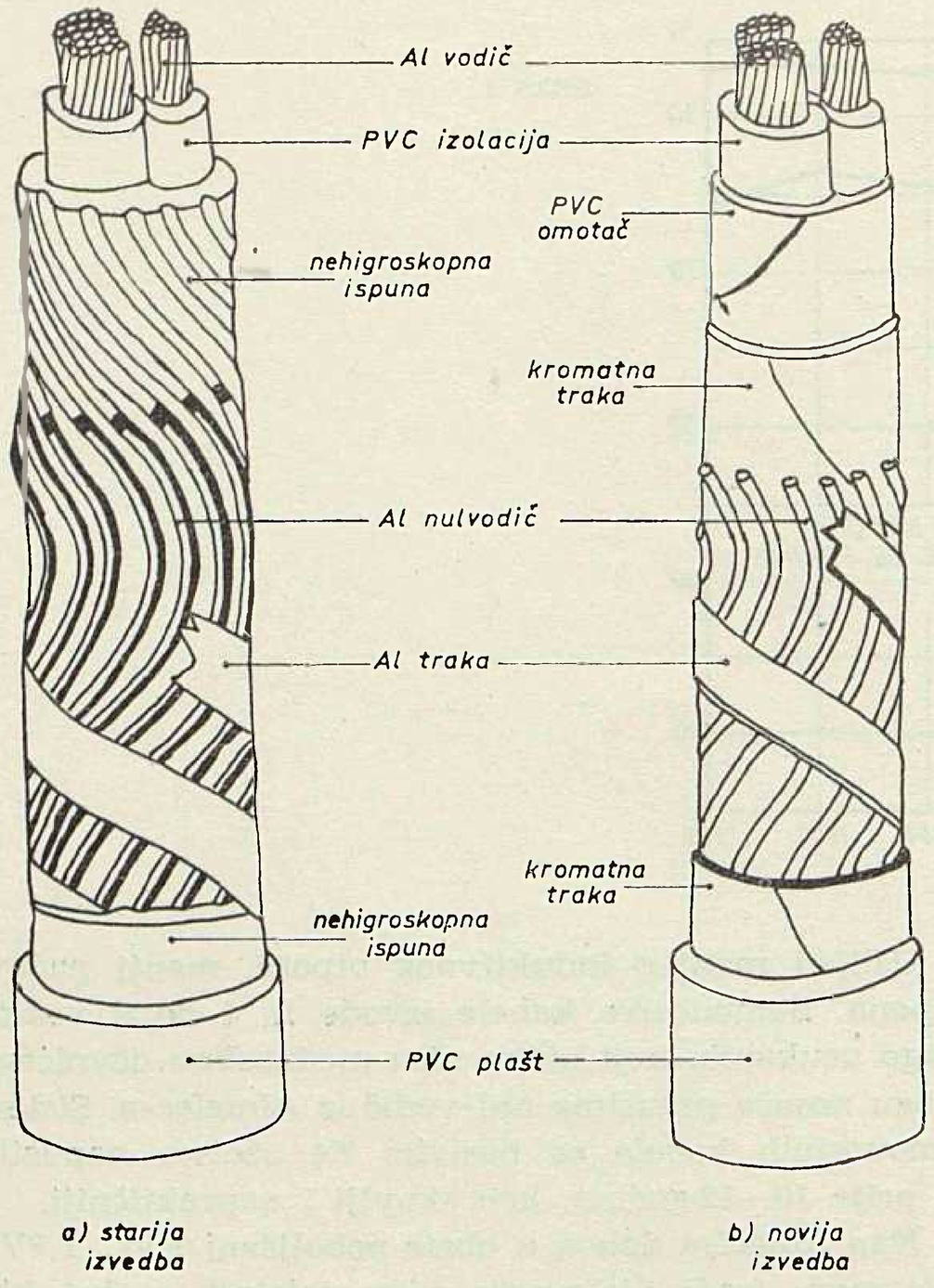
Podaci o samonosivim kabelima u upotrebi u EDF-u

Vodiči		Promjer vanjski	Otpor kod + 20 °C/fazi Ω/km	Dopustivi raspon
Fazni Al mm²	Nula Almalec mm²			
3×25	54,6	26,00	1,20	64
3×35		30,00	0,867	53
3×50		33,10	0,641	51
3×70		38,5	0,443	44

Samonosivi kabeli izvode se jednim presjekom nul-vodiča, dok su fazni vodiči različitih presjeka.

4. Spajanje aluminijskih vodiča kabela

Kako se iz prethodnog izlaganja vidi, aluminij je uglavnom istisnuo bakar kao materijal za izradu vodiča kabela u distribuciji Francuske. Problemi spa-



Sl. 4 Kabel s koncentričnim neutralom

janja još nisu idealno riješeni i na njihovom rješavanju se stalno radi u »CENTRE TECHNIQUE DE L'ALUMINIUM«. Međutim, već godinama uspješno koriste aluminij i nemaju nikakvih poteškoća sa spojevima. Za spajanje aluminija koriste slijedeće metode:

4.1. Zavarivanje u grafitnoj formi
4.2. Prešanje metodom dubokoureznog prešanja.
4.3. Vijčane spojeve
4.4. Lemljenje pomoću organskih otapala.

4.1. *Zavarivanje u grafitnoj formi:*

Zavarivanje ravnih spojeva, odvojaka i završetaka je u odgovarajućim formama, koje su obložene metalnim dijelom konstruiranim tako, da plamen ne izlazi iz metalne obloge prilikom varenja, a grafitnu formu zagrijava podjednako po obodu. Koriste specijalne, veoma jake ili dvostruke plamenike koji se približe oko 5—10 mm otvoru, što se nalazi sa strane na zaštitnom oklopu forme i mirno drži do kraja varenja. Ne koriste nikakva otapala, nego oksid razbijaju čeličnom žicom kroz otvor s gornje strane, kroz koji se ujedno dodaje materijal za popunjavanje. Čeličnom žicom miješa se rastopljeni materijal do kraja grijanja. Proces je veoma brz, pa nema nikakvih oštećenja izolacije kod papirnih kabela, no za kabele sa sintetskom izolacijom ga ne preporučuju.

4.2. *Prešanje*

Metodu spajanja prešanjem koriste na svim naponima i presjecima i to za aluminij metodu dubokoureznog prešanja. Kod sektorskog vodiča koriste čahure i stopice okruglog oblika, tj. pretvaraju sektorski oblik vodiča u okrugli. Međutim pri tom koriste čahure manjeg unutarnjeg promjera nego kod standardnog okruglog vodiča. Također i za puni vodič imaju posebne čahure. Uglavnom, za svaki presjek imaju tri dimenzije čahura po unutarnjem promjeru i to:

a) za uže okruglog oblika
b) za uže sektorskog oblika i puni vodič okruglog oblika
c) za sektorski oblik punog vodiča.

Dodamo li k tome da se čahure za niski napon razlikuju od čahura za srednji napon, to po istom presjeku ima 6 vrsta čahura.

U praksi nije bilo nikakvih problema s prešanim spojevima, međutim ispitivanja u »Centre de Recherchs de Clamart« su pokazala da ovako prešani spojevi kod punog vodiča ne zadovoljavaju svim zahtjevima, tj. ne zadovoljavaju uvjetima kod kratkog spoja, jer djelomično dolazi do talenja materijala.

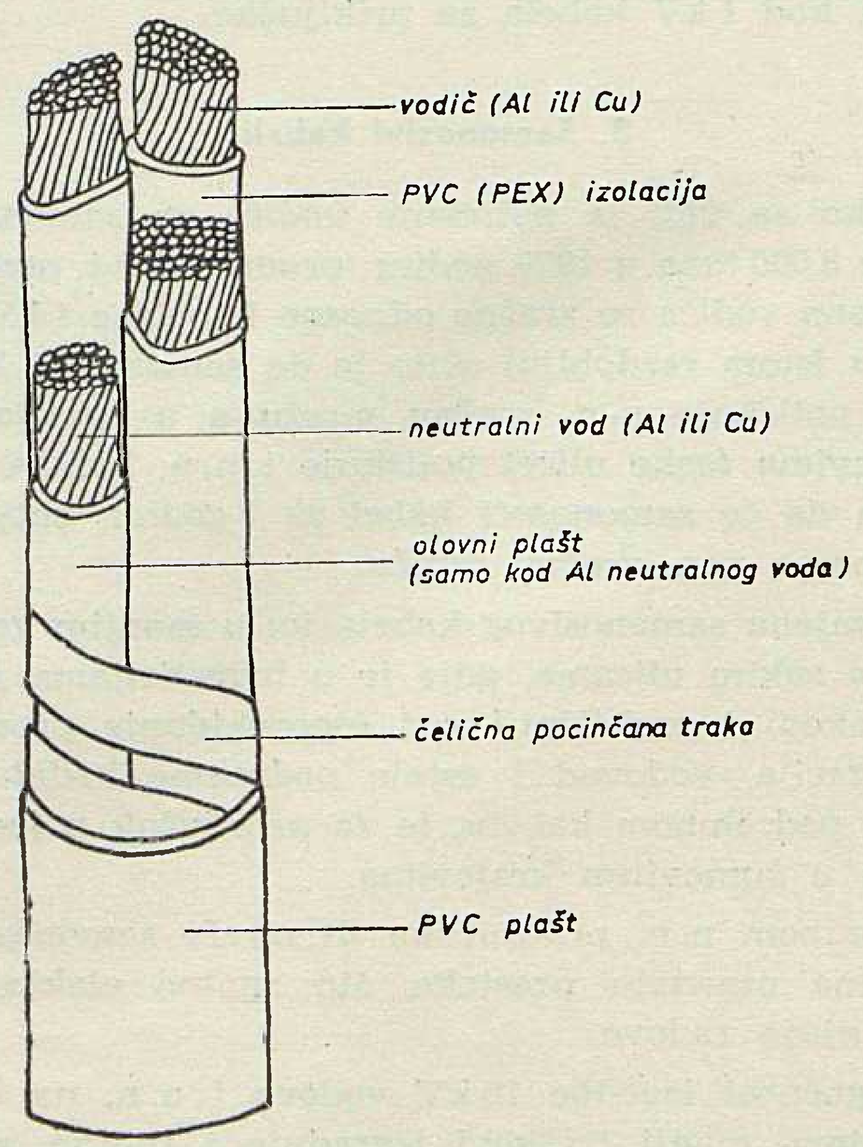
Upravo je u toku traženje novog oblika prešanja za pune aluminijske vodiče, pa se na tom području vrši veliki broj ispitivanja.

4.3. *Vijčani spojevi*

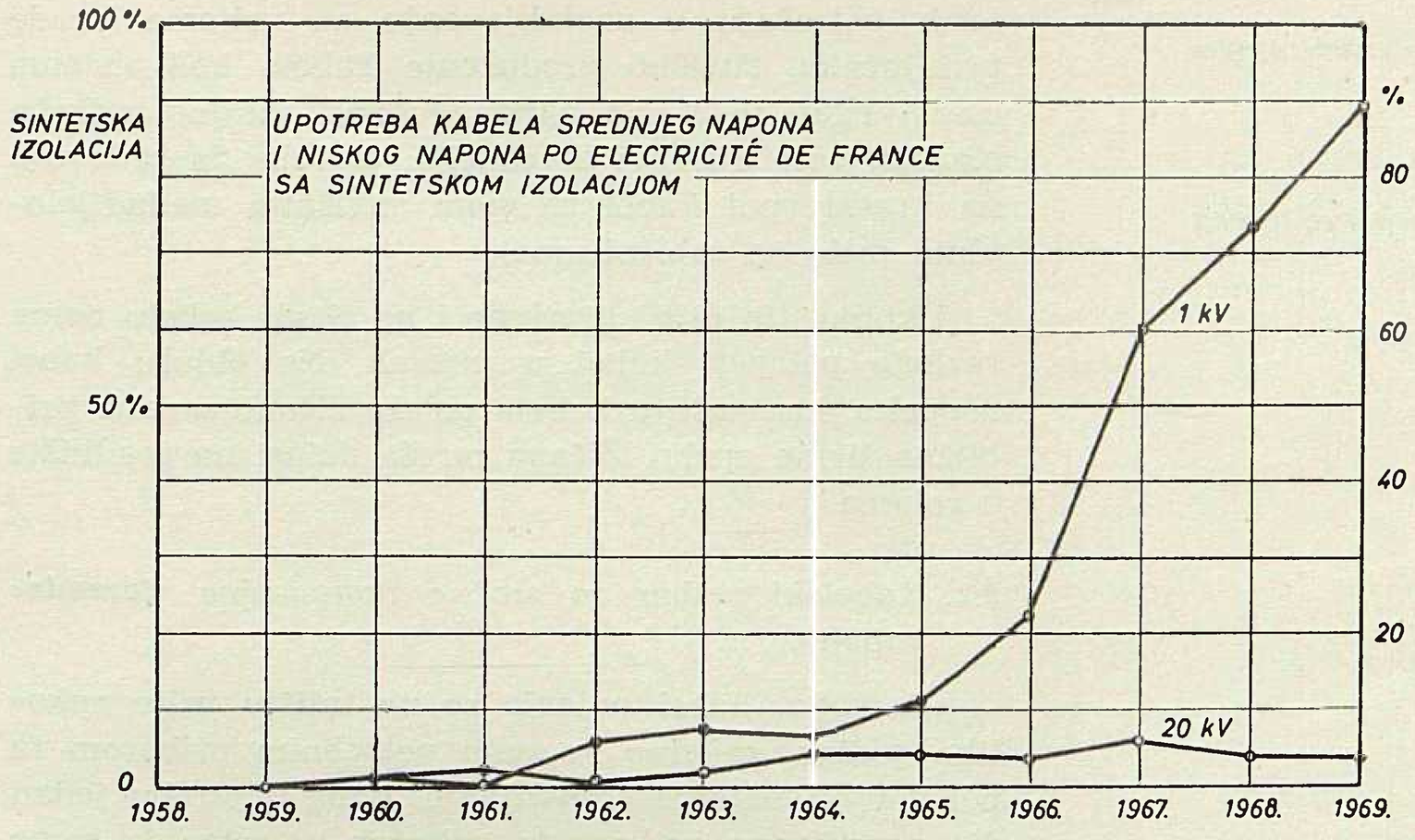
Vijčani spojevi koriste se za spajanje sabirnica, priključivanje vodiča na aparat, i za priključivanje odvojaka na kabel. Spajanje plosnatih profila vrši se odgovarajućim brojem vijaka. Profil se očisti metalnom četkom, premaže neutralnom mašću i stegne.

Za stezaljke koriste 1—2 čelična pasivirana vijka s posebnim elastičnim pločicama i 4—8 aluminijskih vijaka. Stegnuti spoj se zaštiti od korozije silikonskom masti, vazelinom ili bojom.

Odvojci na kabelima niskog napona obvezno se izvode vijčanim spojevima. U tu svrhu razvijena su 3 tipa stezaljki.



Sl. 5 Kabel s neizoliranim neutralom



Slika 6

Sila pritezanja ograničena je na taj način da kod jednog tipa stezaljki (za manje presjeke) dolazi do deformacije, a kod druga dva tipa dolazi do kidanja glave vijka. Time je bez posebnih napora i mjernih ključeva osigurana potrebna sila pritezanja, odnosno kontaktni pritisak.

Vodič se prije stavljanja stezaljke počisti metalnom četkom, a budući da je spoj u spojnici, gdje je pristup zraka i vlage onemogućen, ne zaštićuje se posebno.

Kod spojeva na »Topsade« kabelima na takvu stezaljku natakne se posebno konstruirana kapa od neoprena, koja je ispunjena antikorozivnom neutralnom masti, te se prilikom postavljanja kape stezaljka i vodič oblažu i zaštite mašću. Nikakve druge zaštite kod zračnih kabela nema. Kako koriste posebni tip samonosivog kabela tzv. »torsade« kabel, to ovakvu stezaljku mogu staviti na svakom mjestu.

4.4. *Lemljenje*

Lemljenje aluminija uopće ne preporučuju jer su ispitivanja EDF-a pokazala veoma loše rezultate, a i u praksi nije pokazalo dobre rezultate. Unatoč tome, još se tu i tamo koristi za izradu odvojaka kod srednjeg napona (15 i 20 kV) i to za priključivanje bakrenog kabela na Al-prolazni kabel.

Koriste organska otapala engleske proizvodnje i zagrijavanje prelijevanjem rastopljene legure Pb — Sn koja se normalno koristi za lemljenje. Varenje smatraju najkvalitetnijom metodom, prešanje najjednostavnijom i najprikladnijom, a za odvojke na niskom naponu smatraju najprikladnije vijčane spojeve.

5. Pribor za kabele srednjeg napona

Kako je prethodno rečeno na ovom naponskom nivou koriste se isključivo papirni kabeli, pa je i riječ o klasičnom priboru kod normalnih kabelskih glava i spojnica. Samo kod normalnih kabela kad postoji određena visinska razlika počeli su koristiti 3M-špric postupak umjesto unutarnje spojnice, uglavnom zbog sprečavanja migracije ulja. No to se koristi veoma rijetko i samo je predviđeno za takvu namjenu. Kabelske glave i spojnice za ovaj naponski nivo propisane su EDF-normama i to HN 33-M-01, HN 68-16 i drugima. Interesantno je da kod ovog napona koriste odvojene spojnice, a zaštitnu spojnicu uglavnom koriste samo kao odvojenu umjesto zaštitne spojnice iz ljevanog željeza kod ravnih spojnica.

Postupak montaže i materijali za unutarnju spojnicu indentični su priboru kakav se kod nas proizvodi i koristi. Prostor između olovne i zaštitne spojnice (betonskih blokova) ne ispunjuju kabelskom masom nego pjeskom, a kod odvojnih spojnica 2 kV koriste krutu masu, koju kod demontaže tuku. Kažu da je to praktično jer su radovi na spojnicama česti.

Francuske norme propisuju sve do najsitnijeg detalja i nema nikakve razlike između istog proizvoda dvaju proizvođača. Zbog ovako detaljiziranih normi, one se veoma često mijenjaju, pa je njihova važnost oko 4—5 godina. Na taj način, unatoč čvrsto postavljene tipizacije nije ometan normalan tehnički progres, što je najčešće glavni argument protiv stroge tipizacije u većini slučajeva.

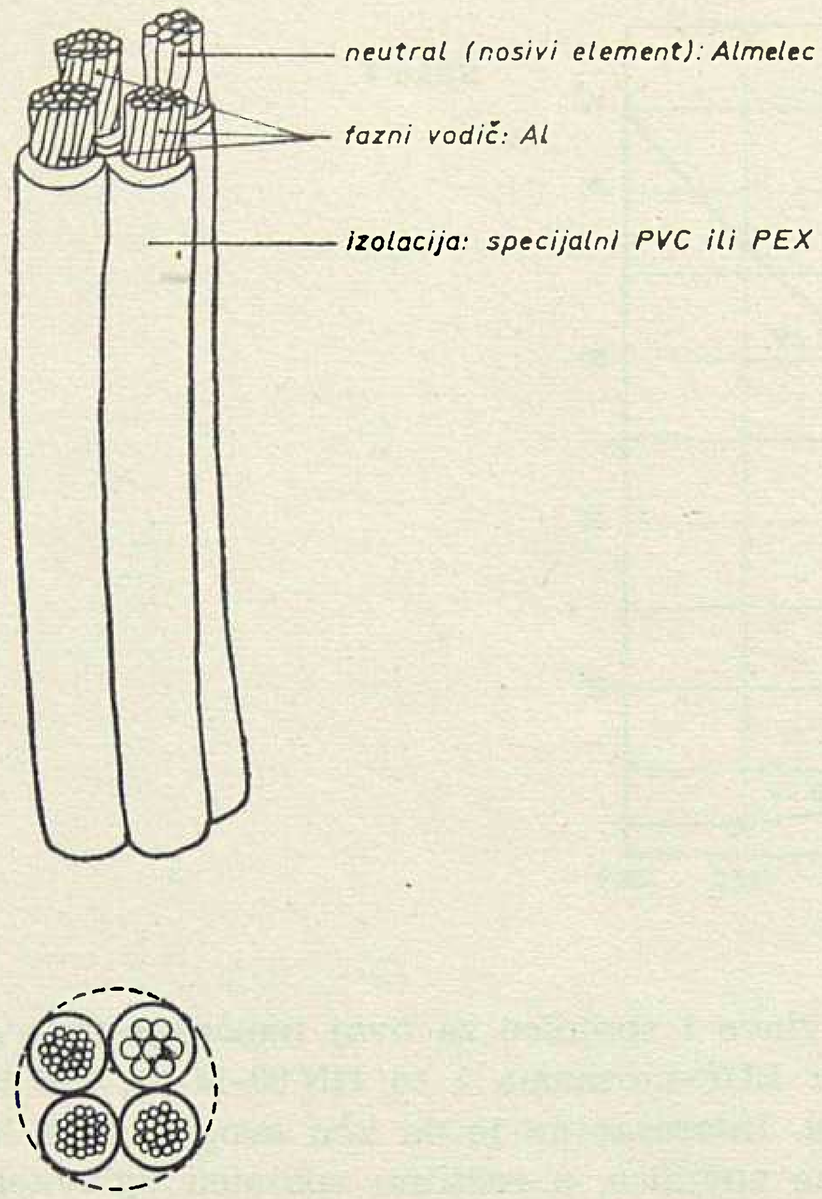
Veoma interesantno rješenje koje se na tom naponu primijenjuje obvezno u svim razvodnim postrojenjima u distributivnoj mreži EDF-a su kabelski priključci transformatora. Ti uvodi, koji se sastoje iz ženskog dijela ugrađenog u transformatoru i muškog na završetku žile kabela, omogućuju jednostavno spajanje i razdvajanje kabela i transformatora. Ovo rješenje znatno smanjuje troškove oko izvođenja zaštitnih mjera, kod neizoliranih priključaka transformatora, odnosno priključaka preko transformatorskih izolatora.

Načelno rješenje takvog priključka pokazano je na crtežu, a izveden priključak transformatora na fotografiji.

5.1. *Pribor za kabele 1 kV*

Na naponu 1 kV upotrebljavaju se plastični kabeli u dvije izvedbe, kako je opisano u dijelu koji govori o kabelima.

Za završavanje ovih kabela u prostorijama ili prostoriji ne koriste se nikakve kabelske glave, je-



Sl. 7 Konstrukcija »Torsade« kabela

dino se žile i završetak omotaju plastičnom izolirajućom trakom.

Kod vanjske montaže koriste termoskupljajuće kabelske glave. Koncentrični vodič se uplete u četvrtu žilu i na završetak se natakne termoskupljajuća kabelska glava. Zagrijavanjem benzinskom lampom ili butanskim goračem ona se skuplja, čvrsto prianja uz žile i plašt kabela i na taj način osigurava potrebno brtvljenje.

Za spajanje kabela koriste metalne i plastične spojnice, ali ih zalijevaju hladnim masama na bazi poliuretana. Žile ne izoliraju nakon spajanja, nego se potrebni izolacioni nivo postiže odgovarajućim razmakom vodiča. Spajanje vodiča vrši se gnječenjem.

Za odvajanje od glavnog kabela upotrebljavaju također metalne ili plastične spojnice zalijevane hladnim masama, no u novije vrijeme sve više se upotrebljava 3M špric-postupak kod izrade odvojaka. Pod plastičnim spojnicama misli se na oklop spojnice izrađen od plastike istog oblika kao metalne, a zalijeva se na isti način kao i klasična. Odvajanje vodiča obavlja se vijčanim stezaljkama.

Odvajanje je redovito pod naponom i oprema montera je u potpunosti prilagođena takvom radu.

Kabelske odvojene spojnice i na 20 kV i 1 kV radije rade iz lijevanog Fe. Tako izrađene spojnice ipak utječu na vrijednost uzemljenja u transformatorskim stanicama, čega se ne odriču rado. Distribucija s oko 2500 km 20 kV kabela ne mjeri uzemljenja, poznato im je da je i zahvaljujući kabelima, uzemljenje u stanici ispod 1Ω.

1 kV kabelske priključke rade u pravilu u odcjepu. Glavni razlog takve tehnike je rad pod naponom. Razlozi rada pod naponom su: ne prekidanje postojećih potrošača u snabdijevanju za vrijeme izrade priključaka, suvišno produženje kabela kod sistema ulaz — izlaz, veći pad napona, manji radijus opskrbe stanica, veći troškovi investicija, potreba da zadovolji na kratki spoj kabel sa svim suvišnim međudijelovima (niže sa sabirnicama).

Ukoliko tlo nije agresivno i ne škodi kabelu nema razloga polagati kabel u pijesak. Ne oblažu kabel u opeku, kao zaštitu kabela polažu žičanu mrežu, približno širine opeke. Žičana mreža dolazi na gradilište u rolama.

5.2. *Kabelski pribor za zračne samonosive »torsade« kabele*

»Torsade«-kabel pojavio se na tržištu prije nekoliko godina, zajedno sa svim potrebnim priborom za polaganje, spajanje i odvajanje. Kroz upotrebu jedan dio asortimana pribora je odbačen, a ostao je samo pribor koji se pokazao prikladniji.

Spajanje kabela vrši se u kutijama i to na stupu ili zidu. Spojnice u rasponu ne koriste, i smatraju da to nije potrebno. Za polaganje, ovješenje i učvršćenje upotrebljava se 70 raznih sklopova izrađenih od 50 elemenata. Ovaj asortiman je dovoljan za polaganje na sve vrste stupova i fasada. Sav ovaj asortiman je ispitan i tipiziran od »EDF«-a dokumentom RC 59B70.

Odvojci se vrše stezaljkama (vijčanim) koje imaju zaštitnu kapu iz neoprena koja se nakon spajanja natakne i učvrsti na stezaljku. S obzirom na konstrukciju kabela takva stezaljka se može postaviti na svakom mjestu bez ikakve posebne spojnice kutije, ili sličnog.

Za račvanje kabela i spajanje kabela koriste kutije izrađene iz plastike. Brtvljenje kutije nije predviđeno. Kutija ima ugrađene stezaljke bilo direktno u plastiku, bilo da se umeće u odgovarajuća ležišta. Stezaljke imaju, obvezno, zaštitne kape od neoprena. Kutije se izrađuju u 4 veličine, a veličina ovisi o presjeku kabela i broju vodova. Kutije se izrađuju u boji fasada, a u slučaju odudaranja od boje fasade zajedno se s kabelom bojadiše na boju fasade.

Završetke ne koriste nikakve, jer za neku zaštitu na početku i kraju nema nikakve potrebe.

6. Ostala zapažanja

Osim zapažanja što su navedena, i koja su bila osnovni predmet posjete, željeli bi iznijeti i ona koja nisu vezana uz osnovnu temu, ali će biti veoma interesantna za naše stručnjake u elektrodistribucijama.

Transformatorske stanice 20/04 kV

6.1. *Transformatorska stanica na stupu 20/04 kV*

Transformatorska stanica je na betonskom stupu. Snaga transformatora iznosi 100 KVA.

Na 20 kV strani su ugrađeni rogovi za zaštitu od prenapona, nema osigurača.

Legenda:

ljepljive PVC vrpce

polikloroprensko brtvilo

zavareni priključak na masu zaslona, a ev. i otklanjača polja kabela

čep za punjenje

metalni otklanjač polja na vrpčanoj izolacionoj podlozi ili tvorničko izrađeni otklanjač

ispuna od izolacione tvari

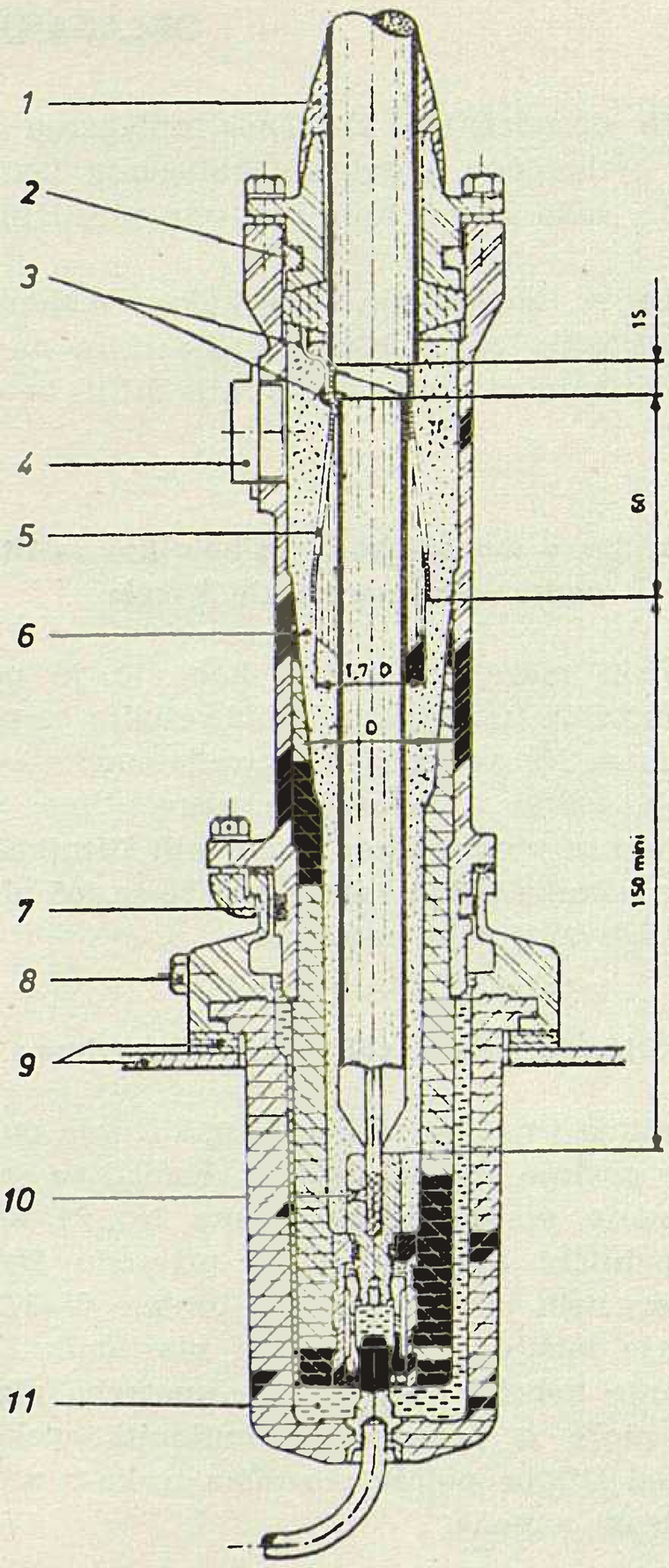
polikloroprensko brtvilo

vijak za suvišak

poklopac transformatora s brtvilom

tekući var s celofanskom jezgrom

izolaciono ulje, 110 cm^3



Niskonaponska strana transformatora je kabelski spojena s niskonaponskim sklopnikom, sa ugrađenim bimetalima.

Niskonaponski izlazi 1—2 nisu osigurani a izvedeni su kao samonoseći kabel.

6.2. *Transformatorska stanica seoski tornjić 20/04 kV*

Građevinski dio stanice veličine: 1,8 × 1,8 m visine 7,0 m.

Na ulazu su montirani okovi kao zaštita od prenapona. U stanici ugrađeni učinski rastavljač: In = =32 A, nema osigurača na 20 kV strani.

Niskonaponska ploča sa sklopnikom sa bimetalima za zaštitu transformatora.

Niskonaponski izlazi osigurani učinskim osiguračima. Oko 7 stanica je na odcjepu od glavnog 20 kV voda, a na odcjepu je ugrađen rastavljač koji u kombinaciji sa ponovnim uklapanjem u transformatorskoj stanici 90/20 kV iskapča u beznaponskoj pauzi, ukoliko je na toj 20 kV grani kvar.

6.3. *Transformatorska stanica gradska 20/0,4 kV*

Rasklopno postrojenje, niskonaponski razdjelnik i transformator su u istoj prostoriji minimalne građevinske dimenzije stanice 3,95 × 3,25 m visine: 3,2 m, snaga transformatora do 630 kVA. Na 20 kV strani ugrađuju kompletno rasklopno postrojenje koje se sastoji iz: 2 vodna polja s ugrađenim tropolnim učinskim rastavljačima In = 400 A.

Jednim trafo poljem sa ugrađenim učinskim rastavljačem In 32 A i učinskim osiguračima, niskonaponskim razvodnikom koji se sastoji iz rastavljača i 4 učinska osigurača za 1 kV kabelske izlaze.

Spoj transformatora, kako na 20 kV, tako i na 1 kV strani, izvodi se sa jednožilnim kabelima u plastičnoj izolaciji. Spojevi kabela su na principu utikača.

Na kraju bi spomenuli, da je gotovo sve što je rečeno slobodan prijevod francuskih preporuka, nadopunjeno podacima dobivenim u razgovoru. Jer, četiri dana je vrlo malo za tako opsežnu materiju, pa je moguće da se je uslijed kratkoće vremena i krivog tumačenja riječi potkrala i neka pogreška. Molimo vas da to uvažite.

Još jednom zahvaljujemo svima koji su nam omogućili i pomogli u organiziranju ove posjete, kao i onima od kojih smo prikupili ove dragocjene informacije.

»Eldih« Zagreb

OBLAGANJE ENERGETSKIH KABELA

Umjesto dosadašnjeg klasičnog oblaganja kabela ciglama i djelomično usvojenog oblaganja betonskim elementima, sada se pristupa upotrebi plastičnih štitnika.

Predlaže se izuzimanje bilo kakve mehaničke i psihološke zaštite energetskih kabela osim na križanjima saobraćajnica koje i dalje valja štititi betonskim cijevima.

Općenito o mehaničkoj i psihološkoj zaštiti podzemnih energetskih kabela

Energetski podzemni kabel, kao što je poznato, poslije polaganja u iskopane kanale ranije se redovno štitio ciglama. Na području Elektrodalmacije — Split, posljednjih godina i betonskim elementima. Godine 1971. počinje se s upotrebom plastičnih štitnika. Pored plastičnog štitnika iznad kabela polaže se još plastična traka s odgovarajućim natpisom.

Štićenje kabela plastičnim žljebovima

O uvjetima i načinu mehaničkog štićenja položenog kabela ne postoje nikakvi propisi. Kabeli su se štitili, više ili manje, po sličnim uzancama. No, 24. kolovoza 1971. Republički sekretarijat za privredu Hrvatske, elektroenergetski inspektorat pod brojem 05-3727/1971. godine daje mišljenje o upotrebi plastičnih žljebova za oblaganje kabela, i smatra da upotreba plastičnih žljebova može u potpunosti zamijeniti opeke, tako da se iznad žlijeba polaže plastična traka s natpisom: »Pozor visoki napon«.

Da li je potrebna mehanička zaštita kabela i gdje

Cigle su ne samo mehanički štitile položeni kabel od ručnog kopanja, već su one upozoravale radnike kod iskopa da je potreban oprez, jer se radi o kabelu. Sada se usvojila takozvana psihološka traka koja se polaže iznad štitnika na kojoj piše »Pozor visoki napon«.

Međutim, suvremena tehnika sve više primjenjuje, gdje je to moguće, mehaničke strojeve za iskope, zbog čega su podzemni kabeli sve češće ugroženi. Plastični pokrivači, kao ni cigle, a niti prihološka traka ne predstavljaju nikakvo upozorenje, a ni prepreku za mehaničke lopate i buldožere.

Statistike kvarova na podzemnim kabelima ukazuju na nagli porast kvarova kabela zbog vanjskih oštećenja. Prema tome naša nastojanja da i dalje mehanički štitimo kabele, a psihološki osoblje, je više nasljeđe preživjelih oblika zaštite.

Besmisleno je štititi kabele

S obzirom na to, predlažem da se izuzme mehanička zaštita podzemnih kabela osim na križanjima na onim saobraćajnicama gdje će se i nadalje upotrebljavati betonske cijevi.

Plastični žlijeb, kako smo već rekli, stvarno ne može štititi mehanički kabel, a psihološka traka ne upozorava stroj za kopanje, a ni čovjeka koji njime rukuje.

Od stvarnih vanjskih oštećenja podzemnih kabela trebamo se štititi solidnom geodetskom dokumentacijom o položaju podzemnih instalacija, među koje spadaju i energetski kabeli.

Jednostavnim polaganjem kabela bez mehaničkog i psihološkog štićenja postići ćemo znatne uštede, a broj vanjskih oštećenja zbog toga, praktički nećemo povećati.

Zaista je šteta u zemlju stavljati tako plemenite materijale kao što su cigle, plastične folije i trake, a da za to nemamo dovoljno ekonomskog i tehničkog opravdanja.

U tom slučaju valja samo voditi računa da kabel bude dobro zatrpan pijeskom i zemljom kako ne bi došlo do gnječenja kamenjem.

M. Goluža

ELEKTROPRIVREDA FRANCUSKE U 1971. GODINI

Ukupna potrošnja električne energije 1971. u Francuskoj iznosila je 147,4 milijarde kWh (147,4 TWh) uključujući i gubitke. U odnosu na 1970. povećanje iznosi 7,4 TWh, odnosno 5,3%, a u odnosu na 1961. potrošnja je veća za 1.92 puta. Potrošnja na visokom i niskom naponu bila je (u GWh):

na visokom naponu:

ugljenokopi	2.700 GWh
željezare	9.500 GWh
želj. transport	5.800 GWh
elektrokemija i elektrometalurgija	16.900 GWh
ostala industrija	66.100 GWh
ukupno:	101.000 GWh

na niskom naponu:

javna potrošnja	2.500 GWh
kućanstva	23.500 GWh
ostale niske potrošnje	9.900 GWh
ukupno:	35.900 GWh
sveukupno:	136.900 GWh
gubici tijekom godine	10.500 GWh
ukupna potrošnja	147.400 GWh

Ova potrošnja pokrivena je proizvodnjom i to iz:

Hidroelektrana	48,8 TWh
Termoelektrana	100,2 TWh
ukupno:	149,0 TWh

s time da je francuska elektroprivreda imala pozitivnu bilancu u razmjeni električne energije s inozemstvom, pa joj je preostalo 1,4 TWh izvezene energije, a 0,2 TWh utrošeno je u pumpnim elektranama. U klasičnim termoelektranama proizvedeno je 91,5 TWh, a u nuklearnim elektranama 8,7 TWh.

Maksimalni dnevni zahtjevi za snagom i energijom povećali su se u odnosu na 1970. za oko 6%. Tijekom dana vršna potrošnja je iznosila 508 GWh a noćno opterećenje 24,7 GWh.

Godina 1971. bila je suha, pa je proizvodnja energije u hidroelektranama bila 48,8 TWh, dok je u 1970. godini 56,7 TWh. Ovaj manjak nadoknađen je radom termoelektrana. Treba pritom znati, da se sa 15.480 MW instalirane snage u hidroelektranama Francuske može proizvesti u srednjoj godini 55.360 GWh.

U svim termoelektranama Francuske bilo je instalirano 31. 12. 1971. god. 25.940 MW, a od toga je EdF bio vlasnik 18.430 MW, dok su rudnici imali 3.870 MW, željezare 940 MW, a ostala industrija 2.700 MW. Ukupna proizvodnja termoelektrana EdF iznosila je 70.700 GWh, a 29.500 GWh proizvele su ostale termoelektrane.

Proizvodnja nuklearnih elektrana iznosila je 8,7 TWh u 1971, što je 8,7% sveukupne proizvodnje u termoelektranama. Od toga su nuklearne elektrane EdF proizvele 6,9 TWh što predstavlja 9,8% termičke proizvodnje EdF. Na kraju 1971. godine u Francuskoj je bilo:

4.700 km mreže 380 kV,

6.800 km mreže 150 kV, koja neprestano opada jer je izgubila funkciju prijenosne mreže,

21.300 km mreže 220 kV, koja je standardizirana kao prijenosna mreža, zatim

33.000 km mreže visokog napona 90 kV i 63 kV, koja osigurava raspodjelu energije na područja,

365.000 km mreže srednjih napona od 45 kV do 0,5 kV, kojom se napajaju industrijski potrošači i raspodjeljuje električna energija,

539.000 km mreže niskog napona, kojom se distribuira energija do kućanstava, male industrije, obrta i ostale široke potrošnje.

U 1971. godini pušteno je u pogon 6 hidroelektrana sa 263 MW, 1 nuklearna elektrana sa 530 MW i 7 klasičnih termoelektrana sa 1792 MW, tako da je u 1971. ukupna instalirana snaga povećana za 2.585 MW.

Istodobno je u Francuskoj bilo u gradnji 8 klasičnih termoelektrana, 4 nuklearne elektrane i 14 hidroelektrana od toga 11 u području Alpa.

Većina hidroelektrana i klasičnih termoelektrana predviđena je za pogon u razdoblju 1972—1975. god., dok je predviđeno da nuklearne elektrane uđu u pogon ovim redom:

Bugey I	560 MW 1972. godine
Bugey II	980 MW 1976. godine
Fessenheim I	980 MW 1975. godine
Fessenheim II	980 MW 1976. godine

Prema: RGE 81 (1972) № 2.

J. Moser

Nova hidroelektrana na Kavkazu

Na Kavkazu je počela izgradnja nove hidroelektrane Aul Miatli na rijeci Sulak. Ova će elektrana imati snagu 250 MW i bit će jedna od dvadeset elektrana na ovoj rijeci. Od tih dvadeset, tri su već u pogonu, a četvrta, što će biti iduće godine, trebala bi imati 1000 MW i visoku betonsku lučnu branu.

Nova elektrana Miatli predviđena je za razvoj industrije u Dagestanu i vezana je uz petogodišnji plan izgradnje tvornice kućanskih aparata, strojeva za pisanje, petrokemije i razne druge lake industrije.

Prema: Water Power, 1/72.

J. Moser

Poljska izvozi elektromotore

U razdoblju 1965—1970. izvoz elektromotora iz Poljske se udvostručio. Naime, poljska vlada nastoji ojačati elektroindustriju, i zato povećava aktivnost poduzeća Elektrim u inozemstvu. Osim što imaju vrlo veliki izvoz u zemlje članice SEV-a, izvozi se u SR Njemačku, Austriju, Veliku Britaniju i Švicarsku. Tipovi motora koji se izvoze na zapadno tržište, izrađeni su po normama IEC, koje vrijede na području zajedničkog evropskog tržišta.

Prema: ETZ-B m 1/72.

J. Moser

Više od 50 milijuna kVA snage transformatora izvezeno u 79 zemalja svijeta

Francuska firma Alsthom-Savoisienne specijalizirala se za izgradnju transformatora snage. Njihovi transformatori čine veći dio francuske elektroindustrije, a po broju komada i ukupnoj snazi svih transformatora snage veće od 630 KVA, predstavlja oko polovicu instaliranih transformatora u Francuskoj. Ovo je prikaz najznačajnijih izvoznih rezultata ove firme, čiji transformatori rade u mrežama 79 zemalja svijeta (osim Francuske).

U Evropi je u dvadeset zemalja izvezeno 1107 komada transformatora ukupne snage 26.316 MWA, u zemlje Afrike 451 komad sa snagom 6.524 MVA, u zemlje sjeverne, srednje i južne Amerike 443 komada snage 10805 MWA, a u azijske zemlje 413 komada snage 6.082 MWA.

Izvoz transformatora u Evropu

Tablica 1

	Zemlja	Ukupna snaga MVA	Broj jedinica	Max. napon kV
1.	Španjolska	7.729	178	420 (1)
2.	Nizozemska	6.517	223	380 (2)
3.	Grčka	3.021	134	400 (4)
4.	Jugoslavija	2.169	49	245 (5)
5.	Zap. Njemačka	1.608	84	245 (8)
6.	SSSR	1.336	87	525 (11)
7.	Portugal	1.061	51	220 (14)
8.	Poljska	710	5	257 (19)
9.	Belgija	578	149	146
10.	Finska	483	8	380
11.	Bugarska	378	29	240
12.	Mađarska	169	19	35
13.	Norveška	153	14	132
14.	Luksemburg	125	19	65
15.	Andora	120	11	115
16.	Švicarska	60	9	150
17.	Italija	52	29	120
18.	Čehoslovačka	32	11	23
19.	Ist. Njemačka	13	13	6
20.	Monako	2	1	20
	ukupno:	26.316	1.107	

Izvoz transformatora u sjevernu, srednju i južnu Ameriku

Tablica 2

	Zemlja	Ukupna snaga MVA	Broj jedinica	Max. napon kV
1.	USA	4.163	75	525 (3)
2.	Kanada	1.879	17	700 (7)
3.	Meksiko	1.356	38	400 (10)
4.	Argentina	987	49	132 (15)
5.	Venecuela	758	25	230 (17)
6.	Kolumbija	714	56	220 (18)
7.	Urugvaj	247	26	150
8.	Brazil	243	35	161
9.	Čile	187	23	158
10.	Curasao	96	11	35
11.	Surinam	42	3	34,5
12.	Kuba	24	17	33
13.	Peru	22	10	66
14.	Ekvador	22	3	82
15.	Nikaragua	20	2	70
16.	Kosta Rika	17	4	132
17.	El Salvador	14	3	35
18.	Guatemala	10	5	69
19.	Panama	4	4	13,8
	ukupno:	10.805	443	

Interesantno je, da je Jugoslavija vrlo značajan uvoznik transformatora firme Alsthom-Savoisienne. Nalazi se na četvrtom mjestu evropske liste uvoznika, a na petom mjestu svjetske liste. Bilo bi zanimljivo pogledati liste izvoza transformatora u Evropu (tab. 1), Ameriku (tab. 2), Afriku (tab. 3) i Aziju (tab. 4).

Izvoz transformatora u Afriku

Tablica 3

	Zemlja	Ukupna snaga MVA	Broj jedinica	Max. napon kV
1.	Mozambik	1.553	31	220 (9)
2.	Maroko	1.172	66	225 (12)
3.	Južnoafrička rep.	1.143	12	420 (13)
4.	Alžir	684	68	160 (20)
5.	Egipat	545	28	132
6.	Kamerun	436	44	90
7.	Tunis	318	27	90
8.	Zaire	153	17	77
9.	Angola	132	18	150
10.	Obala slonovače	130	18	95
11.	Libija	124	16	30
12.	Madagaskar	30	10	63
13.	Gvineja	23	21	15
14.	Mauritanija	18	9	30
15.	Mali	17	7	20
16.	Gabon	16	4	21
17.	Togo	8	4	20
18.	Congo	7	2	63
19.	Niger	5	4	5,5
20.	Senegal	3	2	30
21.	Gana	3	2	11
22.	Čad	2	1	15
23.	Tanzanija	2	2	11
	ukupno:	6.524	451	

Izvoz transformatora u Aziju

Tablica 4

	Zemlja	Ukupna snaga MVA	Broj jedinica	Max. napon kV
1.	Iran	2.074	123	220 (6)
2.	Južna Koreja	891	15	246 (16)
3.	Ceylon	633	87	132
4.	Turska	628	50	380
5.	Liban	536	45	78,5
6.	Indonezija	441	44	150
7.	Kuvait	294	21	132
8.	Južni Vietnam	151	49	69
9.	Formoza	120	2	154
10.	Pakistan	98	47	66
11.	Kina	80	1	220
12.	Sirija	75	13	110
13.	Indija	27	11	132
14.	Filipini	15	5	69
15.	Tajland	10	1	69
16.	Irak	6	7	6,6
17.	Saudijska Arabija	3	2	11
	ukupno:	6.082	513	

Prema: RGE 81 (1972) № 2

Proizvodnja električne energije u Italiji tijekom 1970.

Instalirana snaga krajem 1970. iznosila je 31.911 MW (u 2119 elektrana), od čega je bilo 14.154 MW u hidroelektranama (1603 centrale), 16.751 MW u 497 termoelektrana, 391 MW u 16 geotermičkih elektrana i 615 MW u 3 nuklearne elektrane. U odnosu na 1969. instalirana snaga je povećana za 2567 MW. U izgradnji, pripremi ili u projektima nalazi se 4009 MW

instalirane snage u hidroelektranama i 19670 MW u termoelektranama svih vrsta.

Hidrološka situacija 1970. bila je vrlo nepovoljna, tijekom cijele godine palo je vrlo malo kiše, tako da je protok rijeka iznosio svega 75% od normale.

Proizvodnja električne energije u 1970. iznosila je 115.441 GWh (od toga 68.198 GWh klasične termo, 41.343 GWh hidro, 2.724 geotermičke i 3176 nuklearne elektrane). Porast proizvodnje električne energije u odnosu na prethodnu godinu iznosi 6,6%. Pri tom treba imati u vidu lošu hidrološku situaciju, pa su hidroelektrane proizvele 726 GWh manje nego 1969. Vrijeme upotrebe za hidro postrojenja iznosi 2920 sati godišnje, za termo 4071 sat, za geotermička 6974 sata, a 5164 sata godišnje za nuklearne elektrane.

Tijekom 1970. uvezeno je 4.672 GWh, a izvezeno 707 GWh, tako da ukupna potrošnja sa gubicima iznosi 119.406 GWh, i u odnosu na prethodnu godinu bilježi porast od 7,8%.

Situacija u akumulacijama je slijedeća: korisni kapacitet iznosi 5465 milijuna m^3 vode, što odgovara rezervi energije od 7.747 GWh.

Prema: L'energia elettrica № 3/72

Oprema iz Evrope za HE Marimbondo na rijeci Rio Grande u Brazilu

Prema izvještajima, potpisan je ugovor između investitora Furnas — Centrais Eletricas S. A. iz Rio de Janeira i firme Voith G.m.b.H. iz Heidenheima, o isporuci osam Francis turbina, sa kompletima regulatora i acesora za hidroelektranu Marimbondo na rijeci Rio Grande. Turbine će imati snagu 185 MW, pod padom od 61,9 m, protokom vode od 324 m^3/sek i brzinom od 100 ok/min. Dijametar Francisove turbine iznosit će 6400 mm. U suradnji s firmom Voith, oko konstrukcije ove opreme surađivat će slijedeće tvrtke:

Creusat Loire (Paris), Soc. Gén. de Construction Electrique et Mécanique Alsthon (Paris) i Division Neyrpic (Grenoble).

Prema: L'energia elettrica № 3/72

Izgradnja termoelektrana na Novom Zelandu

Tijekom posljednjih petnaest godina elektroenergetske potrebe Novog Zelanda osiguravale su se uglavnom iz hidroelektrana. Međutim porastom potreba pojavila se potreba za izgradnjom termoelektrana. Danas se iz termoelektrana pokriva 20% potreba za električnom energijom, a to osiguravaju četiri postojeće elektrane.

Porast broja stanovnika i razvoj industrije uzrokovat će 1986. godine da potrebe grada Aucklanda iznose isto toliko električne energije kao ostatak zemlje. U tu svrhu se gradi termoelektrana sa grupama turboagregata od 250 MW, tako da se postojeća snaga od 120 MW u termoelektrani New Plymouth, podigne do 600 MW. Ova elektrana bi trebala biti završena do 1976.godine, a sama će opskrbljivati 15% potreba i bit će druga po veličini iza termoelektrane Manapouri.

Ova elektrana, kao i termoelektrana na naftu u Marsdenu bit će automatizirane.

Novi Zeland nema dovoljno kvalificiranog osoblja za rad u termoelektranama, pogotovo za velike moderne jedinice. Samo za novu elektranu u New Plymouthu trebat će 205 stručnjaka. Ministarstvo elektroprivrede vlade Novog Zelanda, dovodi stručnjake iz Evrope. Ovom problemu prilazi se s velikom pažnjom, jer je izgradnja termoelektrana na Novom Zelandu jedan od vitalnih problema. Naime, potrebe za električnom energijom rastu vrlo naglo, pa se snaga u elektranama mora udvostručiti što se može postići većom izgradnjom termoelektrana.

Prema: L'energia elettrica № 3/72

J. Moser

U SSSR-u u pogonu MHD generator od 25 MW

Direktor Instituta za visoke temperature Akademije nauka SSSR-a objavio je, da je u SSSR-u u pogonu postrojenje s magneto-hidro-dinamičkim generatorom od 25 MW. Generator ima oznaku U - 25 a izgrađen je prema prototipu od 2 MW, U - 02 konstruiranom 1965. godine. Sagorijeva se prirodni plin. Plazma se ubrzava do brzine od 850 m/sek, kod temperature od 2600° C. Zatim se upućuje u zonu s magnetskim polovima, gdje jonizirana plazma stiže do elektroda. Istosmjerna struja, što se ovako proizvodi, pretvara se u izmjeničnu, a plazma se koristi za zagrijavanje pare, koja se upotrebljava u parnoj turbini. Na taj način postiže se bolje iskorištenje ovakvog postrojenja.

Jedan od značajnijih problema koje treba riješiti je, kako očistiti izlazne plinove od produkata sagorijevanja zemnog plina prije puštanja u atmosferu, jer je na U - 25 uočeno znatno zagađivanje atmosfere.

Prema: Electricae Revieur 7. 1. 72.

J. Moser

Postrojenje za odsoljavanje morske vode na Capriju

Talijanski otok Capri je biser turizma u Italiji. Međutim, nagli razvoj turizma na ovom otoku iznio je na svijetlo mnoge probleme, a jedan od najtežih je opskrba vodom. Na otoku, naime, nema izvora vode. Stanovništvo otoka se opskrbljuje kišnicom iz cisterni, a tijekom ljeta 11.839 stalno naseljenih stanovnika otoka, vodom iz tankera-cisterne. Kako je tijekom 1970. na otoku boravilo više od 300.000 turista, jasno je da su cisterne i tankeri nedovoljni. Zato je voda na otoku Capriju postala skuplja od bilo kojeg pića (cijena litre se penje i do 400 Lit).

Zbog toga se prišlo izgradnji postrojenja za odsoljavanje morske vode. Ovo postrojenje trebalo bi davati 190 hektolitara čiste vode na sat. Uz ovo postrojenje gradi se elektrana koja bi osim energije za odsoljavanje davala Capriju i električnu energiju. Elektrana će imati dizel — agregat.

Prema: L'energia elettrica № 3/72

J. Moser

PRIPREME ZA KOMPENZACIJU JALOVE ENERGIJE

Loše naponske i energetske prilike u mreži Elektroprivrede Zagreb posljedica su više faktora, a osnovni su:

— Pomanjkanje izvora električne energije u blizini potrošačkih područja (Zagreb, Slavonija);
— Nedovoljan broj i kapacitet prijenosnih vodova i transformatorskih stanica;
— Relativno loš faktor snage potrošnje koji se još pogoršava utjecajem mreže relativno dugih prijenosnih putova;
— Nema rezervnih prijenosnih vodova za sigurnu opskrbu potrošača električnom energijom;
— Loše naponske prilike u susjednim energetskim područjima.

Sve je to uvjetovalo česte prekide napajanja, redukcije potrošnje, kolebanja napona s vrlo visokim padovima napona, a i raspade sistema u dijelu sjeverozapadne i sjeveroistočne Hrvatske.

Za radikalno rješenje neophodno je izgraditi znatne proizvodne i prijenosne elektroenergetske objekte, što, radi pomanjkanja sredstava i dugih rokova izgradnje, nije moguće uskoro očekivati.

Budući da nema drugog rješenja, odlučeno je da se na cjelokupnom području Elektroprivrede Zagreb hitno pristupi kompenzaciji jalovih snaga u stanicama 220/110 kV i 110/30/35 kV. Paralelno s time koristit će se kao i do sada i drugi izvori — naročito proizvodnjom jalove energije u manjim i starijim elektranama, a po potrebi i u novoj termoelektrani Sisak.

Sada u mreži »Elektroprivrede« Zagreb postoje samo dva sinhrona kompenzatora po 50 MVAr, i to u TS Mraclin i TS Đakovo.

Ukupne potrebe jalovih snaga su:

Područje Zagreba

Godina	MVAr/min	MVAr/max
1971.	29,	128
1973.	104,	154
1977.	156,	206

U daljnjim pripremama anketirana su i distributivna poduzeća našeg područja o rezultatima dosadašnje kompenzacije jalove snage kod potrošača i u mreži distribucije.

Na žalost, odgovori su bili rijetki, a i dobivene informacije govore o praktički slaboj zainteresiranosti potrošača i apsolutnoj apstinenciji (do sada) od kompenzacije u postrojenjima distribucije.

Stručni savjet Elektroprenosa Zagreb usvojio je, na temelju dosadašnje dokumentacije i prikupljenih informacija, program za pripremu uvođenja kompenzacije jalovih snaga, koji sadrži uglavnom slijedeće:

— Definiranje koncepcije mreže 110, 220 i 380 kV do 1985. godine.
— Izradu bilanca jalovih i djelatnih snaga po čvornim točkama mreže na osnovi koncepcije mreže.
— Analizu jalovih i djelatnih snaga postojeće potrošnje po svim transformatorskim stanicama.
— Provođenje ankete sa Distribucijom o već izvršenoj i planiranoj kompenzaciji.
— Zajedničku akciju Elektroprenosa i Distribucije na uzemljenju nul-točke transformatora mreže 35/30 kV.
— Vođenje zajedničkih pregovora s domaćom industrijom radi rješenja problema priključaka kondenzatorskih baterija na sabirnice 35/30 kV, odnosno na tercijar transformatora.
— Određivanje naponskih nivoa kompenzacije.
— Određivanje lokacija i snaga kondenzatorskih baterija po stanicama.
— Pregled kompenzatorskih uređaja u eksploataciji (naročito u mreži »Elektroistoka«).
— Kompletiranje elaborata »Instituta za Elektroprivredu«, s internim razradama, koje će dati odgovore na sve do sada uopćene dileme i omogućiti pripremu realizacije predviđenog programa.
— Izradu mrežnog dijagrama i priprema i uvođenja kompenzacije radi hitnosti realizacije ovih postrojenja.
— Usvajanje rasporeda i etape kompenzacije jalovih snaga u približnim vrijednostima.

MVA	Prijenos		Distribucija	
	1973.	1977.	1973.	1977.
Zagreb	120	154	200	270
Slavonija	50	84	54	72

Ovdje su već oduzete snage postojećih sinhronih kompenzatora, dio jalovih snaga koje će pokrivati mreža i izvori (optimizacija), pa tablica prikazuje potrebne veličine novih izvora jalove energije.

Sve baterije bi se postavile na sabirnice 35/30 kV, osim baterije 50 MVAr u stanicama 220/110 kV Mraclin i Đakovo. One bi se priključile na tercijarni namot transformatora — 10,5 kV.

Baterije paralelnih kondenzatora postavit će se i prije uređenja uzemljenja nultočke transformatora na 35 kV, ali uz adekvatno sigurnu zaštitu i primjenu kvalitetnih prekidača koji će spriječiti opasne prenapone na kondenzatorima.

Nakon rješenja ostale problematike uvođenja kompenzacije kondenzatorskim (paralelnim) baterijama (VF, UKV, MTK i sl.), treba sastaviti prijedlog projektnog zadatka za idejne i glavne projekte kompenzacije.

Kod izdavanja novih elektroenergetskih suglasnosti, zahtijevati od potrošača (i distribucije) obvezno, kompenzaciju jalove snage za minimalni faktor snage 0,95.

Ove odluke čine temelj daljnje razrade pripremnih radove za kompenzaciju.

Nakon razgovora s proizvođačem opreme i dobivanja konkretnijih ponuda, prema sada riješenim osnovnim zahtjevima, izvršit će se izbor osnovne opreme.

Izbor opreme i sastav projektnog zadatka izradit će se prema planu sredinom ove godine, a po osiguranju sredstava paralelno bi se radilo na projektima i narudžbi opreme.

Naše želje i nade su da se slijedeće godine počne s realizacijom navedenog programa i da se on završi u predviđenim rokovima.

Svako daljnje odugovlačenje i zakašnjenje moglo bi imati vrlo teške posljedice za potrošače električne energije, pa se smatra da investicije u kompenzaciju jalove snage moraju imati apsolutni prioritet.

Opravdanje za prioritet nije samo sigurnost opskrbe potrošača i poboljšanje kvalitete električne energije, već ima i ekonomsko opravdanje. Svako daljnje investiranje u nove objekte (iako je neophodno) bilo bi znatno skuplje od investicija u kompenzaciju, a za praktički iste efekte povećanja kapaciteta mreže i poboljšanja kvalitete električne energije svim potrošačima.

Nikola Lastrić, dipl. ing.

PRIPREME ZA IZGRADNJU TS 380/110 kV ZAGREB I

Transformatorska stanica 380/110 kV Zagreb I locirana je na južnoj periferiji zagrebačke regije kod Kupinečkog Kraljevca, ispod sela Tumbri. Ova stanica s dalekovodima 380 i 110 kV predstavlja značajan čvor superponirane mreže Jugoslavije.

Na realizaciji TS 380/110 kV Zagreb I. dosad su već napravljene studije, istraživanja i snimanja terena. Poduzeće »Dalekovod« izradilo je geodetski snimak terena na izabranoj lokaciji, te utvrdilo i snimilo trase dalekovoda 380 kV prema SR Sloveniji i na istok prema Slavoniji, kao i trase dalekovoda 110 kV prema transformatorskim stanicama na zagrebačkom i karlovačkom energetskom području. Osim toga »Dalekovod« je izradio i katastarski elaborat terena buduće TS 380/110 kV. Elaborat će poslužiti pravnoj službi poduzeća Elektroprivreda u rješavanju imovinsko-pravnih odnosa pri otkupu zemljišta.

Uskoro će se početi s istražnim radovima na terenu: geomehanička ispitivanja tla i mogućnost korištenja podzemnih voda. Odsjek zaštite i mjerenja, pogona »Elektroprenos«, proveo je mjerenje specifičnog otpora tla. Na dubini mjerenja od 1 m iznosi 99 oma, a na dubini od 3 m 82 oma.

Nakon opsežnih studija poduzeće »Elektroprojekt« i Pogon »Elektroprenos« izradili su projektni zadatak, koji je poslužio projektantima za izradu idejnog projekta stanica. TS 380/110 kV Zagreb I. obuhvaća teren veličine 373 × 276 m, što iznosi približno 10,5 hektara, odnosno 18 jutara zemljišta. Uporedno s izgradnjom transformatorske stanice trebat će izvesti obimne radove na drugim objektima, kao što su:
rekonstrukcija platoa za istovar transformatora i opreme na željezničkoj stanici Hrvatski Leskovac, rekonstrukcija prilazne ceste do odvojka za Rakov Potok i izgradnja prilazne ceste do postrojenja.

U konačnoj etapi izgradnje imat će u TS 380/110kV Zagreb I. na 380 kV strani 6 dalekovodnih polja i dva spojna polja, te 3 transformatora 400/115 ± 5%/31,5 kV, snage 300/300/100 MVA, i na 110 kV strani 15 dalekovodnih polja, 2 spojna polja i rezerviran prostor od 4 polja za ugradnju kondenzatorskih baterija ukupne snage 100 MVAr.

»Elektroprojekt« je izradio idejni projekt u dvije varijante.U prvoj varijanti sabirnice i spojni vodovi izvedeni su od užeta zavješenih na portale, dok su u drugoj varijanti sabirnice i spojni vodovi izvedeni od cijevi koje su učvršćene na potporne izolatore, odnosno na aparate, a same sabirnice 110 kV predviđene su u izvedbi s miješanim fazama. Za izradu glavnog projekta usvojena je varijanta I. — klasična varijanta.

U prvoj etapi treba izgraditi na strani 380 kV dvostruke i pomoćne sabirnice od aluminija 2 × 400 mm², opremiti dva dalekovodna polja (prema Sloveniji i u pravcu Slavonije), dva spojna polja i mjerna polja smještena na krajevima sabirnica, te ugraditi dva transformatora 400/115 ± 5%/31,5 kV, snage 300/300/100 MVA.. Ukupna težina ovog transformatora iznosi oko 240 tona. Na strani 110 kV izgradit će se trostruke sabirnice od aluminijskog užeta 2 × 650 mm², 12 dalekovodnih polja 110 kV, dva mjerna i spojna polja smještena na krajevima sabirnica.

Na tercijare transformatora napona 31,5 kV spojit će se rasklopno postrojenje 30 kV s transformatorima vlastite potrošnje i prigušnicama snage po 50 MVAr za kompenzaciju kapacitivnih struja. U zgradi postrojenja 30 kV predviđene su prostorije za pomoćne pogone: kompresorska stanica nazivnog tlaka 230/180 atp, dizel agregat, razvod niskog napona, a također i uređaj za protupožarnu zaštitu transformatora. Komandna zgrada s prizemljem i prvim katom imat će dimenzije 26 × 28 m i u njoj će se smjestiti centralni komandni uređaji s uređajima za signalizaciju i mjerenja, ploče razvoda pomoćnih napona, ispravljači i akumulatorske baterije, telekomunikacioni aparati za NF, VF i UKV veze, kao i uređaji telemehanike za prijenos svih informacija (mjerenja i signalizacije) u Dispečerski centar Zagreb. Zaštitni i mjerni uređaji smjestit će se u relejne kučice (4 × 4 m) u postrojenju 380 i 110 kV, a uz samu zgradu komande podići će se antenski stup visine 35 m za potrebe UKV — veza. Predviđa se izgradnja pomoćnih objekata kao što su: parkiralište, skladište na otvorenom, natkrito skladište s kranskom dizalicom od 5 tona, garaže, radionice, zatim blagovaonica i garderoba. Posebno će se izgraditi skladište lakozapaljivog materijala te zgrada za smještaj uređaja za sušenje i čišćenje transformatorskog ulja sa dvije vanjske stabilne cisterne od 15 tona.

I. R.

Radovi poduzeća »Dalekovod« u SR Sloveniji

Poduzeće »Savske elektrane« — Ljubljana, ugovorilo je sa zagrebačkim poduzećem »Dalekovod« izgradnju dalekovoda 110 kV na konzumnom području Kranj —Jesenice.

Za dvosistemski dalekovod 110 kV Kleče—Godešić—Naklo, dužine oko 24,1 km, završeni su kompletni radovi na izgradnji i vod je već u probnom pogonu. Izveden je na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima, tipa »Dunav«. Presjek vodiča je 6 × × 240/40 mm² Ač, od zaštitnog užeta 95/55 mm² Ač, a izolatori porculanski K-3, domaće proizvodnje. Za građevne i montažne radove ovog dalekovoda uložen je iznos od oko 8,5 milijuna dinara.

Također su stručne ekipe »Dalekovoda« završile radove na gradnji voda Bitnje—Labore—Primskovo, oko 4,2 km. Stupovi i druga oprema ovog voda je ista kao i kod Kleče—Godešič—Naklo. Oba novosagrađena dalekovoda služit će za poboljšanje elektroenergetske situacije na Gorenjskom, prvenstveno za potrebe industrije Kranja i Jesenica.

(I. R.)

Privredna nagrada Zagreba pripala i »Dalekovodu«

Na zajedničkim sjednicama sviju vijeća Skupštine grada Zagreba 27. lipnja ove godine u znak javnog priznanja za osobite uspjehe dodijeljeno je deset »Privrednih nagrada grada Zagreba«. Od toga su tri nagrade dodijeljene radnim organizacijama, po jedna osnovnoj organizaciji udruženog rada i po jedna radnoj grupi, te pet nagrada pojedincima.

Među nagrađenim privrednim organizacijama je i kolektiv »Dalekovoda«.

Montažno poduzeće »Dalekovod« — nagrađeno je plaketom za vrlo dobre rezultate poslovanja i kvalitetno izvođenje radova u svom 23-godišnjem djelovanju na izgradnji dalekovodne mreže i transformatorskih stanica, antenskih stupova i čeličnih konstrukcija. Takvi su rezultati postignuti usavršavanjem tehnološkog procesa rada, dobrom organizacijom poduzeća, uz primjenu sistema obračuna po ekonomskim jedinicama.

U grupi nagrađenih pojedinaca je i drug Ivan Brus, direktor »Dalekovoda«. Nagrada od 10.000 d dodijeljena mu je za dugogodišnje uspješno rukovođenje radnom organizacijom koja je njegovom inicijativom za modernizaciju tehnološkog procesa, i dobrom organizacijom rada, postigla vrlo dobre rezultate.

(I. R.)

»Elektra« — plan investicija

Prema planu »Elektre« za razdoblje 1971—1975. godine trebalo bi u 1972. u mrežu i u druge kapitalne objekte investirati oko 115 milijuna dinara. To je gotovo tri puta više od sredstava kojima trenutno raspolaže poduzeće. Raspoloživa sredstva poduzeća iznose oko 42 milijuna dinara, drugi dio osigurao bi se kreditima. Očekuje se da će »Elektra« raspolagati s kreditom od oko 36 milijuna dinara.

Plan investicija »Elektre« predviđa ove zahvate: na području Zagreba obnovit će se oko 330 km ulične električne mreže. Prema srednjoročnom planu do 1975. u Zagrebu bi trebalo izgraditi dvije velike transformatorske stanice 110/30 kV, jednu 110/20 kV,pet od 30/10 kV, 339 kV od 20/0,4 kV i 491od 10/0,4 kV.

Iz ovih podataka proizlazi da bi se godišnje trebalo graditi oko 100 malih konzumnih stanica, a ove se godine gradi samo 24.

Do 1975. predviđa se također izgradnja oko 810 km vodova i kabela visoko i niskonaponske mreže, te 1956 km zračnih vodova.

Na širem području Zagreba, koje također opskrbljuje »Elektra«, gradi se u ovoj godini 13 novih transformatorskih stanica, preuređuje stara ili se postavlja nova mreža visokog i niskog napona. Izgradnja ovih postrojenja izvest će se na području općina: Zelina, Zaprešić, Velika Gorica, Samobor, Dugo Selo i Vrbovec.

I. R.

Prijelaz TS 110/50 kV Raše na 35 kV

Prijelaz na napon 35 kV na području Elektroprivrede Rijeka odvija se dosad, uglavnom, izgradnjom postrojenja 35 kV. Na taj način ostalo je još nekoliko »otoka« napona 30 kV, odnosno 50 kV koji će u budućnosti također prijeći na napon 35 kV. Prijelaz na napon 35 kV je u projektiranju, a i realizacija prijelaza trebala bi uslijediti tijekom tekućeg petogodišnjeg plana razvoja izgradnje Elektroprivrede Rijeka.

Jedan od najinteresantnijih objekata u tom pogledu je TS 110/50 kV Raša.

Ova transformatorska stanica napaja dio potrošača Elektroistre (Pula) koji se nalaze u blizini stanice, i rudnik Raša koji je priključen na stanicu Raša kao direktni potrošač.

TS Raša spojena je sa dva dalekovoda 110 kV na TE Plomin i ima tri transformatora 110/50 kV po 10 MVA normalne snage, pa je, s obzirom na malu potrošnju koja uglavnom stagnira, sigurnost potrošača od nestanka napona na zadovoljavajućem nivou.

Razlozi koji diktiraju potrebu prijelaza na 35 kV su slijedeći:

1. Planirana izgradnja novih industrijskih kapaciteta i širenje turističkih objekata za koje treba izgraditi nove distributivne transformatorske stanice;

2. Mogućnost povezivanja konzumnih područja TS Raša, TS Pula i TS Buje za slučaj potrebe kod ispada, remonta itd;

3. Poteškoće kod nabavke opreme 50 kV koja je uglavnom zastarjela, a nabavlja se iz uvoza;

4. Transformatori 110/50 kV nemaju regulacije napona tako da varijacije napona prelaze 15%, jer ovise isključivo o naponu na nivou 110 kV.

Prijelaz na napon 35 kV predviđa se u 3 etape.

Prva etapa je zamjena transformatora 110/50 kV snage 10 MVA novim regulacionim transformatorom 110/35 kV snage 22 MVA. Pri tom bi neka polja distribucije prešla na napon 35 kV.

U drugoj etapi se predviđa zamjena drugog transformatora 110/50 kV snage 10 MVA nosnim regulatorskim transformatorom 110/35 kV snage 22 MVA, kao i prijelaz preostalih polja distribucije na napon 35 kV.

U trećoj etapi se predviđa prijelaz polja direktnog potrošača IU Raša na napon 35 kV.

Interesantno je rješenje sabirnica u prijelaznom razdoblju. Tražilo se, naime, takvo rješenje da za čitavo vrijeme prijelaza stoji na raspolaganju dvostruki sistem sabirnica i za 50 kV i za 35 kV.

Rješenje je nađeno na taj način da dio sadašnjih sabirnica 50 kV u prijelaznom razdoblju može poslužiti za oba naponska nivoa, što raspored postrojenja dozvoljava. Paralelno spajanje 50 kV i 35 kV bit će onemogućeno pogodnom elektromehaničkom blokadom.

Realizacija ovog projekta ovisi o roku isporuke transformatora.

Realno je očekivati, da će prva etapa prijelaza biti ostvarena početkom slijedeće godine.

Bruno Šaina, dipl. el. ing.

DV 2×220 kV HE Orlovac — Šibenik

Radi poboljšanja opskrbe električnom energijom konzumnog područja Šibenika, a posebno zbog izgradnje novih kapaciteta za proizvodnju i preradu aluminija u Ražinama, odlučeno je da se izgradi dalekovod 2 × 220 kV HE Orlovac — Šibenik (Bilice). Vod će se napajati iz HE Orlovac, a krajnja točka bit će buduća TS 220/110 kV Bilice.

S projektiranim dvostrukim dalekovodom predviđeno je povezivanje nove TS 220/110 kV Bilice sa HE Orlovac čije dovršenje ulazi u završnu fazu.

Radove na izgradnji DV 2 × 220 kV HE Orlovac—Šibenik, u dužini od oko 82 km, izvode stručne ekipe »Dalekovoda« iz Zagreba. Glavne tehničke karakteristike ovog prijenosnog postrojenja su:

Vod će se izgraditi na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima od profilnog čelika,oblik stupova »bačva«. Vodiči su 360/57 mm² Ač, zaštitno uže od materijala Alumoweld 117 mm² što je osiguran iz uvoza. Također su iz uvoza nabavljeni i kapasti staklени izolatori.

Istovremeno s građevnim i montažnim radovima na dalekovodu 2 × 220 kV HE Orlovac—Šibenik, otpočeli su i pripremni radovi za gradnju nove TS 220/110 kV Bilice, koja je locirana uz postojeću TS 110/35 kV Bilice.

U planu je, da radovi na dalekovodu budu završeni do kraja ove godine.

(I. R.)

Proširenje TS 110/35 kV Sisak

Završeno je proširenje TS 110/35 kV Sisak u kojoj su transformatori 110/35 kV snage 20 MVA i 31,5 MVA, proizvodnje »Rade Končar«, zamijenjeni transformatorima 2 × 40 MVA što ih je isporučila mađarska tvrtka Ganz.

Nakon proširenja opseg ove transformatorske stanice obuhvaća 12 polja na naponu 110 kV, i 12 polja na naponu 35 kV.

U etapi izgradnje proširenja izvedeno je pojačanje dvaju sistema sabirnica iz bakrenog užeta 2 × 150 mm², izgrađeno 7 novih polja na 110 kV, a u starim poljima 110 kV zamijenjeni su prekidači i strujni mjerni transformatori. Ugradnja novih prekidača 110 kV tipa 3 P, proizvodnje »Rade Končar«, snage 5000 MVA, zahtijevala je i kompletnu rekonstrukciju razvoda tlačnog zraka s ugradnjom novih kompresora i rezervoara zraka, tlaka 40 atp.

Zamjenu i montažu transformatora GANZ provela je ekipa vučnog vlaka Pogona »Elektroprenos«, uz nadzor tehničara tvrtke GANZ. Sve građevne i montažne radove izvelo je poduzeće »Dalekovod«.

(I. R.)

III. SAVJETOVANJE O KVALITETI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Savjetovanje je organizirala Zajednica jugoslavenske elektroprivrede u suradnji s poduzećima »Rade Končar« — Zagreb i »Tvornicom kondenzatorjev« — Semič.

Savjetovanje je održano u Umagu od 23—26. svibnja 1972., a prisustvovalo je ukupno oko 240 učesnika iz udruženih i elektroprivrednih poduzeća i potrošača električne energije.

Za Savjetovanje je otisnuta knjiga s ukupno 34 referata razvrstana u tri glavne grupe:

A — Naponi i jalove snage u elektroenergetskim sistemima
B — Regulacija frekvencije i snage razmjene u elektroenergetskim sistemima
C — Pouzdanost i kontinuitet napajanja potrošača u elektroenergetskim sistemima.

U ime Zajednice jugoslavenske elektroprivrede Savjetovanje je pozdravio generalni direktor Ljubiša Lazar, dipl. ing.

U ime Savjeta godine kvalitete i njegovog predsjednika — predsjednika SIV-a Đemala Bijedića — prisutne je pozdravio general potpukovnik Brujić Srđan.

Dana 23. i 24., kao i 25. u prijepodnevnom radu razmatrani su referati grupe A (Ukupno 20 referata) što su bili podijeljeni u tri podgrupe:

I — Analize i optimizacija energetskog sistema i prijenosne mreže u odnosu na napon i jalove snage (ukupno 10 referata),
II — Jalove snage i naponi u distributivnim mrežama i tarife za jalovu energiju (ukupno 4 referata),
III — Postrojenja kondenzatora i sinhronih kompenzatora (ukupno 6 referata).

Dana 25. lipnja razmatrani su referati grupe B »Regulacija frekvencije i snage razmjene u elektroenergetskim sistemima« — ukupno 7 referata.

Referati grupe C: »Pouzdanost i kontinuitet napajanja potrošača u elektroenergetskim sistemima«, razmatrani su 26. lipnja (ukupno 7 referata).

Tijekom savjetovanja organizirana je i stručna ekskurzija do Divače, gdje je razgledana RS 220 kV i TS 110/30 kV, kao i postrojenje sinhronog kompenzatora 50 MVAr.

Posljednjeg radnog dana, tj. 26. lipnja razmatrani su i usvojeni zaključci o svim grupama referata.

ZAKLJUČCI

1. Imajući u vidu jedinstvenost tehnološkog procesa elektroprivrede, potrebno je optimizaciju naponsko-reaktivnih prilika integralno rješavati, tj. obuhvaćati pri tom, kako proizvodnju i prijenos, tako i distribuciju i potrošače električne energije na svim naponskim nivoima.

2. Potrebno je i dalje razvijati metode planiranja izvora jalove snage obuhvaćajući i sve tehničke, energetske i ekonomske utjecajne faktore.
U daljnjem razvojnom razdoblju valja u eksploataciji elektroenergetskog sistema Jugoslavije primjenjivati metode optimizacije s obzirom na napon i jalovu snagu.

3. Za uspješno sprovođenje svih analiza i studija iz područja naponsko-reaktivnih prilika, neophodno je nastaviti rad na sistematskom mjerenju, prikupljanju i sređivanju potrebnih elektroenergetskih statističkih podataka.
Planiranje novih izvora jalove snage valja zasnivati na dovoljnom broju statističkih serija obrađivanih na osnovi suvremenih matematičko-statističkih i probabilističkih metoda.
Posebno je pri planiranju novih izvora jalove snage potrebno voditi računa o neophodnoj rezervi u pogledu mogućnosti proizvodnje jalove snage.

4. Da bi se mogle poduzeti odgovarajuće mjere za poboljšanje faktora snage i naponskih prilika potrebno je za pojedina područja izvršiti bilansiranje postojećeg stanja i na temelju analize utvrditi količinu i mjesta potrošnje jalove snage.
Elektroprenosna i elektrodistributivna poduzeća treba da izrade za svoja područja studije iz područja koja treba da utvrde koliki je udio kompenzacije jalove snage što odgovara pojedinim naponskim nivoima prijenosa, distribucije i potrošača.

5. Izborom novih izvora jalove snage potrebno je poboljšati postojeću nepovoljnu strukturu u pogledu vrste i lokacije.

6. Za postojeće i nove elektrane valja utvrditi mogućnost rada generatora u kapacitivnom režimu i snimiti odgovarajuće pogonske karakteristike.

7. Preporučuje se izrada studije reaktivno-naponskih prilika za osnovnu 380 kV mrežu Jugoslavije, za pojedine etape izgradnje, predviđene programom. Osim toga, studija treba da da odgovor o potrebi ugradnje reaktora i drugih uređaja.

8. Preporučuje se organiziranje i sprovođenje mjerenja viših harmonika i nesimetrija u elektroenergetskom sistemu i proučavanje njihovih štetnih utjecaja.

9. Na obračunskim mjestima električne energije, gdje se pojavljuju viši harmonici koji znatno utječu na klasu mjerenja, valja uvoditi mjerne uređaje neosjetljive na više harmonike.

10. Potrebno je definirati kvalitetu električne energije i njene parametre propisima i standardima čime će se omogućiti:
    — elektroprivredi, u cjelini, da svoje djelovanje usmjeri na poboljšanje onih parametara koji negativno utječu na kvalitetu,
    — potrošačima da ugovore onaj nivo kvalitete koji je za njih najrentabilniji.

11. Imajući u vidu da će se u narednim godinama pojaviti opći nedostatak količina električne energije koji će utjecati na kvalitetu isporuke električne energije potrošačima, ipak elektroprivreda mora i dalje, na najpovoljniji način, rješavati pitanje kvalitete električne energije.
    Neizgrađena prijenosna, a naročito distributivna mreža, danas je glavni uzrok isporuke nekvalitetne električne energije potrošačima priključenim na tu mrežu.
    Stalni pad kvalitete nastavit će se tako dugo dok se ne riješi pitanje proširene reprodukcije.

12. Iz referata i diskusija na Savjetovanju proizlazi da treba u izvjesnim područjima hitno ugraditi uređaje za kompenzaciju reaktivne snage, da bi se naponske prilike dovele u tolerantne granice.

13. Široka primjena kondenzatorskih baterija u našoj mreži zahtijeva i primjenu automatske regulacije koja mora biti odabrana uz prethodnu detaljnu analizu.

14. Pri davanju energetskih suglasnosti potrebno je potrošačima uvjetovati da imaju određeni faktor snage i da eventualne smetnje budu u dozvoljenim granicama.

15. Valja izučavati trošila električne energije i njihove karakteristike s aspekta racionalizacije i utjecaja na kvalitetu električne energije. U tom smislu usmjeravati obuku kadrova.

16. Neadekvatna tarifa električne energije razlog je što se kompenzacija jalovih snaga još ne pospješuje.
    Preporučuje se da se što prije pristupi izmjeni tarifnih odredaba za tarife jalove energije u smislu da tarifa stimulira potrošača na kompenzaciju jalove snage i da na najpovoljniji način odgovori tehničko-ekonomskim uvjetima rada mreže.

17. Učesnici savjetovanja smatraju da su za pravilnu orijentaciju stručnjaka, koji rade ili koji će raditi sa kondenzatorskim baterijama, korisne informacije u vezi s proizvodnjom kondenzatora s novim materijalima i tehnološkim poboljšanjima, i da je poželjna slična praksa i u budućnosti.

18. Ukazuje se na štetne utjecaje viših harmonika na mreže visokih i vrlo visokih napona uslijed prisustva sve većeg broja ispravljačkih uređaja velikih snaga. Potrebno je razmotriti mogućnost uvođenja propisa koji će obvezivati određene kategorije potrošača da poduzmu potrebne tehničke mjere kako bi se mogle izbjeći štetne pojave, što uzrokuju struju viših harmonika u pogonima potrošača, kao i njihovo povratno djelovanje na mrežu iz koje se ti potrošači napajaju.

19. Pitanju nabavke sinhronih kompenzatora i izboru proizvođača treba i dalje posvetiti nužnu pažnju, kako bi se eksploatacioni problemi u vezi s njihovim radom sveli na najmanju mjeru.
    Preporučuje se, kod novih nabavki sinhronih kompenzatora, najtješnija suradnja investitora i odgovarajućih stručnih foruma koji prate rad i ponašanje sinhronih kompenzatora u pogonu.

20. Budući da se u budućnosti mora računati s masovnijom ugradnjom kondenzatorskih baterija za kompenzaciju reaktivnih snaga, naročito na niskom i srednjim naponima, potrebno je maksimalno ubrzati donošenje tehničkih propisa kojim se definiraju uvjeti i zahtjevi što ih kondenzatorska baterija s pratećom opremom (osigurači, sklopke, vodovi itd.) mora ispuniti. Također je nužno donošenje tehničkih propisa i uputstava o pogonu, održavanju i projektiranju kondenzatorskih postrojenja za kompenzaciju jalovih snaga. Preporučuje se da se izvrše odgovarajuća istraživanja i analize u smislu definiranja ocjene o sposobnosti pojedinih tipova prekidača za primjenu u kondenzatorskim postrojenjima sa stajališta komutacionih prenapona.

21. Radi smanjenja naponskih kolebanja u blizini čeličana s elektro-lučnim pećima, i sličnih potrošača, predlaže se da se razmotri mogućnost primjene regulacijskih statičkih kompenzatora, kao tehničke novine u pogledu beskontaktne regulacije napona.

22. Konstatira se da je kvaliteta frekvencije, dostignuta u našem elektroenergetskom sistemu na visokom nivou. Treba nastojati da se takva kvaliteta zadrži i u budućnosti.

23. Preporučuje se da ZJE organizira izradu tehničkih uvjeta o kvaliteti frekvencije u okviru općih uvjeta o kvaliteti električne energije.

24. Traži se striktno praćenje parametara kvalitete frekvencije predviđenih Sporazumom o zajedničkom radu u Jugoslavenskom elektroenergetskom sistemu.
    Parametri koji su tu specificirani treba da budu obvezni za samu elektroprivredu, dok se u slučaju potrošača treba ostaviti sloboda ugovaranja zahtijevane kvalitete frekvencije, koja je neophodna za pojedine grupe potrošnje.

25. Preporučuje se primjena elektrohidrauličkih, odnosno elektronskih turbinskih regulatora na svim budućim regulacionim hidroelektranama.

26. Preporučuje se organizirano studiranje daljeg razvoja sistema za automatsku sekundarnu regulaciju izvjesnih adaptivnih stojstava. Predviđa se,

da se sve dalje adaptacije sistema za regulaciju izvode jedinstveno u suglasnosti sa svim zainteresiranim partnerima.

27. Budući da postojeće regulacijske elektrane, što su u pogonu, neće biti u stanju da u skoroj budućnosti podmire potrebe sistema u energiji i snazi regulacije, preporučuje se da se odmah pristupi uvođenju novih izvora u sekundarnu regulaciju.

28. Preporučuje se organizatoru slijedećih savjetovanja o kvaliteti ehektrične energije da se kvaliteta razmotri sa slijedećih stajališta: (1) pouzdanosti opskrbe, (2) tolerantne frekvencije, (3) tolerantnog napona i (4) tolerantnog sinusoidnog oblika. Osim toga, valja razmotriti uvođenje problematike racionalizacije na ovom području u sadržaj rada Savjetovanja.

29. Upoznavanje metode i rada stručnjaka s ovog područja iz drugih zemalja, smatra se veoma korisnim, pa se preporučuje da se takva praksa i ubuduće podstiče i sprovodi.

30. Pouzdanost isporuke električne energije kao mjerila njene kvalitete teško je jednostavno definirati. Smatra se da bi trebalo razraditi metodologiju i pronaći način da se pouzdanost isporuke u pojedinim čvorištima sistema jasno definira izvjesnim integralnim indeksom pouzdanosti.

31. Na osnovi dosadašnjih iskustava u vezi sa statistikom u udruženoj elektroprivredi koja nije zadovoljavajuća, a radi postizanja bolje kvalitete električne energije, ukazuje se na neophodnost obrade metodologije za uvođenje jedinstvene statistike za prikupljanje i obradu podataka, i to vremenski dovoljno unatrag.

32. Neophodno je poduzeti sistematska studijska istraživanja i napraviti analize o opravdanosti uvođenja kompleksne automatizacije u upravljanju elektroenergetskim sistemom Jugoslavije. U prvoj etapi bilo bi opravdano, uz postojeću regulaciju snaga-frekvencija, razmotriti uvođenje automatske regulacije po naponu i jalovoj snazi na visokonaponskoj prijenosnoj mreži, što bi znatno utjecalo na kvalitetu električne energije, a istovremeno utrlo put interkonekciji sa sistemima UCPTE-a i SEV-a.

33. S obzirom na predstojeće zadatke u vezi s automatizacijom elektroenergetskog sistema, potrebno je posvetiti odgovarajuću pažnju i osigurati preduvjete za pripremu i osposobljavanje kadrova koji će rješavati složene zadatke iz područja kompleksnog automatskog upravljanja u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije.

34. Posebno valja istaći, da u slučaju nastupanja ograničenja u kvantitativnom razvoju elektroenergetskog sistema u pojedinim etapama budućeg razvoja i u pojedinim područjima, treba nastojati da se, adekvatnim mjerama za poboljšanje kvalitete električne energije, postigne optimalno kvantitativno i kvalitativno iskorištenje raspoloživih postrojenja u elektroenergetskom sistemu.

35. Pravilna praktična primjena kratkotrajnih asinhronih režima turbogeneratora, nastalih kao posljedica nestanka pobude, pridonosi povećanju pouzdanosti snabdjevanja potrošača električnom energijom. Ovaj rad treba i dalje nastaviti, kako na teoretskom, tako i na praktičnom planu.

36. Pri analizi kvalite električne energije, bilo bi potrebno u tom pogledu diferencirati zahtjeve s obzirom na vrijeme, prostor i kategorije potrošača.

37. Predlaže se Zajednici jugoslavenske elektroprivrede da formira komisiju koja će se trajno baviti problematikom kvalitete električne energije.

SAVJETOVANJE O TIPIZACIJI NISKONAPONSKIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

U organizaciji Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Hrvatske (SEITH) održano je trodnevno stručno savjetovanje u Primoštenu (Dalmacija), u vremenu od 8. do 10. svibnja. Na savjetovanju je učestvovalo oko 450 inženjera i tehničara iz cijele zemlje, a prezentirano je više od 30 referata svrstanih u 7 tematskih grupa od kojih su najzastupljenija područja bila:

III. Tipizacija vodova za električne niskonaponske distributivne mreže (7 referata);
IV. Projektiranje električnih niskonaponskih distributivnih mreža (11 referata);
V. Značaj kompenzacije u eksploataciji niskonaponskih distributivnih mreža (4 referata);
VII. Suvremena rješenja tipskih elemenata za niskonaponske distributivne mreže (6 referata).

Pored navedenih tematskih grupa, razmatrana je i problematika: standardizacija elemenata mreža, tehnički propisi i zaštitne mjere od opasnosti, način polaganja kabela, suvremena rješenja elemenata mreža i instalacija. Podnosioci referata su davali rezime svojih radova, a nakon toga su učesnici u diskusiji po tematskim grupama iznosili svoje stavove, iskustva i prijedloge za tehnička rješenja iz domaće ili inozemne prakse.

Premda prva tematska grupa »Tehnički propisi za projektiranje, izvođenje i održavanje električnih niskonaponskih distributivnih mreža, kućnih priključaka, zaštitnih mjera...« nije obilovala brojem referata, kroz cijelo trajanje simpozija se osjećao velik interes za probleme s ovog područja. Stručnjaci su općenito izražavali potrebu izmjene i nadopune niza propisa, te izdavanja novih propisa s više područja

kao: problematike uzemljenja postrojenja (temeljni uzemljivači, istiskivanje metalnih vodovodnih cijevi kao uzemljivača), izrade instalacija u novim tehnikama (podne instalacije, vertikalni razvodi, suhi transformatori u stambenim zgradama i dr.), primjena novih proizvoda (kombinacija Al-Cu vodiča za instahacije, instalacioni materijali).

Standardizacija i tipizacija elemenata niskonaponskih mreža i vodova, nadzemnih i kabelskih, u distribuciji i nekim granama industrije postavlja se kao imperativni problem zbog jednostavnijih tehničkih rješenja, boljeg ekonomiziranja i daljnje proizvodne orijentacije naše industrije elektroopreme. Sadašnje stanje odraz je dosad neostvarene koordinacije proizvođača i distributera na općem jugoslavenskom planu i u pojedinim regijama. Lijep primjer za to jest činjenica da se u Hrvatskoj upotrebljava 15 tipova kabela, a od toga 4 tipa masovnije, ukupno 83% od položenih u vremenu od 1966—1970. godine, a da od primijenjena 44 presjeka njih 9 čini 88% položenih kabela. U Srbiji, gdje je tek 5% distributivne mreže nivoa 35 kV do 0.4 kV u kabelu, osjeća se potreba tipiziranja stupova, naročito betonskih. Zatim ostaje potreba tipizacije niskonaponskih ploča i ormara te općenito elektrokonstrukcija, kabelskih spojnica i dr. Uočeno je da ni sama industrija nije dovoljno elastična ni orijentirana prema korisnicima, da proizvođači nisu specijalizirani, a korisnike slabo konzultiraju i informiraju preko stručnih skupova.

Studiozniji pristup analizi konzuma pridonio bi optimizaciji gradskih mreža, podigao tehnički nivo i omogućio njihovu automatizaciju (telemjerenje i komandiranje).

I sama tehnika polaganja kabela zahtijeva nova rješenja, jer, počevši od problema oblaganja kabela pijeskom i zaštite ciglom, koji po nekima ostaje anahronizam pojavom rovokopača i ostalih modernih strojeva, postavlja se i pitanje suvremenijih načina polaganja kabelskih mreža (kanalizacija). I sami propisi o polaganju kabela postali su nepodesni, a izvedbe zaštite skupe i neefikasne.

Probleme kompenzacije jalove snage razmatrali su referati V. tematske grupe. Problem kompenzacije različit je s obzirom na naponske nivoe. Na niskom naponu gornja granica faktora snage već je prilično visoka, ponegdje čak do 0.95, što u potpunosti zadovoljava, dok na visokom naponu postoji, naročito u noćnim satima, problem prekompenzirane mreže. Očito je da je problem kompenzacije usko vezan s tarifama i distributivnim područjima. Domaća industrija pruža potreban pribor i uređaje.

VIII. grupa »Suvremena rješenja tipskih elemenata za niskonaponske distributivne mreže» donosi interesantne prijedloge za uvođenje novih tehničkih rješenja koja se zasnivaju na već odbačenim tehničkim rješenjima, kao što su: suhi učinski transformatori, kombinirani oodiči iz bakra i aluminija (Al-Cu vodiči).

Razvoj elektrotehnologije omogućio je da se danas proizvode kvalitetni materijali koji zadovoljavaju postojeće tehničke zahtjeve i propise, a nisu mnogo skuplji od primjenjivanih i daju široke mogućnosti za nova tehnička rješenja u instalacijama i razvođenju. Pojavom suhih učinskih transformatora svih izolacijskih klasa (kao i za uljem hlađene transformatore) moguće je izbjeći neugodno trafo-ulje koje zahtijeva betonske jame ispod transformatora (dispoziciju u terenu, po mogućnosti izvan stambenih zgrada) i smanjiti troškove investicija. Takve manje transformatore moguće je sada postaviti na gornjim dijelovima višekatnica i time izbjeći veći broj i veći presjek usponskih vodova i smanjiti, građevinski pojednostavniti transformatorsku stanicu. Praksa će vjerojatno brzo uočiti te prednosti i prihvatiti nova rješenja.

Tijekom diskusije je uočeno sadašnje stanje i stupanj razvoja distributivnih mreža koje danas ne pružaju kvalitetnu električnu energiju i pogonsku sigurnost potrošačima (česti prekidi, slab napon itd.). Ovaj stručni skup sugerira veće ulaganje novčanih sredstava u elektrodistributivna postrojenja niskog napona radi proširenja, unapređenja tehničkog nivoa i automatizacije.

Budući da je ovo stručno savjetovanje razmatralo široki raspon tehničke problematike niskonaponskih distributivnih mreža, zaključeno je da se cvakva savjetovanja ubuduće održavaju u nekoliko radnih grupa kao: usklađivanje propisa, problematika distribucije, uređaji za zaštitu, i druge.

Pohvalno je, da je organizator, premda republički savez, zainteresirao i okupio toliki broj jugoslavenskih stručnjaka na savjetovanju specijaliziranog ali aktualnog karaktera.

Zaključci Savjetovanja

1. Konstatira se, da iz područja elektrotehnike, a posebno iz niskonaponskih distributivnih mreža ne postoji niz odgovarajućih tehničkih propisa, mjera, preporuka i nacionalnih standarda.

2. Postojeći tehnički propisi iz ovog područja su zastarjeli i valja ih najhitnije uskladiti s razvojem nauke, tehnologije i primijenjene elektrotehnike.

3. Savjetovanje predlaže da se u SMEITJ-u formira stalno ovlašteno stručno tijelo elektrotehničke struke, koje se ažurno raditi na izradi i inovaciji tehničkih propisa, mjera i preporuka.

4. Do sada nisu ostvareni uvjeti za tipizaciju elemenata niskonaponskih mreža u velikoj mjeri zbog nedostatka koordinacije zainteresiranih radnih organizacija i ustanova. Predlaže se da se u okviru republika, pokrajina i federacije formiraju radna tijela, koja će pripremiti prijedloge i preporuke za tipizaciju dijelova električnih mreža. Organizatori ovog posla trebaju biti Udruženja distributivnih poduzeća republika i pokrajina.

5. Preporuča se proizvođačima električnih proizvoda, da koriste stručne skupove za informiranje korisnika o svim novostima u proizvodnji, što će pridonijeti tipizaciji elemenata niskonaponskih mreža.

6. Na savjetovanju je uočeno, da suradnja i koordinacija između distributivnih poduzeća, elektroindustrije i potrošača električne energije nije uvijek na zadovoljavajućem nivou.

7. Predlaže se da se u okviru posebnog savjetovanja razmotri optimiranje gradskih električnih mreža niskog napona (petljasta-zamkasta, radialna).

8. U većim gradovima i naseljima vladaju slične elektroenergetske prilike, pa se preporučuje, da se tipizacijom broj presjeka i tipova kabela svede na što je moguće manju mjeru.
Dosadašnji način oblaganja kabela opekom ili betonskim elementima znatno poskupljuje građevinske troškove polaganja kabela a ne pruža dovoljnu mehaničku zaštitu kabela, pa se predlaže da se primjene jednostavnija i jeftinija rješenja. U tom smislu predlaže se izmjena i nadopuna odgovarajućih tehničkih propisa.

9. Pouzdanost snabdijevanja potrošača kvalitetnom električnom energijom naročito osjetljivih na česte prekide, varijacije napona izvan dozvoljenih tolerancija itd. zavisi o izgrađenosti mreža. Sadašnji stupanj razvoja distributivnih mreža kvalitet i sigurnost snabdijevanja potrošača električnom energijom ne zadovoljava.
S obzirom na nedostatak financijskih sredstava u elektrodistributivnim organizacijama za proširenu reprodukciju, neophodno je osigurati namjenska sredstva za izgradnju novih i proširenje i osuvremenjivanje postojećih mreža za distribuciju električne mreže.

10. U okviru diskusija o tipizaciji elemenata n. n. mreže iskristaliziralo se mišljenje, da je potrebno favorizirati industrijski prefabricirane elemente n. n. mreže jer u industrijskoj proizvodnji postoje bolji uvjeti za osiguranje kvaliteta i modernih konstrukcija.

11. Problematika tipizacije električnih mreža, n. n. još uvijek se nalazi u fazi razvoja, pa je potrebno redovito organizirati ovakva savjetovanja. Radi efikasnijeg rada ovih savjetovanja predlaže se da se najvažnija i opća pitanja raspravljaju u plenarnom dijelu, a ostala, specijalizirana, po sekcijama.

Antun Lenac, dipl. ing.

VISOKO PRIZNANJE POZNATOM ELEKTROPRIVREDNOM STRUČNJAKU



Nagradu »Nikola Tesla«, to visoko priznanje što se u našoj republici dodjeljuje svake godine istaknutim tehničkim stručnjacima, primio je ove godine i prof. dr Božidar Stefanini, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu. Ovo mu je priznanje dodijeljeno zbog velike zasluge za razvoj znanstvene i stručne misli u našoj zemlji, te za razvoj nastave i odgoja visokoškolskih kadrova.

Svojim prvim radovima pojavljuje se prof. Stefanini odmah nakon oslobođenja 1947. god., tj. u jeku obnove ratom opustošene zemlje. Radeći do 1950. u Generalnoj direkciji savezne elektroprivrede i Ministarstvu elektroprivrede FNRJ na poslovima elektrifikacije, objavio je prve članke i time dao svoj doprinos stvaranju naše poslijeratne stručne i znanstvene literature iz područja prijenosa električne energije.

Za svoj rad je već i tada bio nagrađivan, pa je npr. za prijedlog rješenja prijelaza voda Fala—Laško na 110 kV dobio posebno priznanje. Godine 1950. dolazi na Tehnički fakultet u Zagreb i preuzima predavanja iz predmeta: »Prijenos električne energije« i »Tehnika visokog napona«. Uz to nastavlja rad u elektroprivredi i proširuje ga suradnjom u Institutu za elektroprivredu. Od mnogih aktivnosti na području elektrifikacije valja naročito istaknuti rješavanje problema povezivanja parcijalnih sistema 110 kV u jedinstveni jugoslavenski elektroenergetski sistem, suradnju na rješavanju problema jugoslavenske superponirane mreže i rad na propisima za dalekovode.

U mnogim stručnim tijelima i komisijama prof. Stefanini je vrlo aktivan suradnik, koji uvijek uspijeva dati dragocjeni doprinos rješavanju postavljenih problema.

Dao je mnogo priloga stručnoj literaturi. Bez posebnog isticanja određenih radova valja općenito naglasiti da se oni odlikuju naročitom sistematičnošću, znalačkim i studioznim pristupom problemima i jasnoćom izlaganja.

Posebno treba istaknuti aktivnost prof. Stefaninija posljednjih godina na uvođenju rada na elektroničkim računalima (kompjutorima), što prelazi krug fakulteta i elektroprivrede. Ta je aktivnost to značajnija, što je elektroprivreda u nas, u tom pogledu, u znatnom zaostatku prema tehnički razvijenim zemljama. U okviru ove aktivnosti uspio je osnovati Sveučilišni računski centar (SRCE), koji se pod njegovim rukovodstvom uspješno razvija u centar evropskih razmjera.

Vjerujemo da će ova nagrada biti još jedan poticaj za daljnji rad i suradnju s elektroprivredom.

Profesoru Stefaniniju, srdačno čestitamo!

Uredništvo.

ELKA

TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA ZAGREB — JUGOSLAVIJA

TELEFONSKI KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIČNIM MASAMA

»Elka je potpuno usvojila proizvodnju najkvalitetnijih telefonskih kabela za centrale, telefonskih razvodnih (instalacionih) kabela, telefonskih kabela za mjesne mreže, i telefonske montažne i instalacione žice.

KABELI I VODOVI IZOLIRANI PVC-OM

Za centrale i signalne uređaje izrađuje ove tipove kabela sa izolacijom i plaštem od PVC-a:

TC-40 i
TC-46 prema JUS M.C4.140

Osnovne izmjerene karakteristike izolacije ovih kabela su:

Relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 4$
Dielektrični faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}08$
Specifični izolacioni otpor	$r = 10^{15}\Omega$ cm

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela su:

Izolacioni otpor min.	R = 500 MΩ km
Radni kapacitet max.	C = 90 nF/km
Srednja kapacitivna veza	C′ ≷ 150 pF/500 m
Gušenje preslušavanja	a = 8 nepera
Dozvoljena temperatura kabela u upotrebi	— 20° C do 70° C
Temperatura polaganja	— 5° C do 50° C.

Kabeli TC-40 i TC-41 proizvode se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s promjerima vodiča 0,5 i 0,6 mm.

Telefonski razvodni instalacioni kabeli

TR-40, prema JUS N. C4. 240.

Minimalni izolacioni otpor je 200 MΩ km, a maksimalni radni kapacitet 100 nF/km. Proizvodi se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s vodičima promjera od 0,5, 0,6 i 0,8 mm. Ovaj kabel se upotrebljava za telefonske i signalne uređaje u suhim prostorijama, za polaganje u cijev i zidove.

Telefonska montažna žica

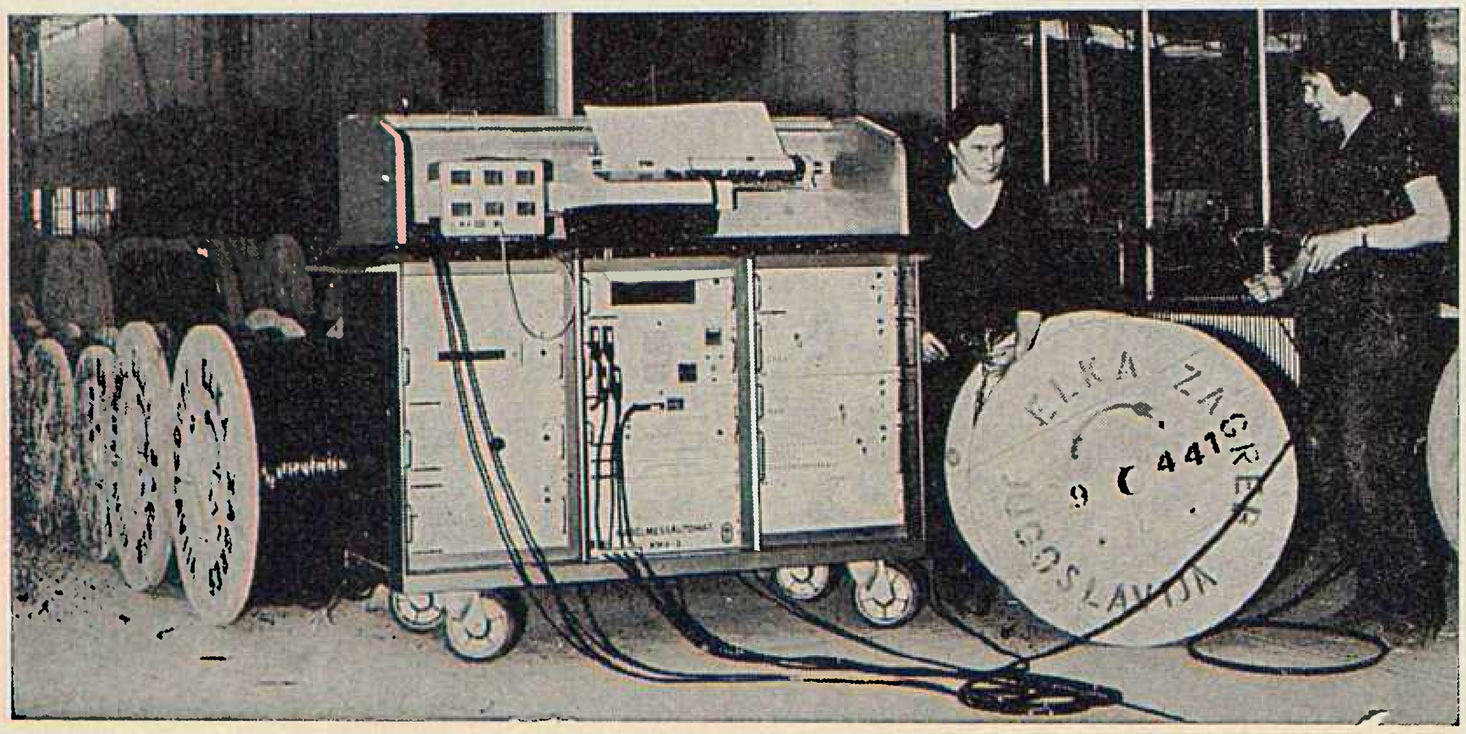
TM-20, jednobojna, dvobojna ili použena u snop od pet žica,

upotrebljava se za unutrašnje veze u telekomunikacionim uređajima i aparatima i za međusobno povezivanje telekomunikacijskih uređaja.

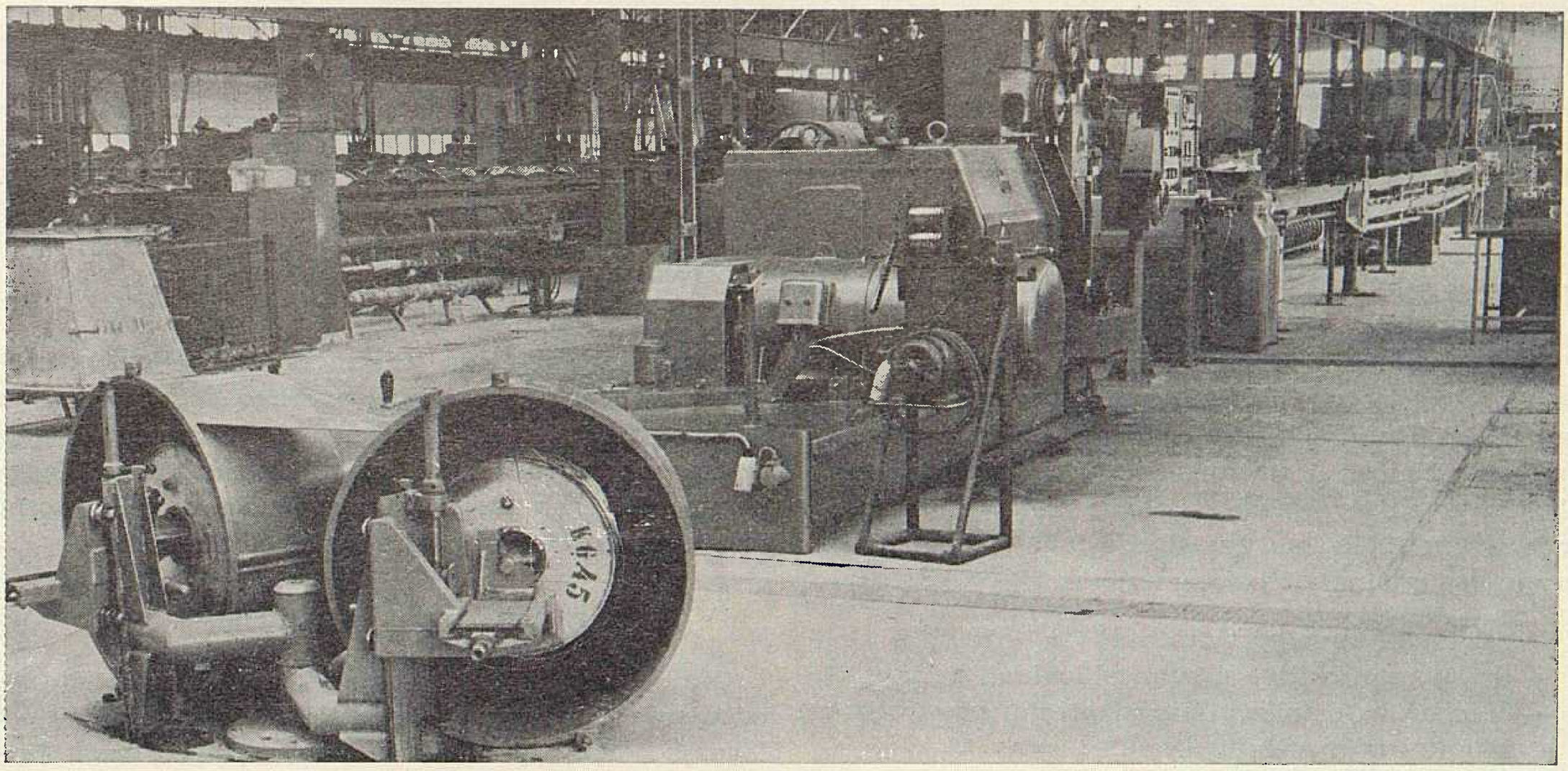
Telefonska instalaciona žica

TI 20,

upotrebljava se za telefonske kućne instalacije u cijevima i po zidu, za priključak zvučnika i signalnih uređaja, za ranžiranje glavnih kabelskih razdjelnika i međurazdjelnika.



Ispitivanje telefonskih kabela na najsuvremenijem uređaju tipa kabelmessautomat



Detalj iz pogona za proizvodnju telefonskih kabela

KABELI IZOLIRANI POLIETILENOM

Telefonski kabeli za mjerne telefonske mreže s izolacijom i plaštem od polietilena:

TK-30, TK-31 i TK-32, prema JUS N.C4.330
i TK-31, TK-32 i TK-33E, prema propisima JZPTT.

Osnovne izmjene karakteristike izolacije:

relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 2{,}3$, kod 1000 Hz
dielektrički faktor	$tg\delta = 0{,}003 \div 0{,}005$,
gubitaka	kod 1000 Hz
dielektrična čvrstoća	F = 25 kV/mm kod 50 Hz

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela:

Radni kapacitet za zvijezda- četvorke
$C_{IV} \leqq 50$ nF/km
a za paricu
$C_{II} \leq 60$ nF/km.

Izolacioni otpor gotovog kabela.

$R = 10.000\ M\Omega\,km$

Kapacitivna veza maksimalna

$c' \leq 500$ pF/500 m

Dozvoljena temperatura u eksploataciji

$t_0 = -30°\,C$ do $50°\,C_2$

Dozvoljena temperatura pri polaganju

$t_p = 0°\,C$ do $40°\,C_2$

Primjena:

TK- 30 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža,

TK- 31 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža gdje se zahtjeva zaštita od smetnji,

TK- 32 za polaganje u zemlju, po zidovima, preko mostova i svagdje gdje je potrebna i povećana mehanička zaštita.

TK- 32* i TK- 33E su samonosivi telefonski kabeli za ovjesno polaganje na različita uporišta na zemlji, krovovima, stupovima, posebno u industrijskim centrima sa zagađenom atmosferom, selima, prigradskim, naseljima i primorskim mjestima.

Svi se ovi kabeli proizvode u konstrukcijama od 5 do 50 parica i četvorki.

---

* TK-33 razlikuje se od TK-33E samo po tome što mu je plašt od PVC-a.

ELKA · ELKA · ELKA · ELKA

PODNE INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE

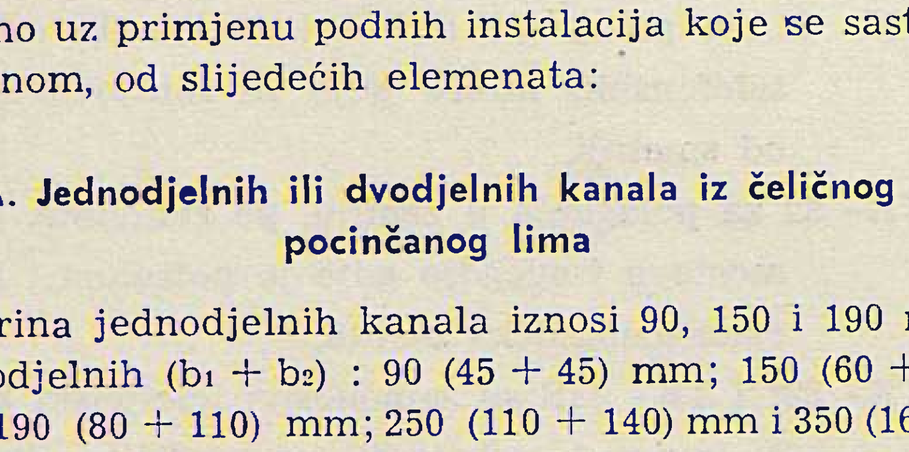
Moderna organizacija poslovanja u uredima, projektnim biroima, računskim centrima, laboratorijima, saobraćajnim i informativnim centrima, bankama, bolnicama, fakultetima i u drugim poslovnim objektima, zahtijevaju najsuvremenije sisteme električnih instalacija u tim objektima. Instalacije jake i slabe struje moraju ispunjavati slijedeće uvjete:

- zauzimati malo prostora,
- da su primjenljive u svim vidovima gradnje,
- omogućavati proizvoljnu adaptaciju prostorija u bilo kojem momentu,
- brzu i jeftinu montažu,
- sigurnu izvedbu u mehaničkom i električnom pogledu,
- kapacitet instalacije mora biti dovoljno dimenzioniran i za buduće potrebe,
- mreža priključnih mjesta mora biti fleksibilna, tj. mora postojati mogućnost da se broj i mjesto priključka može uvijek prilagoditi potrebama i željama korisnika instalacije,
- priključci instalacija jake i slabe struje terbaju biti, po mogućnosti koncentrirani na istim mjestima, da se mogu istovremeno koristiti,
- priključna mjesta moraju biti takva da se mogu proizvoljno kombinirati priključci za jaku struju i telefoniju, i da mogu biti zaštićeni zajedničkim ili odvojenim poklopcima.

Svi ovi zahtjevi mogu se danas postići isključivo i sigurno uz primjenu podnih instalacija koje se sastoje, uglavnom, od slijedećih elemenata:

A. Jednodjelnih ili dvodjelnih kanala iz čeličnog pocinčanog lima

Širina jednodjelnih kanala iznosi 90, 150 i 190 mm, a dvodjelnih ($b_1 + b_2$) : 90 (45 + 45) mm; 150 (60 + 90) mm; 190 (80 + 110) mm; 250 (110 + 140) mm i 350 (160 + + 190) mm. Visina kanala može biti 18 mm; 23 mm; 28 mm; 33 mm; 38 mm, 43 mm i 48 mm. Ovisno o visini kanala i izvedbi priključnih mjesta, vidi točku C, visina premaza ili izolacionog poda koji dolazi iznad betonske deke mora biti 50 do 80 mm.



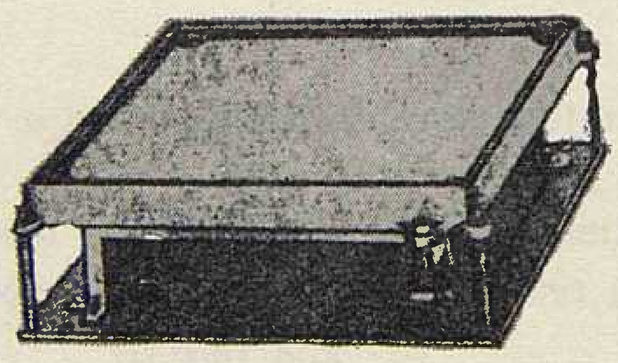
Sl. 1. Dvodjelni limeni kanal

Dvodjelni kanali su jednim svojim poljem predviđeni za vodove jake struje, a drugo polje za vodove slabe struje (telefoni, interfoni i sl.). U sastavu kanala se isporučuju pripadajući spojni elementi kao i koljena za priključak kanala na razvodne uređaje, odnosno na sistem zidnih-parapetnih instalacionih kanala.

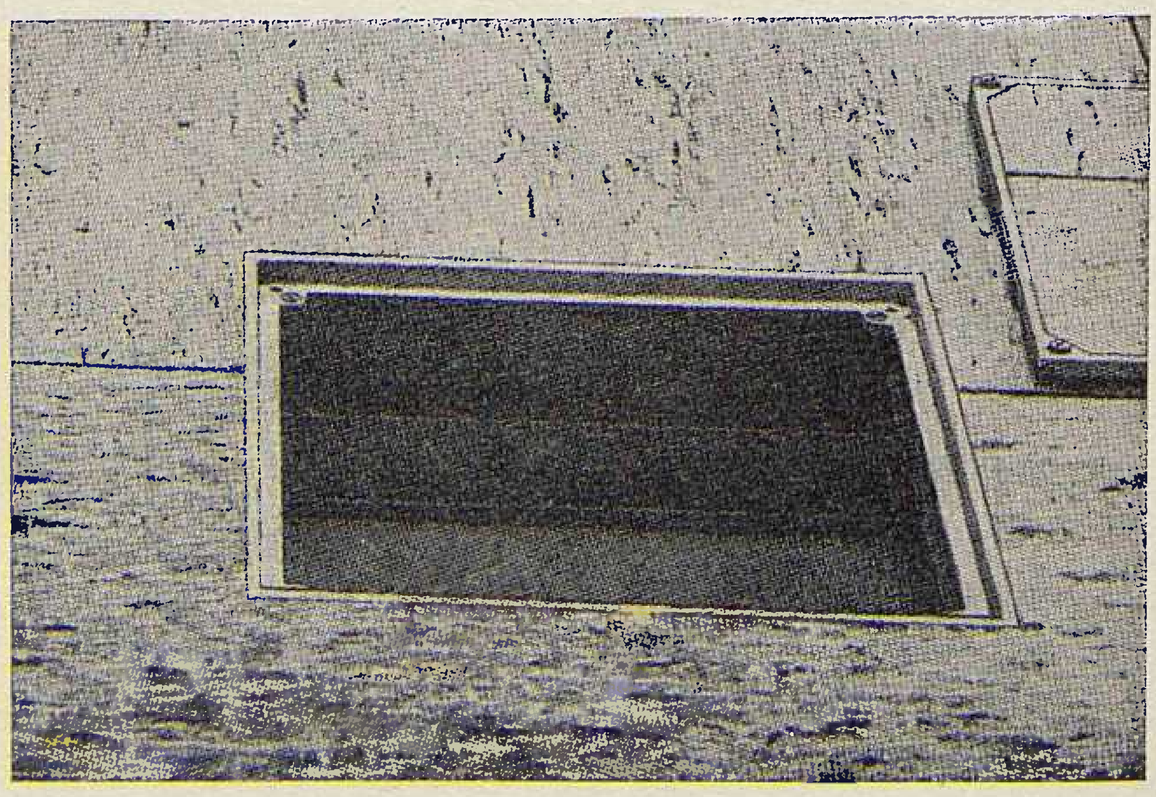
B. Razvodne kutije iz silumina

Kutije iz silumina su predviđene za nastavljanje, odvajanje i završavanje kanala i to ovisno o planu polaganja i spajanja vodova. Prema potrebi se u razvodne kutije mogu ugraditi priključne stezaljke za vodove jake struje, odnosno priključne letvice i reglete za vodove slabe struje i telefonije. U sastavu kutije se isporučuju posebni poklopci koji se isključivo koriste za potrebe transporta i monate, kao i pregradne pločice koje služe kao mehaničke pregrade na mjestu gdje se križaju vodovi jake struje s vodovima telefonskih instalacija.

Prema potrebi može se na poklopac razvodnih kutija ugraditi i priključni stupić, vidi točku C/c.



Sl. 2



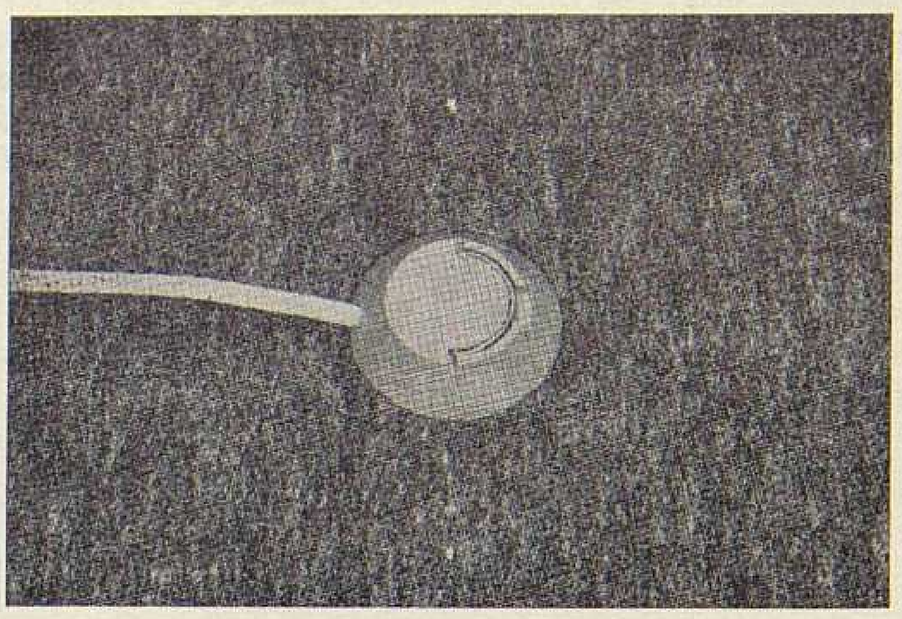
Sl. 3

Na sl. 2 i 3 — Razvodne kutije (dimenzije u skladu sa širinom i visinom kanala)

C. Priključna mjesta

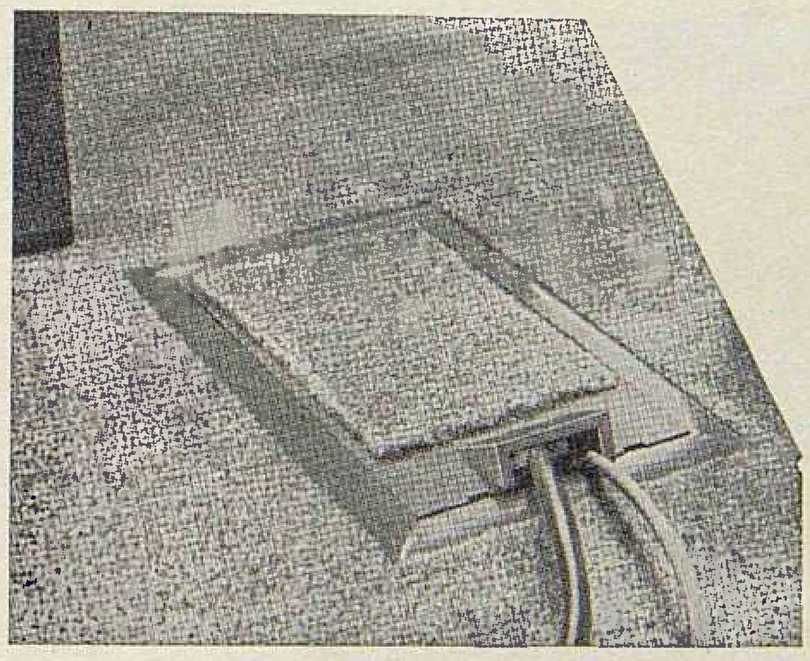
Podne instalacije predvidene su za tri različite izvedbe priključnih mjesta, s time da svaka izvedba omogućava mnogo kombinacija raznih izvedbi priključaka za instalacije jake i slabe struje.

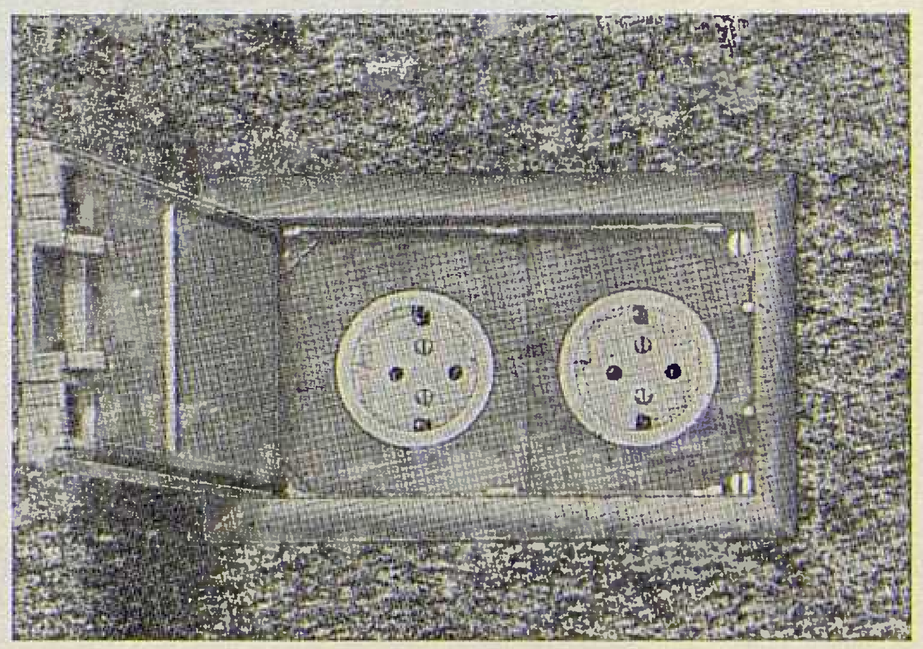
Pregled izvedbi priključnih mjesta:



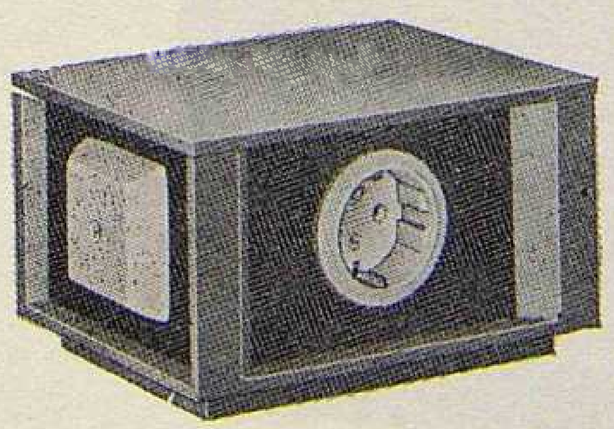
a) Priključno mjesto u visini poda, s jednim priključkom (za jaku ili slabu struju).

Mogu se i naknadno ugraditi. U tu svrhu se koristi odgovarajući alat za bušenje poda i limenih kanala.





b) Priključno mjesto u visini poda s dva ista ili različita priključna gnijezda.



c) Priključno mjesto iznad poda tzv. priključni stupić, u više izvedbi s mogućnosti 12 priključnih gnijezda.

Potpune tehničke podatke o sistemu podnih instalacija i pripadajućim razvodnih ormarima možete dobiti u prodajno-tehničkoj službi tvornice.

Zagreb
Tvornica TEP

PREFABRICIRANA BETONSKA TRANSFORMATORSKA STANICA 10/0,4 kV do 630 kVA

Tvornica el. uređaja u Sesvetskom Kraljevcu poduzeća »Rade Končar«, isporučuje prefabricirane transformatorske betonske stanice koje su se pokazale veoma pogodne i naišle na vrlo veliki interes. Stoga u kratkim crtama iznosimo njezina svojstva.

Kućište transformatorske stanice izrađeno je iz laganog betona s povećanom toplotnom izolacijom. Na mjesto ugradnje doprema se u elementima i tu se jednostavnim postupkom sastavlja.

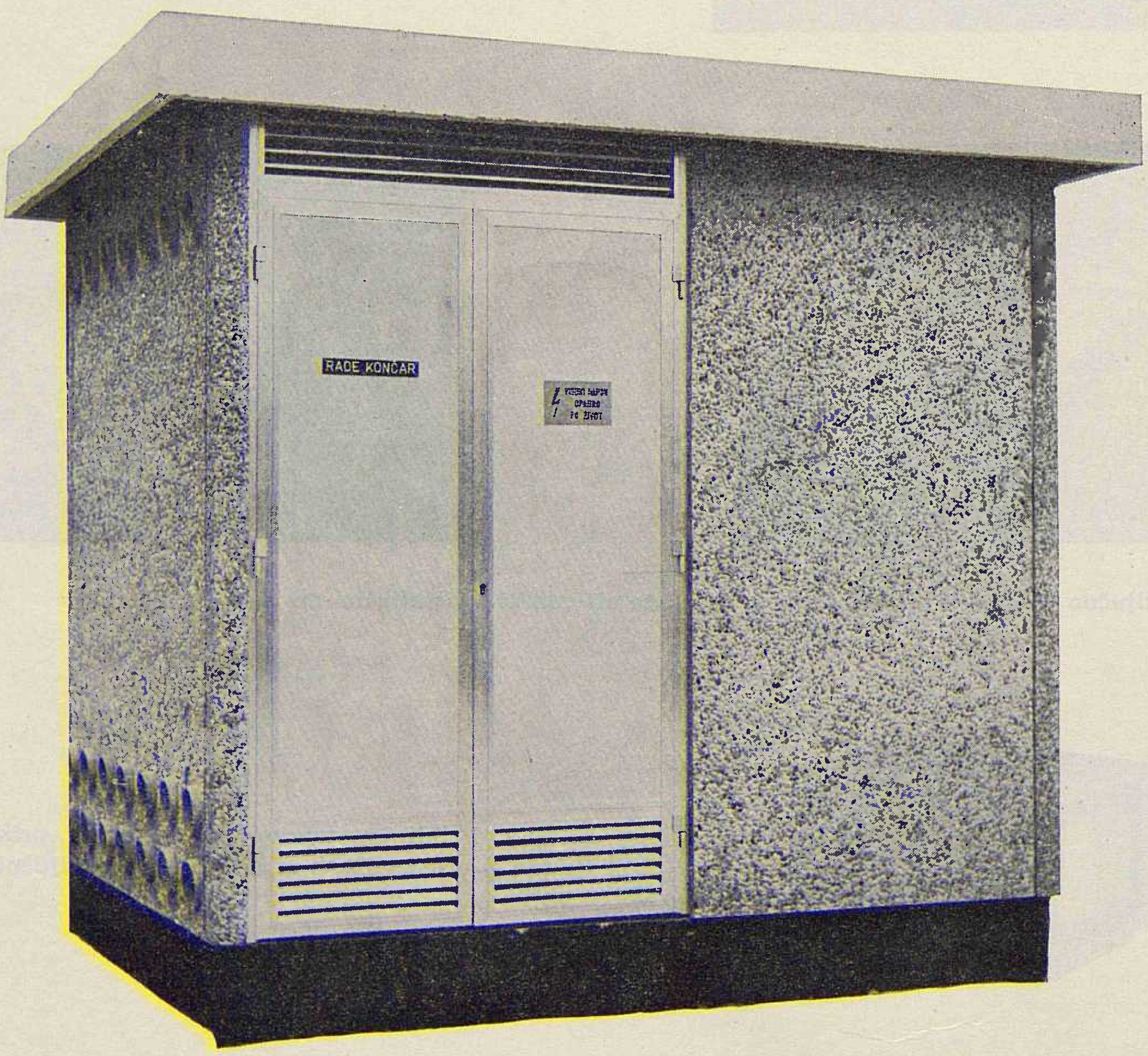
Zidovi su pojačani čeličnom armaturom koja je međusobno zavarena i spojena za zaštitno uzemljenje.

Sklapanje na visokonaponskoj strani vrši se sklopnim blokom Magnefix. Standardni sklopni blok sastoji se od dvije rastavne sklopke za vodna polja i od jedne rastavne sklopke s osiguračima za transformatorsko polje. Na zahtjev se sklopni blok može proširiti. Priključci su kabelski s maksimalnim presjekom $3 \times 150\ mm^2$. U transformatorsku stanicu se ugrađuju standardni serijski transformatori proizvodnje »Rade Končar« tipa Tn 12, snaga od 315 do 630 kVA.

Stanica ima sedam kabelskih odvoda do 400 A i dva odvoda za javnu rasvjetu. Struja se mjeri s tri maksigraf ampermetra, a napon jednim voltmetrom s voltmetarskom preklopkom. Ugrađeni strujni transformatori omogućuju mjerenje ukupne energije kao i potrošak javne rasvjete. Na zahtjev se mogu isporučiti i druge izvedbe niskonaponskog sklopnog bloka.

Transformatorska stanica ima slijedeće karakteristike:

- Stanica je potpuno prefabricirana, tako da su radovi na mjestu postavljanja minimalni. Primjenom laganog betona, aluminijskih vrata, te hladnim cinčanjem unutarnjih čeličnih nosača, postigla se visoka klimatska postojanost, čime je održavanje svedeno na najmanju mjeru.
- Smanjenjem dimenzija visokonaponskog i niskonaponskog sklopnog bloka dobila se stanica malih dimenzija. Mala tlocrtna površina cd 6 m^2 olakšava pronalaženje lokacije za smještaj u gusto naseljenim područjima.
- Koncepcija zgrade i opreme je takva da se mogu ugraditi transformatori snage od 315 do 630 kVA, što omogućuje povećanje snage transformacije u skladu s porastom potrošnje.
- Lijepi vanjski izgled omogućuje lako uklapanje transformatorske stanice u različite ambijente.



»RADE KONČAR«
PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME,
PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA — ZAGREB

GOD. 21 (1972) energija BROJ 11—12

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

PRAKTIČNI REZULTATI I NEKE SPECIFIČNOSTI DOSADAŠNJEG RAZVOJA KONZUMA KUĆANSTVA NOVE STAMBENE IZGRADNJE

Josip Nevešćanin, Split

Izlažu se dosadašnja iskustva, praktični rezultati i neke značajne specifičnosti dosadašnjeg razvoja konzuma kućanstva nove stambene izgradnje Splita, koji ima najveći elektroenergetski standard, a iza Beograda i najveći demografski razvoj u Jugoslaviji.

DK 621.316.1

Uvod

Opskrba električnom energijom modernih gradskih naselja što se grade uglavnom uz potpunu komunalnu opremljenost s obzirom na tempo nove stambene izgradnje i već ostvareni elektroenergetski standard, predstavlja općenito dosta složenu problematiku koja danas ima važno energetsko i tehničko-ekonomsko značenje.

Elektroenergetsku osnovu za dimenzioniranje i tipizaciju gradskih kabelskih električnih mreža niskoga napona novih stambenih naselja općenito predstavljaju:

— konzum kućanstva i
— konzum ostalih pratećih poslovnih sadržaja stanovanja.

U okviru ovog članka bit će izloženi praktički rezultati dobiveni anketiranjem i mjerenjem samo konzuma kućanstava koje, s obzirom na svoje učešće u ukupnom konzumu nove stambene izgradnje, predstavlja osnovnu stavku i daje najvažnije energetske karakteristike ovom značajnom dijelu distributivnog konzuma široke potrošnje.

Osim toga, analiza statističkih podataka dosadašnjeg razvoja konzuma električne energije nove stambene izgradnje pokazuje znatne razlike u osnovnim elektroenergetskim karakteristikama, u odnosu na konzum kućanstava postojećeg dijela grada ispoljavajući u tome i znatne specifičnosti.

Prema tome detaljna analiza osnovnih elektroenergetskih karakteristika i tendencija razvoja konzuma kućanstva nove stambene izgradnje radi iznalaženja praktičkih vrijednosti jediničnog opterećenja i elektro energetske osnove za dimenzioniranje i tipizaciju gradskih kabelskih mreža niskog napona, osnovna je pretpostavka ekonomičnog razvoja i izgradnje ovog važnog i najskupljeg dijela elektroenergetskih postrojenja distributivnih mreža.

U vezi s navedenim proučavanjem stanja i tendencije razvoja konzuma električne energije kućanstva, posebno nove stambene izgradnje, javlja se kao važna praktička potreba u okviru svakog distributivnog poduzeća i za konzumno područje svakog grada radi dobivanja što pouzdanijih i kvalitetnijih podataka. U tu svrhu se, u okviru ovog članka izlažu iskustva dobivena analizom stanja

Elektroenergetski standard stanovanja grada Splita (podaci iz 1971. god.) Tablica 1

Zona stanovanja	Broj stanova		Godišnja potrošnja električne energije			
			specifična		ukupna	
	iznos	učešće u %	kWh/stanu	odnos	GWh	učešće u %
1. Zona atraktivnih naselja privatne izgradnje	3.198	9,6	5.180	1,42	16,2	13,8
2. Nova stambena naselja društvene ili kolektivne izgradnje	16.336	51,3	4.250	1,16	68	57,5
3. Nova stambena naselja individualne privatne izgradnje	2.714	8,4	3.000	0,82	8,1	7
4. Stara gradska jezgra	7.872	24,2	3.000	0,82	23,6	20
5. Područje bespravne izgradnje	2.101	6,5	1.000	0,27	2,1	1,7
Ukupno:	32.221	100%	3.660	1	118	100

Elektroenergetski standard novih stambenih naselja Splita (podaci iz 1971. god.) Tablica 2

Naselje	Stanovi		Potrošnja električne energije		
	godina izgradnje	broj stanova	ukupno GWh	specifična	
				kWh/stanu	odnos
1. Skalice 1	1957	181	0,94	5.200	1,23
2. Gajeva ulica	1959	235	1	4.280	1,01
3. Ulica XX divizije	1959	630	2,56	4.065	0,96
4. Skalice 2	1962	1.300	5,6	4.336	1,02
5. Solinska cesta	1963	341	1,46	4.275	1
6. Mažuranićevo šetalište	1963	181	0,85	4.670	1,1
7. Bol 1	1964	800	3,23	4.003	0,94
8. Gripe-Lokve	1964	1.500	6	4.000	0,94
9. Sučidar	1966	2.011	1,02	5.070	1,2
10. Špinut 1	1967	657	3,16	4.800	1,13
11. Meje	1968	146	0,72	4.970	1,17
12. Škrape	1968	1.110	5,5	4.983	1,175
13. Bol 2	1969	510	2,2	4.312	1,02
U k u p n o :	12 godina	9.602	34,24	4.250	1

i tendencija razvoja konzuma kućanstva novih stambenih naselja Splita, izgrađenih u posljednjih deset godina.

1. Elektroenergetski standard i tendencija razvoja specifične potrošnje električne energije nove stambene izgradnje

Nagli razvoj nove stambene izgradnje i sve šira primjena velikog broja različitih kućanskih aparata uvjetuje, prirodno, nagli porast konzuma električne energije kućanstva s godišnjim prirastom iskazanim postocima znatno iznad prirasta ostalih struktura potrošnje, predstavljajući istovremeno i jednu od sve značajnijih stavki ukupnog konzuma električne energije.

Tako npr. konzum kućanstva u ukupnoj potrošnji elektroenergetskog sistema Jugoslavije učestvuje s oko 26%, uz postotni godišnji prirast u posljednjih deset godina od 17% ili 1,7 puta više od prirasta ukupnog konzuma. Pri tome razvoj konzuma električne energije gradova općenito, zbog bržeg demografskog razvoja i većeg stupnja elektrificiranosti, ima još veće elektroenergetsko značenje ispoljavajući u tome i znatne specifičnosti.

Radi ilustracije navodi se da konzum električne energije Splita, koji iza Beograda ima najveći de-

Tablica 3 **Stupanj elektrificiranosti i elektro energetski**

Vrsta izgradnje	Vrsta grijanja	Nova stambena naselja	Broj instal. el. trošila reduciranih								
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
			Rasvjeta (W)	El. štednjak s pećnicom	Bojler u kupaonici	Glačalo	Hladnjak	Televizor	Stroj za pranje	Usisavač	Električna pećnica
Kolektivna	Centr. grijanje	1. Špinut	1.280	100	100	100	100	100	94	88	17,6
		2. Škrape	930	100	100	100	100	100	85	85	5,7
		P r o s j e k :	1.100	100	100	100	100	100	90	86,5	37
	Mješovito : dir. el. + ostalo	3. Bol	980	100	100	100	97	95	81	93	65
		4. Solinska	660	95	100	93	89	89	68	70	72
		5. Sučidar	1.000	94	93	100	93	75	65	52	39
		6. Gripe-Lokve	843	100	100	100	98	84	94	60	57
		7. Skalice	900	100	100	100	95	87	93	75	77
		P r o s j e k :	961	98,6	99	99	96	92,5	81	77	52,7
Privatna		8. Sučidar	615	100	83	100	100	83,5	—	—	41,5
		9. Visoka	680	118	110	128	128	110	82	9,1	9,1
		10. Brda	560	100	100	100	110	100	77	—	—
		P r o s j e k :	625	106	98,7	109	112	98,5	75	3,1	34,3

mografski porast u Jugoslaviji i visoki stupanj elektrificiranosti stanova, naročito na području nove stambene izgradnje, učestvuje u ukupnoj distributivnoj potrošnji s oko 42% a u opterećenju čak s 53% uz prosječni godišnji prirast od 16%, ili oko 1,8 puta više od ukupnog distributivnog konzuma. S obzirom na već ostvareni elektroenergetski standard područje gradskog konzuma se može praktički podijeliti na 5 zona s iznosima specifične potrošnje, kao što je navedeno u tablici 1.

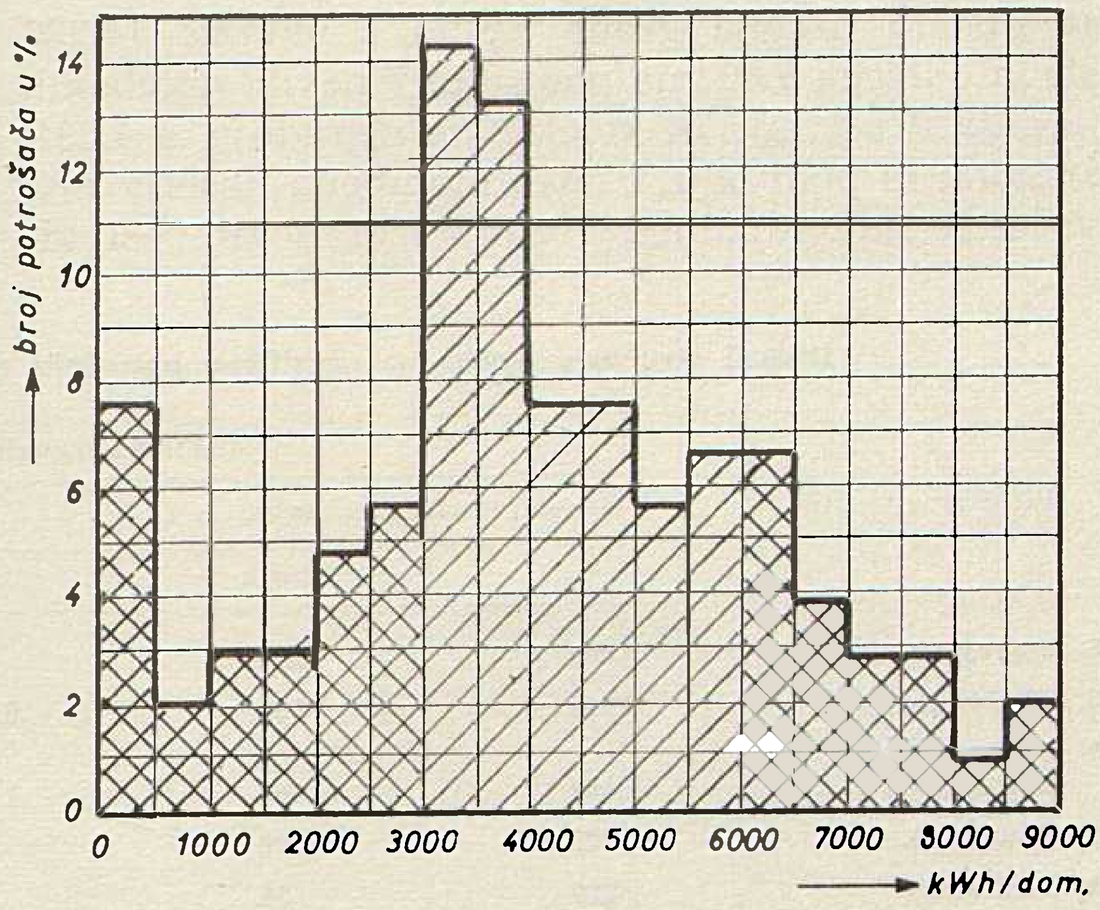
Podaci iz tablice 1. pokazuju, da u okviru konzumnog područja jednog grada mogu postojati znatne razlike već ostvarenog elektroenergetskog standarda između pojedinih dijelova grada, pri čemu najveći elektroenergetski standard imaju atraktivnija naselja privatne ili individualne izgradnje nastale između prvog i drugog svjetskog rata, u kojima živi stanovništvo s većim prihodima, te naselja nove društvene ili kolektivne izgradnje.

Na području trinaest novih stambenih naselja društvene ili kolektivne izgradnje s ukupno oko 9.602 stana izgrađena uglavnom u posljednjih deset godina, već ostvareni elektro-energetski standard iznosi, kao što je navedeno u tablici 2.

Ovako velike razlike ostvarenog elektroenergetskog standarda konzuma kućanstva s odnosom najnižih i najviših vrijednosti, što na cijelom gradskom području iznose kao 1 : 5, a na području društvene ili kolektivne stambene izgradnje kao 1 : 1,3, posljedica su i više različitih faktora od kojih su najvažniji:

— stupanj elektrificiranosti stanova
— socijalno stanje stanovnika.

Osim toga, investitori i korisnici stanova opremanjem stana određenim instalacijama za korištenje više različitih oblika energije mogu znatno



Sl. 1 Struktura potrošača u % jednake godišnje potrošnje
Naselje s mješovitim grijanjem (direktno el. + ostalo)

utjecati na elektroenergetski standard, kao i na opće tehničko stanje električne instalacije i električne mreže niskog napona, naročito na području postojećeg dijela grada.

Opća orijentacija na bržu i jeftiniju novu stambenu izgradnju u gradovima rezultat je često puta izgradnje stanova koji su orijentirani samo na električnu energiju, a mogućnost brze i jednostavne nabave velikog broja različitih kućanskih apa-
rata uz kredit i znatno veći komfor stanovanja u novim stanovima, predstavlja osnovne razloge brze i potpune elektrifikacije većine stanova novih stambenih naselja odmah nakon izgradnje. Tako npr. stupanj zasićenosti pojedinih električnih trošila i specifična potrošnja stanova deset novih

standard stanova nove stambene izgradnje Splita

Tablica 3

na 100 stanova (stanje 1971. god.)											
10.	11.	12.	13.	14	15.	16.	17.	18.	19.	20.	Specifična potrošnja [kWh/stanu]
Radio + + gram.	Mješalica (mikser)	Boiler u kuhinji	Infra-grijač	El. termo-ak. peć	El. roštilj	magnetofon	Stroj za pranje suđa	El. kuhalo	Klima uređaj	Aparat za laštenje	
65	14,7	—	6	—	30	11,8	3	—	—	—	4.800
78	14	—	—	—	14	7	—	14	—	—	4.983
70,5	14,4	—	3	—	22	9,4	1,5	7	—	—	4.903
58	25	32	53	7	9,3	28	—	4,65	—	—	4.003
76	4	21	6	2	17	13	—	8	—	—	4.275
58	9	1,3	24	5,4	10	7,7	1,3	1,3	—	—	5.070
60	4	—	14	2	15	4	—	2	—	—	4.000
73	16	67	6,7	4	16	10	—	2	—	4	5.800
67	12,6	15	14,1	2,5	16,6	11,3	0,72	4,86	—	0,5	4.250
68	—	16,6	25	8,3	—	—	67	—	—	—	3.100
71	—	45	20	—	—	—	—	9,1	—	—	2.700
—	—	11	67	33	—	—	—	—	2	—	3.000
53	—	21,8	34,3	18,7	—	—	—	3,1	6,2	—	2.930

stambenih naselja grada Splita s ukupno 14.233 stana od čega 9.602 na području 7 novih stambenih naselja društvene ili kolektivne izgradnje, a 4.631. stanom na području 4 nova stambena naselja privatne ili individualne izgradnje izgrađenih posljednjih deset godina, iznosi kao što je navedeno u tablici 3.

Nova stambena naselja s visokim stupnjem zasićenosti imaju istovremeno i veći iznos specifične potrošnje pri čemu, međutim, kao što pokazuju

Utjecaj strukture trošila na specifičnu potrošnju električne energije stanova nove stambene izgradnje Tablica 4

Električna trošila	Kolektivna izgradnja				Individualna izgradnja	
	Grijanje: centralno parno		Grijanje: mješovito (dir. el. + ostalo)			
	W	kWh	W	kWh	W	kWh
1. Rasvjeta	660	264	576	230	375	150
2. El. štednjak	6.400	960	6.300	945	6.800	1.020
3. Bojler u kupaonici	1.500	750	1.485	740	1.480	740
4. Hladnjak	125	250	118	236	140	280
5. Televizor	180	54	167	50	135	40
6. Stroj za pranje	2.030	306	1.830	274	1.700	255
7. El. pećnice	930	—	1.540	1.200	1.000	1.000
8. Ostalo	3.667	1.316	2.985	590	2.552	1.015
U k u p n o :	14.537	4.900	14.690	4.250	14.336	4.500*

* Utjecaj podstanara na koje otpada oko 1.500 kWh/stanu

Socijalno stanje i elektroenergetski standard stanovnika Splita (podaci iz 1971. god.) Tablica 5

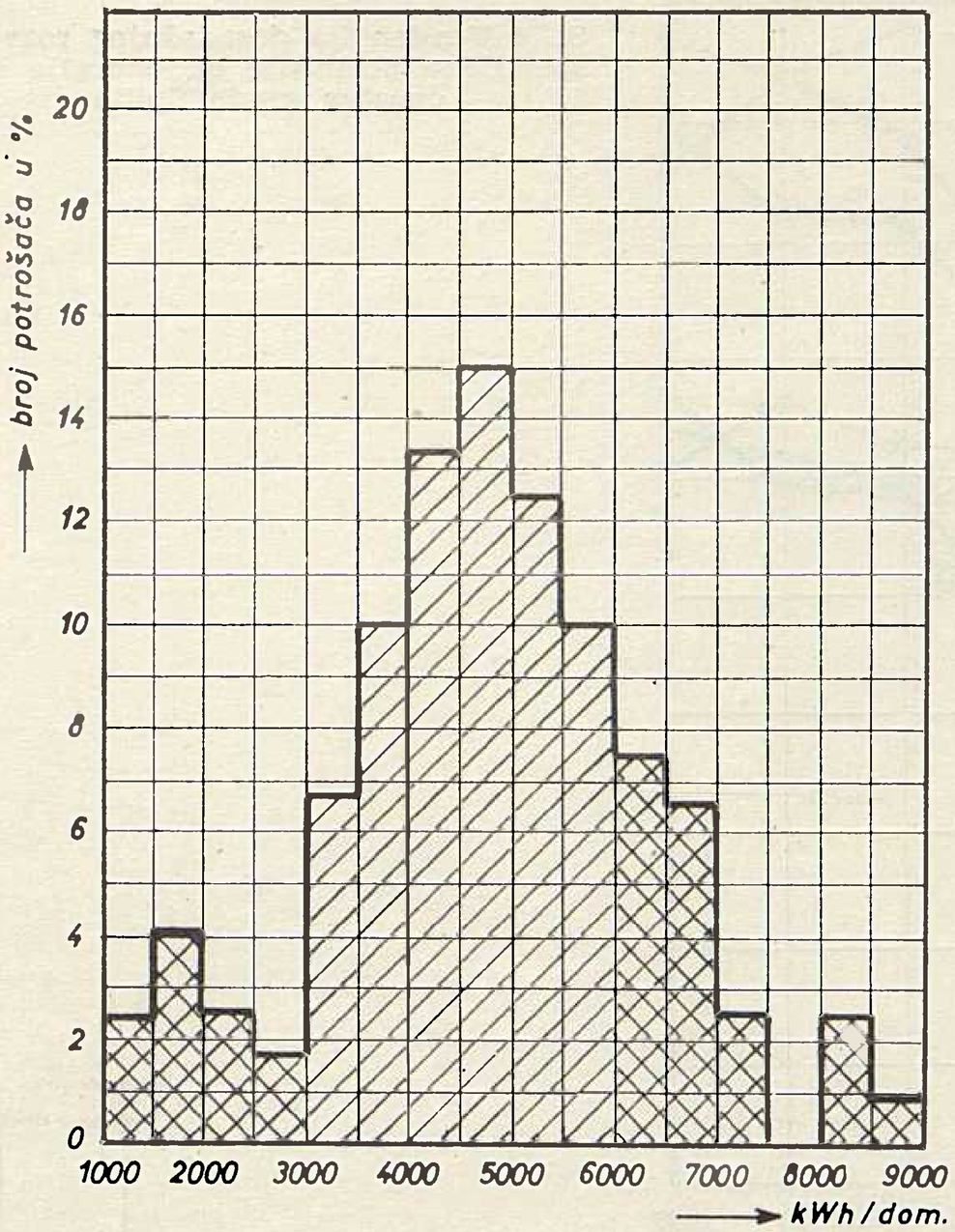
Dio gradskog područja	Podaci o stanovima		Socijalno stanje										kWh/st.
			Struktura zanimanja u %						Struktura stanovnika po aktivnosti u %			God. prihod din/st.	
	broj stanova	broj dom/stan.	poljop.	radnika	službenika	struč. osoblje	bez zan. (domać. i sl.)	ukupno	aktivno	penzionera	izdržavano		
1. Atraktivna naselja individualne izgradnje	3.190	1,27	1,4	12,2	10,2	25,8	50,3	100	34,7	16,3	48,3	826	5.180
2. Nova stambena naselja	15.518	1,19	0,7	15,1	15,8	12,6	50,7	100	33,7	11,7	54	772	4.250
3. Stara gradska jezgra	7.872	1,32	0,8	27,7	10,9	11,9	48,7	100	35,9	14,1	49,9	691	3.000
4. Ostali dio grada	4.643	1,35	—	18,8	10,9	11,4	58,7	100	34,6	7,9	57,5	692	2.500
U k u p n o :	32.231	1,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Osnovni pokazatelji socijalnog stanja i specifičnosti potrošnje stanovnika Splita u relativnim iznosima Tablica 6

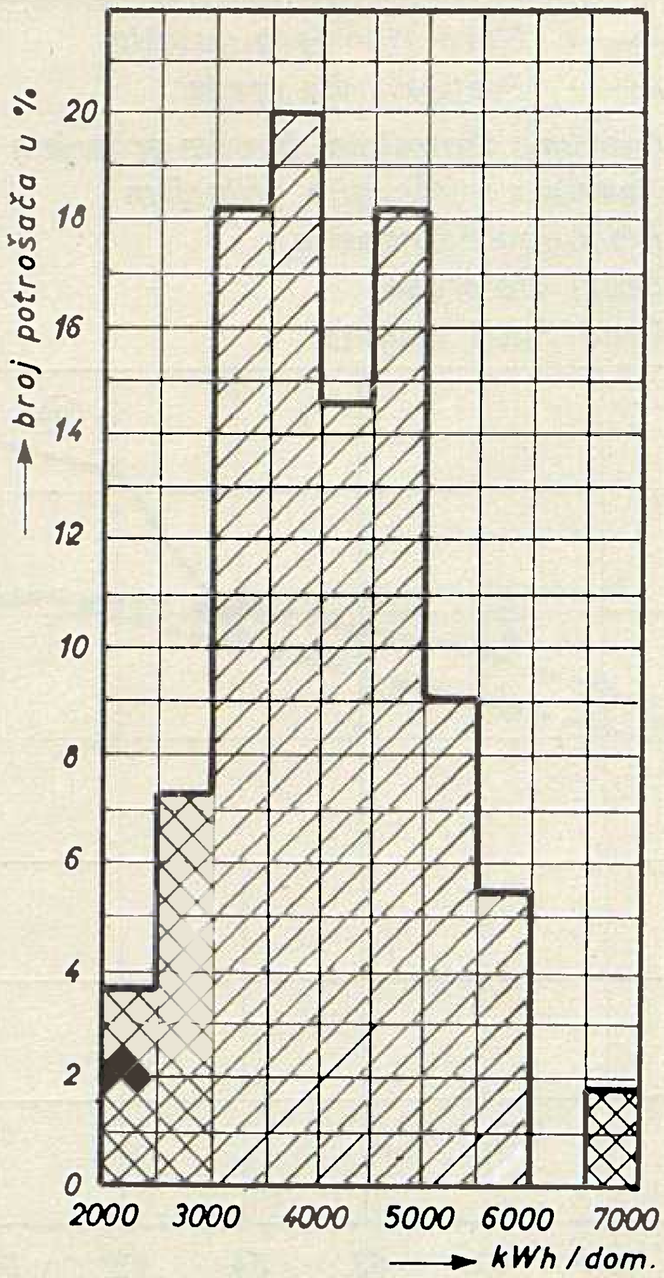
Dio gradskog područja	Odnosi osn. soc. kategorija					Godišnja primanja	Specifična potrošnja
	radnici	službenici	stručno osoblje	aktivno stanovništvo	penzioneri i ostali		
1. Nova stambena naselja	1	1	1	1	1	1	1
2. Atraktivna naselja privatne izgradnje	0,81	0,65	2,05	1,03	1,4	1,07	1,22
3. Stara gradska jezgra	1,84	0,69	0,945	1,07	1,2	0,9	0,78
4. Ostali dio grada	1,25	0,69	0,9	1,03	0,675	0,9	0,635

Struktura stanova u % s obzirom na elektroenergetski standard Tablica 7

Standard potrošnje u kWh/stan.	Spinut		Škarpe		Skalice	
	prosjek kWh/dom.	broj potr. u %	prosiek kWh/dom.	broj potr. u %	prosjek kWh/dom.	broj potr. u %
1. Od 7—9.000	7.000	1,8	7.170	20	7.340	18,9
2. Od 3—6.000	4.370	87,2	4.850	68	4.470	55,4
3. Do 3.000	2.830	11	2.150	12	1.740	25,7
U k u p n o :	5.391	100	4.988	100	4.210	100



Sl. 2 Struktura potrošača u % jednake godišnje potrošnje Naselje s centralnim grijanjem manjeg el. energetskog standarda



Sl. 3 Struktura potrošača u % jednake godišnje potrošnje Naselje s centralnim grijanjem većeg el. energetskog standarda

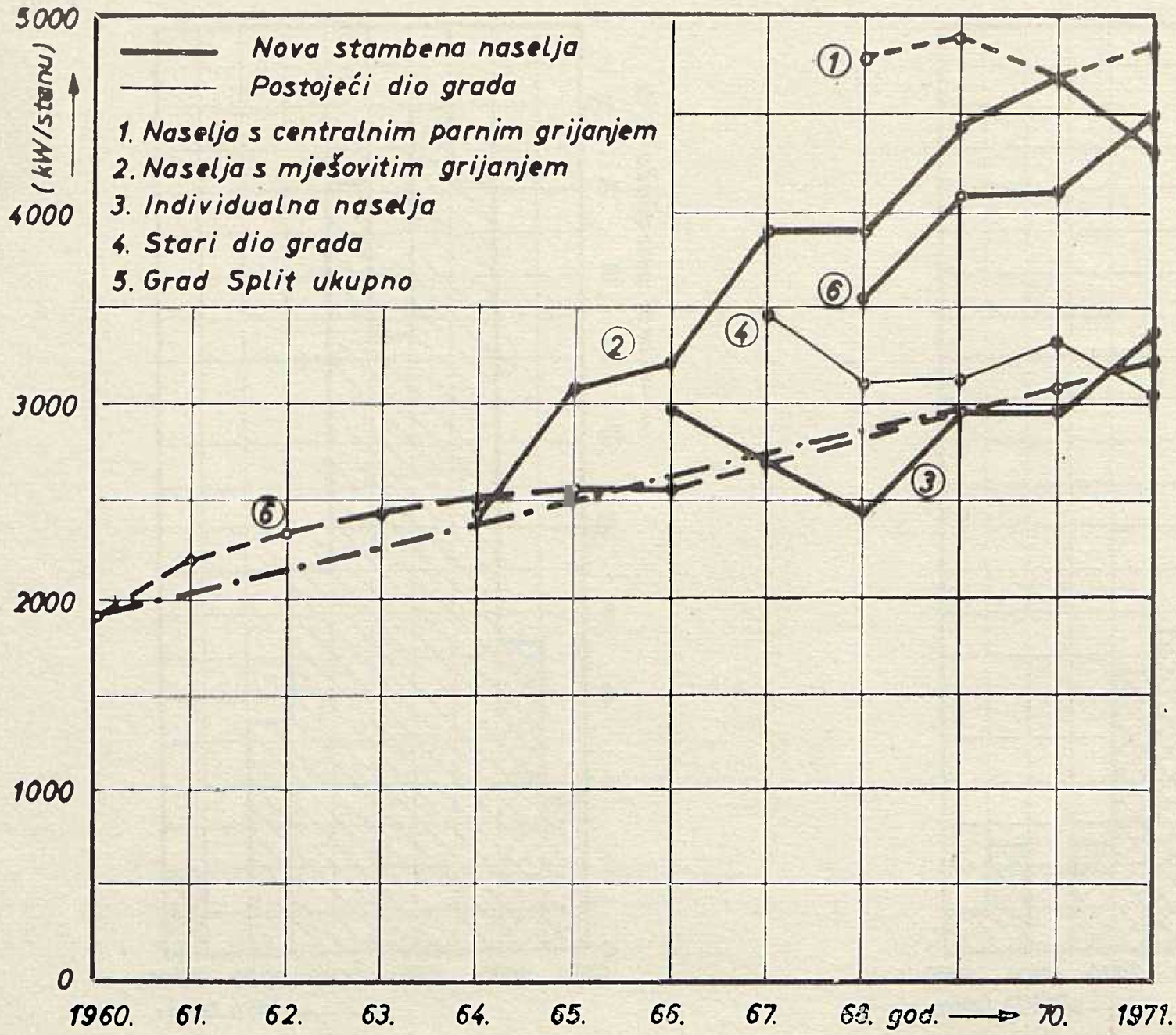
podaci iz tablice 3, nema točne proporcionalnosti, jer na iznos specifične potrošnje još utječe i struktura kućanskih aparata, kao što je preglednije prikazano u tablici 4.

Podaci iz tablica 3 i 4 pokazuju, da dio novih stambenih naselja s većim stupnjem zasićenosti električnih trošila, i direktnim električnim grijanjem, imaju manji iznos specifične potrošnje od nekih sličnih naselja, ili pak od naselja s centralnim grijanjem, između ostalog i zbog različite socijalne strukture stanovnika ovih naselja. Pregled nekih osnovnih pokazatelja socijalnog stanja sta-

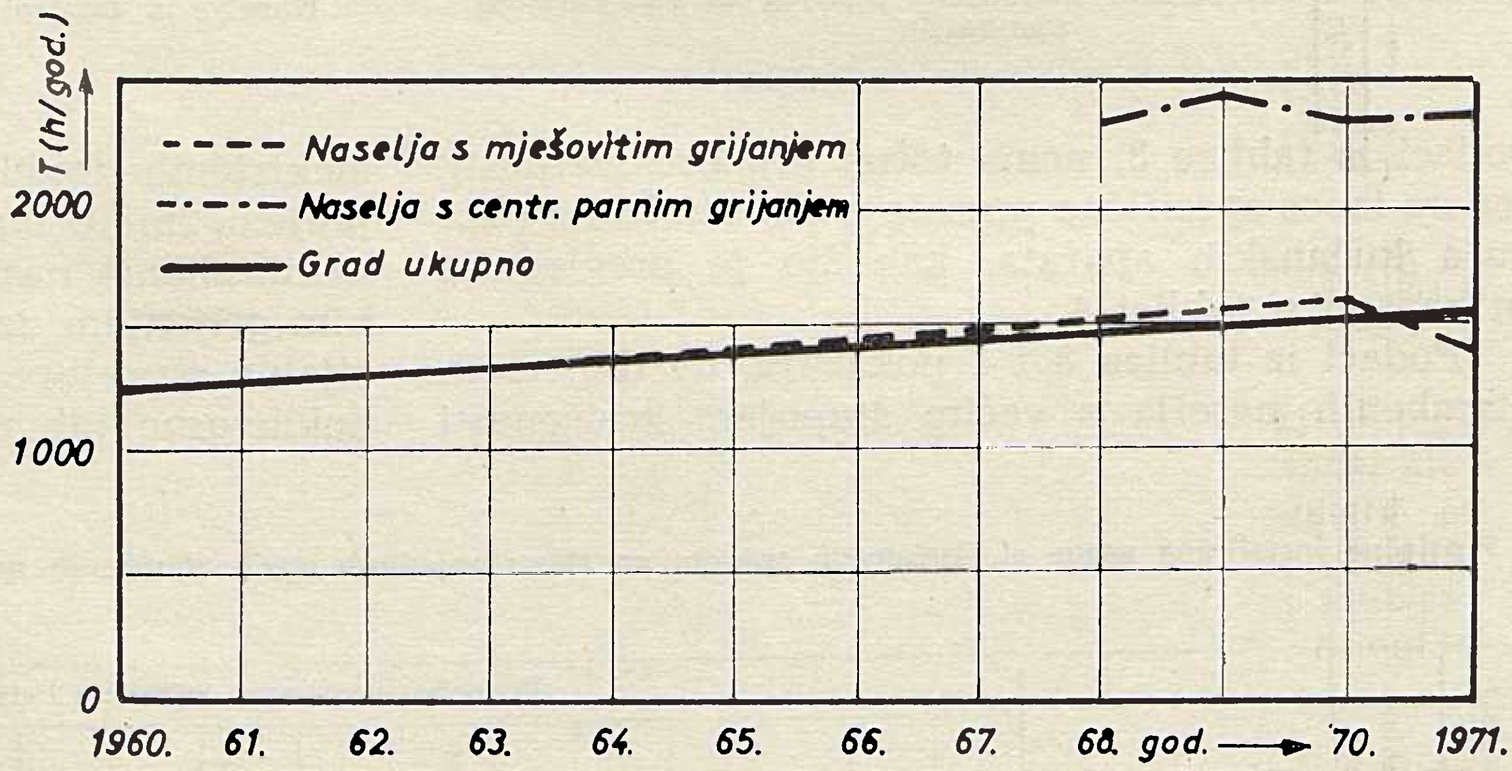
Prosječna instalirana snaga el. kućanskih aparata po stanu pojedinih novih stambenih naselja grada Splita (podaci iz 1971. god.)

Tablica 8

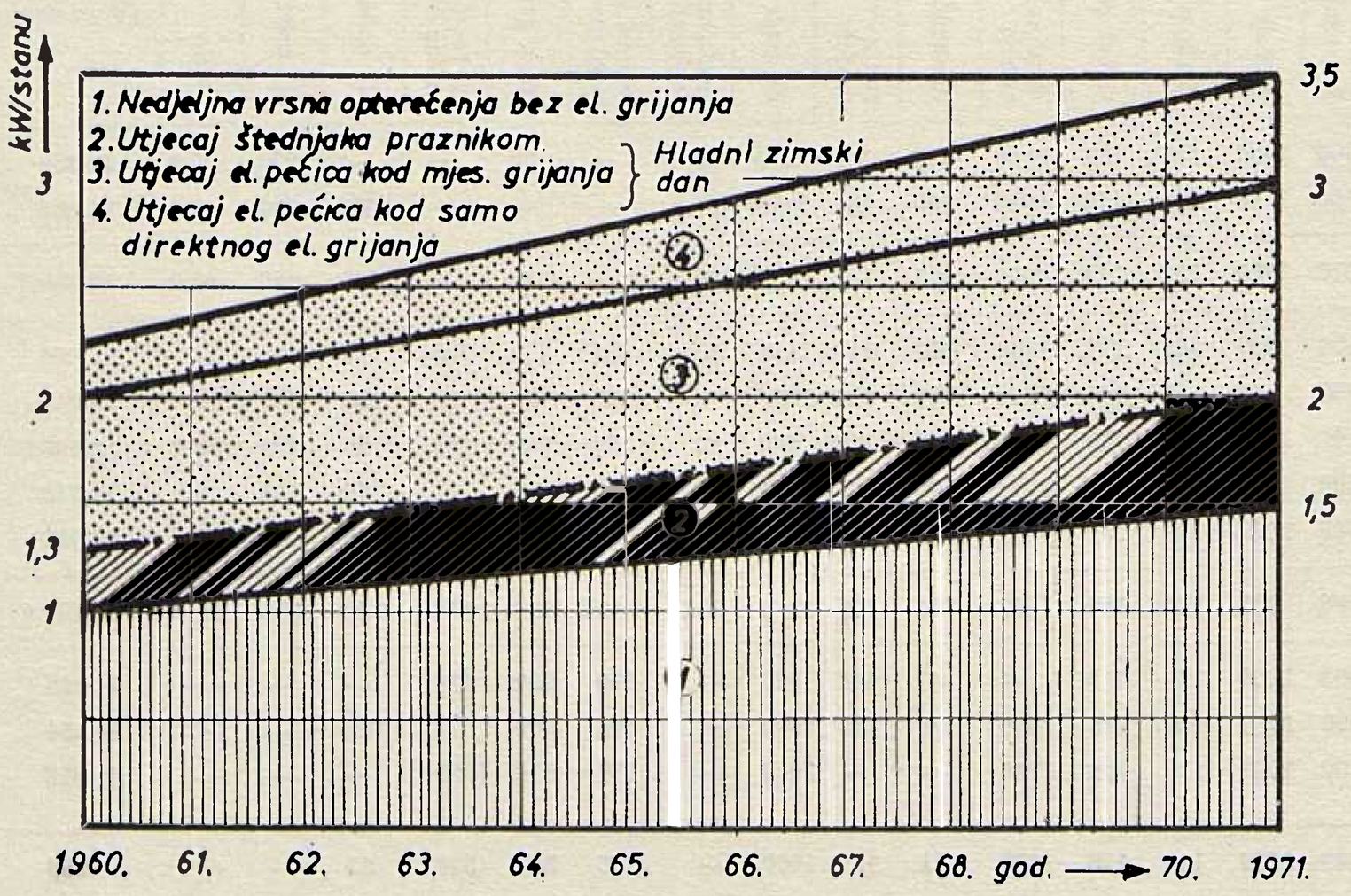
Način izgradnje	Vrsta grijanja	Naselje	Prosječno instalirano W/trošilu i stanu																	Ukupno instalirano [W/stanu]
			rasvjeta	el. štednjak	bojler u kupaonici	glačalo	hladnjak	televizor	stroj za pranje rublja	usisavač	radio + gramofon	el. peći	mješalica (mikser)	bojleri u kuhinji	infra grijač	el. termoakomulaciona peć	el. kuhalo	el. roštilj	ostalo	
Društvena kolektivna	Centralno parno	1. Spinut	770	6400	1500	1000	125	180	2120	880	130	370	29,4	—	60	—	—	630	86,8	14.280
		2. Škrape	556	6400	1500	1000	125	180	1920	850	156	1270	28	—	—	—	280	294	7	14.566
		Prosjek	660	6400	1500	1000	125	180	2030	865	141	930	28,8	—	30	—	140	460	46,9	14.536,7
	Mješovito : Dir. el. + ostalo	3. Bol	586	5750	1500	1000	121	171	1840	930	116	1400	50	384	530	320	90	195	18	15.004
		4. Solinska	395	6100	1500	930	111	160	1530	700	152	1500	8	252	60	92	160	356	13	14.019
		5. Sučidar	600	6100	1400	1000	116	135	1460	520	116	820	10	156	240	250	26	120	40,2	12.962,8
		6. Gripe-Lokve	500	6400	1500	1000	123	151	2120	600	120	1250	8	—	140	92	40	315	4	14.343
		7. Skalice	540	6400	1500	1000	119	157	1650	750	140	2100	32	804	67	184	40	336	10	15.835
		Prosjek	575	6300	1500	991	121	166	1830	774	135	1540	25,2	16,1	250	115	92	350	29,3	14.690,6
Privatna individualna		8. Sučidar	368	6400	1250	1000	125	150	—	—	136	900	—	200	250	380	—	—	—	11.159
		9. Visoka	410	7750	1650	1280	160	198	1850	91	143	1000	—	540	200	—	182	—	—	15.454
		10. Brda	336	6400	1500	1000	138	180	1740	—	—	1000	—	132	670	1520	—	—	—	14.616
		Prosjek	372	6760	1480	1090	140	176	1690	31	106	1000	—	256	343	330	62	—	—	14.336



Sl. 4 Tendencija dosadašnjeg razvoja specifične potrošnje el. energije kućanstva grada Splita



Sl. 5 Tendencija ostvarenog godišnjeg upotrebnog vremena konzuma kućanstva na nivou TS 10/0,4 kV



Sl. 6 Tendencija dosadašnjeg ostvarenog razvoja jediničnog opterećenja kućanstva nove stanbene izgradnje na nivou TS 10/0,4 kV

Učešće osnovnih el. trošila u ukupnoj instaliranoj snazi stana nove stambene izgradnje grada Splita Tablica 9

	Način izgradnje	Društvena kolektivna				Privatna individualna	
	Vrsta grijanja	Centralno parno		Mješovito: dir. el. + ostalo			
	El. trošila	W	učešće u %	W	učešće u %	W	učešće u %
1. OSNOVNA	1.1. Rasvjeta	660	4,25	576	3,84	375	2,68
	1.2. El. štednjak	6.400	*41,2*	6.300	*42,0*	6.800	*45,5*
	1.3. Bojler u kupaonici	1.500	9,7	1.485	10,0	1.480	10,6
	1.4. Hladnjak	125	0,81	118	0,79	140	1,0
	1.5. Televizor	180	1,17	167	1,1	135	0,96
	1.6. Stroj za pranje rublja	2.030	13,1	1.830	12.1	1.750	12,1
	1.7. El. pećnice	930	6,0	1.500	10,0	1.000	7,15
2. OSTALA EL. TROŠILA		3.667	23,6	2.985	20,0	2.552	18,3
Ukupno:	Suma	14.500	100	14.700	100	14.400	100
	Zaokružene vrijednosti	14.500		14.700		14.400	

novnika i elektroenergetskog standarda karakterističnih područja stambenog dijela Splita, naveden je u tablici 5.

Ovi podaci pokazuju, kao što je već navedeno, da različita socijalna struktura, kao i različiti godišnji prihodi stanovnika, znatno utječu na elektroenergetski standard u odnosu karakterističkih veličina, kao što je prikazano na tablici 6.

Utjecaj različite socijalne strukture stanovništva novih stambenih naselja na elektroenergetski standard, najbolje se vidi iz usporedbe strukture stanova s obzirom na iznos specifične potrošnje za tri karakteristična naselja i to:

— novog stambenog naselja s direktnim eletričnim grijanjem i pretežno radničkim obiteljima, slika 1;

— dva nova stambena naselja s centralnim grijanjem nastanjena samo stanovništvom većih prihoda, slika 2; i sličnog naselja ali sa stanovima većeg komfora, slika 3, (oba naselja nastanjena obiteljima vojnih lica).

Na osnovi podataka iz slike 1, 2 i 3 vidi se, da na području nove stambene izgradnje postoje tri osnovna standarda potrošnje el. energije s odgovarajućim prosječnim vrijednostima specifične potrošnje, strukturom broja stanova jednake godišnje potrošnje u %, kao što je navedeno u tablici 7. Ovi podaci pokazuju, da je socijalna struktura jedan od važnijih faktora elektroprivrede koji određuju i elektro-energetski standard, posebno gradskog stanovništva.

Na osnovi analize višegodišnjih statističkih podataka distributivnog poduzeća »Elektrodalmacija«—Split, ostvareni razvoj specifične potrošnje pojedinih karakterističnih novih naselja i ukupnog konzuma električne energije kućanstva iznosi, kao što je grafički prikazano na slici 4, a odgovarajućih vrijednosti jediničnog opterećenja i upotrebnog vremena na slici 5 i 6, na osnovi čega vidimo slijedeće:

— Nova stambena izgradnja s direktnim električnim grijanjem izgrađena do 1964. god. imaju znatno veći godišnji prirast specifične potrošnje od ostalih naselja koji je iznosio čak 16%, da bi u posljednjoj godini ispoljili tendeciju smanjenja za oko 400 kWh po kućanstvu, ili 8,5%, zbog preorijentacije na drugu vrstu grijanja;

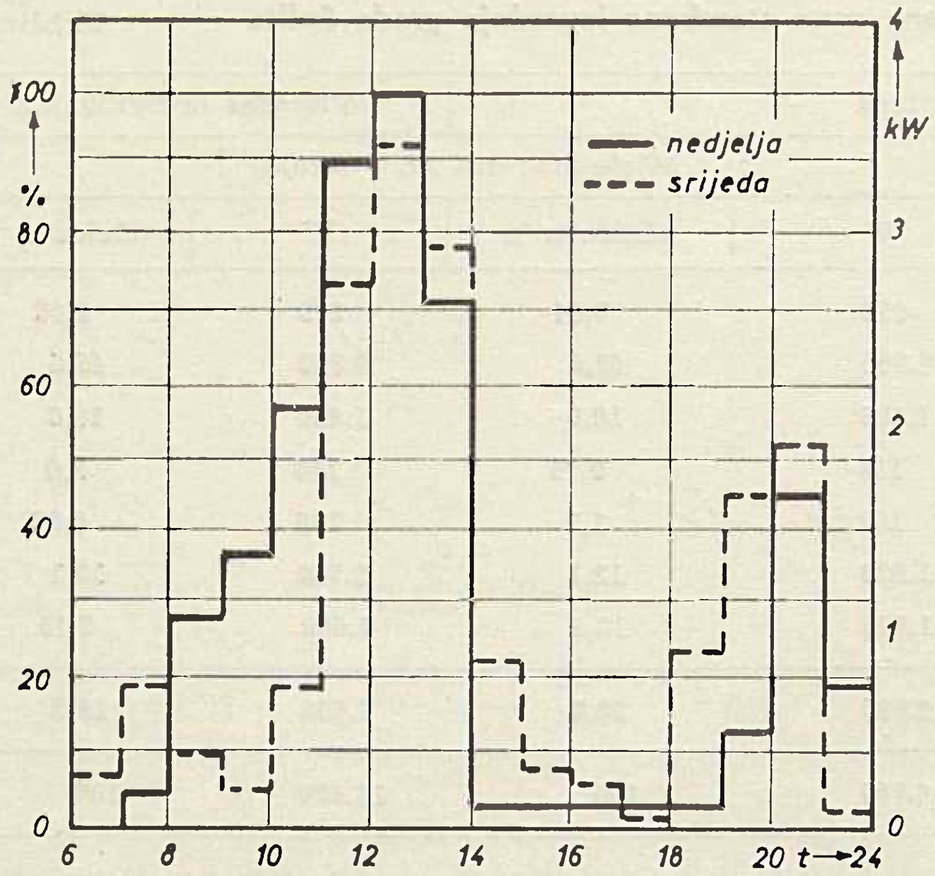
— Nova stambena naselja s centralnim grijanjem izgrađena prije četiri godine su odmah nakon izgradnje postigla prosječnu specifičnu potrošnju od oko 4.500 kWh po stanu što se kasnije nešto promijenilo, i to za svega 23 kWh/stanu godišnje, ili tek 0,157%;

— Specifična potrošnja ukupnog konzuma kućanstva u posljednjih 10 godina imala je prosječni godišnji prirast oko 118 kWh/stanu ili 6,3%, ostalih naselja individualne izgradnje od 9—12,3%, a postojeća stara gradska jezgra zbog preorijentacije grijanja, čak pad za oko 2,9% godišnje (slika 4). U ovom razdoblju godišnje upotrebno vrijeme kućanstva imalo je ukupni porast od 1,7% godišnje, osim kod novih stambenih naselja s centralnim grijanjem, gdje je praktički ostalo isto.

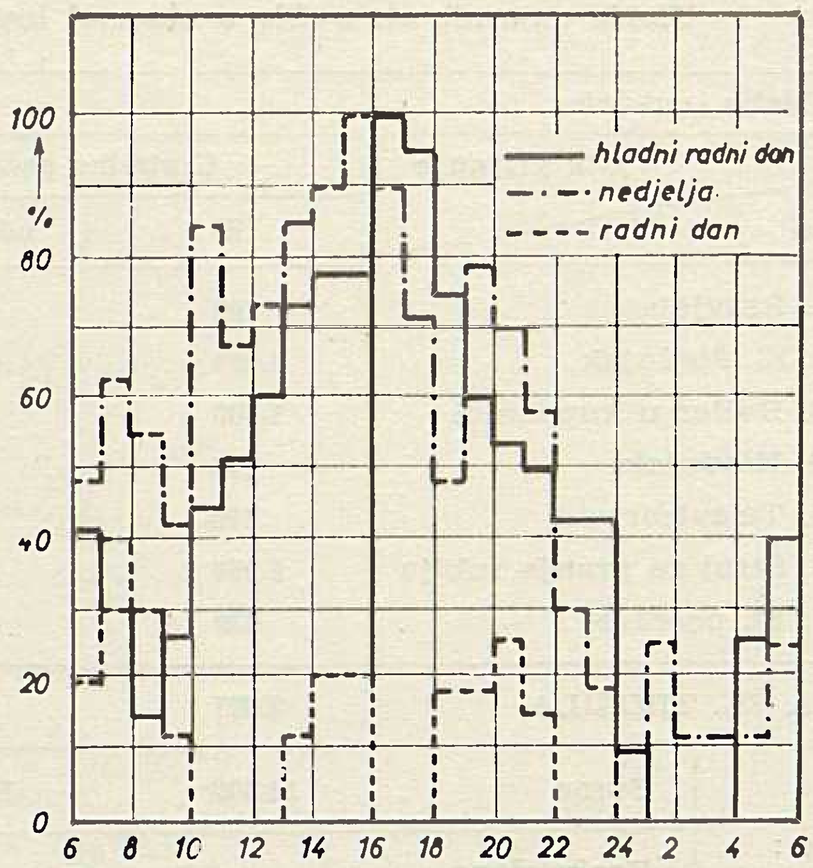
Učešće el. trošila u dnevnom vršnom opterećenju stana nove stambene izgradnje

Tablica 10

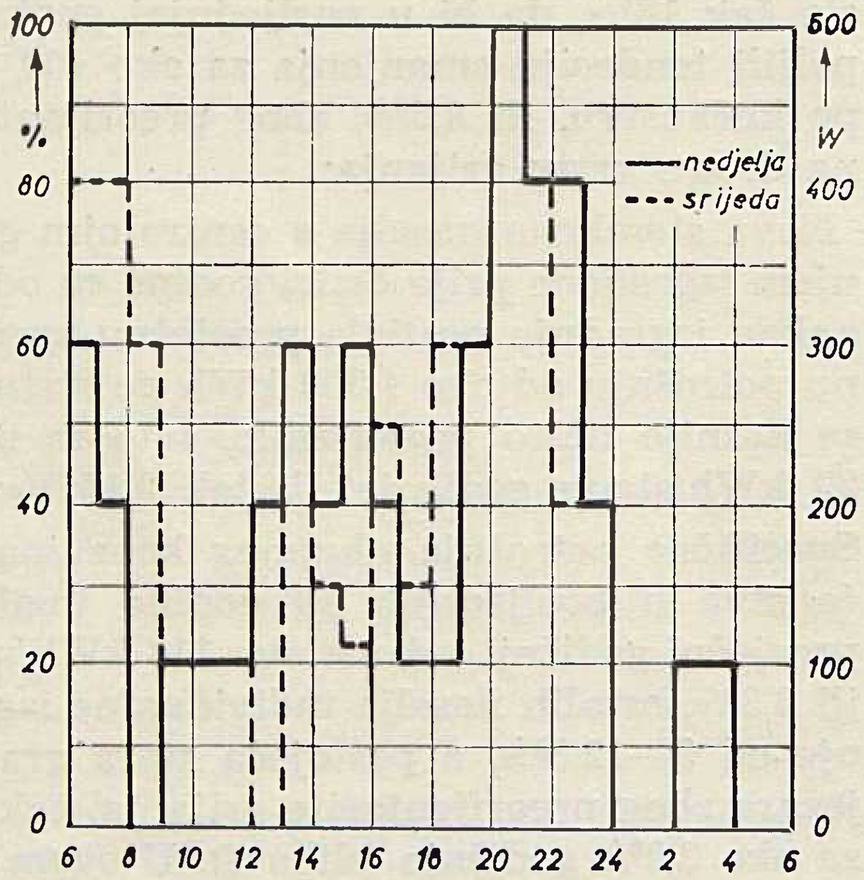
Električna trošila	Učešće u % po karak. danima i sezonama			
	ljeto		zima	
	radni dan	nedjelja	radni dan	nedjelja
1. El. štednjak	73	92,5	75	94
2. El. grijanje	—	—	20	17,2
3. Bojler u kupaonici	5	5,25	5,5	5,1
4. El. rasvjeta	—	—	—	—
5. Stroj za pranje	—	—	—	—
6. Hladnjak	2	3,1	2,5	3,1
7. Televizor	—	2,05	—	2,6
8. Ostalo	20	—	19	—
Ukupno:	100%	103%	122%	122%



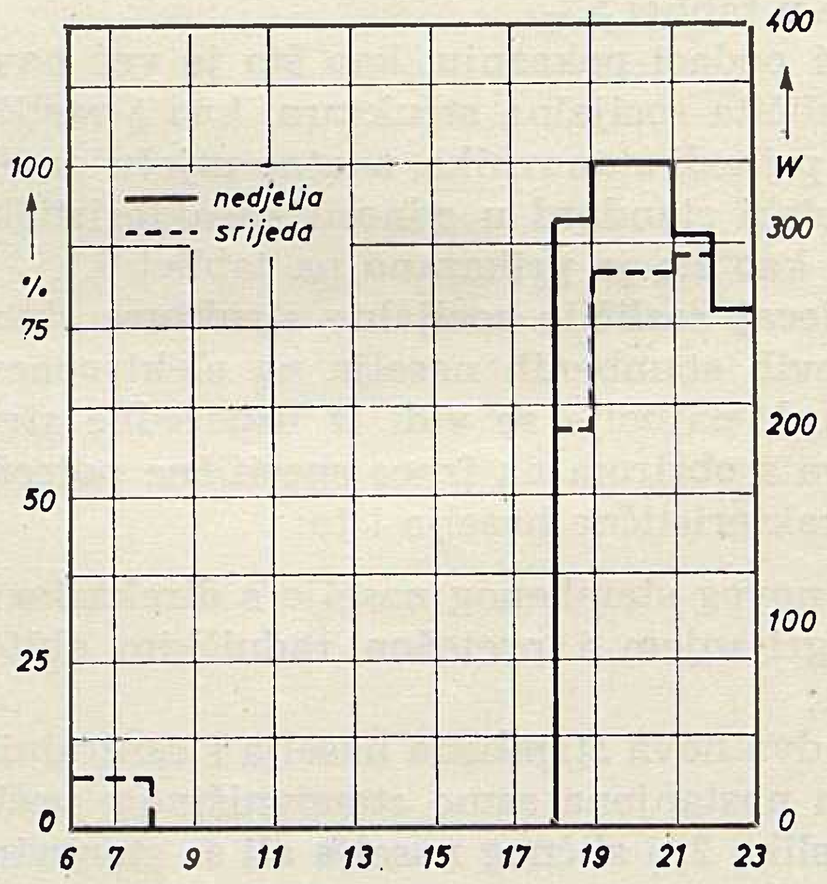
Sl. 7 Dnevni dijagram potražnje štednjaka



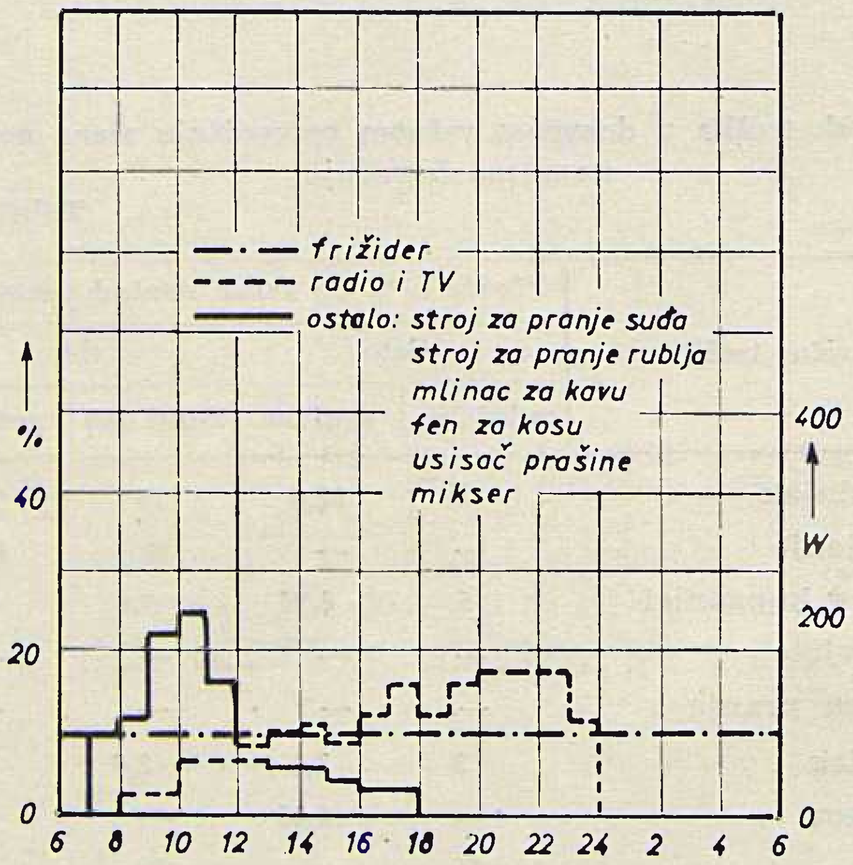
Sl. 8 Dnevni dijagram potražnje direktnog el. grijanja



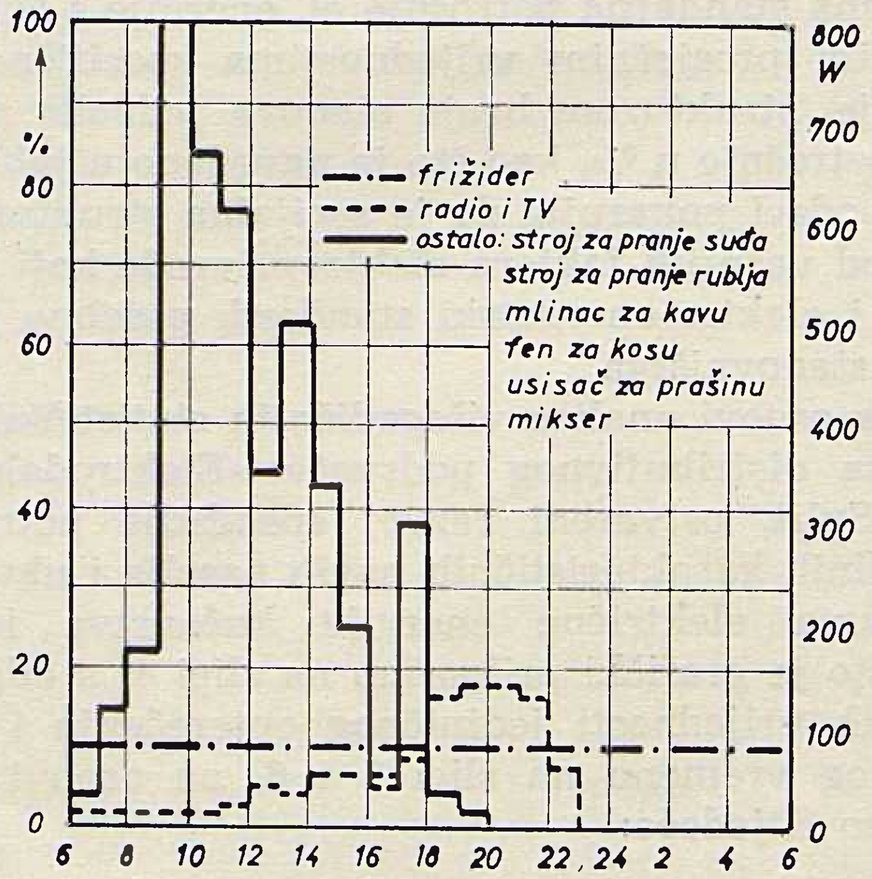
Sl. 9 Dnevni dijagram potražnje bojlera



Sl. 10 Dnevni dijagram potražnje rasvjete



Sl. 11 Dnevni dijagram potražnje TV, friž. i ostalog — Radni dan

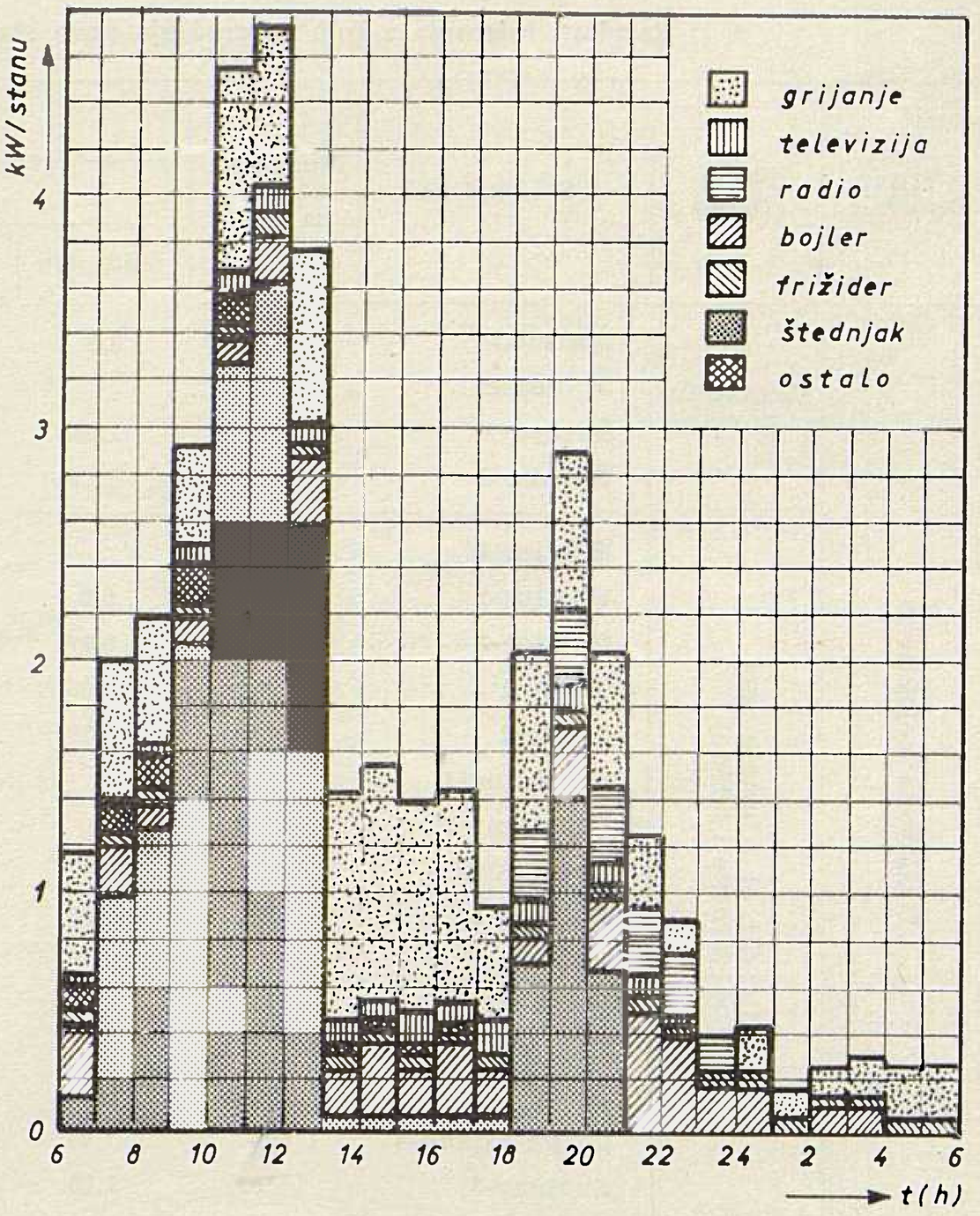


Sl. 12 Dnevni dijagram potražnje TV, friž. i ostalog — Nedjelja

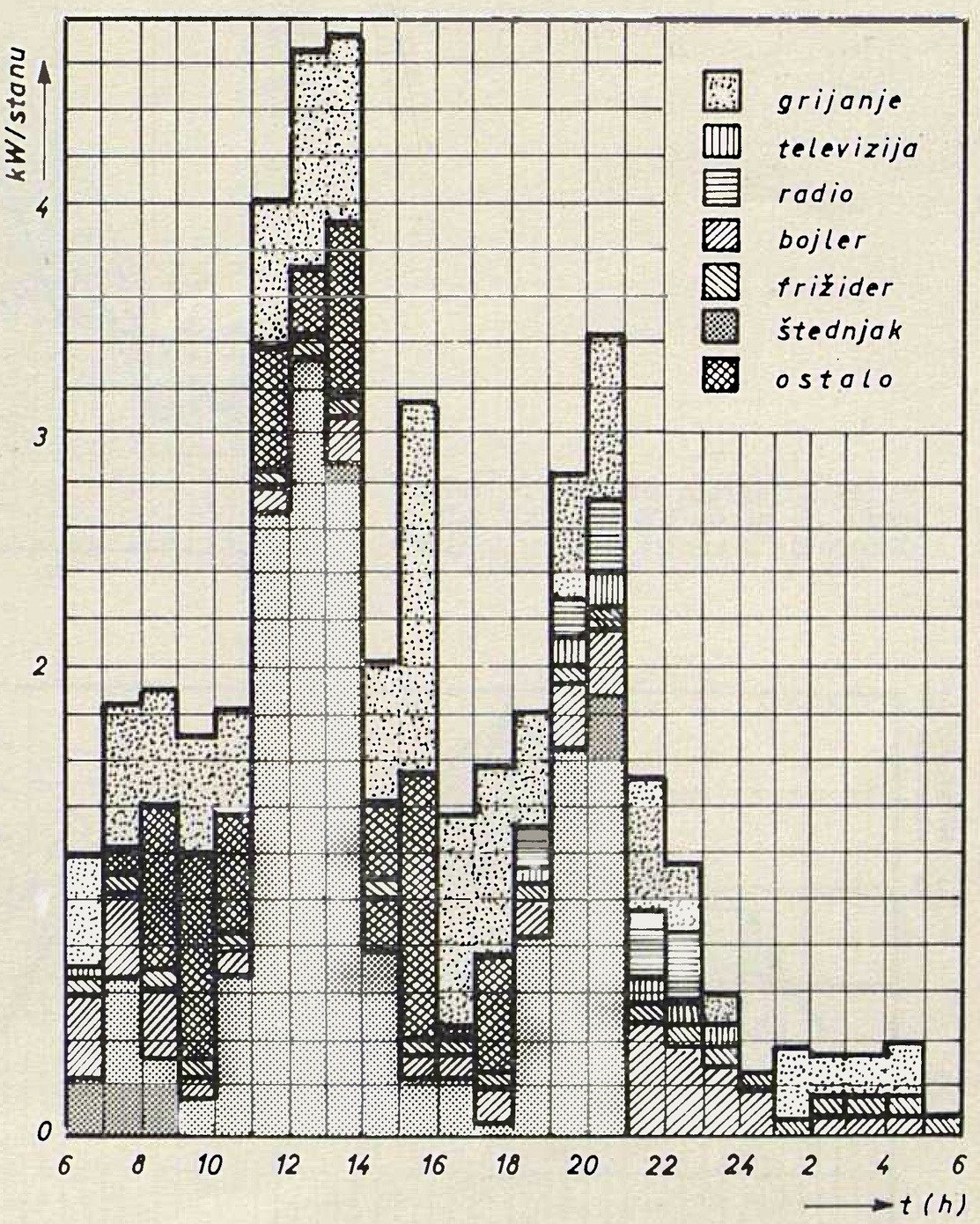
Tablica 11

Pojedinačni rezultati instalirane snage priključnog opterećenja i faktora potražnje jednog stambenog objekta s 21. stanom

Broj stana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Prosjek
Instalirana snaga P_i [W/stanu]	17,8	14	16,9	17,8	15,6	12,7	14,9	13,5	12,5	9,8	8,7	13,7	12,7	7	8,7	12,7	11	12,7	12,5	11,6	11,8	13
Priključna vrijednost P_v kW/stanu — Radni dan	5,4	5,3	3,5	2,5	2,8	5,8	8,4	4,3	4,9	4,5	3,7	6,6	4,7	3	3,7	4,4	5	2,5	4	6,4	5,8	4,6
Priključna vrijednost P_v kW/stanu — Nedjelja	4,1	8,4	3,5	3,06	3,5	5,4	4	4,3	4,2	4,9	4,6	7,2	4,7	4,6	4,75	6	3,3	4,6	2	9,5	6,7	4,9
Faktor potrošnje $f_p = \frac{P_v}{P_i}$ — Radni dan	0,3	0,38	0,21	0,14	0,18	0,455	0,505	0,32	0,316	0,46	0,42	0,48	0,37	0,43	0,43	0,35	0,45	0,19	0,32	0,55	0,49	0,356
Faktor potrošnje $f_p = \frac{P_v}{P_i}$ — Nedjelja	0,23	0,6	0,21	0,17	0,224	0,425	0,27	0,32	0,27	0,5	0,525	0,525	0,37	0,66	0,55	0,47	0,3	0,18	0,16	0,82	0,56	0,38



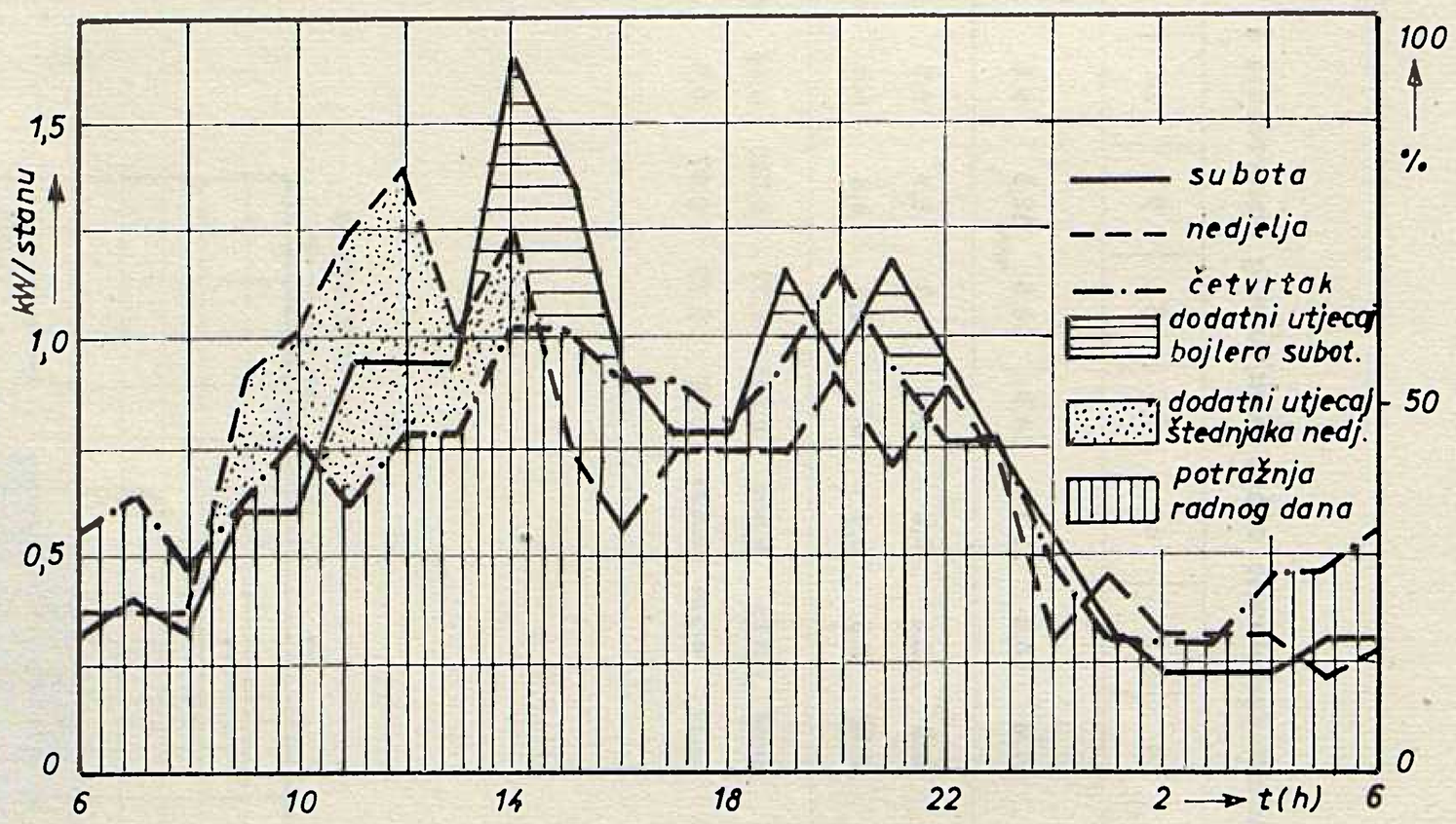
Sl. 13 Dijagram dnevne potražnje stana novih stambenih naselja — Nedjelja



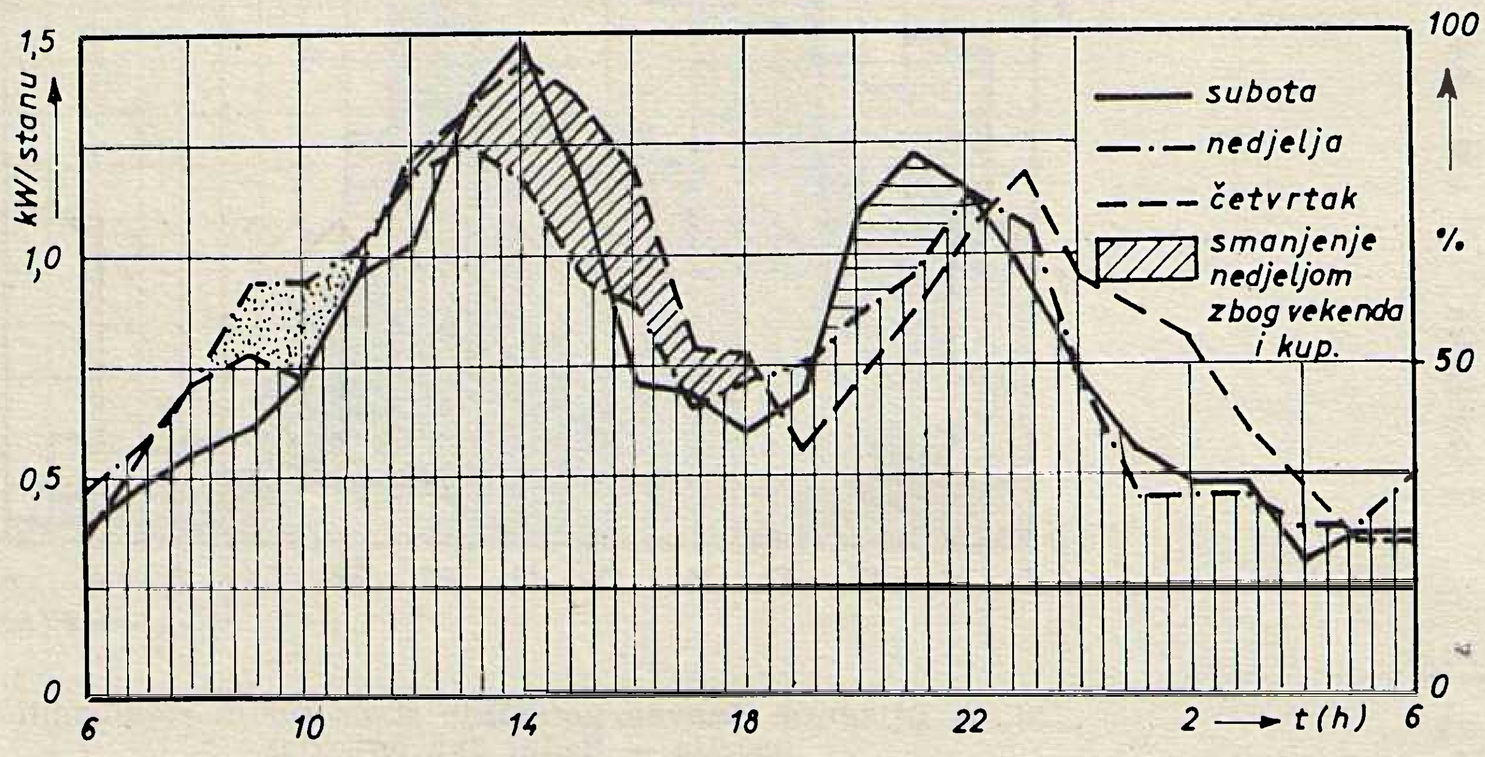
Sl. 14 Dijagram dnevne potražnje stana novih stambenih naselja — Radni dan (srijeda)

Rezultati mjerenja vršnih opterećenja nove stambene izgradnje Splita na nivou TS 10/0,4 kV Tablica 12

Vrsta izgradnje	Način grijanja	TS 10/0,4 kV	Broj priklj. stanova na 1 TS	Izmjereno opterećenje u kW/stanu						
				Ljeto			Zima			
				radni dan	subota	nedjelja	četvrtak 21. 12. 1969.	nedjelja 24. 12. 1969.	nedjelja 5. 1. 1970.	četvr ak 19. 2. 1970.
Društvena kolektivna	Mješovito : dir. el. + ostale peći (uljne, plinske i slično)	Spinut-7	167	1,5						
		Spinut-11	201							
		Škrape-2		1,05						
		Škrape-3	188	1,22						
		Skalice-1	333				2,1			
		Skalice-2	232	0,6			2,96			
		Skalice-3	192	0,97			2,1			
		Tabla-1	199	0,85		1,2		1,99	1,8	2,28
		Tabla-2	240	0,77		1,13		1,94	2,14	1,82
		Glavičine-1	156					2,5	2,37	2,17
		Glavičine-2	166					2,5	2,5	2,27
		Sukoišanska	217					2,15	2,12	1,85
		Sučidar-2	201	0,89						
		Bol-3								
		Bol-8	172	1,08						
		Solinska-3								
		Gripe-Lokve-2	208	0,84		0,91				
		Gripe-Lokve-4	301	1,03						
		Sučidar-3	182	1,65						
Individu-alna										



Sl. 15 Dijagram dnevne potražnje stana na nivou TS 10/0,4 kV (zima) (Područje s centralnim grijanjem)



Sl. 16 Dijagram dnevne potražnje stana na nivou TS 10/0,4 kV (ljeto)

Prosječne vrijednosti jediničnog opterećenja stana nove stambene izgradnje grada Splita na osnovi mjerenja opterećenja TS 10/0,4 kV

Tablica 13*

Način izgradnje	Vrsta grijanja	Dnevna vršna opter. po sezonama u kW						Ekstremna opterećenja (Božić i dani naglog zahlađenja)
		Ljeto			Zima			
		R	S	N	R	S	N	
Društvena kolektivna	Centralno parno	1,45	1,43	1,26	1,2	1,67	1,44	1,87
	Samo električno	1,15	1,27	1,5	2,25	2,77	3	3,5
	Mješovito:				2,15	2,27	2,5	3
Individualna	Dir. el. + ostale peći	1,18	1,4	1,54	1,18	2,1	2,24	2,7

* R — radni dan
S — subota
N — nedjelja

Praktične vrijednosti osnovnih el. energetskih veličina nove stambene izgradnje Splita

Tablica 14

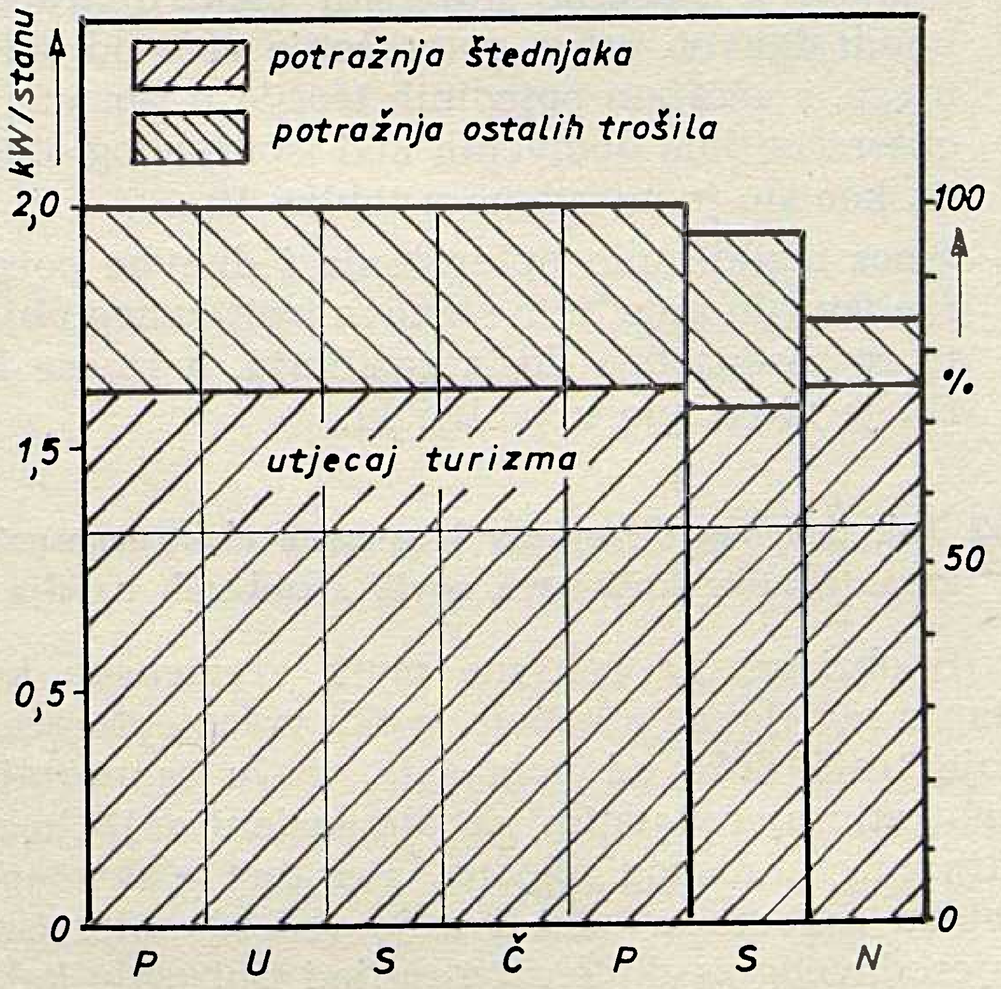
Vrsta izgradnje	Način grijanja	P_i [kVA/stanu]	P_v [kW/stanu]	f_p	W [kWh/stanu]	T [h/god.]
Društvena kolektivna	Centralno parno	1,45	7	0,445	4.900	700
	Samo dir. električno	15,8		0,45	4.500	640
	Mješovito:	14,8	6,75	0,45	4.100	610
Individualna	Dir. el. + ostale peći	14,4	6,45	0,45	3.000	465

P_i — instalirane snage
P_v — priključna vrijednost stana
f_p — faktor potražnje
W — specifična potrošnja
T — godišnje upotrebno vrijeme na priključku stana

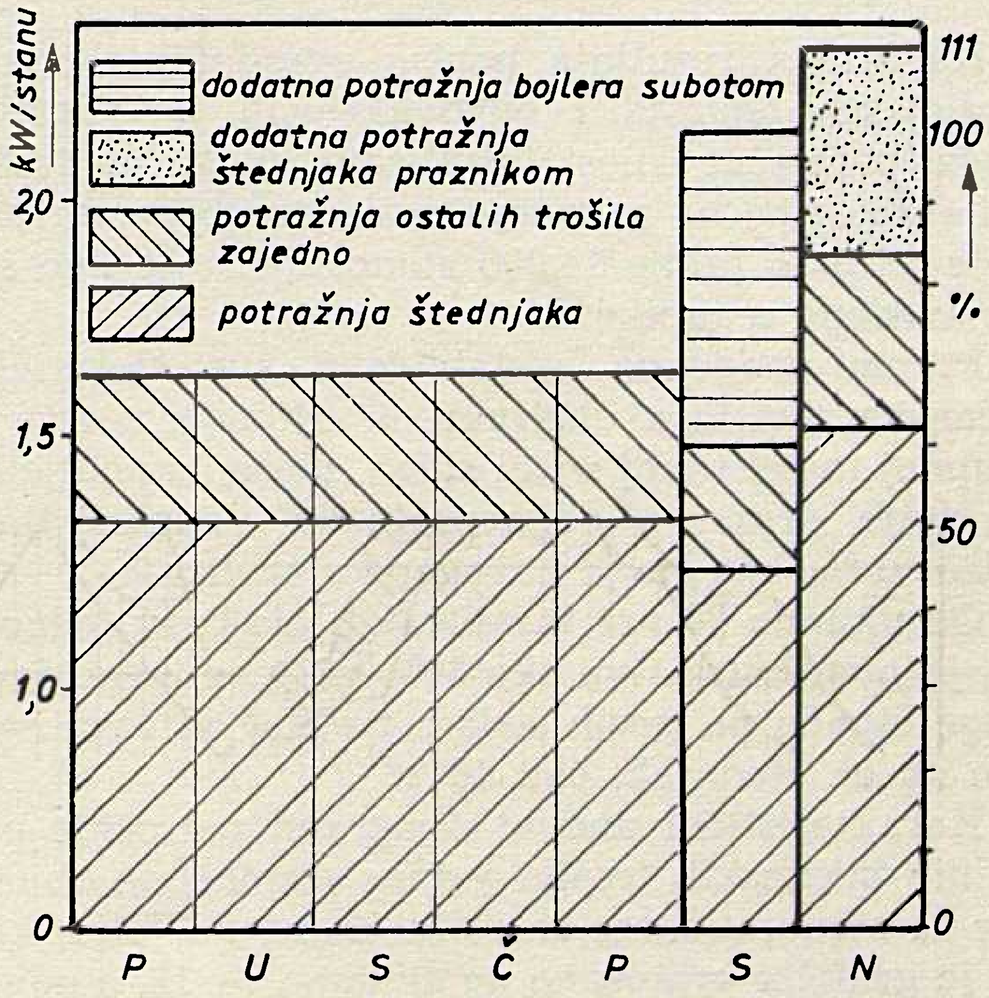
Praktičke vrijednosti vršnih opterećenja i faktora istovremenosti za veliki broj kućanstava ($n = \infty$) nove stambene izgradnje

Tablica 15

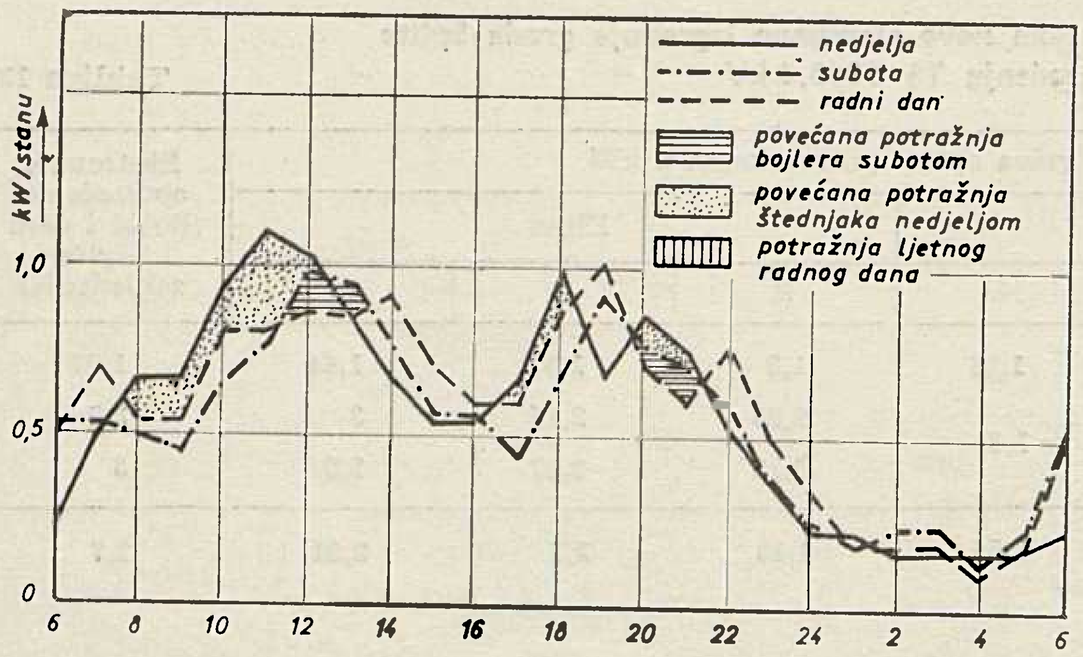
Način izgradnje	Način grijanja	Normalna zimska opterećenja				Ekstremna zimska opter.	
		bez el. grijanja		samo dir. el. grijanja		bez el. grijanja	
		P_m [kW]	f_∞	P_m [kW]	f_1	P_m [kW/stanu]	f_∞
Društvena kolektivna	Centralno parno	1,5	1,18	—	0,6—0,8	2	—
	Samo dir. električno		1,19	1,5			0,23
	Mješovito:		0,15	1			0,24 / 0,26
Individualna	Dir. el. + ostale vrste peći		0,176	0,7			



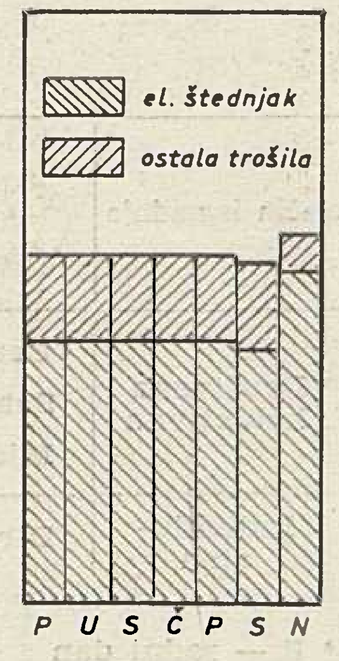
Sl. 17 Sedmični dijagram potražnje (ljeto)



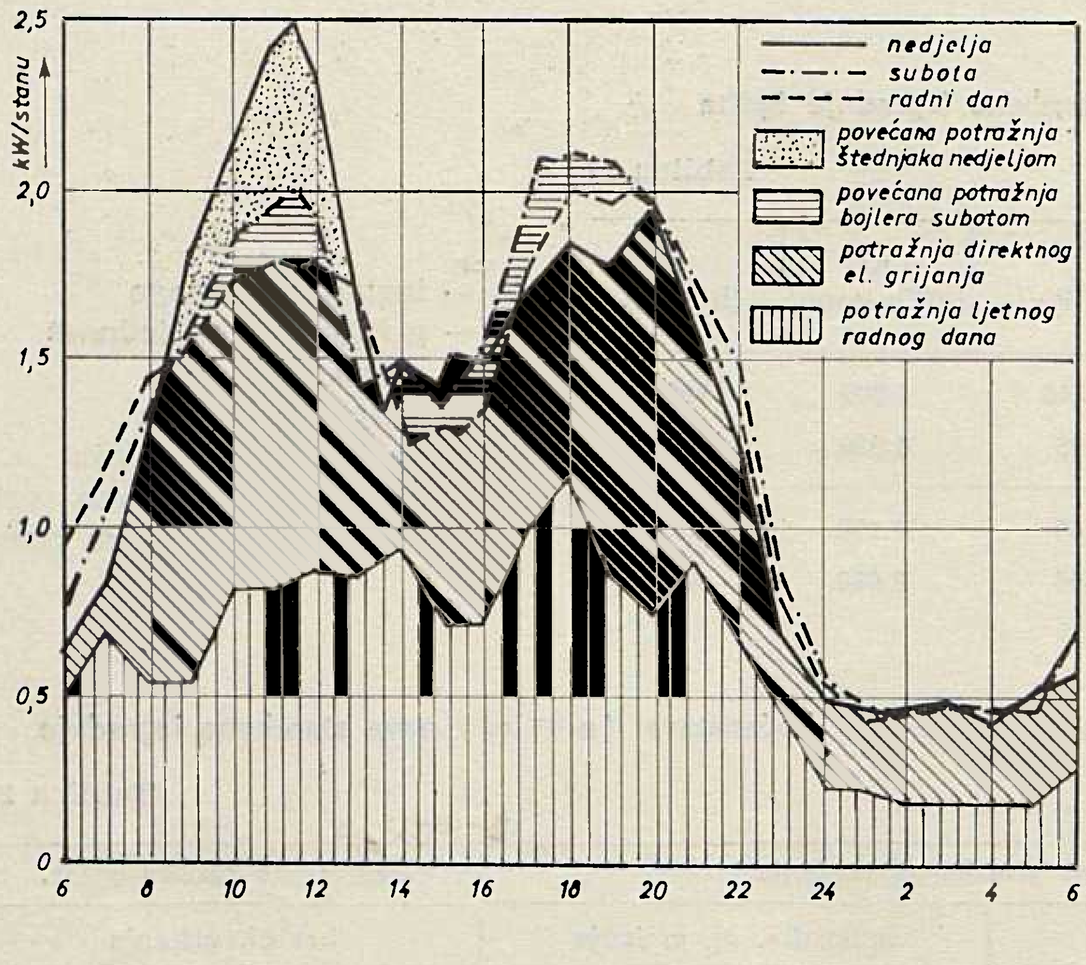
Sl. 18 Sedmični dijagram potražnje (zima)



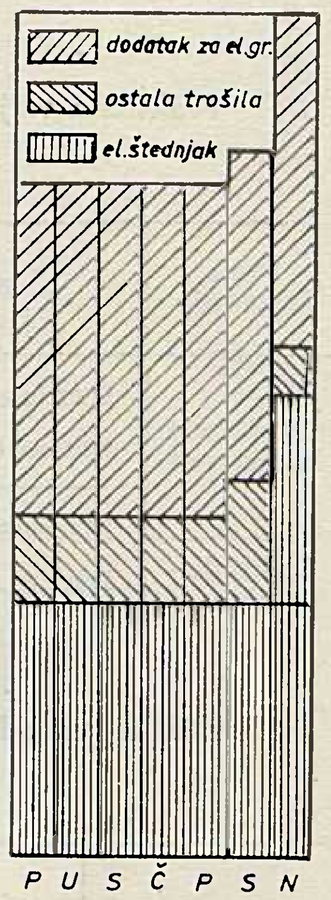
Sl. 19 Dnevni dijagram potražnje kućanstva na nivou TS 10/0,4 kV (ljeto) — Naselje s električnim grijanjem



Sl. 20 Sedmični dijagram potražnje (ljeto)



Sl. 21 Dnevni dijagram potražnje kućanstva izvoda 10 kV (zima) — Naselje s električnim grijanjem



Sl. 22 Tjedni dijagram potražnje (zima)

Porast jediničnog opterećenja, bez električnog grijanja, iznosio je oko 4,5% godišnje, čemu odgovara udvostručenje svakih dvadeset i dvije godine.

2. Jedinična opterećenja i tok dnevnih dijagrama opterećenja kućanstva novih stambenih naselja

2.1 Struktura instalirane snage i dijagram dnevne potrošnje električnih trošila kućanstva

Na osnovi rezultata popisa ugrađenih-elektro-kućanskih aparata i odgovarajućih instaliranih snaga, prosječni iznosi instalirane snage po trošilu i stanovima na području nove stambene izgradnje s ukupno preko 14.000 stanova, iznose kao što je navedeno u tablici 8.

Prema podacima iz tablice 8 sva električka kućanska trošila s obzirom na njihovo učešće u ukupnoj instaliranoj snazi stana, možemo podijeliti na dvije grupe s odgovarajućim vrijednostima učešća u %, kao što je navedeno u tablici 9.

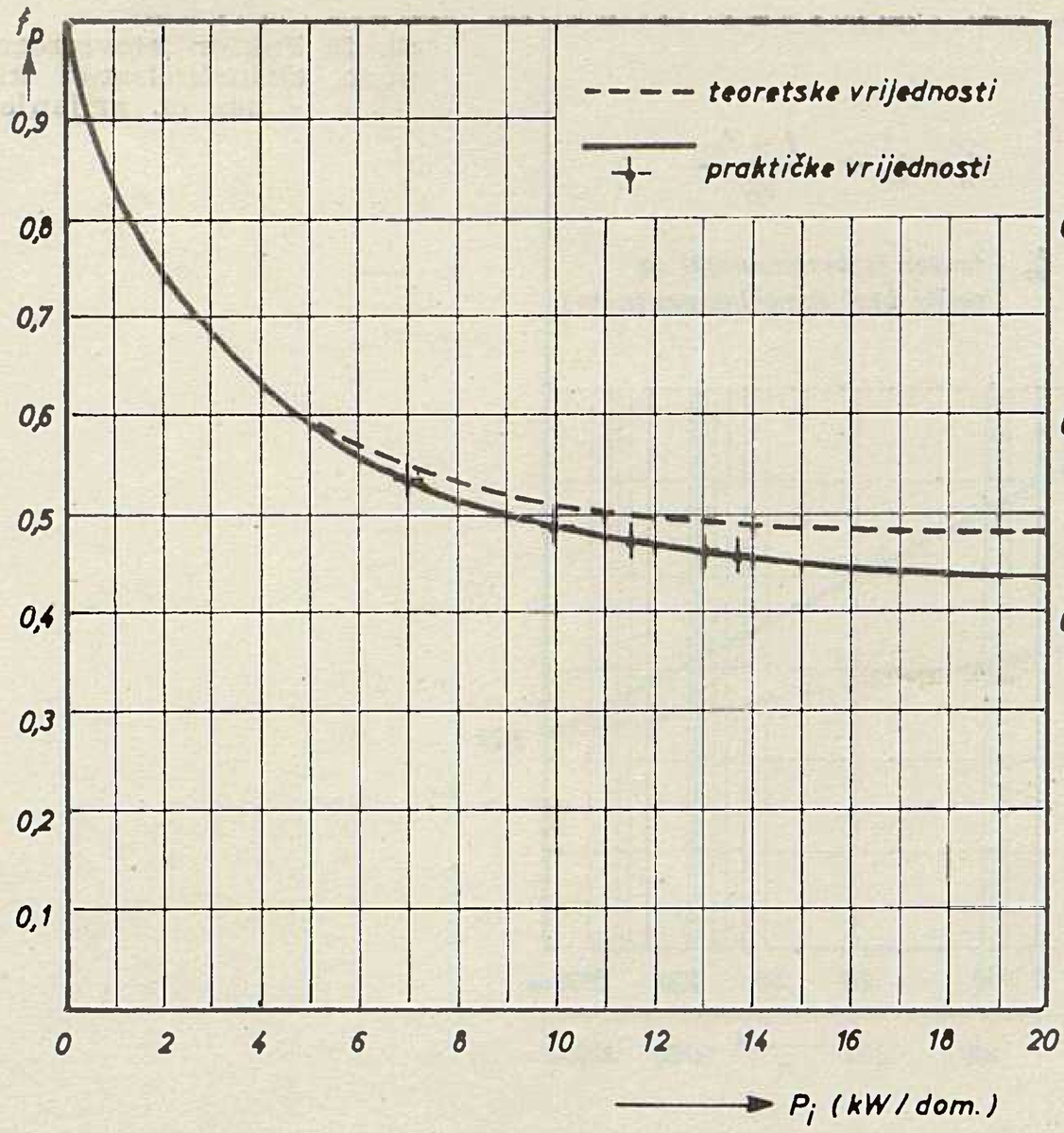
Od ukupno 20 već instaliranih trošila u jednom prosječnom kućanstvu oko 80% ukupne instalirane snage otpada na prvih sedam trošila, od čega najviše na el. štednjak, čak 40%.

Karakteristični dnevni dijagrami potrošnje pojedinih kućanskih trošila jednog stambenog objekta s 21 stanom iznose za radni dan i nedjelju, kao što je grafički prikazano na slikama 7—12, a odgovarajući zajednički dnevni dijagram potrošnje svih trošila, reducirano na jedan stan, također za radni dan i nedjelju (slika 13 i 14) na osnovi kojih se vidi slijedeće:

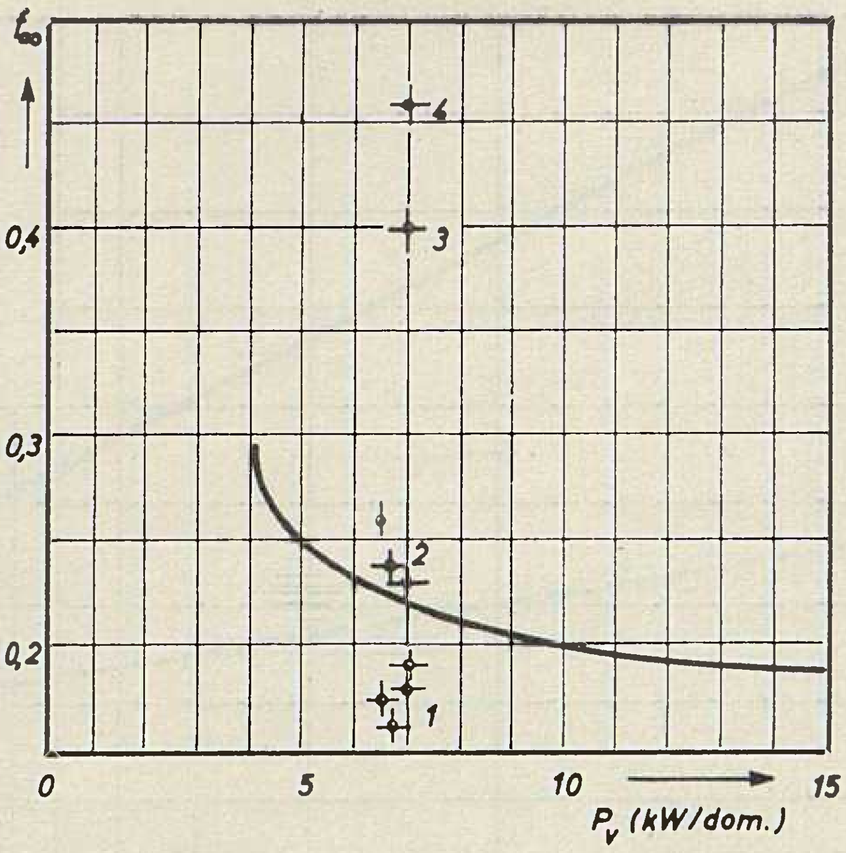
- Dnevni dijagram opterećenja konstruiran na osnovi dijagrama potražnje pojedinih kućanskih aparata praktički se poklapa s dijagramom dobivenim mjerenjem;
- Stanovi s visokim stupnjem elektrificiranosti imaju dnevno vršno opterećenje veće od večernjega, s učešćem pojedinih trošila u tim vršnim opterećenjima dobivenih kod ispitivanog objekta, kao što je navedeno u tablici 10.
- Iznos instaliranih opterećenja i dnevne potrošnje između pojedinih stanova ispitivanog objekta se međusobno dosta razlikuju, a iznose kao što je navedeno u tablici 11.

2.2 Tok dnevnog dijagrama i osnovne elektroenergetske karakteristike kućanstva novih stambenih naselja

S obzirom na reltivno malu vremensku konstantu zagrijavanja kabela, svako vršno opterećenje koje traje duže od pola sata, može se praktički smatrati mjerodavnim za dimenzioniranje kabelskih mreža niskog napona. Pri tom elektroenergetsku osnovu za određivanje vršnog opterećenja mjerodavnog za dimenzioniranje i tipizaciju kabelskih mreža niskog napona predstavljaju dijagrami



Sl. 23 Usporedba praktičkih i teoretskih vrijednosti faktora potražnje (f_p)



praktičke vrijednosti dobivene mjerenjem bez el. grijanja

praktičke vrijednosti dobivene mjerenjem sa el. grijanjem

Sl. 24 Teoretske i praktične vrijednosti faktora $f\infty$

1. Za vršna nedjeljna opterećenja
2. Za ekstremna opterećenja — praznikom
3. Za vršna opterećenja s mješovitim grijanjem
4. Za vršna opterećenja samo s direktnim grijanjem

—— Teoretske vrijednosti iz literature

$f\infty$ Faktor istovremenosti za veliki broj domaćinstava ($n = \infty$)

opterećenja konzuma novih stambenih naselja, čiji je osnovni i najveći dio konzum kućanstva.

Tok dijagrama opterećenja konzuma kućanstva novih stambenih naselja, s obzirom na različiti stupanj elektrificiranosti, strukturu kućanskih aparata, pa i standard stanovnika, karakteriziraju određene specifičnosti, koje imaju važno tehničko ekonomsko značenje za pravilno dimenzioniranje i tipizaciju gradskih kabelskih električnih mreža niskog napona.

Radi određivanja ovih specifičnosti i opterećenja mjerodavnog za dimenzioniranje gradskih kabelskih mreža niskog napona, mjerodavna su maksimalna zimska i ljetna opterećenja, čiji su rezultati navedeni u tablici 12., te karakteristični dnevni dijagrami opterećenja ljetnog i zimskog radnog dana, subote i nedjelje za naselja s centralnim grijanjem slika 15, 16, 17 i 18, te s direktnim električkim i mješovitim grijanjem na slici 19, 20, 21 i 22.

Na osnovi ovih podataka rezultiraju praktične vrijednosti jediničnih vršnih opterećenja kućanstva nove stambene izgradnje na nivou TS 10/0,4 kV, kao što je navedeno u tablici 13.

Ovi podaci pokazuju, da su na područjima novih stambenih naselja s centralnim grijanjem, zimska i ljetna vršna opterećenja približno jednaka. Pri tom se ljetna vršna opterećenja javljaju radnim danom, zbog odlaska dijela stanovnika, pa i cijelih porodica na vikend i kupanje, a zimska subotom, što uvjetuju uglavnom električni štednjaci i bojleri za kupanje.

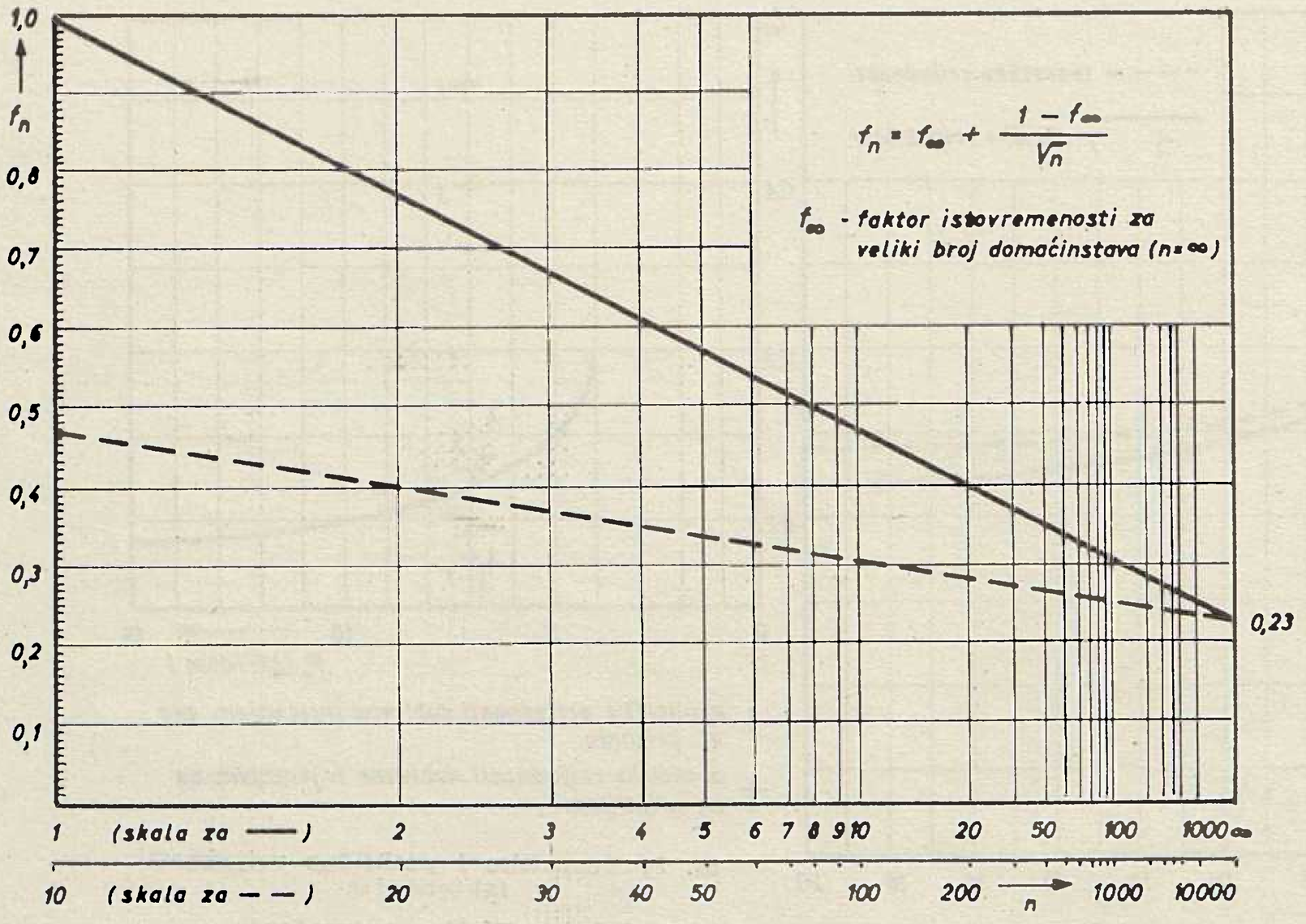
Nova naselja s električnim direktnim i mješovitim grijanjem imaju vršna opterećenja nedjeljom, radi većeg udjela štednjaka i grijanja.

Nova stambena naselja opremljena 100% električnim štednjacima i uz direktno električno grijanja karakterizira općenito nepovoljan dijagram

Utjecaj strukture el. trošila na godišnje upotrebno vrijeme nove stambene izgradnje Tablica 16

Način izgradnje	Vrsta grijanja	Vrijednost upotrebnog vremena T [h/god.]					
		Radni dan		Nedjelja		Period ekstremnih opterećenja	
		T [h/god.]	odnos	T [h/god.]	odnos	T [h/god.]	odnos
Društvena kolektivna	Centralno parno	2930*	1	3400	1,16	2600	0,89
	Samo dir. električno	2000	0,68	1500	0,51	1300	0,445
	Mješovito: Direktno	1900	0,65	1640	0,56	1.370	0,47
Individualna	el. + ostale peći	1600	0,545	1340	0,46	1100	0,375

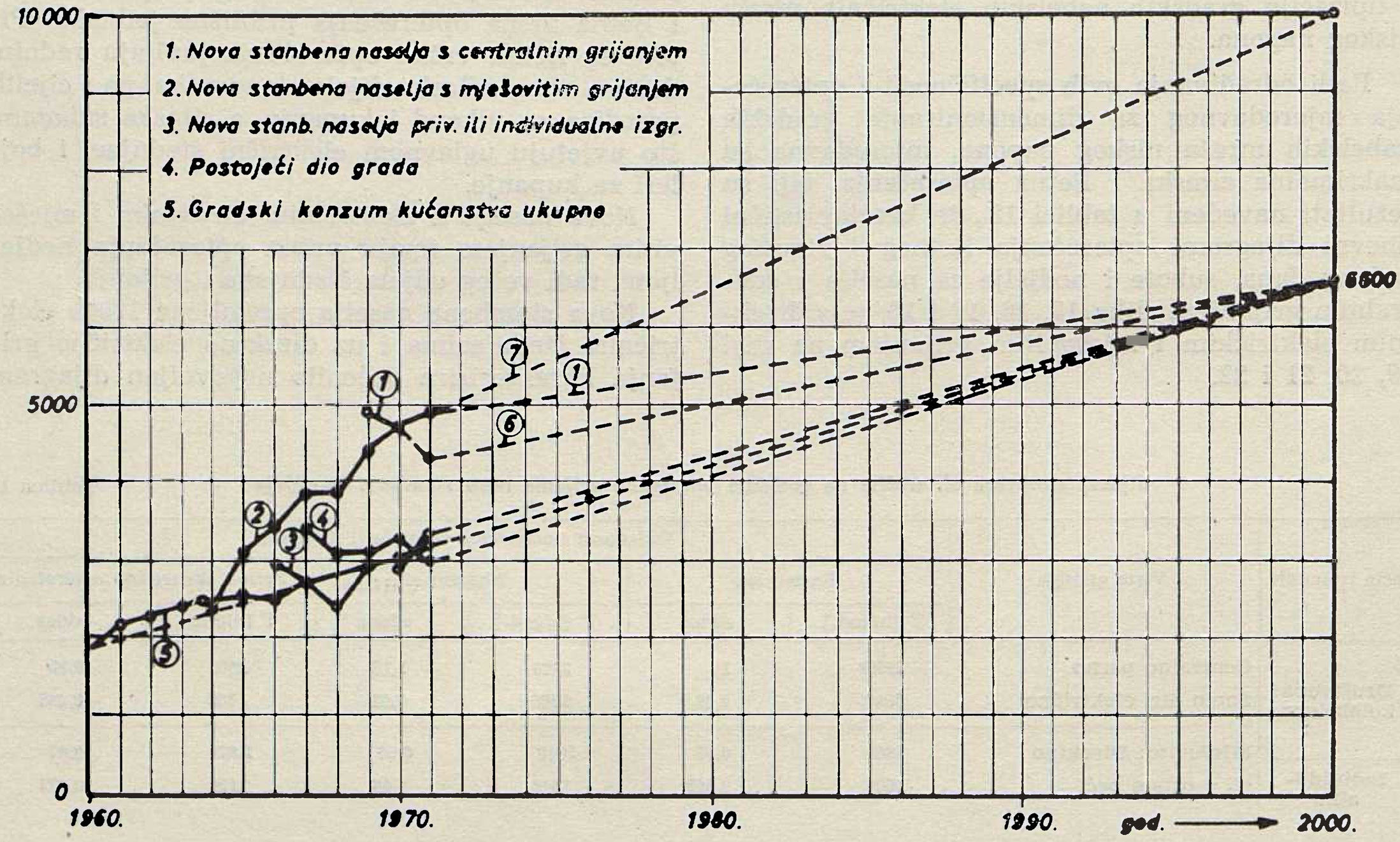
* Subota (utjecaj bojlera)
T — Godišnje upotrebno vrijeme u (h/god.)



Sl. 25 Faktor istovremenosti potpuno elektrificiranih kućanstava bez el. grijanja

opterećenja. Nedjeljom zbog većeg korištenja štednjaka, postižu se znatno veća opterećenja od ostalih dana, pri čemu dolazi i do pojave tzv. »ekstremnih« vršnih opterećenja, koja su i do 30% veća od uobičajenih, u prvom redu u prazničkim danima i na Božić, ali i za vrijeme pojave naglih zahlađenja, kao npr. 7. III 1971 god., kada je zbog preopterećenja u Splitu iz pogona ispalo oko 20% svih TS 10/0,4 kV, normalno opterećenih oko 60%.

Prema tome sa stajališta optimalne elektro-energetske opskrbe kućanstva novih stambenih naselja, oprema stanova 100% električnim štednjacima i orijentacijom na direktno električno grijanje, smatra se nepovoljnim, jer uvjetuje neekonomično dimenzioniranje i izvedbu distributivnih mreža. U takvim prilikama orijentacijom na pripremu tople vode električnom energijom i na termoakumulaciono grijanje, pridonosi optimalnoj strukturi opterećenja i potrošnje. Tendencija zamjene električnih bojlera opskrbom kućanstava toplom vodom iz toplana, vezana s centralnim grijanjem uz istovremenu opremu kućanstva 100%



Sl. 26 Tendencija perspektivnog razvoja specifične potrošnje kućanstva novih stanbenih naselja

električnim štednjacima, uvjetuje neekonomičnu strukturu opterećenja i skupu izvedbu gradskih kabelskih mreža, što bi kod izgradnje, posebno novih stambenih naselja, valjalo posebno regulirati.

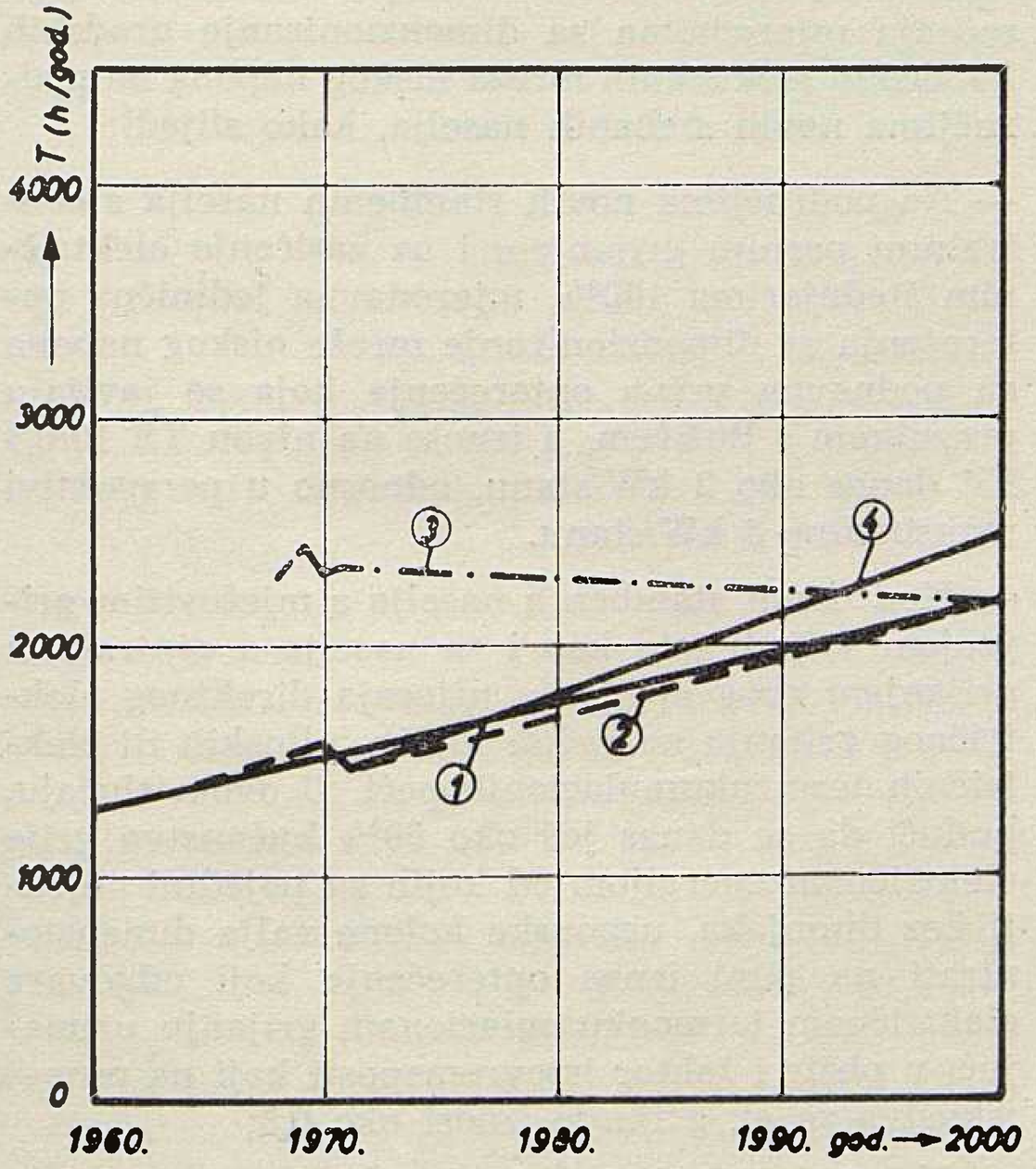
Na osnovi podataka iz tablice 3, 9 i 12. ostvarene elektro-energetske karakteristike konzuma kućanstva novih stambenih naselja, iznose kao što je navedeno u tablici 14.

Zaokružene praktične vrijednosti jediničnog opterećenja i faktora istovemenosti za veći broj kućanstva (f ∞) nove stambene izgradnje prema podacima iz tablice 13 i 14, navedeni su u tablici 15.

Više jedinično opterećenje naselja s centralnim grijanjem ljeti, posljedica je većeg standarda stanovnika, a individualnog naselja, veći broj obitelji u zajedničkom stanu, prema posljednjem popisu, čak prosječno 1,5 kuća/stanu.

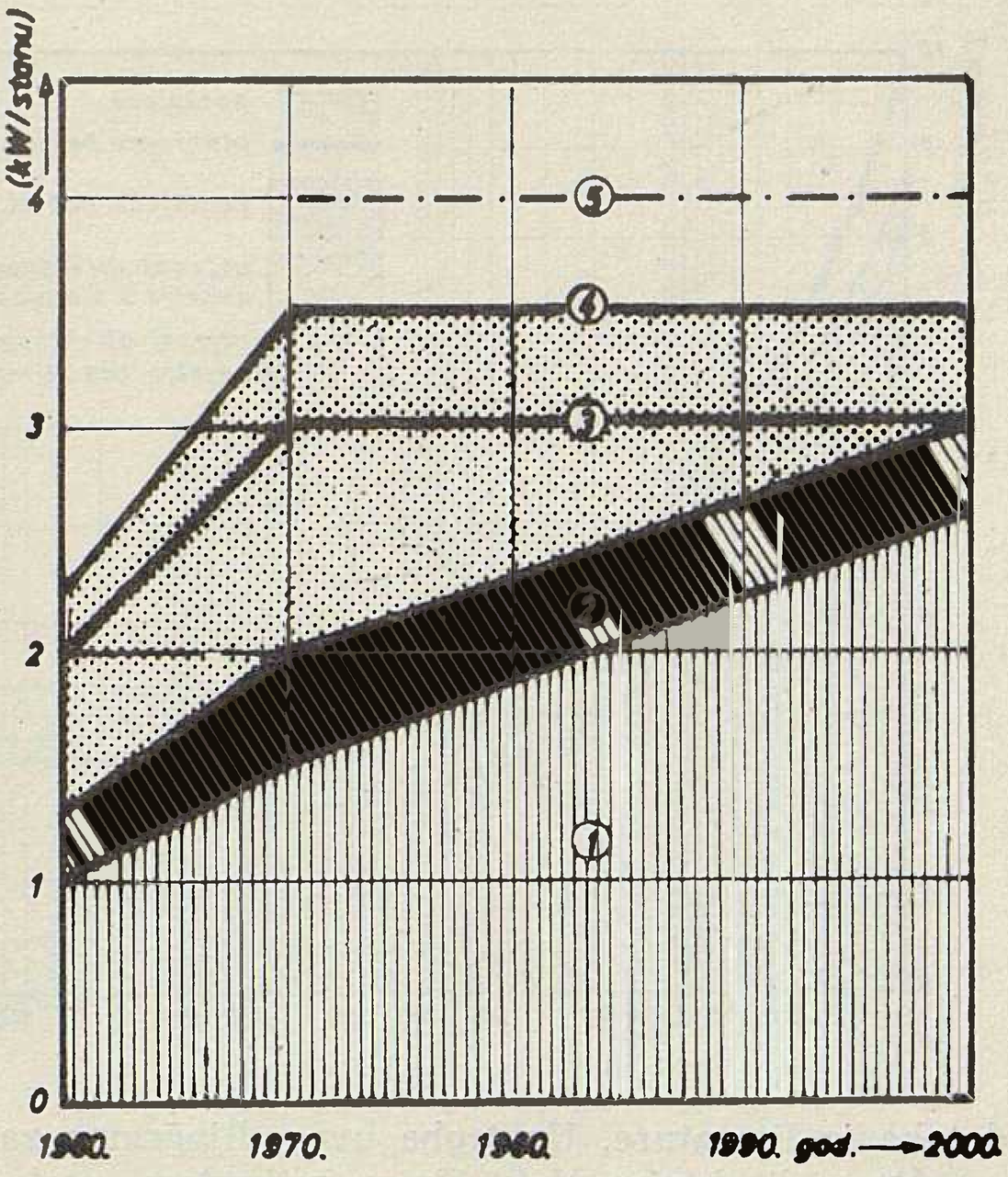
Veći faktor istovremenosti direktnog električnog grijanja za vrijeme naglih zahlađenja, oko 0,8 i električnih štednjaka nedjeljom i prazničkim danima oko 0,6 uvjetuje povećanje f ∞, a time preopterećenje i ostalih dijelova distributivne mreže viših naponskih nivoa, te smanjenje upotrebnog vremena, kao što je navedeno u tablici 16.

Podaci iz tablice 16. pokazuju, da kućanstva opremljena 100% električnim štednjacima mogu imati i do 40% manje godišnje upotrebno vrijeme. Općenito se smatra, da se optimalna struktura opterećenja kućanstva postiže uz zasičenost štednjacima oko 50% i uz pripremu tople vode pomoću električne energije, naročito pomoću tzv. protočnih



Sl. 27 Tendencija razvoja godišnjeg upotrebnog vremena konzuma kućanstva na nivou TS 10/0,4 kV

1. Ukupni konzum kućanstva
2. Nova stambena naselja s mješotivim grijanjem
3. Nova stambena naselja s centralnim grijanjem
4. Novi stambeni objekti samo s el. akumulacionim grijanjem



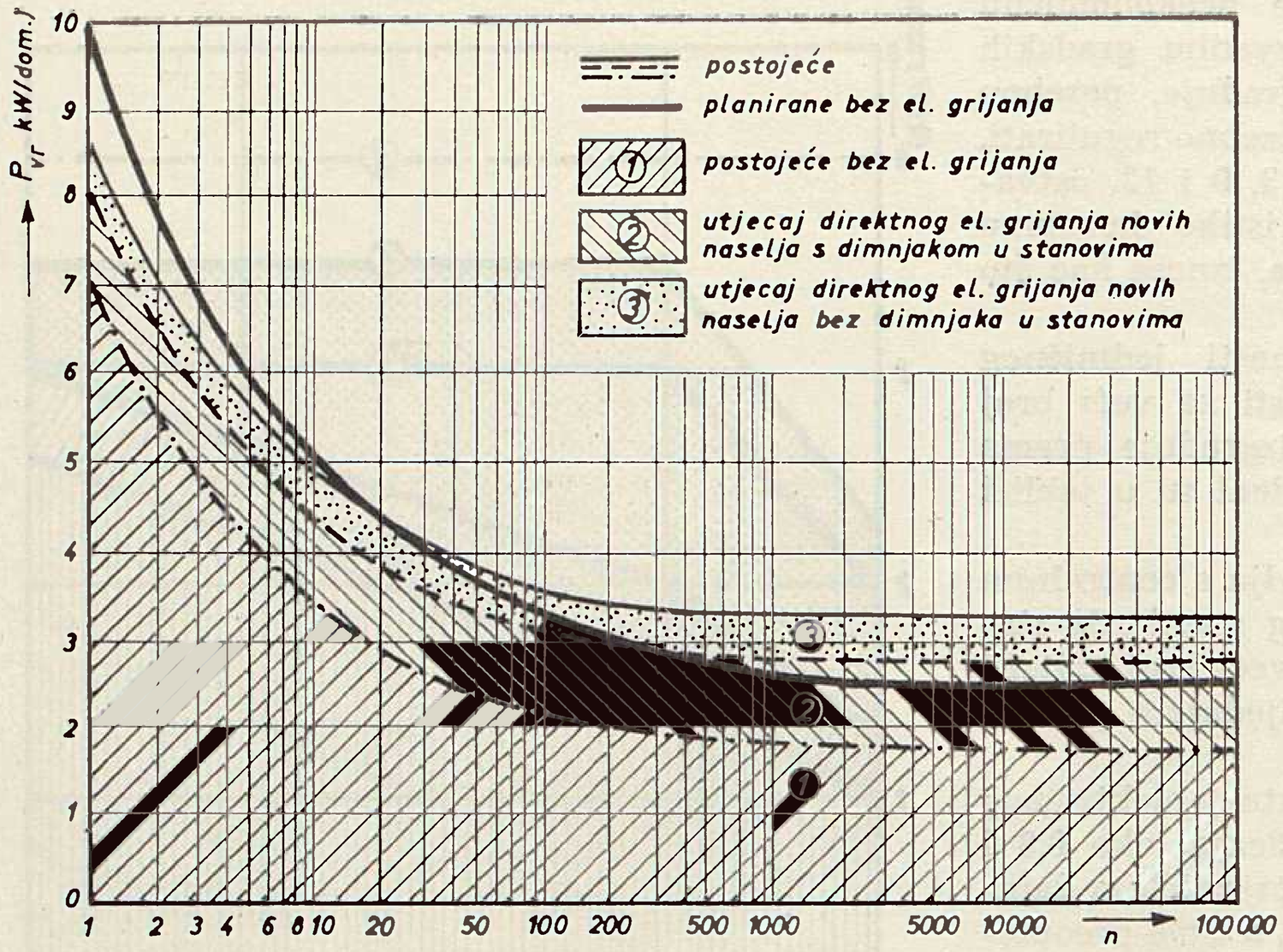
Sl. 28 Tendencija razvoja vršnih opterećenja kućanstva na nivou TS 10/0,4 kV

1. Vršna nedjeljna opterećenja bez el. grijanja (zima)
2. Dodatak vršnih opterećenja praznikom (uticaj štednjaka)
3. Dodatak vršnih opterećenja hladnog zimskog dana naselja s mješovitim grijanjem
4. Dodatak vršnih opterećenja hladnog zimskog dana naselja samo s direktnim el. grijanjem
5. Noćna vršna opterećenja naselja s električnim akumulacionim grijanjem

bojlera. Rezultati ove analize pokazuju, da se upotrebom bojlera povećava vršno opterećenje praktički samo za 5% u naseljima bez električnog grijanja, ili oko 4% u naseljima s električnim grijanjem, dok se istovremeno povećava potrošnja električne energije za oko 25% u prvom slučaju, ili čak za oko 30% u drugom slučaju.

Neka mjerenja u Zapadnoj Njemačkoj pokazuju, da primjena tzv. protočnih električnih bojlera povećava vršno opterećenje za 20% do 30%, a električnu potrošnju kod potpuno elektrificiranih stanova, čak dvostruko. Prema tome, suprotno rastućoj tendenciji, da se uz centralno grijanje predvidi i opskrba kućanstva toplom vodom, dobiveni rezultati upućuju na zaključak, da je priprema tople vode daleko ekonomičnija pomoću električne energije.

Na osnovi podataka iz tablice 11., dana je usporedba praktičkih vrijednosti faktora potražnje ostvarenih na području nove stambene izgradnje i podataka iz literature, kao što je grafički prikazano na slici 23., a faktora istovremenosti za veći broj kućanstva (f ∞), prema podacima iz tablice 14., na slici 24, na osnovi kojih se vidi, da vrijednosti faktora potražnje leže za oko 10% niže od vrijednosti navedenih u stručnoj literaturi, a vrijednosti faktora istovremenosti (f ∞) nedjeljom za oko 20% niže, a praznikom više od po-



Sl. 29 Prosječna jedinična opterećenja kućanstva nove stambene izgradnje grada Splita ovisno o broju stanova

P_v — jedinično vršno opterećenje u kW/stanu
n — broj stanova

dataka iz literature. Upotreba ovog dijagrama za naselja s direktnim električnim grijanjem, praktički ne dolazi u obzir, već se grijanje mora promatrati odvojeno.

3. Tendencija perspektivnog razvoja specifičnog opterećenja i potrošnje i praktična primjena dobivenih rezultata

Prema statističkim podacima distributivnog poduzeća »Elektrodalmacije« Split ukupni konzum elektro-energije kućanstva imao je u proteklih 20 godina kontinuirani linearni porast specifične potrošnje s prosječnim godišnjim prirastom od oko 118 kWh/kućanstvu i godini, čemu odgovara godišnji prirast u posljednjih 10 godina, kao što je već navedeno od 6,2% s udvostručenjem svakih 16 godina.

Realno je pretpostaviti da će ista tendencija globalnog porasta specifične potrošnje kućanstva biti i u idućem perspektivnom razdoblju, tako da se oko 2000. godine može očekivati, kao što se vidi iz slike 26, prosječna specifična potrošnja od oko 6.600 kWh/kuć.

Anketirana kućanstva postojećeg dijela grada i novih stambenih naselja privatne ili individualne izgradnje imaju približno iste iznose i sličnu tendenciju porasta specifične potrošnje, kao i ukupni konzum kućanstva cijelog gradskog područja.

Konzum kućanstva novih stambenih naselja imao je u proteklih 6 godina, kao što se vidi iz slike 4 i 26, znatno veći porast specifične potrošnje s godišnjim prirastom od oko 16%, čemu odgovara udvostručenje svakih 6 godina.

Budući da su kućanstva novih stambenih naselja već postigla maksimalnu zasićenost, kod većine osnovnih kućanskih električnih trošila i specifičnu potrošnju koja je oko 1,4 puta veća od ostalog djela grada, perspektivni porast specifične potrošnje nove stambene izgradnje će vjerojatno biti manji od ukupnog porasta konzuma kućanstva.

Uz pretpostavku da će zbog zasićenja u trošilima razlike u elektroenergetskom standardu novog i postojećeg dijela grada perspektivno biti sve manja, trend perspektivnog porasta specifične potrošnje nove stambene izgradnje bi izgledao, kao što je grafički prikazano na slici 26, godišnjeg upotrebnog vremena na slici 27, a jediničnog opterećenja na slici 28, 29 i 30 na osnovi kojih rezultiraju opterećenja mjerodavna za dimenzioniranje gradskih kabelskih električnih mreža niskog napona na područjima novih stabenih naselja, kako slijedi:

— Na područjima novih stambenih naselja s centralnim parnim grijanjem i uz zasićenje električnim štednjacima 100%, mjerodavna jedinična opterećenja za dimenzioniranje mreže niskog napona su podnevna vršna opterećenja koja se javljaju praznikom i Božićem, a iznose na nivou TS 10/0,4 kV danas oko 2 kW/stanu, odnosno u perspektivi maksimalno 3 kW/stanu.

— Kod novih stambenih naselja s mješovitim grijanjem vrijedi isto kao i za naselja s centralnim grijanjem zbog opadanja utjecaja direktnog električnog grijanja na račun uljnih, plinskih ili električnih termoakumulacionih peći. U ovom slučaju, budući da se danas još oko 50% kućanstva grije električnom energijom od kojih su pojedini objekti bez dimnjaka, usponske kolone valja dimenzionirati na puni iznos opterećenja koji odgovara električnom termoakumulacionom grijanju uzimajući u obzir i faktor istovremenosti koji na osnovi iskustva za el. grijanje iznosi oko 0,8;

— U posebnim slučajevima, ako bi se neki veći stambeni objekti, ili možda cijela nova stambena naselja opremila samo električnim termoakumulacionim pećima bez dimnjaka, gdje ukupna instalirana snaga peći može iznositi i do 10 kW/stan uz nešto niži faktor istovremenosti većeg broja elek-

tro akumulacionih peći, što na osnovi iskustva iznosi oko 0,6, mrežu niskog napona valjalo bi dimenzionirati približno na dvostruko veći kapacitet od normalnog.

— Globalni dugoročni porast godišnjeg upotrebnog vremena konzuma kućanstva iznosi u prosjeku oko 1,6% godišnje, osim naselja s centralnim parnim grijanjem, koji praktički ostaje konstantan a jediničnog opterećenja oko 4% godišnje, čemu odgovara udvostručenje svakih 25 godina.

Ovdje se pretpostavlja, kao što je već navedeno, da se zbog relativno male vremenske konstante kabela niskog napona svako vršno opterećenje veće od pola sata, može smatrati mjerodavnim za dimenzioniranje gradskih kabelskih mreža niskog napona.

4. Zaključak

— Na osnovi rezultata iz prethodnih izlaganja može se zaključiti slijedeće:

— Nova stambena naselja danas imaju znatno veći elektro-energetski standard od ostalog dijela grada, praktički za 1,4 puta, kao posljedica većeg stupnja elektrificiranosti i boljeg socijalnog stanja stanovništva;

— Na području nove stambene izgradnje zbog masovne orijentacije stanovništva na električnu energiju, potrebe za većim konforom i mogućnosti jednostavne i brze nabavke velikog broja različitih kućanskih aparata već je postignuto 100% zasićenje, naročito osnovnih električnih trošila i električnih štednjaka što uz direktno električno grijanje najviše utječe na iznos vršnih opterećenja;

— Oprema stanova 100% električnim štednjacima i orijentacija na direktno električno grijanje, smatra se nepovoljnim, jer štednjaci uvjetuju nepovoljni tok dnevnog dijagrama opterećenja s većom dnevnom od večernje špice, posebno nedjeljom, te pojavu ekstremnih opterećenja praznicima i Božićem, koja su za oko 30% veća, a direktno električno grijanje za vrijeme najhladnijih zimskih dana čak i 2 puta veće od normalnog.

— Optimalna elektroenergetska struktura potpuno elektrificiranih kućanstva postiže se bez direktnog električnog grijanja i uz opremu štednjacima oko 50% stanova;

— Priprema tople vode pomoću električne energije i elektro termoakumulacione peći pridonose optimalnoj elektroenergetskoj strukturi stanova novih stambenih naselja, posebno bojleri, pa tendencija njihove zamjene pripremom tople vode u centralnim kotlovnicama vezanim uz centralno grijanje, nije za preporuku investitorima i korisnicima novih stanova;

— Gradske kabelske mreže niskog napona na području novih stambenih naselja valja dimenzionirati na osnovi perspektivnih planskih iznosa jediničnih opterećenja nedjelje i praznika u zimskom razdoblju bez direktnog električnog grijanja, zbog opadajuće tendencije njegove primjene, uzimajući u obzir utjecaj električnih termoakumulacionih peći kod mješovitog, a posebno kod samog akumulacionog grijanja, kada opterećenja mogu biti i dvostruko veća. Pri tome razlika između sadašnjih i perspektivnih planskih jediničnih opterećenja kućanstva omogućuju upotrebu i direktnog električnog grijanja u idućem prelaznom razdoblju, nakon čega će se ova pitanja morati specijalnim tarifama i cijenama električne energije posebno regulirati.

Literatura

1. *Statistički podaci i pogonska mjerenja distributivnog poduzeća »Elektrodalmacija« — Split*
2. *Rezultati popisa stanovništva 1971. god.*, (podaci republičkog zavoda za statistiku)
3. *Studija presjeka socijalne strukture stanovnika grada Splita*, (koncept Urbanističkog zavoda Dalmacije — Split)
4. R. HENEK: *Potrošnja električne energije i snage u stambenim naseljima različitog stupnja elektrificiranosti*, Hanover.

Naslov pisca: Josip Nevešćanin, dipl. ing., »Elektrodalmacija« — Split

STAVLJANJE U PUMPNI POGON GRUPE STROJEVA SA REVERZIBILNIM PUMPNIM TURBINAMA I PUMPAMA

Fedor Jelušić, Zagreb

Razmotrene su prilike kod pokretanja (starta) pumpnih i reverzibilnih grupa u pumpni pogon, i potrebni momenti i snage za pokretanje. Prikazani su hidraulički, hidromehanički, elektromehanički i električki načini starta grupa u pumpni pogon. Naglašeno je, da način starta grupa u pumpni pogon utječe na konstrukciju i sastav strojeva, na električnu shemu spoja, te na dispoziciju strojarnice i rasklopnih postrojenja, a konačno i na pogon elektrane, pa valja izabrati najpovoljniji način startanja već u fazi idejnog projekta.

DK 621.311.21 : 621.313.12

1. Uvod

Pumpne turbine mogu se puštati u vrtnju u smjeru turbinskog pogona jednako jednostavno kao normalne turbine, to jest otvaranjem protoka vode kroz hidraulički stroj. Kod pumpnog režima pogona je tok vode kroz hidraulički stroj suprotan od prirodnog toka vode, pa se reverzibilne grupe i pumpne grupe mogu pokretati u pumpni smjer vrtnje jedino dovođenjem vanjske energije.

Dovodom mehaničke ili električne energije pokreće se grupa u pumpnom smjeru vrtnje, te se kod postizanja određene brzine vrtnje električni stroj priključi na mrežu iz koje tada uzima potrebnu pogonsku energiju. U stvari, moguće je zamisliti i pokretanje grupe neposredno, pomoću vode iz vlastitog tlačnog cjevovoda, no to bi tražilo posebnu izvedbu dijelova hidrauličkog stroja i neke dodatne hidrauličke organe.

Akumulacione pumpe mogu imati svoj posebni zagonski elektromotor, ili pak mogu biti spojene (direktno ili preko spojke) u trojnu grupu (hidraulički tandem) sa električnim generatorom-motorom i vodnom turbinom. Kod većih snaga pogonski motor odvojenih pumpi je uvijek sinhrone izvedbe, pa su prilike stavljanja u pumpni pogon reverzibilnih grupa i velikih akumulacionih pumpnih grupa gotovo jednake. Razlika je ipak u tome što jednostepene pumpne turbine obično imaju zakretne privodne lopatice, dok akumulacione pumpe imaju u pravilu fiksne lopatice difuzora (predlopatice spiralnog kućišta), što traži veće snage za vrtnju rotora u vodi kod procesa pokretanja.

Hidraulički se stroj uvijek stavlja u vrtnju za pumpni pogon kod zatvorene komunikacije sa tlačnim cjevovodom, bilo kod zatvorenog zatvarača na tlačnom vodu ili kod zatvorenih statorskih lopatica, tako da do postizanja nazivne brzine nema dobave vode. Proces pokretanja (start) grupe je završen kad se postigne potrebna brzina vrtnje, te se nakon grube ili fine sinhronizacije električni stroj priključi na električnu mrežu iz koje uzima pogonsku energiju. Dobava vode može tada započeti otvaranjem puta vode prema tlačnom cjevovodu, naravno, samo ako se rotor hidrauličkog stroja kod pokretanja vrtio u vodi. Ako se pak, radi smanjenja potrebne snage za pokretanje, hidraulički stroj prethodno odvodni kako bi se njegov rotor u zraku, to treba nakon spajanja električnog stroja na mrežu najprije ispustiti zrak iz hidrauličkog stroja i postepeno ga puniti vodom, a tek nakon toga može se otvarati dovod vode.

2. Potrebni zakretni momenti i snage za stavljanje grupe strojeva u pumpni pogon

Aktivni zakretni momenti zagona M_p grupe moraju u toku čitavog zaleta biti dovoljno veći od suprotnih kočnih momenata M_k kojima se grupa protivi vrtnji. U procesu pokretanja valja dovesti energiju za svladavanje svih promjenljivih gubitaka tokom starta, kao i kinetičku energiju koja se do nazivne brzine akumulira u masama koje rotiraju. Trajanje zaleta određene grupe strojeva zavisi o veličini razlika zakretnog i kočnog momenta ($M_a = M_p - M_k$).

Ukupni kočni moment grupe zbroj je momenata što nastaju iz ovih uzroka:

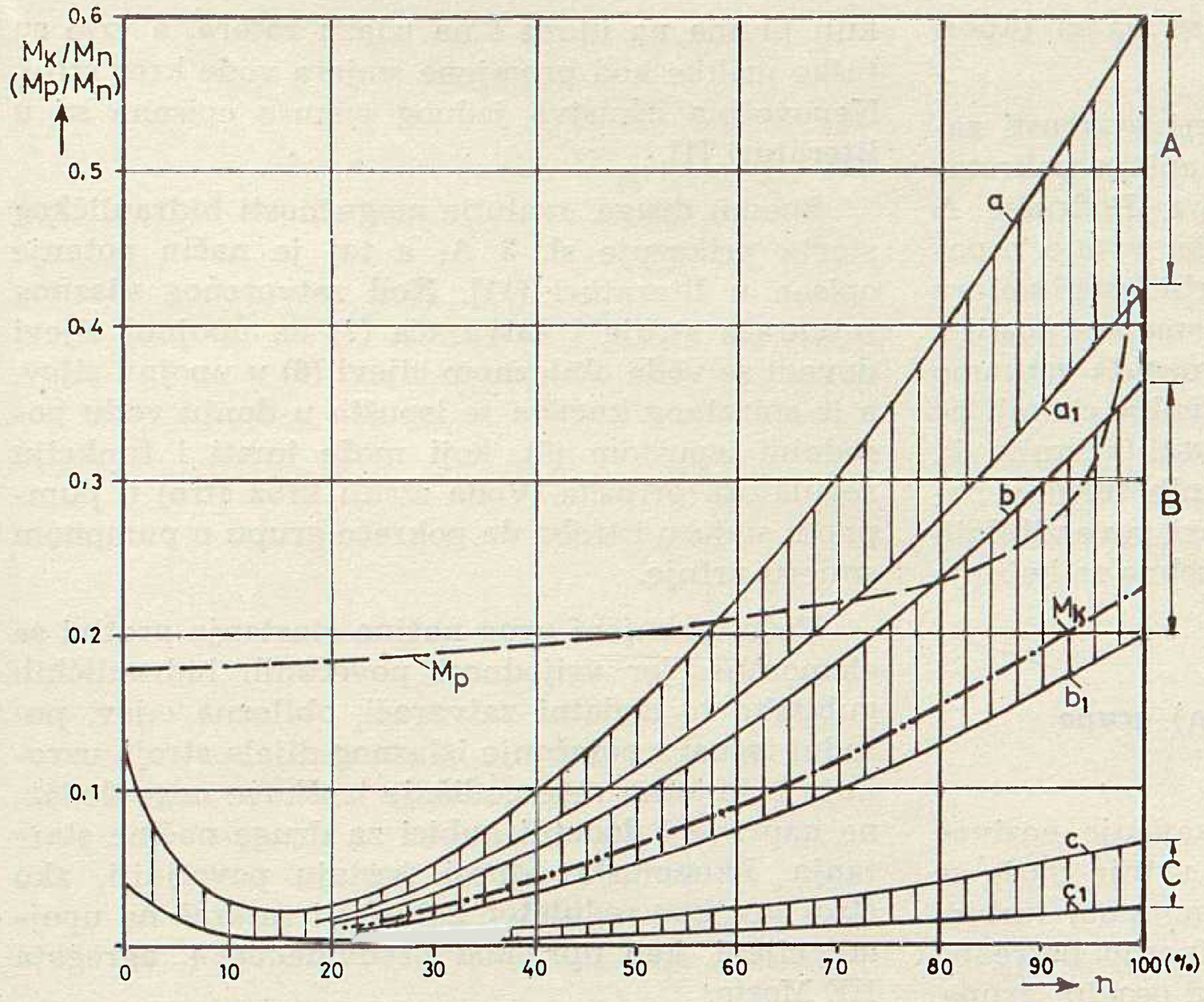
trenje u ležajima i brtvilima prema okretnim dijelovima,
trenje u zazorima i labirintima,
otpor ventilacije rotora električnih strojeva,
otpor vrtnje rotora hidrauličkog stroja.

Veličina navedenih pojedinih kočnih momenata mijenja se različito s povećanjem brzine vrtnje. Dok su momenti trenja ili malo ovisni o brzini ili najviše proporcionalni brzini vrtnje, momenti otpora ventilacije i vrtnje rotora strojeva rastu s eksponentom 1,34 do 2 brzine vrtnje. Znatna je razlika kod veličine otpora trenja između mirovanja i gibanja, pa je moment početnog pokretanja grupe veći nego kod vrtnje malom brzinom.

Najveći kočni moment izaziva vrtnja rotora hidrauličkog stroja u vodi, tako da kod nazivne brzine vrtnje otpada 90% do 95% od ukupnog kočnog momenta grupe na vrtnju rotora u vodi. Ako je pak hidraulički stroj odvodnjen, to će vrtnja njegovog rotora u zraku proizvoditi barem 50 puta manji kočni moment nego kod vrtnje u vodi.

U pogledu proračuna trajanja zaleta upućuje se (radi ograničenog opsega) na literaturu [9] i [10].

Veličina potrebnih zakretnih momenata i snage za pokretanje pumpnih grupa ovisi o tipu hidrauličkog stroja, o brzohodnosti njegovog rotora, o izvedbi stroja i o položaju eventualnih zakretnih lopatica difuzora, odnosno rotora.



Sl. 1 Kočni momenti pumpnih turbina tipa Francis

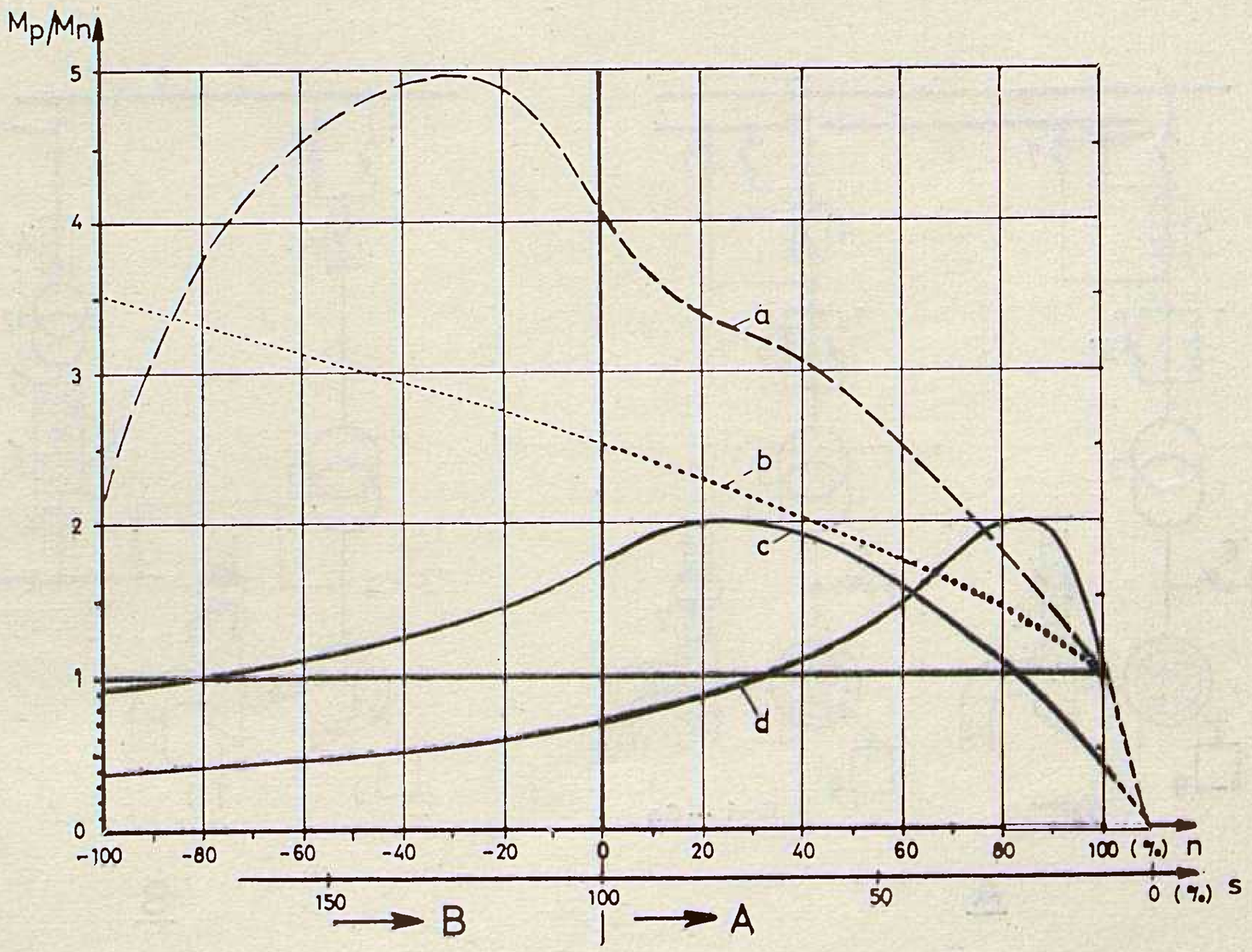
A — otvorene lopatice difuzora kod vrtnje u vodi
B — zatvorene lopatice difuzora kod vrtnje u vodi
C — vrtnja rotora u zraku
a, b, c rotori veće brzohodnosti
a_1, b_1, c_1 rotori manje brzohodnosti
M_K kočni momenti grupe Vianden 10
M_p zaokretni momenti asinhronog starta punim naponom grupe Vianden 10.

Orijentacione vrijednosti odnosa pritiska i pogonske snage za vrtnju rotora u vodi nazivnom brzinom kod dobave $Q = \varnothing$, a prema nazivnim vrijednostima pumpi razne brzohodnosti (prema lit. [7]) prikazuje ova tablica:

Brzohodnost (n_s) :	70	300	700
Odnos pritisaka (H_o/H_n) :	1,2	1,35	1,7
Odnos snaga (P_o/P_n) :	0,45	0,8	1,3

Stvarne vrijednosti potrebnih snaga za pokretanje pumpe prikazuje karakteristika $P = f(Q)$, a pritisak u pumpi karakteristika $H = f_1(Q)$ kod $Q = \varnothing$.

U slici 1 su prikazane ovisnosti ukupnih kočnih momenata pumpnih turbina sa radijalno-dijagonalnim rotorom (Francis) o brzini vrtnje. Veličina kočnih momenata Mk dana je kao odnos prema momentu Mn što ga mora svladati zagonski stroj kod nazivnog pogona. Područje A odgovara za strojeve s otvorenim lopaticama difuzora, a područje B za strojeve sa zatvorenim zakretnim lopaticama difuzora, dok se najniže područje C odnosi na vrtnju rotora u zraku. Gornje krivulje svih područja odgovaraju za rotore veće brzohodnosti, a donje krivulje za rotore manje brzohodnosti. Za momente



Sl. 2 Karakter krivulja zakretnih momenata strojeva za mehaničko pokretanje reverzibilnih i pumpnih grupa

A — normalni smjer vrtnje (zalet u pumpni smjer)
B — suprotni smjer vrtnje (kočenje iz turbinskog smjera)
a — Francis turbina kod punog otvora
b — Pelton turbina kod punog otvora
c — asinhroni elektromotor s većim otporom u krugu rotora
d — asinhroni elektromotor s manjim otporom u krugu rotora
s — klizanje asinhronog motora manjeg broja polova

početnog pokretanja mjerodavni su samo otpori trenja mirovanja.

Na slici 2 prikazani su karakteri ovisnosti zakretnih momenata strojeva za mehaničko pokretanje reverzibilnih i pumpnih grupa. Područje A odgovara pokretanju u pumpni smjer vrtnje, a područje B kočenju grupe nakon turbinskog smjera vrtnje. Da bi kod asinhronog elektromotora postigli povoljnu promjenu zakretnih momenata moramo u krug rotora uključiti otpor (krivulja c) koji se kod povećanja brzine mora smanjivati (krivulja d). Tok krivulja a i b momenata vodnih turbina pokazuje da su one povoljne za start reverzibilnih grupa u pumpni smjer vrtnje, a posebno za kočenje nakon turbinskog pogona grupe.

3. Načini pokretanja (starta) grupa u pumpni pogon

Energija za pokretanje i postizavanje nazivne brzine grupe u pumpnom smjeru vrtnje može se predavati neposredno hidraulički pumpnoj turbini ili električki generator-motoru, odnosno posredno hidromehanički ili elektromehanički osovini grupe.

3.1 Hidraulički start

Hidrauličko neposredno pokretanje u pumpni pogon nije do sada u praksi nigdje primijenjeno, pa se kratko opisuje jedino radi potpunosti.

Prva je mogućnost hidrauličkog starta da se privodni aparat pumpne turbine izvede sa mogućnošću prekretanja zakretnih lopatica, tako da voda što izlazi iz privodnog aparata pokreće hidraulički stroj kao turbinu, ali u suprotnom pumpnom smjeru vrtnje. Nakon spajanja na mrežu električnog stroja valja zatvoriti ulazni zatvarač, pa privodne lopatice pumpne turbine vratiti u položaj za pumpni pogon. Kod ovog načina bi bili nepovoljni trokuti brzina na ulazu i na izlazu rotora, a vrlo su teške prilike kod promjene smjera vode kroz stroj. Nepovoljna iskustva jednog pokusa opisana su u literaturi [1].

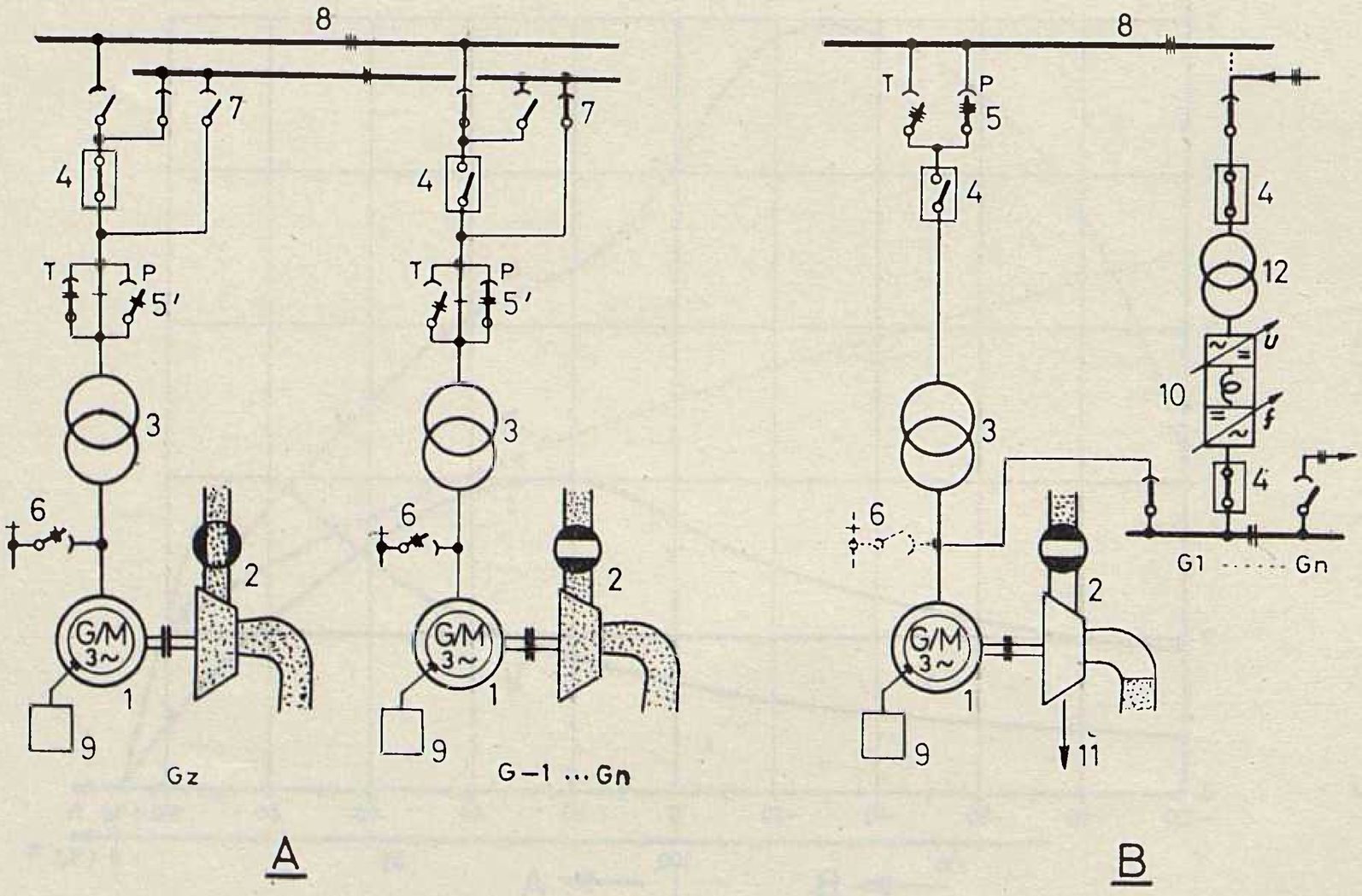
Shemu druge, realnije mogućnosti hidrauličkog starta prikazuje sl. 3 A, a taj je način potanje opisan u literaturi [11]. Kod zatvorenog ulaznog zatvarača stroja i zatvarača (7) na upojnoj cijevi dovodi se voda obilaznom cijevi (6) u upojnu cijev, a iz spiralnog kućišta se ispušta u donju vodu porednim ispustom (8), koji može imati i funkciju regulatora pritiska. Voda struji kroz stroj u pumpnom smjeru i treba da pokreće grupu u pumpnom smjeru vrtnje.

Većoj primjeni ovog načina startanja protivi se ekonomija, jer vrijednost povećanih hidrauličkih gubitaka te dodatni zatvarači, obilazna cijev, poredni ispust i pojačanje izlaznog dijela stroja uzrokuju primjetno veće godišnje troškove nego dodatne naprave i dodatni gubici za druge načine startanja. Ekonomski odnosi postaju povoljniji, ako stroj već ima regulator pritiska i zatarač na upojnoj cijevi, kao npr. kod predviđenog 4. agregata HE Moste.

3.2 Hidromehanički start

Grupu pokreće glavna ili dodatna vodna turbina spojena s osovinom pumpe, ili reverzibilne grupe.

Kod trojnih (tandem) agregata s jednim smjerom vrtnje pokreće se grupa glavnom turbinom, koja se nakon spajanja električnog stroja na mrežu zatvara, a otvara se dobava pumpe. Kako je snaga turbine dovoljno velika može se pokretati pumpa s rotorom u vodi. Ovaj način starta ne traži dodatne uređaje, a brz je, ali samo kod trojnih agregata sa čvrstom vezom strojeva, kao na primjer kod postrojenja »Waldeck II« i našeg »Fuži-



Sl. 3 Shema hidrauličkog pokretanja (A) i hidromehaničkog pokretanja (B) grupa za pumpni pogon

1 generator-motor
2 pumpna turbina
3 transformator bloka
4 prekidač
6 obilazna cijev i zatvarač
5 reverzioni i sabirnički rastavljači
7 zatvarač upojne cijevi
8 sporedni ispust
9 uzbuda generatora-motora
10 startna turbina
11 odvodnja

ne«. Kako se pumpa obično spaja preko jednostavne izvrstive spojke, grupu valja najprije zaustaviti iz turbinskog ili kompenzatorskog pogona da se u mirnom stanju uključi spojka pumpe. Radi skraćivanja trajanja prijelaznih manevara kod nekih se trojnih agregata dodaje hidraulički sinhronizacioni pretvarač momenata (Föttinger), koji pri vrtnji turbinskog dijela grupe pokreće pumpu sa rotorom u vodi, te se kod postizanja sinhrone brzine vrtnje uključuje zupčana spojka. Ovakve pretvarače imaju postrojenja: Lünersee i Roshagg u Austriji te Hausern i Säckingen u Njemačkoj, a dosta su veliki i vrlo skupi, pa se rijetko primjenjuju. Njihova se funkcija često nadomješta posebnim startnim turbinama manje snage za pokretanje odvodnjene pumpe, kao na primjer kod evropskih postrojenja: Veytaux, Motec, Herdecke, Witznau, Rodund, Waldshut, Reisach, Happurg, Vianden 1, Erzhausen i Glems. Obično je startna turbina tipa Pelton u pojednostavljenoj izvedbi, jer visina stupnja korisnosti nije od većeg interesa. Startna turbina je jeftinija od pretvarača ali traži odvodnju pumpe tlačnim zrakom, a vrijeme starta je duže radi vremena pražnjenja, dužeg zaleta do nazivne brzine, pa na kraju još i punjenja pumpe vodom.

Upotreba startne (pony) turbine jedina je mogućnost za hidromehaničko pokretanje reverzibilnih grupa, a shematski je prikazano na sl. 3 B.

Prednost startne turbine je u tome, što start ne smeta električnoj mreži, ne komplicira električno rasklopno postrojenje, a služi i za kočenje nakon turbinskog pogona, pa je nepotrebno električno kočenje. Upotreba startne turbine može, međutim, nešto povećati dužinu grupe i obično opterećuje drenažni sistem elektrane. Kod viših padova pogodna startna turbina konkurentna je startnom elektromotoru s potrebnim električnim uređajima, a prednost joj je što je ona sposobna za učestalo startanje i energično kočenje. Startne turbine predviđene su za buduće njemačke reverzibilne grupe [Langenprozelten] (2 × 75 MW, 16 2/3 Hz), inače se kod reverzibilnih grupa nisu upotrebljavale. Trajanje starta reverzibilne grupe do početka dobave pumpe iznosi od 4 do 8 minuta. Ovisnost zakretnih momenata startnih turbina o brzini vrtnje prikazan je na slici 2.

3.3 Elektromehanički start (Pony motor)

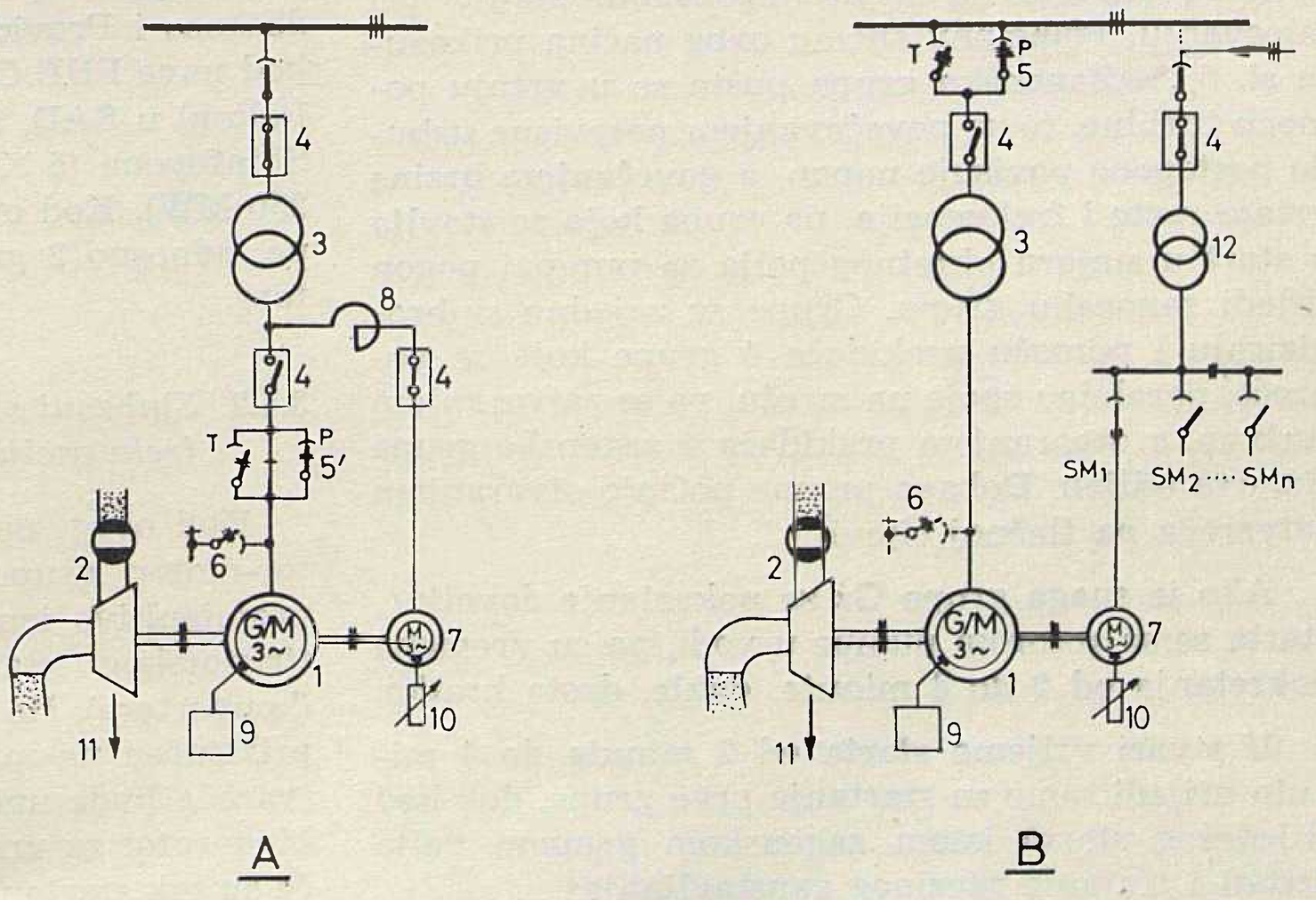
Ovaj dosta uobičajeni način starta u stvari odgovara već opisanom sa startnom (pony) turbinom, jedino što se umjesto turbine koristi asinhroni elektromotor spojen s osovinom grupe. Sinhrona brzina startnog elektromotora mora biti veća od one električnog stroja grupe koju pokreće, tako da se može dostići sinhrona brzina grupe usprkos klizanju asinhronog startnog elektromotora.

Da snaga startnog motora bude ograničena na 6% do 10% od snage pumpnog pogona pred start se odvodnjava hidraulički stroj. Startni elektromotor se dimenzionira za kratkotrajni pogon, pa je učestalost startanja redovno ograničena radi vremena potrebnog za ohlađivanje motora.

Startni elektromotor je ili priključen preko prigušnice na polje generatora-motora (sl. 4 A) ili na posebne sabirnice 6 kV ili 10 kV. (sl. 4 B). Da se u čitavom području brzina dobije dovoljno velik zakretni moment u rotorski se krug elektromotora uključuje regulacioni otpornik, pa promjena momenata prelazi po prilici od krivulje (c) na sl. 2 do krivulje (d) na istoj slici.

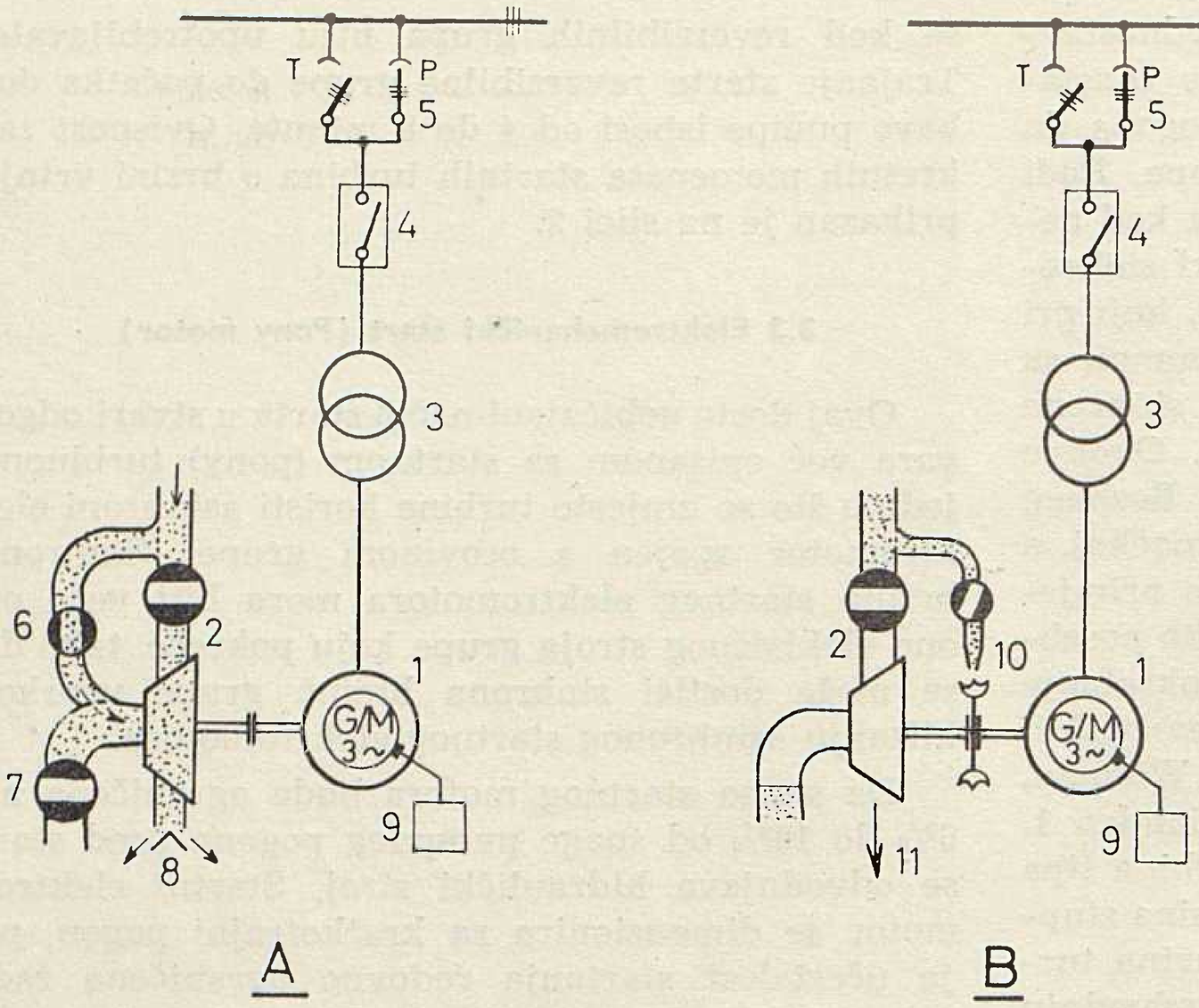
Startni elektromotor stoji 10% do 15% cijene generatora-motora, a njegova ugradnja povećava dužinu grupe i veličinu strojarnice, a i opseg rasklopnog postrojenja mora biti povećan. Nekad se startni motor koristi u redovnom pogonu i kao generator za pomoćne pogone ili uzbudu, a može se koristiti i za kočenje grupe nakon turbinskog pogona.

Startni (pony) elektromotor dosta koriste najveće reverzibilne grupe u SAD i Japanu, a imaju



Sl. 4 Shema elektromehaničkog pokretanja za pumpni pogon grupa

A startni elektromotor na transformatoru bloka
B startni elektromotor na posebnom transformatoru
1 generator-motor
2 pumpna turbina
3 transformator bloka
4 prekidač
5 reverzioni i sabirnički rastavljači
5' rezervni rastavljači
6 električno kočenje (event.)
7 startni elektromotor
8 prigušnica
9 uzbuda generatora-motora
10 rotorski otpornik za 7
11 odvodnja pumpne turbine
12 transformator za 7



Sl. 5 Shema električnog sinhronog pokretanja grupa za pumpni pogon

A pokretanje pomoću zagonske grupe G_z
B pokretanje statičkim pretvaračem frekvencije
1 generator-motor
2 pumpna turbina
3 transformator bloka
4 prekidač
5 reverzioni i sabirnički rastavljači
5' reverzioni rastavljači
6 električno kočenje
7 startne sabirnice i rastavljači
8 glavne sabirnice
9 nezavisna uzbuda generatora-motora
10 tyristorski pretvarač frekvencije
11 odvodnja pumpne turbine
12 transformator pretvarača

ga i grupe evropskih postrojenja Cruachan, Rönkhausen i Coo-Trois Ponts. Trajanje pokretanja do paralelnog spajanja traje obično 5 do 10 minuta.

3.4 Električki start

Kod električnog načina pokreće se grupa dovodom električne energije do generatora-motora grupe. Koriste se dvije vrste električnog starta, i to sinhroni start nekim posebnim izvorom električne energije i asinhroni start priključivanjem na električnu mrežu.

3.4.1. *Sinhroni start pomoću druge proizvodne grupe*

Ovaj način pokretanja zove se i »back-to-back« start, a sastoji se u električnoj vezi dviju grupa koja se uspostavlja u beznaponskom stanju pri mirovanju. Principnu shemu ovog načina prikazuje sl. 5 A. Zagonska grupa pušta se u vrtnju pomoću turbine, te se povećavanjem nezavisne uzbude postepeno povisuje napon, a povećanjem brzine vrtnje raste i frekvencija, pa grupa koja se stavlja u start u smjeru okretnog polja za pumpni pogon slijedi zagonsku grupu. Grupe se zajedno sinhroniziraju i pomoću prekidača 4 grupe koja se pokreće, paralelno spoje na mrežu, pa se zatvaranjem turbine, a otvaranjem prekidača 4 zagonske grupe Gz, ova odijeli. Dobava pumpe počinje otvaranjem zatvarača na tlačnoj cijevi.

Ako je snaga grupe Gz za pokretanje dovoljna starta se sa rotorom pumpe u vodi, pa su vremena pokretanja od 2 do 4 minute, dakle, dosta kratka.

U stvari vrijeme starta od 2 minute do 4 minuta vrijedi samo za startanje prve grupe, dok kod slijedećeg starta istom zagonskom grupom valja dodati i trajanje njezinog zaustavljanja.

Za sukcesivno startanje može služiti neka slobodna reverzibilna grupa u samoj elektrani sa više agregata, no grupa za pokretanje valja onda kao posljednja startati nekim drugim načinom. Ako se pak za sinhroni start koristi turbinska grupa neke druge elektrane, potrebno je raspolagati slobodnim spojnim vodom i sabirnicama za startanje, jer su za vrijeme startanja obje grupe odijeljene od električne mreže.

Prednosti sinhronog zaleta pomoću druge grupe su prilična brzina startanja i nesmetanje električne mreže, a srazmjerno je malen dodatni trošak, za svega par rastavljača po grupi. Inače valja na vrijeme ispitati prilike magnetskih krugova kod glavnih i mjernih transformatora, jer se neko vrijeme radi sa znatno nižim frekvencijama.

Sinhroni start drugom grupom primijenjen je u većem broju američkih i japanskih postrojenja, a od evropskih postrojenja kod PHE Villarino, Valdecanas i Providenza. Sinhroni start je predviđen kod nove PHE Castaic (6 × 200 MW rev. + 50 MW Pelton) u SAD, a djelomično i kod japadskih PHE Shintoyone (5 × 250 MW rev.) i Numappara (3 × 250 MW). Kod ovih posljednjih postrojenja 3. grupe, odnosno 2 grupe imaju još startne elektromotore.

3.4.2. *Sinhroni start statičkim pretvaračem frekvencije*

Kod ovog, najnovijeg načina startanja generator-motor grupe dobiva se električna energija promjenljivo izmjeničnog napona i frekvencije iz tiristorskog statičkog ispravljačkog pretvarača (konvertera), što je preko posebnog transformatora priključen na mrežu (vidi sl. 5 B). Da snaga pretvarača bude umjerena valja pumpu odvodniti, da bi se rotor za vrijeme startanja vrtio u zraku. Inače su tok startanja i problemi slični, kao kod pred-

hodnog načina, no trajanje starta je duže, traje od 5 do 15 minuta. Uz dovoljno veliku snagu pretvarača frekvencije, trajanje starta može biti i nešto kraće nego kod startanja drugom grupom. Inače se pretvarački uređaj može koristiti i za električno kočenje, naravno samo kod po jednog agregata istovremeno.

Startni statički pretvarač frekvencije je skuplji od odgovarajućeg startnog elektromotora ili startne turbine, no dok svaka grupa mora imati svoj startni stroj, svega jedan pretvarački uređaj može sukcesivno startati veći broj grupa iste elektrane, a drugi takav uređaj može biti u rezervi.

Ovaj način startanja se prvi put primjenjuje kod dviju reverzibilnih drupa 150 MW u škotskom postrojenju Foyers. Kod budućih američkih, dosad najjačih reverzibilnih grupa 4 × 400 MW u postrojennju Raccoon Mountain predviđen je također ovaj način starta za pumpni pogon [Lit. 13].

3.4.3. *Asinhroni start punim naponom*

Kod ovog načina pokretanja električni se sinhroni neuzbuđeni stroj direktno priključuje na električnu mrežu, i pokreće se kao asinhroni motor u pumpnom smjeru vrtnje upotrebom prigušnog i uzbudnog namotaja na polnom kolu, odnosno još češće uslijed vrtložnih struja u masivnim polnim pločama, uz povećani otpor u krugu rotora. Kad se grupa približila sinhronoj brzini vrtnje uzbudi se stroj i time grubo sinhronizira. Brzina asinhronog starta vrlo je velika, pa se može početi sa dobavom pumpe već od 15 do 60 sekundi nakon uklapanja na mrežu.

Shemu spoja za asinhroni start punim naponom prikazuje sl. 6 A, a na sl. 1 su prikazane krivulje kočnog momenta *M*k i zakretnog momenta *M*p kod asinhronog starta punim naponom grupe Vianden 10.

Udar aktivnog opterećenja kod uključenja električnog stroja iznosi od 1/4 do 1/3 snage stroja, no udar jako induktivne struje ($\cos \varphi \cong 0{,}15$) je znatno veći od nazivne struje. Ovisnost odnosa početne struje uklapanja *I*u o nazivnoj struji *I*n od snage stroja *P* prikazuje slijedeća tablica:

Snaga stroja *P* (MVA)	10	50	100	200
Prirodna reaktancija:	5,0	3,6	3,0	2,6
Povećana reaktancija:	3,6	2,6	2,2	1,9

Veće vrijednosti ovog odnosa odgovaraju za srednje prilike mreže i prirodne veličine reaktancija stroja i transformatora bloka. Namjernim povećanjem ovih reaktancija mogu se smanjiti struje uklapanja, po prilici, do vrijednosti u donjem redu te tablice.

Momenti pokretanja su kod direktnog asinhronog starta dovoljno veći od kočnih momenata grupe, pa se rotor hidrauličkog stroja može kod pokretanja vrtiti u vodi. Odvodnjom hidrauličkog stroja nešto bi se skratilo vrijeme zaleta grupe, no ukupno vrijeme starta bilo bi primjetno duže, jer bi uključivalo još i trajanje odvodnje i punjenja stroja vodom prije početka dobave, a ne bi utjecalo na veličinu struje uklapanja.

Asinhroni start punim naponom traži samo nešto pojačanu izvedbu strojeva uz najmanje dodatnih uređaja i troškova, a start je najbrži, jednostavan je i pogonski siguran, pa mu valja dati prednost pred drugim načinima startanja, kad kod to mreža omogućuje, s obzirom na raspoloživu rasklopnu snagu i dozvoljeni pad napona.

Dozvoljeni pad napona ΔU u mreži kod direktnog uključivanja obično se kreće između 2 i 5% od nazivnog napona *U*n, a ovisi o blizini drugih potrošača i njihove osjetljivosti na udarne padove napona. Ako je snaga kratkog spoja mreže na mjestu priključka pumpnog postrojenja u vrijeme starta jednaka P_k, onda se uz dozvoljeni pad napona i struju pokretanja I_u, mogu direktno asinhrono startati strojevi do prividne nazivne snage:

$$P_n \leqq \frac{\Delta U \cdot P_k}{I_u} \leqq \Delta U \cdot P_k (X_s + X_t + X_m) \text{ (MVA)},$$

gdje se reaktancije X odnose na stroj, transformator i mrežu. U pogledu sinhronog generatora — motora mjerodavne su suptranzijentne reaktancije X_d'' i X_q'' u zasićenom stanju.

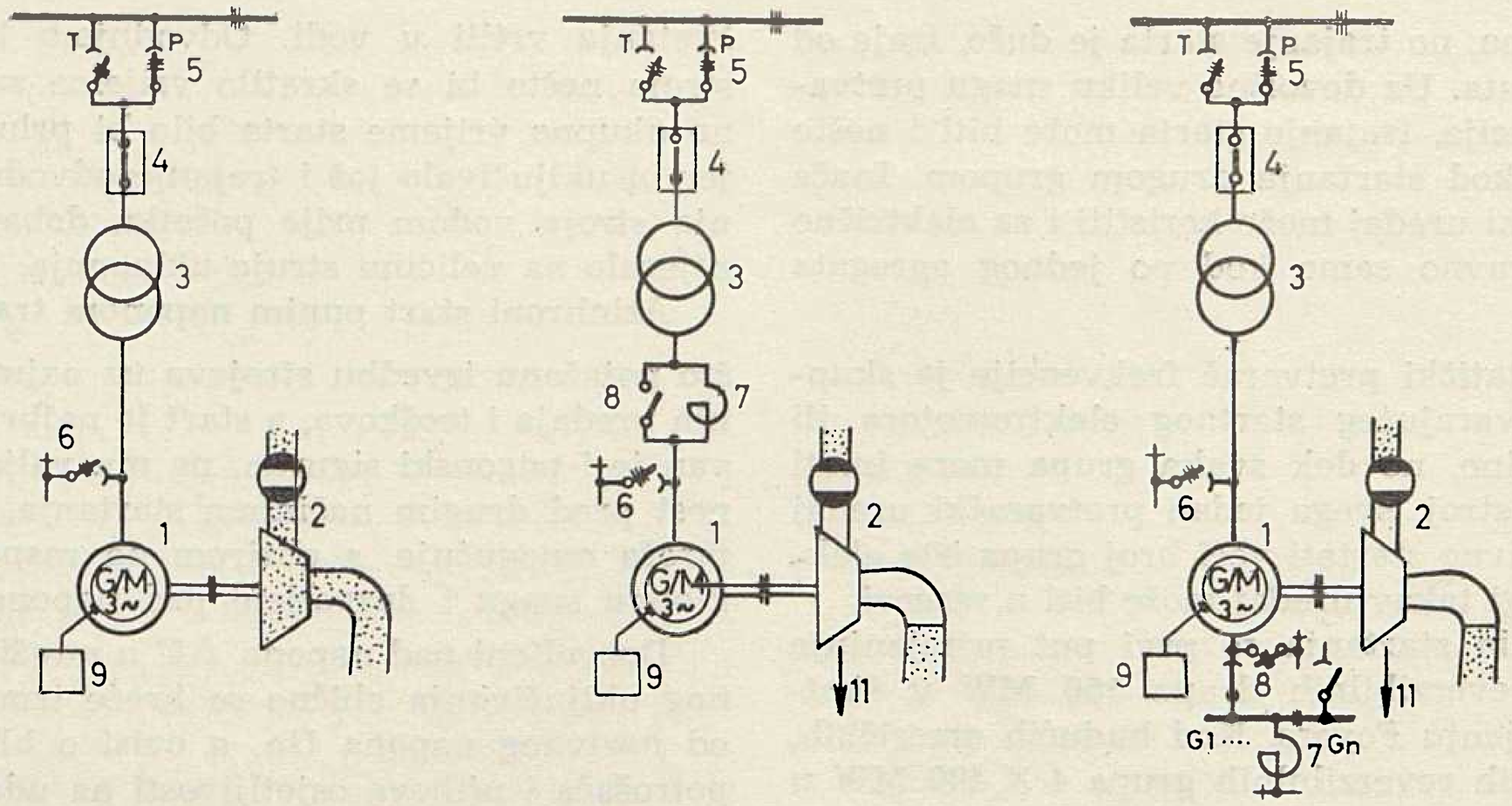
Tako se, na primjer, kod srednjih prilika rasklopnih snaga mreže i pada napona od 3%, a uz nešto povećane reaktancije strojeva mogu na mrežu 220 kV direktno priključivati strojevi do nekih 100 MVA, a na mrežu 380 kV strojevi do oko 200 MVA.

Ako su već u promatranoj elektrani u pogonu neopterećeni ili djelomično opterećeni naduzbuđeni električni strojevi, onda će brzom akcijom regulatora napona dio jalove snage startanja pokriti grupe vlastite elektrane, pa u mreži dolazi do manjeg pada napona, što omogućuje sinhroni start i sinhronih strojeva veće snage od spomenutih.

Asinhrono se mogu staviti grupe u pumpni pogon i nezavisno o mreži, priključivanjem na neki dovoljno snažni odvojeni a uzbuđeni generator grupe u vrtnji.

Električni strojevi za asinhroni start imaju pojačano učvršćenje glava statorskog namota, a polne ploče rotora su obično masivno izvedene, sa međupolnim spojevima. Do kraja starta krajevi polova se zagriju do 200°C, dok bi temperatura štapova prigušnog namotaja bila još viša. Kod najvećih termičkih opterećenja puni se šupljina rotora masom vode (Lit. [14]). Razumljivo je da je učestalost asinhronog startanja ograničena vremenom potrebnim da se temperatura rotora spusti na normalu.

Asinhroni start punim naponom primijenjen je kod većeg broja postrojenja sa snagom električnog stroja do 43 MVA (Salina). Direktno će asinhrono startati grupe francuskih pumpnih elektrana [La Coche« (85 MVA) i »Revin 4« (200 MVA).



Sl. 6 shema električnog asinhronog pokretanja grupa za pumpni pogon

C — uklapanje uz prigušnicu pred zvjezdištem elektr. stroja (r. n.)
A — direktno uklapanje na puni napon
B — uklapanje uz prigušnicu ispred elektr. stroja (reducir. napon)

1 — generator-motor
2 — pumpna turbina
3 — transformator bloka
4 — prekidač
5 — reverzioni i sabirnički rastavljači
6 — električno kočenje
7 — startna prigušnica
8 — prekidač za premoštenje i kratki spoj.
9 — uzbuda generatora-motora
10 — sabirnice prigušnice 7
11 — odvodnja pumpne turbine

3.4.4 *Asinhroni start sniženim naponom*

Da bi se smanjio početni udar struje i pad napona u mreži kod priključenja električne grupe, sinhroni stroj — blok transformator, valja na neki način sniziti, narinuti napon statoru sinhronog stroja, ili pak povećati reaktanciju u strujnom krugu njegovog statorskog namota.

Napon na stezaljkama električnog stroja može se smanjiti regulacijom ili prekapčanjem na blok transformatoru ili uključenjem dodatnog regulacio nog transformatora s potrebnim rasklopnim aparatima, na primjer u Korndörfer spoju. Nepovoljna iskustva sa regulacionim transformatorima kod asinhronog starta i skupoća posebnih izvedbi dodatnih transformatora sa pripadnim aparatima upućuju na upotrebu prigušnica, koje su kod starta uključene u seriju sa statorskim namotom, a u redovnom su pogonu premoštene. Principnu shemu asinhronog starta sa serijskom prigušnicom prikazuje sl. 6 B i C. Takve zračne prigušnice su za kratkotrajnu upotrebu, srazmjerno su male a nisu preskupe.

Kao posljedica jačeg sniženja narinutog napona stroju, javlja se znatnije smanjenje zakretnog momenta njegovog rotora, tako da kod neke brzine vrtnje može postati zakretni moment, manji od kočnog momenta grupe, tako da je neophodna odvodnja hidrauličkog stroja prije starta. Trajanje starta je duže nego kod uključivanja na puni napon, radi trajanja odvodnje, sporijeg ubrzanja i naknadnog punjenja vodom, a potrebni su i dodatni električni aparati. Osim toga, kod punjenja hidrauličkog stroja u vrtnji vodom, mogu se javiti neugodni udari opterećenja i vibracije.

Ako prilike u mreži još ne dozvoljavaju asinhroni start punim naponom može se primijeniti start sniženim naponom, a električni stroj predvidjeti za start punim naponom u budućnosti. Tako je riješeno pokretanje reverzibilnog agregata Vianden 10. u Luksenburgu, a i kod naše buduće pumpne hidroelektrane Čapljina.

Proces asinhronog starta sniženim naponom traje do početka dobave pumpe, oko 3 minute. Ovaj je način starta u pumpni pogon primijenjen kod većeg broja reverzibilnih grupa u svijetu sa strojevima jedinične snage do 230 MVA.

4. Izbor načina pokretanja grupa

Analizu i izbor najpovoljnijeg načina starta grupa u pumpni pogon valja provesti već u fazi idejnog projekta prije izrade tendera. Način starta grupa u pumpni pogon utječe, naime, na konstrukciju i sastav strojeva, na električnu shemu spoja i na dispoziciju strojarnice i rasklopnih postrojenja, a naravno i na pogon objekta i proizvodnog sistema.

Na izbor načina starta utječe i režim rada strojeva, učestalost startanja u toku dana, pa tip i izvedba strojeva, broj i snaga grupa, visina pada, prilike tlačnog cjevovoda, a naravno i prilike prijenosne mreže i bližih potrošača.

Pri izboru najpovoljnijeg načina starta reverzibilnih grupa u pumpni pogon valja se u prvom

redu obazirati na sigurnost pogona električne mreže, kao i na sigurnost pogona i jednostavnost promatrane hidroelektrane.

Usporediti se moraju i potrebna vremena za start iz stanja mirovanja grupa kao i za prijelaz iz turbinskog u pumpni režim pogona.

Ekonomski odnosi alternativnih rješenja određeni su godišnjim troškovima na dodatno potrebne investicije, kao i godišnjim vrijednostima eventualnih gubitaka energije što ih mogu uzrokovati startni strojevi i uređaji.

Literatura

1. K. Menny: »*Untersuchung einer Pumpturbine mit verstellbaren und durcschwenkbaren Leitschaufeln in verschiedenen Betriebsgebieten*«
   IAHR Symp. Braunschweig 1966. Ref. C 23.
2. D. Florjančič: »*Beim Einfahren grosser Pumpturbinen zu beachtende Probleme*«
   Techn. Rundschau SULZER 1967. № 4.
3. Florjančič, Waller: »*Experiances with pump-turbines*«
   IAHR Symp. Lausanne 1968. Ref. D 3
4. Meier, Baumann, Randegger: »*Das Anfahren von Speicherpumpen*«
   IAHR Symp. Lausanne 1968. Ref. E 2
5. Jaccard, Vešligaj: »*Choix des caractéristiques électriques des installations de pumpage-turbinage*«
   CIGRÉ 1968. Ref. 11—09
6. D. Johnson: »*An evaluation of the progress and experience to date with large reversible units*«
   VII. WPC Moskva 1968. Ref. C 2—156
7. J. Raabe: »*Hidraulische maschinen und anlagen*«
   VDI—Verlag 1970.
8. Wolff, Nasahl: »*The 140 MW Rönkhausen station in West Germany*«
   Water Power, III. 1970.
9. Z. Čulig: »*Električno zaustavljanje hidrogeneratora*«
   X. Savjet. J. N. K. CIGRÉ, Dubrovnik X. 1970. Ref. 11. 12
10. Vušković, Pejović: »*Prelazni pogonski režimi i hidraulički udar kod hidroelektrana sa reverzibilnim agregatima*«
    Jugel. Symp. Maribor 1971. Ref. 17
11. S. Rakčević: »*Problematika ulaska u crpni pogon reverzibilnih agregata*«
    Jugel. Symp. Maribor 1971, Ref. 12
12. L. Wehenkel: »*Final extension of the Vianden pumped-storage station*«
13. G. Lottes: »*The development of European pumped-storage plants*«
    Water Poher, I. 1972.
14. Lehuen, Ruelle, Simonnot: »*Demarrage asynchrone des générateurs-moteurs des stations de transfert d'énergie par pompage.*
    Développment de la technique du Motor-piscine«
    CIGRÉ 1972. Ref. 11—01.

Naslov pisca: Fedor Jelušić, dipl. ing., Elektroprojekt, Zagreb.

ZAHTJEVI NA MODERNU TERMOELEKTRANU I ISPUNJAVANJE TIH ZAHTJEVA OD TE SISAK I.

Marijan Arnold, Zagreb

U članku autor navodi zahtjeve kojima moraju udovoljiti Termoelektrane u uvjetima velike razlike dnevnih maksimalnih i minimalnih opterećenja, i sve većeg učešća atomskih termoelektrana kakvo se očekuje u budućnosti. Analizira do sada provjerena svojstva Termoelektrane Sisak.

DK 621.311.22 - 52

Uvod

Potrošnja električne energije stalno raste kod nas i u svijetu. Udio električne energije proizvedene u hidroelektranama opada, a sve se više grade nuklearne elektrane čiji su investicioni troškovi u usporedbi sa klasičnim termoelektranama na ugljen, mazut, plin, nekoliko puta veći. Da bi proizvodnja nuklearnih elektrana bila rentabilna potrebno je da rade sa što većim faktorom iskorištenja. Iako su današnje nuklearne elektrane sposobne da rade kao vršne elektrane (omogućuju velike brzine promjene tereta), one u pravilu rade kao bazne.

Stoga uz hidroelektrane i nove termoelektrane na fosilna goriva treba da su sposobne da rade kao vršne.

Proučavanja dnevnih dijagrama potrošnje ukazuju na sve izraženiju tendenciju naglog rasta maksimuma i relativnog pada minimuma potrošnje.

Slika 1 prikazuje promjene dnevnog programa proizvodnje konvencionalne termoelektrane uz pretpostavku da će u budućnosti glavni teret preuzeti nuklearne elektrane. Potrošači traže kvalitetnu električnu energiju, tj. energiju konstantnog napona i konstantne frekvencije. Ispad jednog bloka, eletrane ili dalekovoda ne smije ugroziti kvalitetu isporučene energije. Dakle — potrebna je momentano koristiva rezerva.

Na temelju prethodno rečenog može se postaviti pet osnovnih zahtjeva modernoj termoelektrani:

1. *Mogućnost promjene tereta u širokom rasponu sve do minimalnog trajnog tereta.*
2. *Mogućnost dugotrajnog rada s niskim minimalnim teretom za vrijeme niske potrošnje.*
3. *Mogućnost velike brzine promjene tereta*
4. *Mogućnost čestog upuštanja i obustavljanja elektrane (bloka).*
5. *Mogućnost momentanog korištenja rezervi energije bloka.*

Svaki od prethodnih zahtjeva proanalizirat ćemo pojedinačno.

Promjena tereta u širokom rasponu sve do minimalnog trajnog tereta

Moderne termoelektrane izvedene su po sistemu blok jedinica, tj. svaki kotao radi na svoju turbinu.

Pri tom je raspon promjene proizvodnje kotla ujedno i raspon proizvodnje bloka.

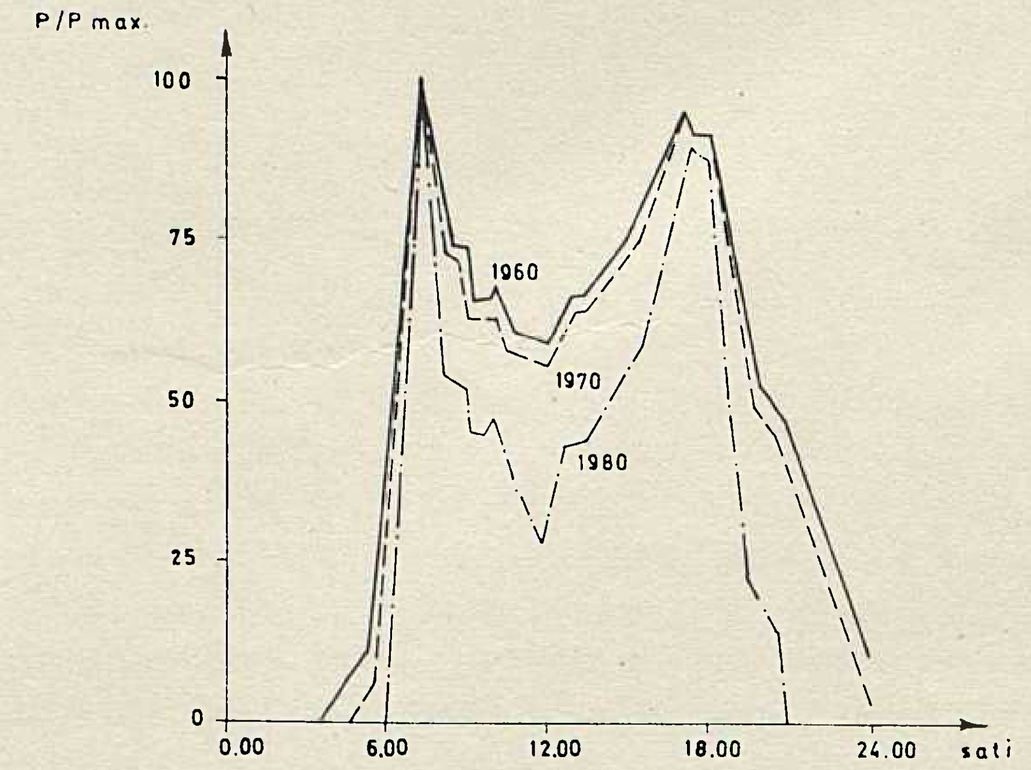
Minimalni teret kotla diktiraju: tip kotla, hidrodinamski uvjeti raslojavanja vode i pare u isparivačkoj zoni, te hlađenje pregrijača, a kod blokova s međupregrijačem i hlađenje međupregrijača.

Uobičajena minimalna proizvodnja kotlova je 25—30% nominalne proizvodnje. Da bi mogli duže vrijeme raditi s minimalnom proizvodnjom kao i radi sniženja granice minimalne proizvodnje, neki su proizvođači kotlova izvršili rekonstrukcije. Tako su npr. kod nekih protočnih kotlova tipa Benson ugrađene pumpe za kružnu cirkulaciju vode kroz zagrijač i isparivač, pa je time umjesto klizne točke isparavanja dobivena fiksna točka isparavanja.

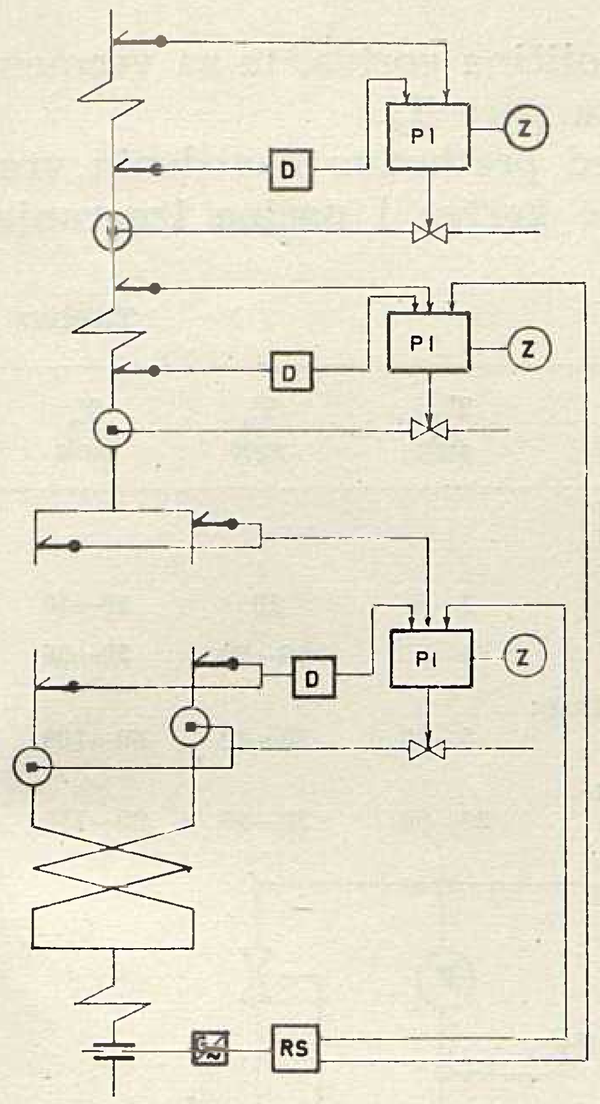
Parne turbine ne čine zapreku u pogledu rada s minimalnim teretom. Ipak, gledajući trajnost turbine zbog pojava erozije kod rada pod malim opterećenjem, dugotrajni minimalni tereti nisu poželjni.

Od automatske regulacije bloka se traži da svi krugovi ispravno i pouzdano rade u cijelom rasponu promjene tereta.

Uvođenjem velikih promjena tereta od 25—100% kod velikih jedinica, pojavio se problem održavanja regulacionih parametara koji se mijenjaju ovisno o promjeni tereta. Zbog toga se u sve takve krugove uvodi signal tereta, bilo u obliku signala protoka napojne vode, ili signala količine goriva. Već je pred više godina uveden u krug regulacije temperature pregrijane pare ubrizgavanjem, dodatni korekcijski signal protoka napojne vode (koji odgovara teretu kotla) i tako se (vidi



Sl. 1 Promjena dnevnog programa proizvodnje konvencionalne termoelektrane uz pretpostavku da su nuklearne termoelektrane (prema Freweru)



Sl. 2 Shema regulacije temperature ubrizgavanjem u ovisnosti o protoku napojne vode (snazi). Projektno rješenje iz TE Sisak.

sl. 2) temperatura svježe pare na izlazu iz kotla održava konstantnom i kod velikih promjena opterećenja.

Blok I u termoelektrani Sisak je duo blok, tj. jedna turbina sa dva kotla od kojih svaki proizvodi polovicu proizvodnje pare.

Kotlovi su sovjetske proizvodnje, protočni, tipa Ramzin.

Minimalni trajni teret svakog kotla je 70% nominalnog tereta. To znači, da je kod rada bloka s jednim kotlom raspon promjene tereta 35—50%, a kod rada s dva kotla 70—100%.

Budući da vrijeme upuštanja jednog kotla iz hladnog stanja iznosi od 3 do 5 sati, ovisno o trajanju toplog ispiranja, a iz toplog stanja uz sačuvan tlak u kotlu tj. uz $p = 100$ ata, 30 minuta, a uz izgubljeni tlak tj. $p = 10 + 100$ ata, 2 sata, to slijedi da je raspon promjene tereta bloka I. TE Sisak $70 + 100$%, što je u usporedbi s uobičajenim blokovima iste snage veoma malo.

Uz to je ispitivanjem tokom 1972 u SSSR-u na turbini tipa K—200—130 LMZ, kakvu ima i blok I. u TE Sisak, ustanovljeno, da na rotorskim lopaticama posljednjih kola nastaje intenzivna erozija, ako turbina radi pod opterećenjem od $35 + 50$% nominalnog opterećenja.

Duževremeni rad s minimalnim teretom

Budući da dnevni dijagram potrošnje električne energije pokazuje između dva dnevna maksimuma, prijepodnevnog i poslijepodnevnog, duboko sedlo koje pokazuje tendenciju još većeg produbljavanja, potrebno je da termoelektrane na fosilna goriva imaju mogućnost rada minimalnim teretom nekoliko sati.

Kod elektrana je uobičajeno da se pod minimalnim teretom podrazumijeva minimalni trajni teret.

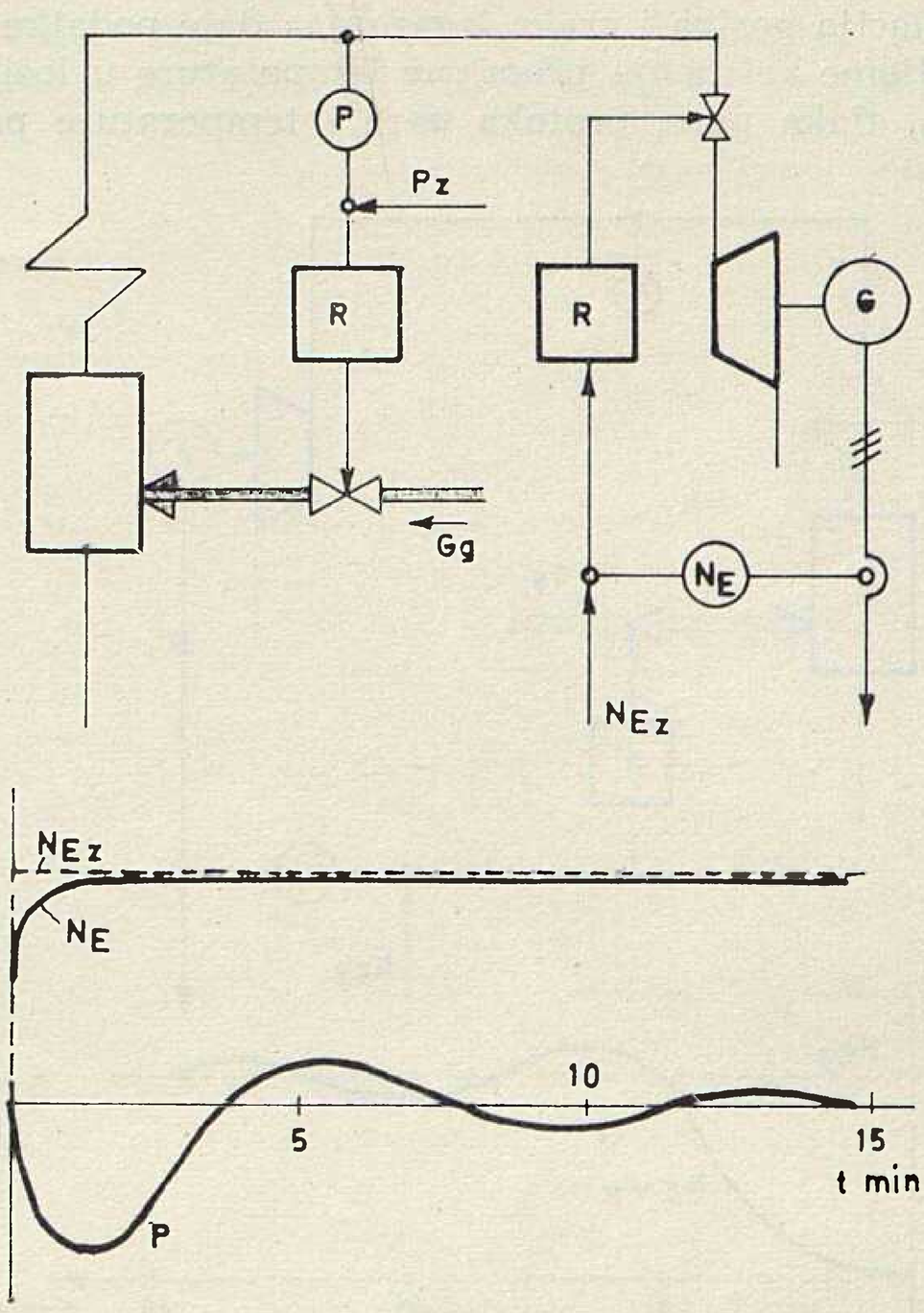
Kao što je u prethodnoj glavi rečeno, termoelektrana Sisak I može sa dva kotla u pogonu voziti minimalno 140 MW tj. 70%, a uz jedan kotao u pogonu 70 MW tj. 70% jednog kotla ili 35% bloka.

S obzirom na razmjerno kratko vrijeme za start jednog kotla iz toplog stanja, koje iznosi 30 min uz sačuvan tlak u kotlu, moglo bi se zaključiti da se minimalni trajni teret TE Sisak I može smanjiti obustavljanjem jednog kotla na nekoliko sati za vrijeme minimalne potrošnje. Međutim, armatura na kotlovima nije dovoljno kvalitetna, pa nakon pola sata tlak u kotlu toliko padne da se ne može krenuti na protočni režim već se mora ići na separatorski, a u ovom slučaju bit će potrebno pothlađivati cijevi, tako da ponovo upuštanje kotla traje sada 2 sata. Dakle privremeno obustavljanje jednog kotla za vrijeme male dnevne potrošnje, radi vožnje minimalnog trajnog tereta, ne dolazi u obzir.

Kotlovi ugrađeni u TE Sisak mogu kraće vrijeme (30 min) raditi uz 30% tereta. To je tzv. upusno opterećenje, a kotao pod tim teretom radi kod prorade zaštite prevođenja kotla ili bloka ukoliko blok radi samo s jednim kotlom) na 30%-tno opterećenje. Unutar 30 minuta kvar valja otkloniti i potom povećati opterećenje najmanje na 70% ili obustaviti kotao. Vrijeme od 30 min diktira međupregrijač koji je ostao bez odgovarajućeg hlađenja, pa postoji opasnost od pregaranja cijevi pregrijača.

Velika brzina promjene tereta

Još pred nekoliko godina turbina je bila onaj dio bloka koji je ograničavao brzinu promjene tereta.



Sl. 3 Shema regulacije opterećenja bloka s regulacijom snage turbine i čvrstim reguliranim tlakom pare na izlazu iz kotla

Ako se tlak i temperatura pare pred turbinom održavaju konstantnim (kao u pogonu sa čvrstim tlakom sl. 3) mijenja se raspodjela temperature duž pojedinih kola u unutrašnjosti turbine s promjenom tereta. Velika promjena tereta znači i veliku promjenu temperature, a time i velika termička naprezanja. To naročito vrijedi za prirubnice i osovinu turbine, a rezultat toga je i relativan pomak među osovinom i kućištem. Na dozvoljeni gradient opterećenja stavljao se ranije veliki faktor sigurnosti, stoga je dozvoljeni gradient iznosio samo 3% u minuti.

U međuvremenu visokotlačni dio modernih turbina izveden je s dvostrukim kućištem, a uz to su razvijeni uređaji za upravljanje s opterećivanjem (»Belastungsleitgeräte«) koji na temelju mjerenja temperature izračunavaju termička naprezanja na kritičnim dijelovima turbine i uspoređuju ih sa dozvoljenim naprezanjima. Iz toga se dobije podatak kojom se brzinom smije mijenjati opterećenje turbine.

Primjenom sheme regulacije opterećenja bloka s kliznim tlakom pare pred turbinom (sl. 4, postignuto je da temperatura u visokotlačnom dijelu turbine kod promjene opterećenja ostaje približno konstantna.

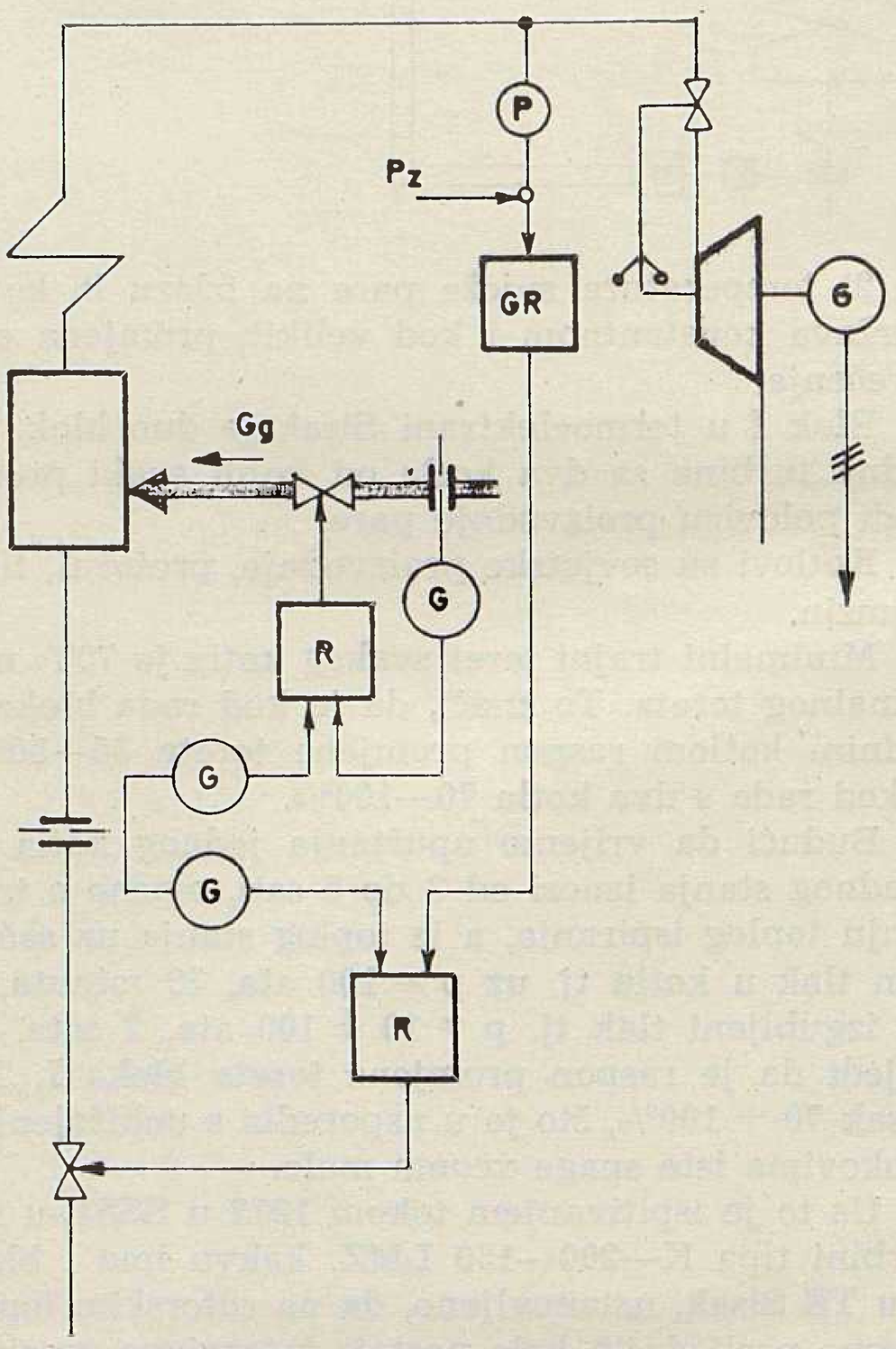
Ovi noviteti omogućili su, da se dozvoljena brzina promjene opterećenja poveća do deset puta.

Kotlovi u pravilu ne predstavljaju zapreku brzini promjene opterećenja bloka, ukoliko su kod konstrukcije kotla poštivane VDI/VDE preporuke 3501—3506 za regulaciju generatora pare. VDI/VDE 3501 preporuka za regulaciju generatora pare »Regulacija goriva i zraka izgaranja« daje podatke za vrijeme kašnjenja promjene temperature u ložištu T_{uf}, tlaka pare, protoka pare i temperature pare T_u nakon promjene količine goriva, te za vremensku konstantu protoka pare T_a.

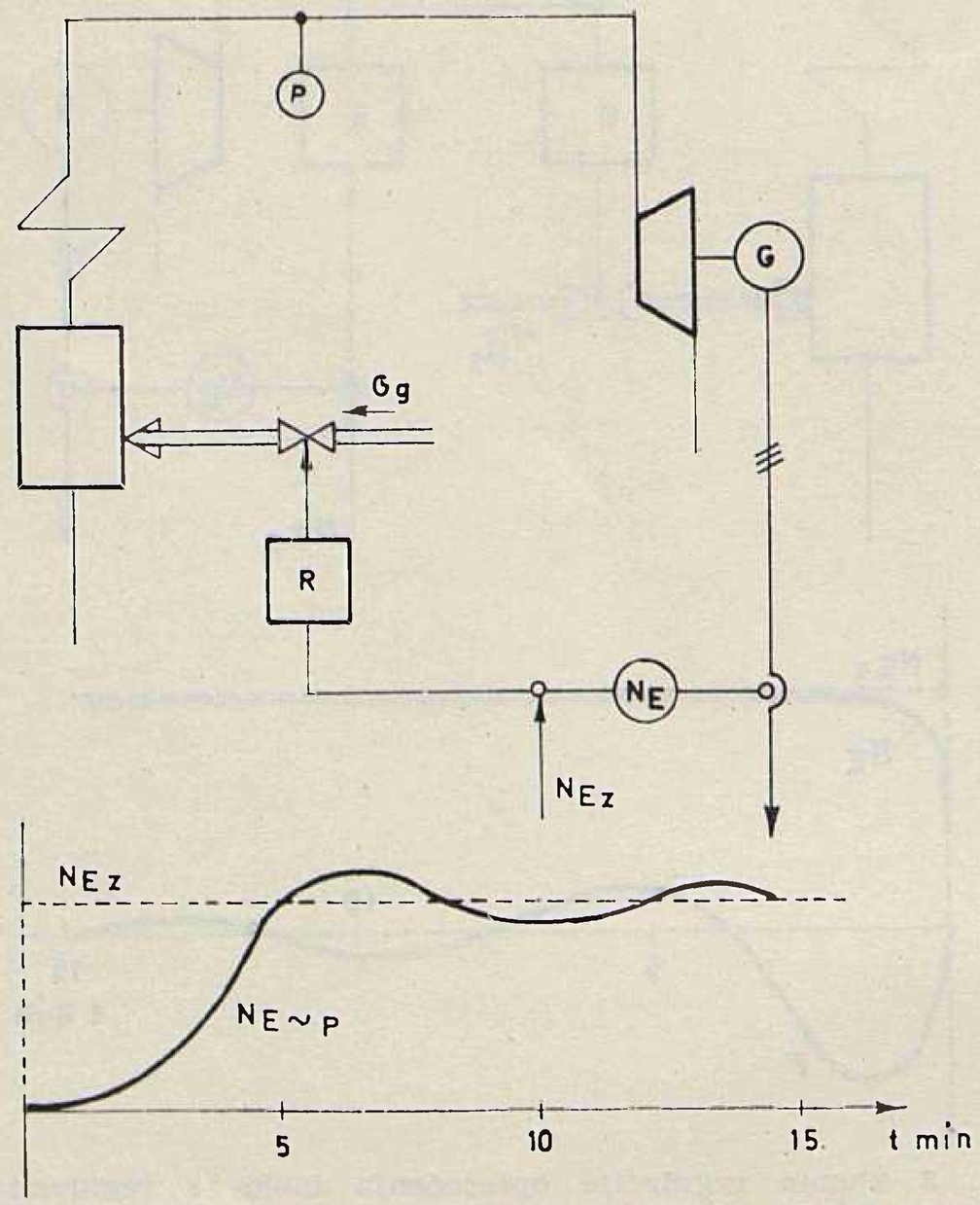
Tablica 1 daje pregled prethodno navedenih vremena az razne verste goriva i načine izgaranja.

Tablica 1

Vrsta izgaranja	T_{fu} sek	T_u sek	T_a sek
Izgaranje lož-ulja i plina s visokom ogrijevnom moći	2—5	10	30—40
Izgaranje na roštilju	2—5	10—20	30—50
Izgaranje ugljene prašine: -sa međubunkerima	5—10	20—40	60—100
-sa mlinovima sa duvaljkom	20—60	30—80	80—150



Sl. 5 Shema regulacije opterećenja bloka I TE Sisak u regulacionom režimu

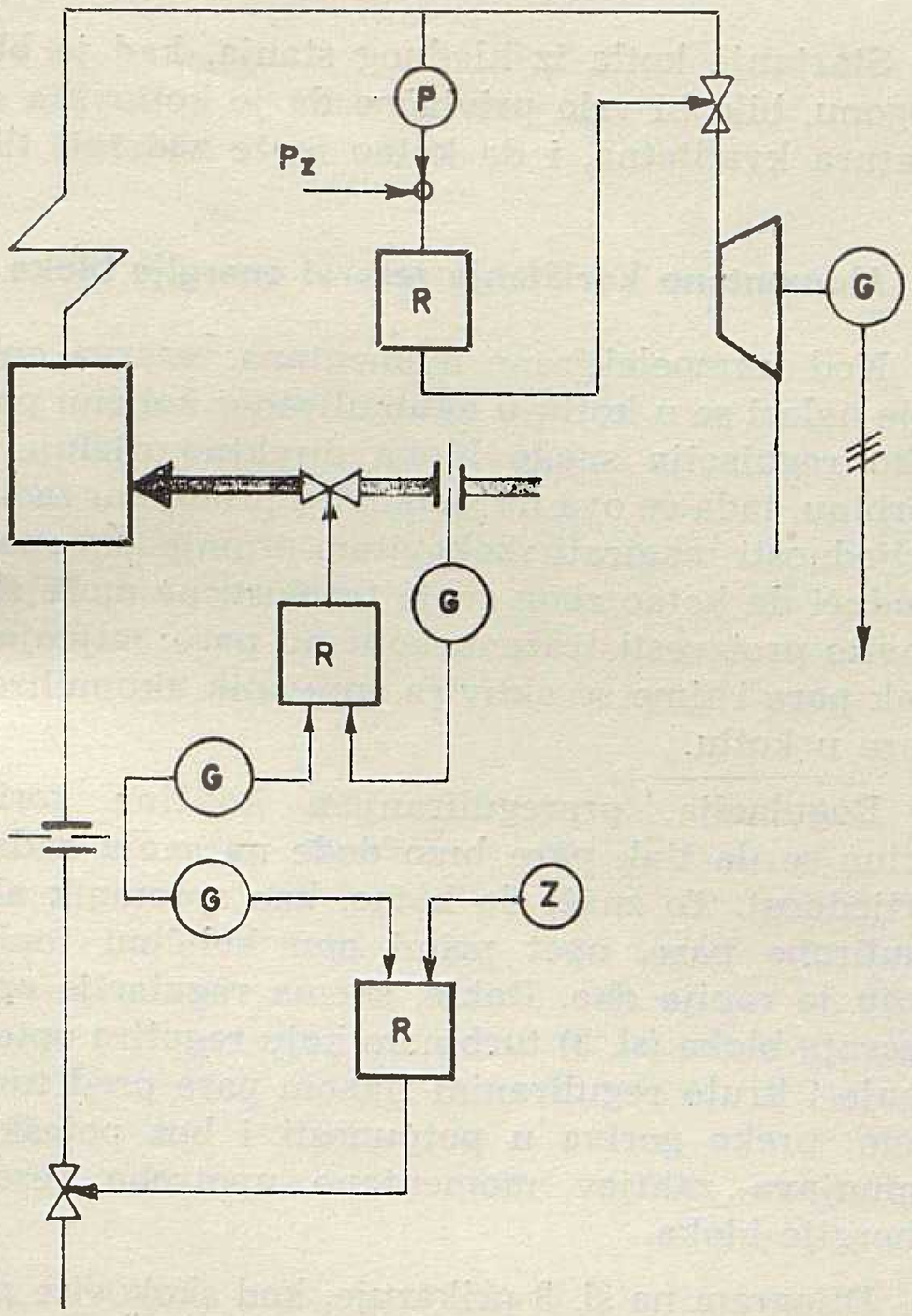


Sl. 4 Shema regulacije opterećenja bloka uz čisti klizni tlak pare pred turbinom

Turbina bloka I. TE Sisak je klasična bez dvostrukog kućišta i bez uređaja za upravljanje opterećenjem. Tvornički podatak brzine promjene opterećenja je 1 : 1,5 MW u minuti. Međutim, na bloku još nisu izvršena mjerenja koja bi potvrdila ili opovrgla tvornički podatak.

Prema projektnim shemama regulacije opterećenja bloka, blok može raditi u regulacijskom režimu sa čvrstim tlakom pare pred turbinom, sl. 5 ili u baznom režimu, također sa čvrstim tlakom uz regulator tlaka pare pred turbinom, sl. 6.

U baznom režimu uz regulator tlaka pare pred turbinom, turbina proizvodi toliko energije koliko pare dobije od kotla. U tom režimu promjena opte-



Sl. 6 Shema regulacije opterećenja bloka I TE Sisak u baznom režimu

rećenja bloka se mijenja djelovanjem na ručni zadavač opterećenja, čime se mijenja protok napojne vode, a preko protoka količina goriva. U takvom režimu o velikoj brzini promjene tereta nema ni govora.

Do sada u pogonu TE Sisak radi s uključenim regulatorom tlaka pare pred turbinom, dakle u baznom režimu.

Međutim, ovdje se ne upotrebljavaju zadavači opterećenja već se promjena tereta obavlja daljinskom promjenom napojne vode i goriva. Opterećenja se mogu mijenjati zadavačem opterećenja, kad je u pogonu samo jedan kotao, bilo A bilo B. Međutim kad su oba kotla u pogonu promjena opterećenja ne može se izvesti zadavačima, ako su regulacioni krugovi napojne vode i goriva kotla podešeni onda kada je samo taj kotao u pogonu. Naime, kad su oba kotla u pogonu odnosi vode i goriva su drugačiji, nego kad je u pogonu svaki kotao za sebe. Da bi se mogli koristiti zadavači opterećenja potrebno bi bilo promijeniti podešavanje regulatora svaki puta kad se prelazi s rada s jednim kotlom na rad s dva kotla i obrnuto.

Krug regulacije opterećenja bloka u regulacionom režimu isprobavan je u pogonu. Blok je bio u pogonu uz uključeni »glavni regulator — opterećenja bloka« 30 min i tada je uz razmjerno miran rad regulator nekoliko puta promjenio opterećenje bloka duž cijelog regulacijskog diapazona tj. od 70 — 100% tereta bloka. Prema tvrdnji sovjetskog stručnjaka za podešavanje regulatora, blok može raditi u regulacijskom režimu, tj. s glavnim regulatorom u pogonu, kad su varijacije frekvencije mreže manje od ± 0,1 Hz.

Međutim, iskustva drugih elektrana, kod kojih je glavni regulator opterećenja tipa KPI, pokazuju da postoje poteškoće oko puštanja kruga glavnog regulatora u pogon.

Isti tip regulatora nalazi se u krugu regulacije proizvodnje napojnih pumpi i tamo igra ulogu glavnog regulatora. Tokom remonta TE Sisak u svibnju i lipnju 1972. ugradit će se na jednu napojnu pumpu hidrospojka, pa će se nakon ulaska u pogon podesiti regulator proizvodnje napojnih pumpi. Tada će se moći utvrditi da li je pogreška u regulatorima KPI ili pogrešku treba tražiti negdje drugdje, tj. u projektnoj shemi regulacije opterećenje bloka, u regulacionom režimu, ili u tromosti opreme.

Što se tiče kotlova, oni po kašnjenju na promjenu goriva ne odgovaraju VDI/VDE preporukama.

Slika 7 prikazuje dijagram promjene temperature pare iza radijacijskog dijela kod skokovite promjene goriva. Odmah upada u oči veliko kašnjenje promjene temperature pare za promjenom količine goriva, koje iznosi u mjernom slučaju $T_u = 210$ sek.

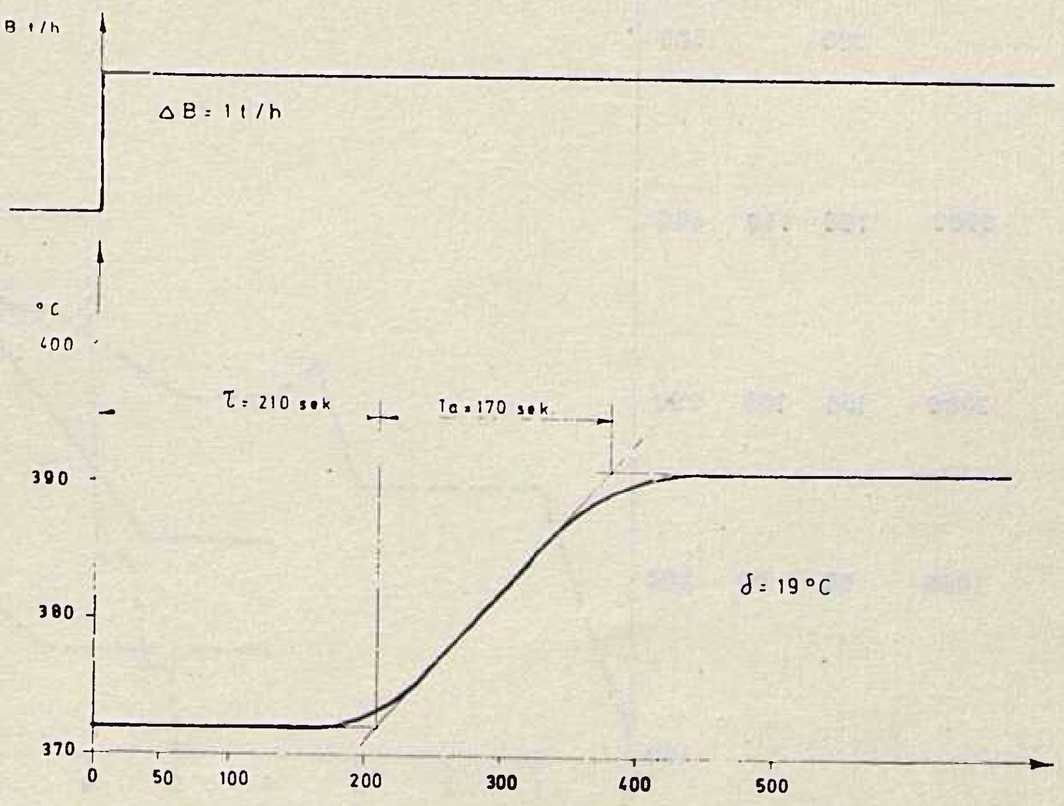
Iz toga možemo zaključiti da je kotao tromiji nego što se to preporučuje za kotlove na lož ulje.

Postoji velika vjerojatnost, koja još nije ispitana, jer je zbog energetske situacije u sistemu nemoguće dobiti blok na raspolaganje radi eksprimentiranja, da do neuobičajenog ponašanja bloka u regulacijskom režimu dolazi zbog velike tromosti kotla.

Sudeći prema tome blok, iako ložen tekućim gorivom, pa se od njega očekuje velika elastičnost, suviše je trom da bi mogao raditi u režimu sekundarne regulacije snage.

Često upuštanje i obustavljanje elektrane

Uskoro će biti potrebno da se termoelektrane obustavljaju noću i za vrijeme praznika. Kratko vrijeme upuštanja štedi novac. Računa se da se potpuno automatiziranim upuštanjem pomoću računala može uštedjeti 1% dnevne potrošnje. Kod



Sl. 7 Karakteristike promjene temperature iza srednjeg radijacionog dijela kod smetnje gorivom. Teret kotla 70 MW

automatiziranog upuštanja nije dovoljno računati i uspoređivati granična temperaturna naprezanja u turbini, već valja kontrolirati temperaturna naprezanja u kolektorima i cijevima kotla sa debelim stjenkama. Uz to je potrebno nadzirati temteraturu cijevi pregrijača i ograničiti je pomoću automatike za upuštanje.

Postoje hibridni upusno — regulacijski upravljački sistemi koji pomoću upuštanja s kliznom temperaturom i kliznim tlakom postižu ekstremno kratka vremena upuštanja.

Tako je vrijeme upuštanja iz hladnog stanja do punog tereta skraćeno na 2 h.

Blok I. u termoelektrani Sisak ne samo da nema računalo za automatizaciju upuštanja, već za upuštanje iz hladnog stanja koristi paru iz pomoćnog izvora — pomoćnog kotla.

Slika 8 prikazuje dijagram upuštanja bloka iz hladnog stanja.

Iz dijagrama na sl. 8 se vidi da vrijeme upuštanja bloka I. TE Sisak iz hladnog stanja do punog tereta s jednim kotlom iznosi oko 9 sati.

Upuštanje bloka iz toplog stanja ometa propusnost armature kotla, jer tlak u kotlu vremenom pada tako da nakon pola sata nije moguće kretati s kotlom na protočni režim, već valja ići na reparatorski režim uz pothlađivanje cijevi kotla. Slika 9 prikazuje vremensko padanje tlaka u kotlu nakon obustave.

Startanje kotla iz hladnog stanja, kad je blok u pogonu s drugim kotlom traje znatno kraće.

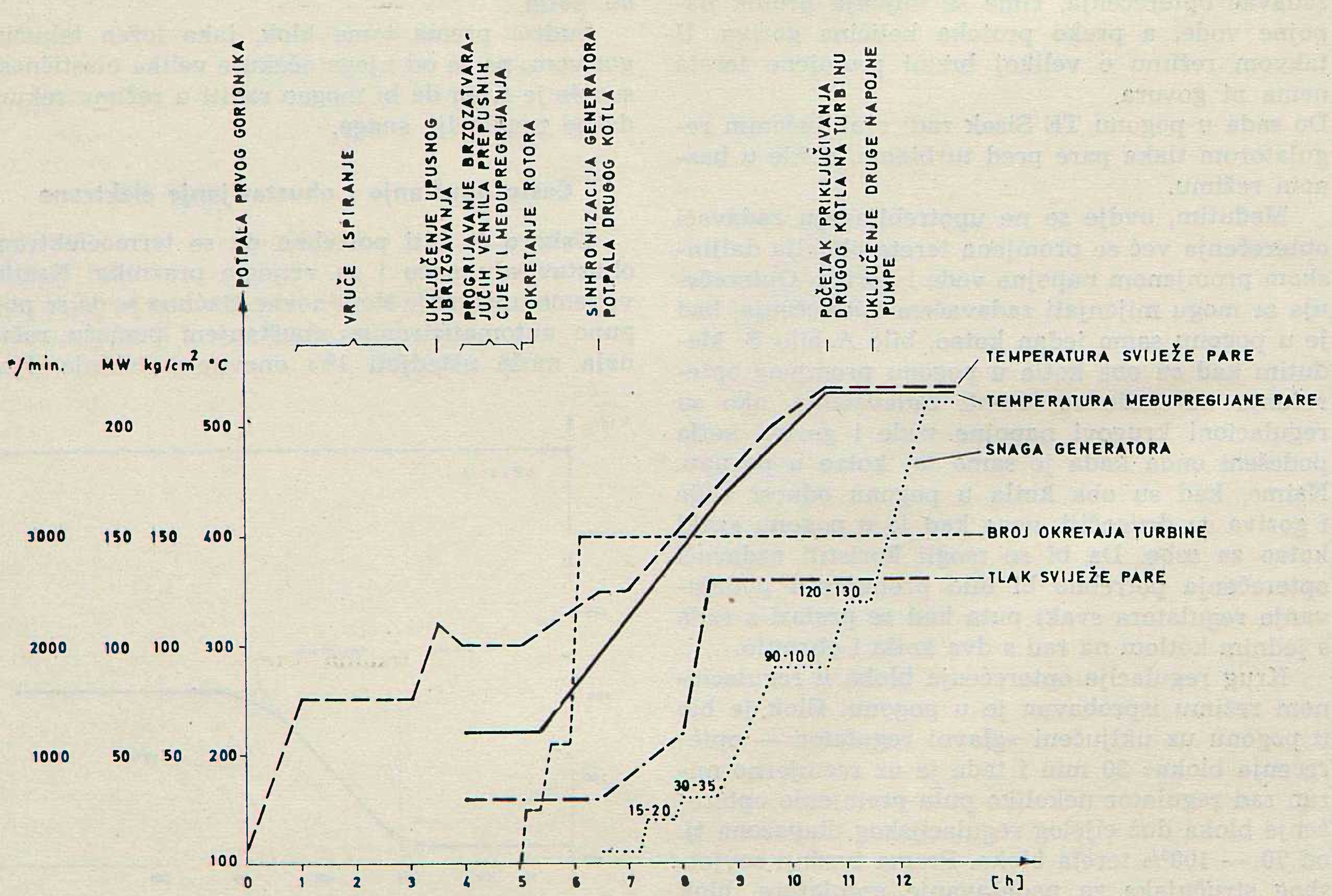
Startanje kotla iz hladnog stanja, kad je blok pogonu, bilo bi vrlo privlačno da je kotlovska armatura kvalitetna, i da kotao može zadržati tlak.

Momentano korištenje rezervi energije bloka

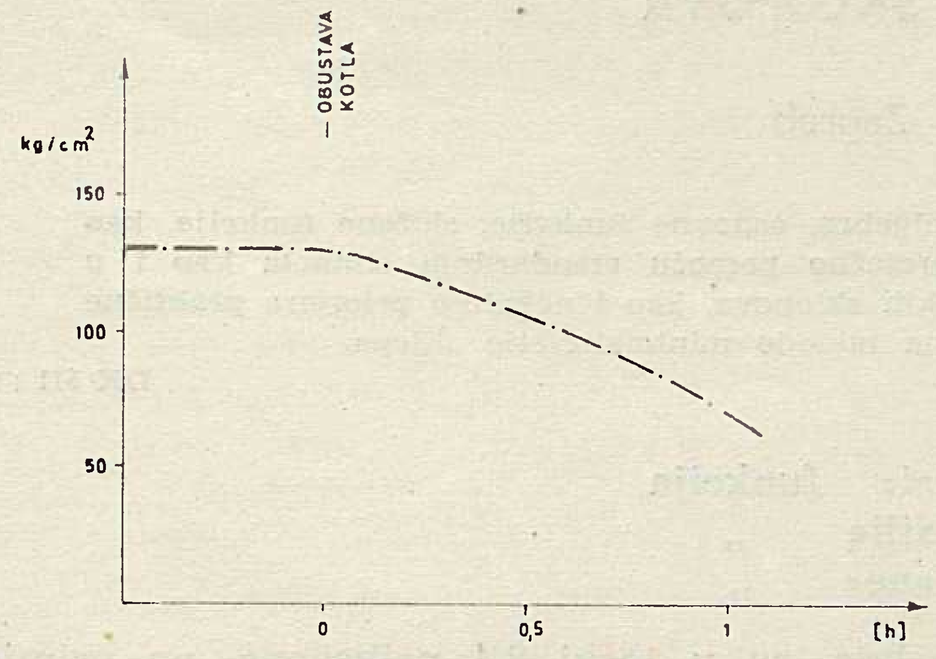
Kod termoelektrane momentana rezerva energije nalazi se u kotlu u akumuliranoj količini pare. Ako regulacija snage bloka direktno djeluje na turbinu, tada će ova na skokovitu promjenu zadane vrijednosti reagirati skokovitom promjenom snage. Budući da kotao zbog svoje tromosti ne može skokovito proizvesti traženu količinu pare, mijenja se tlak pare i time se aktivira spremnik akumulirane pare u kotlu.

Regulacija, prereguliranjem količine goriva, brine se da tlak pare brzo dođe na svoju zadanu vrijednost. To znači da kotao, kao spremnik akumulirane pare, opet primi onu količinu topline koju je ranije dao. Dakle, shema regulacije opterećenja bloka (sl. 3) turbinom koju regulira opterećenje i kruto reguliranim tlakom pare pred turbinom, preko goriva u potpunosti i bez poteškoća ispunjava zahtjev momentane upotrebe rezervi energije bloka.

Dijagram na sl. 3 prikazuje, kod skokovite promjene zahtjevane snage bloka N_{Ez}, promjenu proizvedene snage koja vrlo dobro slijedi promjenu zahtjevane snage i tlak pare pred turbinom što se mijenja u obliku prigušnih oscilacija.



Sl. 8 Dijagram upuštanja bloka I TE Sisak u pogon iz hladnog stanja

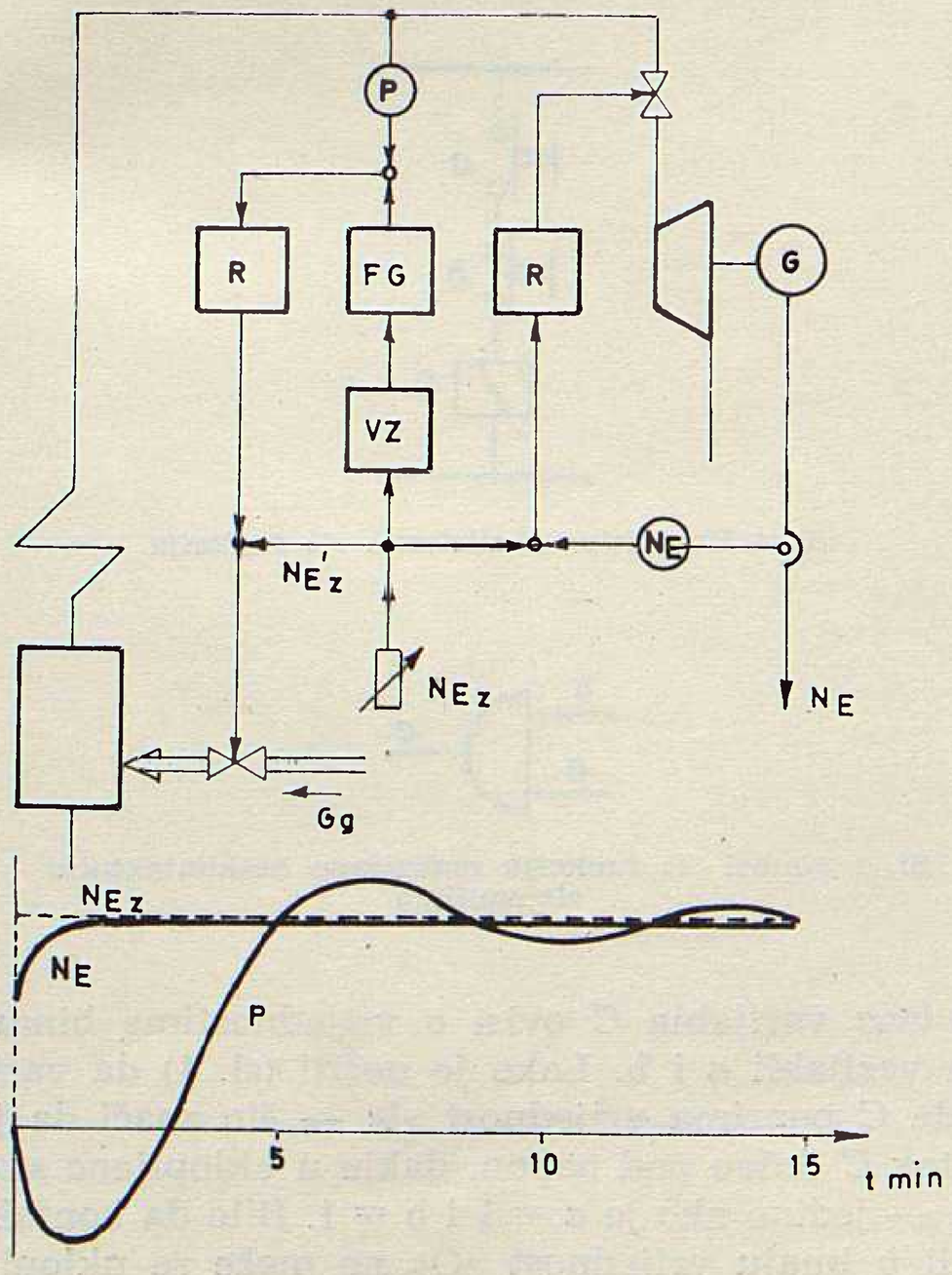


Sl. 9 Dijagram pada tlaka u kotlu nakon obustave

Iz dijagrama na sl. 4 se vidi da je kod regulacije snage bloka uz čisti klizni tlak pare pred turbinom, moguća promjena opterećenja tek onda, kada kotao dade turbini više, odnosno manje pare a to je nakon odziva vatre. Dakle, zbog potpuno otvorenih regulacijskih ventila turbine, para mora biti proizvedena pod tlakom koji odgovara novom teretu, tj. kotao najprije treba da bude snabdjeven gorivom da bi se mogla stvoriti potrebna količina pare.

Iz dijagrama na sl. 4 se vidi, da na skokovitu promjenu zahtijevane snage N_{Ez} blok reagira s velikim kašnjenjem, tj. blok sa kliznim tlakom pare pred turbinom ne ispunjava zahtjeve momentane upotrebe rezervi energije bloka.

S obzirom na neke prednosti blokova sa kliznim tlakom pare pred turbinom, pronađen je kompromis između pogona s čvrstim tlakom i kliznim tlakom i to tako, da u stacionarnom pogonu blok radi s kliznim tlakom, a kod promjena, tj. u dinamičkom pogonu, sa čvrstim tlakom. Takav režim rada naziva se upravljani klizni tlak. Shema na sl. 10 prikazuje blok s upravljanim kliznim tlakom.



Sl. 10 Fhema regulacije opterećenja bloka s upravljanim kliznim tlakom pare pred turbinom

Pri ovakvom pogonu regulacijski ventili turbine su otvoreni s izvjesnom rezervom na više (oko 10%), da bi se skokovito povećanje tereta omogućilo upotrebom akomulirane energije u kotlu. Na skokovito sniženje tereta odgovorit će blok pritvaranjem regulacijskih ventila turbine.

Zadana vrijednost tlaka pare je funkcija ovisna o opterećenju, a dobiva se iz generatora funkcija. Regulacijski ventili turbine u stacionarnom stanju opet su normalno otvoreni. Budući da se tako zadana vrijednost snage turbine i zadana vrijednost tlaka za regulaciju kotla istovremeno mijenjaju, kotao će vrlo brzo reagirati.

Naime, kod povećanja snage kotao ne samo da proizvede više pare, već on primi i dodatnu količinu topline da bi tlak pare digao na novi, viši nivo. Isto je kod smanjenja snage. Da bi se smanjilo jako prereguliranje vatre, zadana vrijednost tlaka ima izvjesno zatezanje. Katkada se preko dodatnog regulatora položaja ventila zadana vrijednost tlaka tako korigira, da se regulacijski ventili turbine precizno vrate na svoju zadanu vrijednost.

Iz dijagrama na slici 10 se vidi da snaga bloka dovoljno brzo slijedi zadanu vrijednost snage.

Kao što smo ranije prikazali blok I. u TE Sisak ima dvije mogućnosti rada:

Iz sheme rada bloka u regulacijskom režimu, koja kako je napomenuto nije još osposobljena za rad, tlak pare pred turbinom djeluje na regulaciju protoka napojne vode, a ovaj na regulaciju goriva.

Budući da još ne postoje rezultati ispitivanja rada u ovom režimu, ne može se zaključiti kolike su te momentane rezerve koje stoje na raspolaganju.

U baznom režimu bloka ne stoje na raspolaganju nikakve rezerve jer blok ne preuzima nagle promjene opterećenja.

Zaključak

Pri planiranju novih blokova u termoelektranama, kod sastavljanja upita, kao i kod kupovanja opreme, valja posvetiti naročitu pažnju konstruktivnim karakteristikama osnovne opreme, turbini, kotlu, kao i shemi regulacije opterećenja, bloka i opremljenosti bloka uređajima za automatski start.

Valja imati uvijek na umu, da moderna termoelektrana koju želimo dugo godina iskorištavati u sistemu, i koja mu neće biti smetnja, treba da zadovolji pet prethodo navedenih zahtjeva.

Naslov pisca: Marijan Arnold, dipl. ing., Elektroprivreda Zagreb, Pogon Zajedničke službe

OSNOVE ALGEBRE SKLOPOVA

Nikola Čupin, Zagreb

Prikazuju se osnove algebre sklopova, odnosno logičke algebre, osnovne funkcije, složene funkcije, kao i pravila računanja. Sve je popraćeno brojnim slikama pretežno pomoću standardnih simbola kao i u kontaktnoj izvedbi. Dane su osnove analize i sinteze logičkih sklopova, kao i nekoliko primjera praktične primjene. U članku se ukazuje na literaturu, a posebno na metode minimalizacije sklopa.

DK 511 : 681.3

1. Uvod

Razvoj tehničkih znanosti krenuo je posljednih godina, ponajviše zaslugom elektroničkih računala, novim pravcem — kvalitetno većem stupnju automatizacije planiranja, projektiranja, i pogona tehničkih sistema.

Zbog toga je nužno, želimo li pratiti taj razvoj, savladati nova znanja i upoznati nove metode, kojima se brže, jednostavnije i točnije rješavaju sve kompliciraniji problemi. Osim toga takav razvoj, smanjuje sve više oštru podjelu na »jako« i »slabo« — strujaške discipline, pa tako pojedina nova područja (npr. automatsko vođenje pogona elektroenergetskih sistema) zahtijevaju poznavanje kako »jako« tako i »slabo« — strujaških područja.

Također i algebra sklopova, dosad naročito primjenjivana u projektiranju računskih strojeva (elektroničkih računala) i telekomunikaciji, i prema tome donekle smatrana i slabostrujaškom disciplinom, nalazi sve veću primjenu u energetskim postrojenjima, radi sve većeg stupnja automatizacije. Automatizacija donosi sa sobom kompliciranije sheme postrojenja, te bogatu primjenu elektroničkih elemenata, što zahtijeva poznavanje Algebre sklopova — kao pomoćnog sredstva u rješavanju i prikazivanju kompliciranih sklopova — i razumljivo, poznavanje principa rada elektroničkih elemenata.

Algebra sklopova se razvila kao primjena Logičke algebre na električke sklopove. Binarne varijable u toj algebri, često nazivanoj »Boolova algebra« (Bulova algebra) — po G. Booleu koji je još 1847. godine postavio njezinu teoriju — mogu poprimiti samo dvije vrijednosti »da« ili »ne«, odnosno »istinito« ili »pogrešno«. Također jedna sklopka ili relej može općenito biti »uključena« ili »isključena«, dakle može poprimiti samo dva stanja. Logika je prema tome ista, pa je na osnovi toga Shannon u istraživanju relejnih sklopova postavio osnove Algebre sklopova. Ne ulazeći dublje u samu teoriju Algebre sklopova (vidi npr. L1, L2, L3) prikazat ćemo najprije njezine osnovne funkcije, i iz njih izvedene funkcije, i na osnovi toga nastojati, koliko je to s obzirom na ograničenost prostora moguće, prikazati primjenu ove matematičke discipline.

2. Osnovne funkcije

Osnovne funkcije Algebre sklopova kojima se može definirati neko sklopno stanje ili iz njih izvesti druge složene funkcije su:

»i« funkcija
»ili« „
»ne« „

Posebno, su u točki 2.4 prikazane, na primjeru sklopa od dvije ulazne binarne varijable, i ostale moguće funkcije.

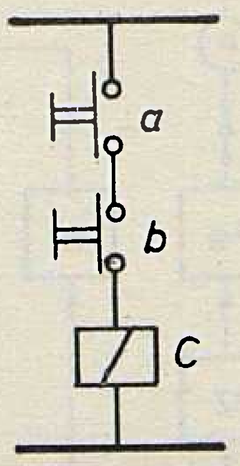
2.1 »i« funkcija

Ovom funkcijom definiran je serijski spoj dvaju radnih kontakata (sl. 1). U slučaju kada je uklopljen kontakt a i kontakt b će doći pod napon svitka releja *C*.
Spomenuto sklopno stanje možemo napisati u obliku jednadžbe:

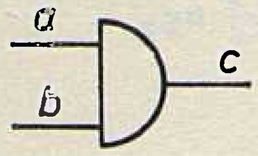
$$C = a \cdot b \qquad (1)$$

Svitak *C* doći će pod napon jedino ako bude ukopčan kontakt *a* i (.) kontakt *b*.

Nezavisne varijable *a* i *b* su binarne varijable i mogu neazvisno poprimiti samo dvije moguće vrijednosti, označimo ih sa »1« odnosno »O«. Neka »1« znači uklopljeno, a »O« isklopljeno stanje. Odmah spomenimo da je moguće i drugačije označavanje, uklopljeno stanje sa »O« a isklopljeno sa »1«.



Sl. 1 Kontaktna realizirana »i« funkcija



Sl. 2 Simbol »i« funkcije realizirane beskontaktnim elementima

Zavisna varijabla *C* ovisi o vrijednostima binarnih varijabli *a* i *b*. Lako je uočiti (sl. 1) da varijabla *C* poprima vrijednost »1« — što znači da je svitak *C* došao pod napon, dakle u uklopljeno stanje — jedino ako je $a = 1$ i $b = 1$. Bilo da kontakt *a* ili *b* imaju vrijednost »O« ne može se uklopiti svitak *C*.

Na osnovi ovog može se definirati pravilo računanja:

$$C = a \cdot b$$

$$1 = 1 \cdot 1$$
$$0 = 0 \cdot 1$$
$$0 = 1 \cdot 0$$
$$0 = 0 \cdot 0$$

Vidimo da su pravila računanja potpuno jednaka onima za množenje brojeva 1 i O.

U slučaju beskontaktnih elemenata koji se normalno realiziraju s tranzistorima (tranzistor u režimu rada sklopke, odnosno pomoćnog releja) upotrebljava se simbol »i« funkcije kako je prikazan na sl. 2.

U tom slučaju govorimo o signalima. Kada postoje ulazni signali a »i« b ($a = 1$, $b = 1$) postojat će signali također na izlazu ($c = 1$).

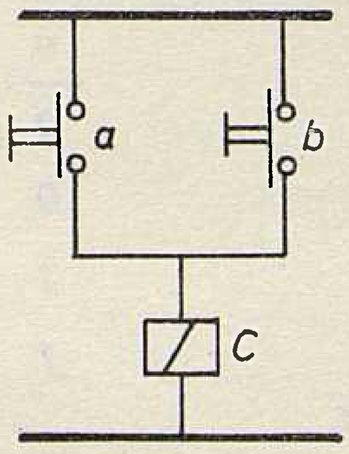
Pod postojanjem signala može se smatrati npr. postojanje napona prema nekoj neutralnoj točki. Dakle, ako postoji signal na ulazu a — postoji napon U između ulaza a i neutralne točke — nezavisna varijabla, a ima vrijednost »1«.

Za razliku od označavanja kontaktnih elemenata gdje je svitak C označen velikim slovom, kod beskontaktnih elemenata izlaz c označavamo malim slovom, pa jednadžba sklopnog stanja glasi:

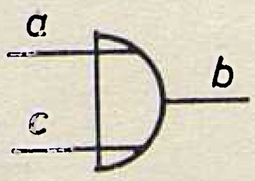
$$c = a \cdot b$$

2.2 »ili« funkcija

Ova funkcija odgovara paralelnom spoju radnih kontakata a i b (sl. 3). U ovom slučaju svitak C će doći pod napon ako bude uslopljen kontakt a »ili« kontakt b, ili oba kontakta.

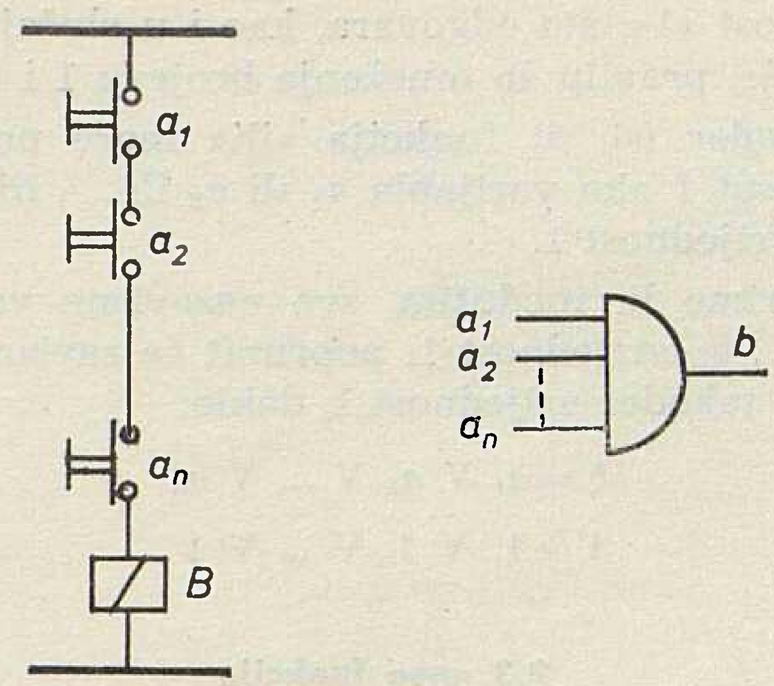


Sl. 3 »ili« funkcija realizirana kontaktnim elementima



Sl. 4 Simbol »ili« funkcije u beskontaktnoj tehnici

Simbol ove funkcije realiziran beskontaktnim elementima prikazan je na sl. 4. Na izlazu c postojat će signal, ako takav postoji na ulazu a ili na ulazu b.



Sl. 5 »i« funkcija n binarnih varijabli

Napišimo sada jednadžbu za sklopno stanje koje odgovara »ili« funkciji.

$$C = a \vee b \qquad (2)$$

odnosno za beskontaktne elemente

$$c = a \vee b$$

U jednadžbi (2) znak »V« simbolički označuje funkciju »ili«, ponekad se upotrebljava i znak »+« (vidi sl. 13).

Jednadžbu (2) prema tome čitamo: »C je uklopljeno ako je uklopljeno a ili b«.

Pridodamo li opet binarnim varijablama a i b njihove vrijednosti »1« odnosno »0« i razmotrimo sve moguće slučajeve koji mogu nastupiti u sklopu (sl. 3) dobit ćemo

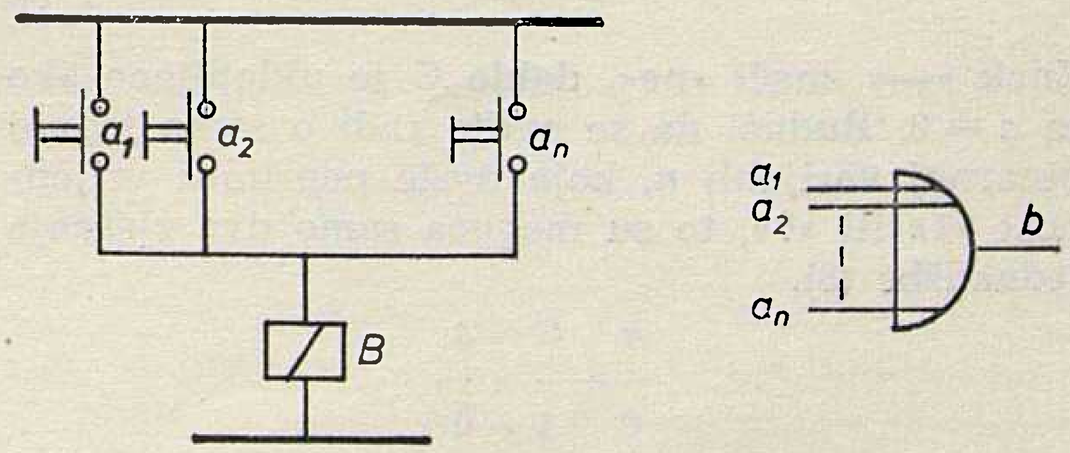
$$C = a \vee b$$

$$1 = 1 \vee 1$$
$$1 = 1 \vee 0$$
$$1 = 0 \vee 1$$
$$0 = 0 \vee 0$$

Pogledamo li dobivene rezultate vidimo, za razliku prema »i« funkciji, gdje vrijede pravila za množenje brojeva 1 i 0, da ovdje ne vrijede u potpunosti pravila za zbrajanje brojeva 1 i 0, jer je ovdje npr. 1 V 1 = 1.

Dosad smo »i« i »ili« funkciju prikazali s dvije binarne varijable (a i b). Ista pravila vrijede i u slučaju n varijabli.

Tako će npr. varijabla B (sl. 5) jedino onda biti »1« ako varijable a_1 i a_2 i a_3 i ... i a_n poprime



Sl. 6 »ili« funkcija n binarnih varijabli

vrijednost »1«, što odgovara, kao i u slučaju dvije varijable, pravilu za množenje brojeva 1 i 0.

Također (sl. 6) funkcija »ili« može poprimiti vrijednost 1 ako varijabla a_1 ili a_2 ili ... ili a_n poprimi vrijednost 1.

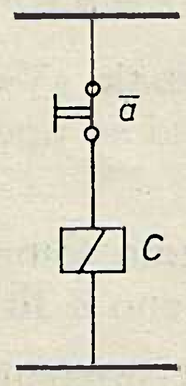
Poprime li, međutim, sve nezavisne varijable a_1, a_2 ... a_n vrijednost 1, poprimit će zavisna varijabla B također vrijednost 1, dakle:

$$b = a_1 \vee a_2 \vee \ldots \vee a_n$$

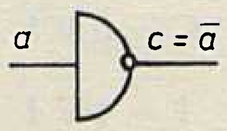
$$1 = 1 \vee 1 \vee \ldots \vee 1$$

2.3 »ne« funkcija

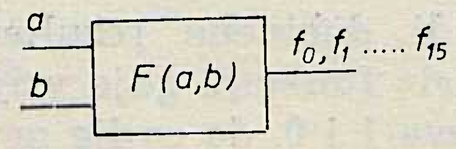
Ova funkcija realizira se, za razliku od »i« i »ili« funkcije mirnim kontaktom, tj. kontaktom koji je u normalnom stanju uklopljen. Da bi se takav kontakt isklopio valja ga pritisnuti, ili u slučaju pomoćnog releja, uzbuditi svitak. Na sl. 7 prikazan je mirni kontakt $\bar{a}$ čijim isklapanjem možemo isklopiti svitak C.



Sl. 7 »ne« funkcija realizirana mirnim kontaktom



Sl. 8 »ne« funkcija u beskontaktnoj tehnici



Sl. 9 Opći sklop s dvije nezavisne varijable

Ovdje smo mirni kontakt onzačili sa $\bar{a}$ za razliku od radnog kontakta kojeg smo označavali bez gornje crtice.

Jednadžbu ovog sklopnog stanja lako je napisati:

$$D = \bar{a} \qquad (3)$$

Znak »—« znači »ne«, dakle C je uklopljeno ako je $a = 0$. Budući da se ovdje radi o samo jednoj binarnoj varijabli a, koja može poprimiti vrijednost »1« ili »0«, to su moguća samo dva rješenja jednadžbe (3).

a	$C = \bar{a}$
0	$1 = \bar{0}$
1	$0 = \bar{1}$

Ova tablica daje odmah pravilo za računanje s »ne« funkcijom: »»ne« funkcija primijenjena na 1 daje 0, a primijenjena na 0 daje 1«. Ova funkcija, prema tome, invertira varijablu na koju se primijeni.

Na sl. 8 prikazan je simbol »ne« funkcije realizirane beskontaktnim elementom. Nepostojanje signala na ulazu odgovara signalu na izlazu i obrnuto.

2.4 Moguće funkcije dviju nezavisnih varijabli

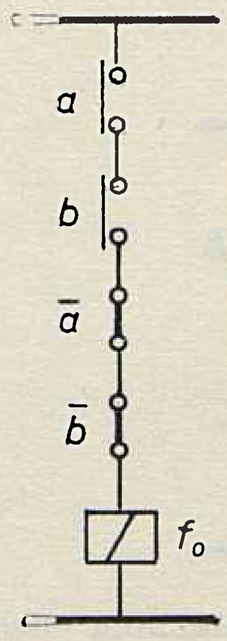
Naziv osnovne funkcije očito ukazuje na mogućnost postojanja ostalih funkcija. Zato pokažimo, na primjeru dviju binarnih varijabli, sve moguće funkcije koje se mogu realizirati nekim općim sklopom od dvije ulazne varijable a i b (sl. 9).

Izlazne funkcije označimo s f_0, f_1, ... f_{15}. Naime, u ovom slučaju ima ukupno $2^4 = 16$ mogućih različitih funkcija koje su prikazane na sl. 10 i označene indeksima 0—15, što odgovara brojevima u binarnom sistemu.

a	b	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

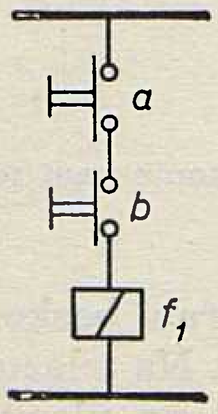
Sl. 10 Moguće funkcije dviju nezavisnih binarnih varijabli

Općim sklopom $F(a, b)$ možemo realizirati bilo koju od šesnaest mogućih funkcija. Tako bi npr. funkciju f_0 realizirali u kontaktnoj tehnici sklopom



a	b	f_1
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Sl. 11 Realizacija funkcije f_0 u kontaktnoj tehnici



a	b	f_0
0	1	0
1	0	0
0	0	0
1	1	0

Sl. 12 Realizacija funkcije f_1 u kontaktnoj tehnici

Funkcija	F (a, b)	Logički naziv (komentar)	Obično upotrebljavane oznake	Opaska
f_0	$a \cdot \bar{a} \cdot b \cdot \bar{b}$	konstanta	0	
f_1	$a \cdot b$	konjukcija	„·“ „&“ „v“	
f_2	$a \cdot \bar{b}$	implikacija poprečna	$\overline{a \rightarrow b}$	
f_3	a	uvijek prva varijabla	a	
f_4	$\bar{a} \cdot b$	obrnuta poprečna implikacija	$\overline{a \leftarrow b}$	
f_5	b	uvijek druga varijabla	b	
f_6	$a \cdot \bar{b} \vee \bar{a} \cdot b$	suprotnost ili zbir prema modulu 2	$a \rightleftarrows b$	
f_7	$a \vee b$	disjunkcija inkluzivna	„v“ „+“ „u“	
f_8	$\bar{a} \cdot \bar{b}$	disjunkcija poprečna	$\overline{a \vee b}$	$f_8 = \bar{f}_7$
f_9	$\bar{a} \cdot \bar{b} \vee a \cdot b$	ekvivalenca	$a \equiv b$	$f_9 = \bar{f}_6$
f_{10}	$\bar{b}$	uvijek negacija druge varijable	$\bar{b}$	$f_{10} = \bar{f}_5$
f_{11}	$a \vee \bar{b}$	obrnuta implikacija	$a \leftarrow b$	$f_{11} = \bar{f}_4$
f_{12}	$\bar{a}$	uvijek negacija prve varijable	$\bar{a}$	$f_{12} = \bar{f}_3$
f_{13}	$\bar{a} \vee b$	implikacija	$a \rightarrow b$	$f_{13} = \bar{f}_2$
f_{14}	$\bar{a} \vee \bar{b}$	konjukcija poprečna	$\overline{a \cdot b}$	$f_{14} = \bar{f}_1$
f_{15}	$a \vee \bar{a} \vee b \vee \bar{b}$	konstanta	1	$f_{15} = \bar{f}_0$

Sl. 13 Sklopne jednadžbe, nazivi i oznake mogućih funkcija dviju nezavisnih binarnih varijabli

koji se sastoji, kako je pokazano na sl. 11, od »i« funkcije varijabli a, b, $\bar{a}$, i , funkciju f_1 »i« funkciju varijabli a i b (sl. 12) itd.

Na sl. 13 tablično su prikazane sklopne jednadžbe za moguće slučajeve f_1 do f_{15} s uobičajenim logičnim nazivima i oznakama, odakle se vidi da se sva moguća stanja, odnosno funkcije, mogu realizirati s tri osnovne funkcije f_1, f_7 i f_{10} odnosno f_{12}. Također, poznavajući pravila računanja (tč. 5), moguće je pokazati da su funkcije f_8—f_{15} u stvari »ne« funkcije funkcija 7_0—f_7 (vidi opasku na sl. 13).

3. Izvedene (složene) funkcije

Do sada smo opisali tri osnovne funkcije i pokazali kako ih možemo prikazati kontaktnim, odnosno beskontaktnim elementima. Opišimo još dvije funkcije, što proizlaze iz osnovnih funkcija, i čija je važnost, u beskontaktnoj tehnici, gotovo veća od osnovnih funkcija.

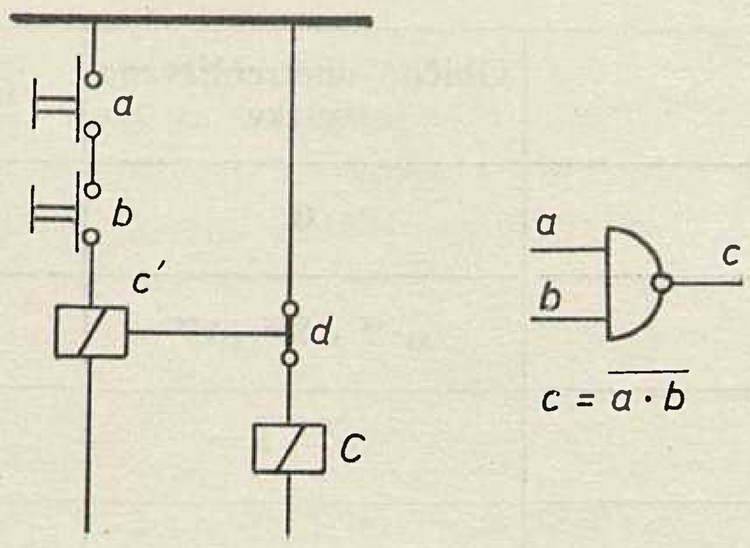
3.1 »ni« funkcija

Primijeni li se »ne« funkcija na »i« funkciju, dobije se »ni« funkcija. U jednadžbi (4) prikazana je »ni« funkcija, a u donjoj tablici vrijednosti što ih može poprimiti za slučaj dvije binarne varijable.

$$C = \overline{a \cdot b} \tag{4}$$

a	b	$c = \overline{a \cdot b}$
1	1	$c = \overline{1 \cdot 1} = \bar{1} = 0$
1	0	$c = \overline{1 \cdot 0} = \bar{0} = 1$
0	1	$c = \overline{1 \cdot 1} = \bar{0} = 1$
0	0	$c = \overline{0 \cdot 0} = \bar{0} = 1$

Iz tablice vidimo način računanja. Najprije se pod znakom »—« izračunava vrijednost »i« funkcije, koja se onda invertira (primijeni se »ne« funkcija).



Sl. 14 »ni« funkcija

Na sl. 14 prikazana je realizacija te funkcije kontaktnim elementima i nacrtan je simbol za slučaj realizacije beskontaktnim elementima.

U slučaju realizacije kontaktnim elementima potreban je pomoćni relej C preko čijeg se mirnog kontakta napaja svitak C. Signal »1« na C postojat će u slučaju kada je $a = 0$, $b = 0$, dakle $\bar{d} = 1$, što znači da kontakti a i b nisu sklopljeni, a kontakt $\bar{d}$ ima vrijednost $\bar{0} = 1$.

Realizacija beskontaktnim elementima mogla bi se ostvariti serijskim spojem »i« i »ne« funkcije, no to se može izvesti u jednom elementu čiji je simbol prikazan na sl. 14b. Funkcija »ni« se kao i osnovne funkcije može primijeniti na više varijabli.

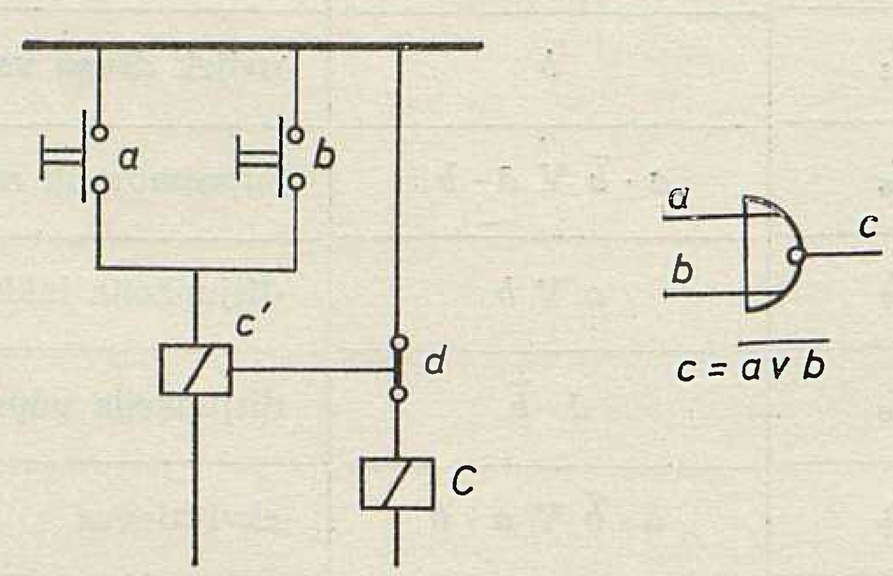
3.2 »nili« funkcija«

Da bi dobili ovu funkciju moramo slično kao kod »ni« funkcije primijeniti »ne« funkciju na, ovaj puta, osnovnu »ili« funkciju.

Jednadžbom (5) prikazana je ta funkcija a tablica, ispod jednadžbe, prikazuje vrijednosti što ih može poprimiti nezavisna varijabla u slučaju dvije zavisne varijable a i b.

$$C = \overline{a \vee b} \tag{5}$$

a	b	$c = \overline{a \vee b}$
1	1	$c = \overline{1 \vee 1} = \bar{1} = 0$
1	0	$c = \overline{1 \vee 0} = \bar{1} = 0$
0	1	$c = \overline{0 \vee 1} = \bar{1} = 0$
0	0	$c = \overline{0 \vee 0} = \bar{1} = 1$



Sl. 15 »nili« funkcija

Na sl. 15 je prikazana realizacija »nili« funkcije u kontaktnoj (relejnoj) tehnici i simbol iste funkcije izvedene beskontaktnim elementima.

Osim naziva simbola funkcija Algebre sklopova koji su upotrebljavani u ovom članku, u literaturi se susreću i drugi nazivi i simboli, od kojih su neki prikazani u sl. 16.

NAZIV FUNKCIJE			SIMBOLI
„I"	AND UND	$c = a \cdot b$	a, b → c; a, b → c; a, b → A → c
„ILI"	OR ODER	$c = a \vee b$	a, b → c; a, b → c; a, b → OR → c
„NE"	NON	$c = \bar{a} = a'$	a → c; a → NI → $c = a'$; a → N → c
„NI"	NAND	$c = \overline{a \cdot b}$	a, b → c; a, b → *A → c
„NILI"	NOR	$c = \overline{a \vee b}$	a, b → c; a, b → OR → c
Mogućnosti označavanja invertirane ulazne varijable -			a, b, c →; a, b, c →

Sl. 16 Nazivi i simboli funkcija Algebre sklopova

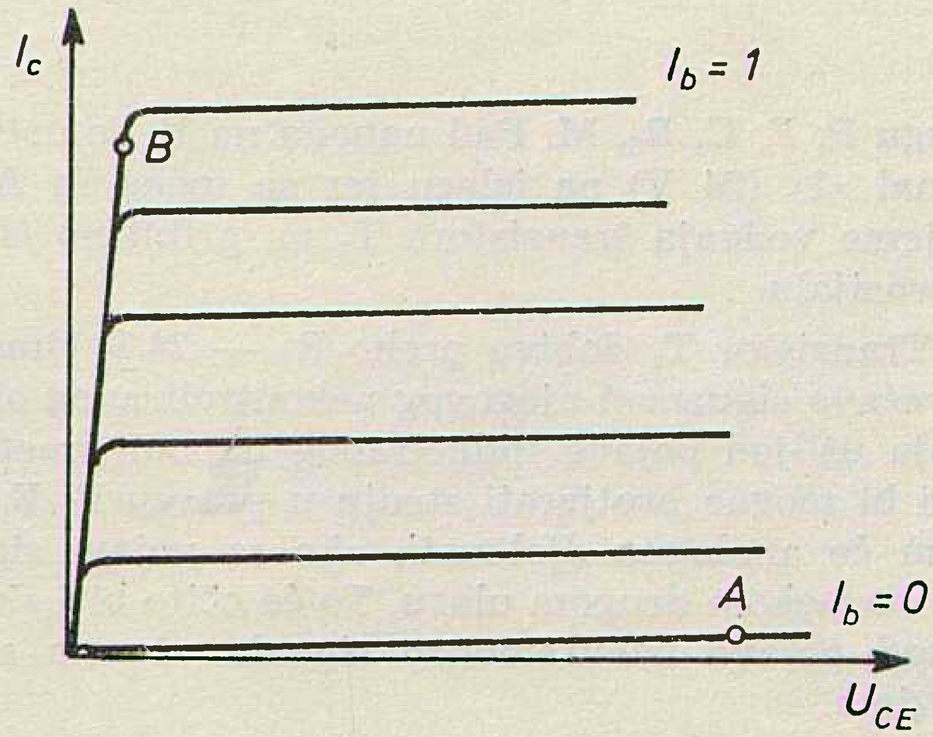
4. O realizaciji funkcija beskontaktnim elementima

Spomenute osnovne i izvedene funkcije dosada su prikazane u realizaciji s kontaktnim elementima (radnim i mirnim kontaktima). Te iste funkicje realizirane beskontaktnim elementima osnova su logičnih sklopova što se koriste u automatizaciji postrojenja. Za realizaciju funkcija beskontaktnim elementima koriste se, između ostalog, sklopovi s tranzistorima u kojima tranzistor radi kao sklopka. Iako odvajanje strujnih krugova u tom slučaju nije galvansko, u sadašnjem stanju razvoja, otpor tranzistora u propusnom smjeru je reda veličine m Ω, a u zapornom reda veličine MΩ, u kojim granicama se približno kreće i otpor kontakata u sklopljenom, odnosno isklopljenom stanju.

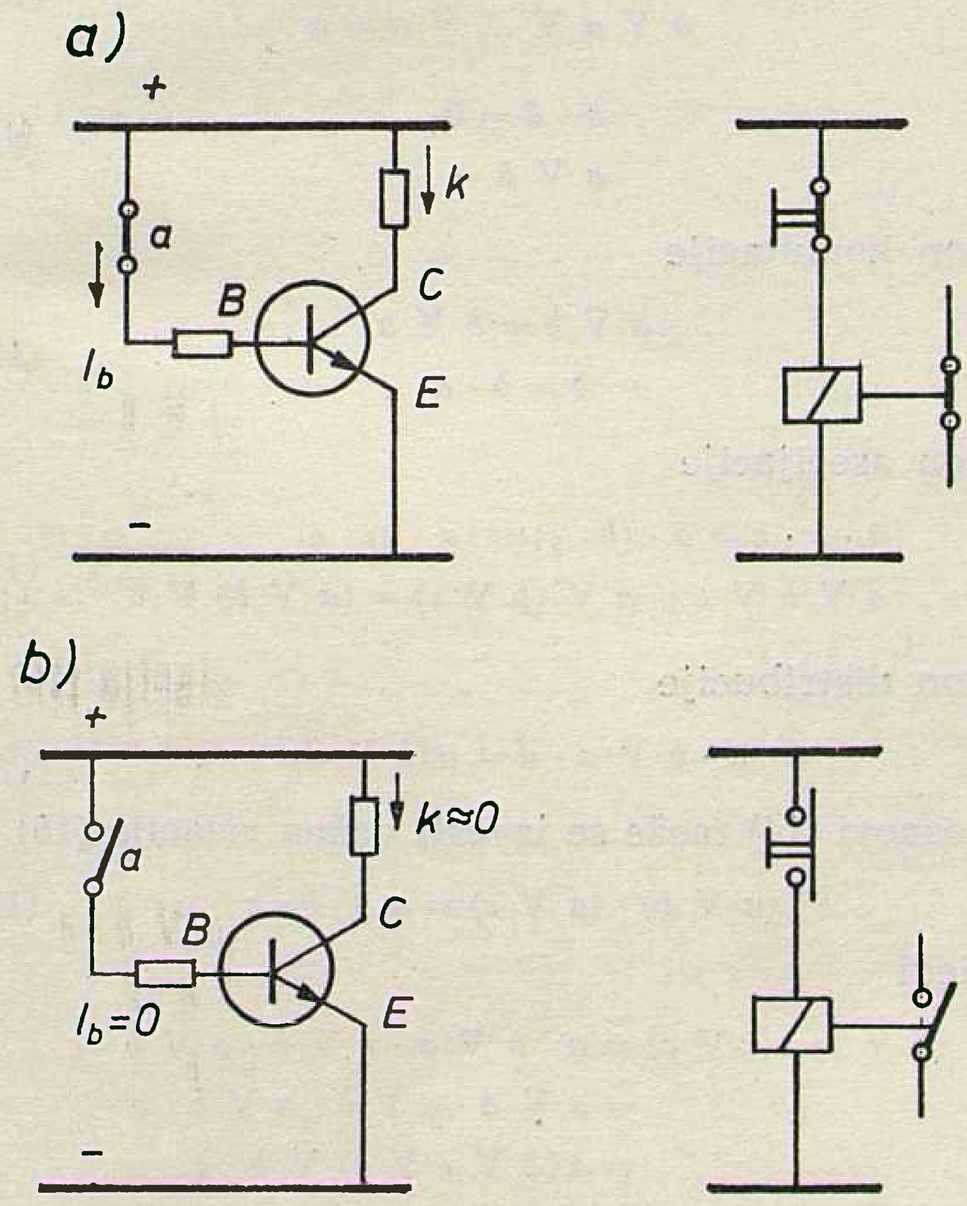
4.1 Tranzistor kao sklopka (pomoćni relej)

Tranzistor je poluvodički element sa tri elektrode: baza (B), emiter (E) i kolektor (C), koji može biti realiziran sa PNP ili NPN poluvodičima. Na sl. 17 prikazan je spoj NPN tranzistora ekvivalentan uzbuđenom, odnosno neuzbuđenom releju. Napomenimo da je u tom slučaju tranzistor u spoju zajedničkog emitera, tj. gledajući ga kao četveropol, ulazne stezaljke su B, E a izlazne C, E.

Za vrijeme vođenja (kontakt a na sl. 17a zatvoren) teče struja I_c od kolektora prema emiteru. Struja baze I_b je mjerodavna za dovođenje tranzistora u stanje vođenja, pa mijenjajući veličinu te struje možemo »otvoriti« odnosno »zatvoriti« tranzistor. Prekinemo li kontakt a (sl. 17b) bit će struja baze I_b jednaka 0 i tranzistor će biti zatvoren tj. struja I_c bit će približno 0. Imamo dakle slučaj otvorene sklopke. Lako je uočiti analogiju između tranzistora i releja. Kao što relativno malenom strujom — kojom napajamo svitak releja — možemo kontakt releja sklopiti ili isklopiti, tako i malenom strujom baze I_b možemo propustiti, ili nepropustiti, relativno veliku struju I_c. Struja baze I_b odgovara prema tome struji svitka, a struja I_c struji koja teče kroz kontakte releja. Karakteristika tranzistora, s parametrom I_b, za slučaj rada kao pomoćnog releja prikazana je na sl. 18. U točki B tranzistor je »otvoren«, (područje zasićenja), pad napona U_{ce} je vrlo malen, za razliku od točke A, gdje je pad napona znatno veći. U tom slučaju je tranzistor »zatvoren« (zaporno područje), no ipak za razliku od otvorenog kontakta, teče neka minimalna odvodna struja, dakle $I_c \approx 0$.



Sl. 18 Karakteristike tranzistora u režimu rada sklopke (pomoćnog releja)



Sl. 17 Tranzistor kao pomcćni relej

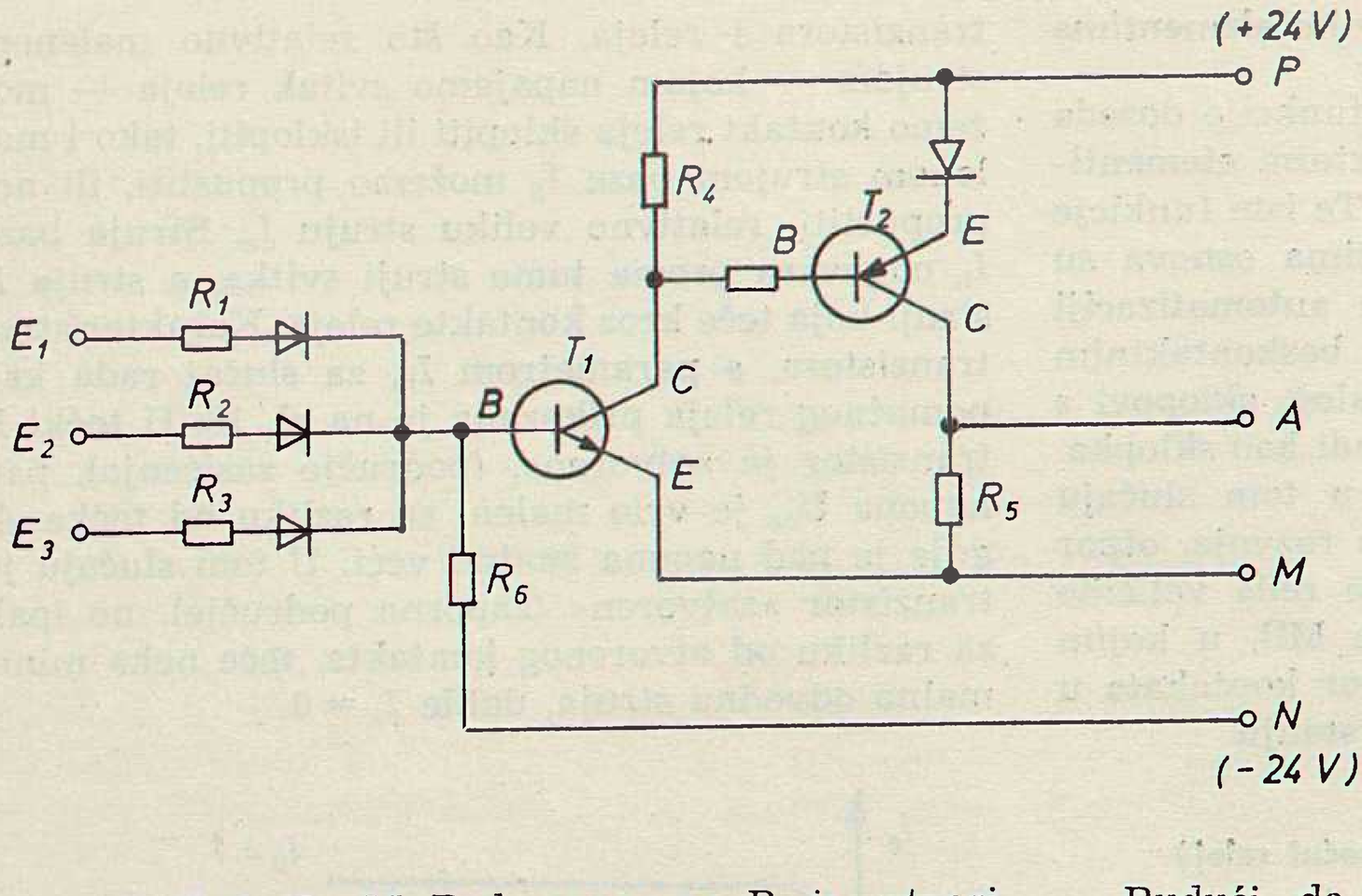
4.2 Realizacija »ili« funkcije

Na sl. 19 prikazana je shema jedne izvedbe »ili« funkcije (simatic sistem — Siemens) koja je u osnovi realizirana s dva tranzistora u spoju zajedničkog emitera, jednog NPN i drugog PNP tranzistora. Napomenimo da ima i drugih izvedbi koje se razlikuju, osim prema proizvođaču, i prema tome da li su izvedene pasivnim (diode i otpornici bez tranzistora) ili aktivnim elementima (tranzistori).

Pokušajmo sada, na osnovi onoga što je rečeno o tranzistoru kao pomoćnom releju, objasniti princip rada »ili« funkcije na sl. 19. Dođe li na bilo koji od tri ulaza E_1, E_2 i E_3 signal »1« mora se taj signal pojaviti i na izlazu A.

Pod signalom »1« smatramo ovdje određeni napon U (npr. 24 V) koji se pojavi između bilo kojeg ulaza E_1, E_2, E_3 i mase M (0 V). Pretpostavimo da se taj signal pojavio na ulazu E_1.

U tom slučaju će u krugu E_1, R_1, B, E, M poteći struja I_b koja će otvoriti tranzistor T_1, odnosno dovesti ga u zaporno područje, dakle smanjiti otpor kolektor-emiter od reda veličine MΩ na red veličine mΩ. Sada će poteći struja u krugu P, R_4, C, E, M. Uslijed pada napona na R_4 poteći će mala struja baze tranzistora T_2 (PNP spoj) što će uzrokovati njegovo otvaranje, odnosno tok struje u



Sl. 19 »ili« funkcija u beskontaktnoj tehnici

krugu P, E, C, R_5, M. Pad napona na R_5 je ustvari signal »1« (24 V) na izlazu jer su točke Pi A za vrijeme vođenja tranzistora T_2 na približno istom potencijalu.

Tranzistor T_1 dobiva preko R_6 — 24 V čime se povećava sigurnost njegovog nekontroliranog otvaranja uslijed pojave induciranog napona smetnje, koji bi mogao protjerati struju u pravcu B, E. Sistem će anologno djelovati, ako se pojavi signal »1« na nekom drugom ulazu. To će očito biti slučaj i kod pojave istovremenog signala »1« na svim ulazima.

Ako se pak pojavi signal »0« ne će poteći struja baze tranzistora T_1, što će uzrokovati da se na stezaljki A pojavi također signal »0«, tj. točka A bit će na istom potencijalu, kao i točka M.

Prema izloženom, može se uočiti razlika između kontaktnih i bezkontaktnih realizacija funkcija Algrbre sklopova. Kontakti galvanski odvajaju strujni krug i nisu osjetljivi na inducirane napone smetnje koji bi ih mogli aktivirati, dok su beskontaktni elementi mnogo manji, brži, otporniji na prašinu i habanje, i zgodniji za izvedbu većih logičkih sklopova, ali zato zahtijevaju poseban izvor napona (u našem slučaju na sl. 19 $\pm$ 24 V).

5. O pravilima računanja

Algebra sklopova, kao i svaka druga Algebra, ima pravila pomoću kojih se mogu brže i jednostavnije rješavati problemi. Neka pravila smo već upoznali, pri čemu smo primjenjivali operacije s brojevima: 0 ili 1.

Pravila se općenito koriste u analizi i sintezi problema, pri čemu pod analizom razumijevamo matematičku obradu gotovog, već načinjenog sklopa radi minimizacije elemenata sklopa ili transformacije sklopa u neki drugi oblik, a pod sintezom stvaranja novog sklopa čija je funkcija zadana. Najprije navedimo neka osnovna pravila u čiji dokaz na ovom mjestu ne ćemo posebno ulaziti, ali koja svaki čitalac, na osnovi dosada izložene materije, može sam provjeriti.

Budući da je zadatak Algebre proučavanje operacija s općim brojevima definirat ćemo pravila s općim binomnim varijablama $a, b, \ldots z$.

Konstanta i binarna varijabla

$$0 \cdot a = 0 \qquad (6)$$
$$1 \cdot a = a$$

$$0 \cdot a \cdot b \ldots z = 0 \qquad (7)$$
$$1 \cdot a \cdot b \ldots z = a \cdot b \ldots z$$

$$0 \vee a = a \qquad (8)$$
$$1 \vee a = 1$$

$$0 \vee a \vee b \vee \ldots \vee z = a \vee b \vee \ldots \vee z \qquad (9)$$
$$1 \vee a \vee b \vee \ldots \vee z = 1$$

Više istih varijabli

$$a \cdot a \ldots a = a \qquad (10)$$
$$a \vee a \vee \ldots \vee a = a$$

$$a \cdot \bar{a} = 0 \qquad (11)$$
$$a \vee \bar{a} = 1$$

Zakon komutacije

$$a \vee b = b \vee a \qquad (12)$$
$$a \cdot b = b \cdot a$$

Zakon asocijacije

$$a \cdot b \cdot c = a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c \qquad (13)$$
$$a \vee b \vee c = a \vee (b \vee c) = (a \vee b) \vee c$$

Zakon distribucije

$$a \cdot b \vee a \cdot d = a(b \vee d) \qquad (14)$$

Na osnovi (14) može se izvesti važna relacija (15)

$$(a \vee b) \cdot (a \vee c) = a \vee b \cdot c \qquad (15)$$

Vrijedi

$$\begin{aligned}(a \vee b) \cdot (a \vee c) &= a \cdot a \vee a \cdot c \vee b \cdot a \vee b \cdot c \\ &= a \vee a \cdot c \vee b \cdot a \vee b \cdot c \\ &= a(1 \vee c \vee b) \vee b \cdot c \\ &= a \vee b \cdot c\end{aligned}$$

Zakon inverzije

$$\overline{a \cdot b} = \bar{a} \vee \bar{b}$$
$$\overline{a \vee b} = \bar{a} \cdot \bar{b} \qquad (16)$$

ili općenito, De Morganov teorem

$$\overline{a \cdot b \cdot b \ldots z} = \bar{a} \vee \bar{b} \vee \bar{c} \vee \ldots \vee \bar{z}$$
$$\overline{a \vee b \vee c \ldots \vee z} = \bar{a}\,\bar{b} \cdot \bar{c} \ldots \bar{z} \qquad (17)$$

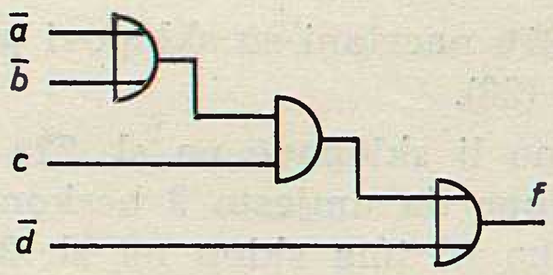
Još općenitije vrijedi Shannonov teorem:

$$\overline{F(a, b, c, \ldots z, \text{"}\cdot\text{"}, \text{"}\vee\text{"})} = F(\bar{a}, \bar{b}, \bar{c} \ldots \bar{z}\,\text{"}\vee\text{"}, \text{"}\cdot\text{"}), \qquad (18)$$

prema kojemu je »ne« funkcija (inverzija) bilo koje funkcije $F(a, b, c \ldots z)$ tj. $\overline{F}(a, b, c \ldots z)$ jednaka istoj funkciji »ne« varijabli $F(\bar{a}, \bar{b}, \bar{c} \ldots \bar{z})$ uz međusobnu zamjenu »i« funkcije »ili« funkcijom i obrnuto.

Zakon inverzije, odnosno spomenuti teoremi, omogućavaju zamjenu osnovnih funkcija sa »ni« i »nili« funkcijama i obrnuto, što je u praktičnoj upotrebi veoma važno.

Za ilustraciju neka nam posluži primjer sklopa na sl. 20 koji je izveden osnovnim funkcijama. Iz praktičnih razloga, zbog nedostatka logičkih elemenata koji realiziraju osnovne funkcije, neka se taj sklop realizira funkcijama »ni« i »nili«.



Sl. 20 Sklop za ilustraciju zakona inverzije

Jednadžba sklopnog stanja glasi:

$$f = (a \vee b) \cdot c \vee \bar{d} \qquad (19)$$

Ako član u zagradi dva puta invertiramo njegova se vrijednost neće promijeniti:

$$f = \overline{\overline{(a \vee b)}} \cdot c \vee \bar{d}$$

Primjenimo li sada na njega zakon inverzije imat ćemo:

$$f = (\bar{a} \cdot b) \cdot c \vee \bar{d}$$

Stavimo,

$$A = \overline{(\bar{a} \cdot \bar{b})}$$

pa možemo pisati

$$f = A \cdot c \vee \bar{d}$$

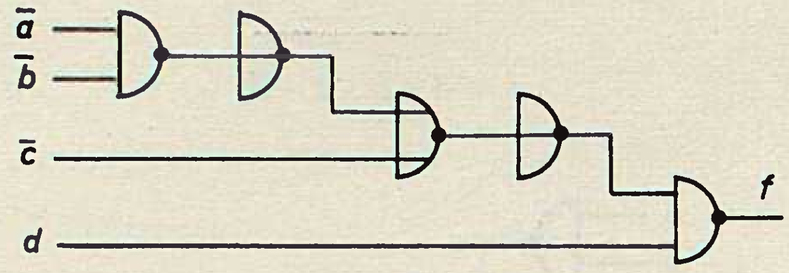
odnosno, koristeći isti postupak,

$$f = \overline{\overline{A \cdot c}} \vee \bar{d} = \overline{\overline{A} \vee \bar{c}} \vee \bar{d}$$
$$B = \overline{\overline{A} \vee c}$$
$$f = B \vee \bar{d} = \overline{\overline{B \vee \bar{d}}} = \overline{\bar{B} \cdot d} \qquad (20)$$

Uvrstimo sada vrijednosti B i A u (20).

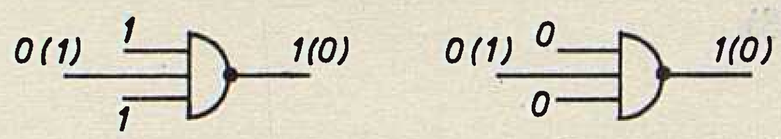
$$f = \overline{\overline{(\bar{A} \vee c)} \cdot d}$$
$$f = \overline{\overline{[(\bar{a} \cdot \bar{b}) \vee \bar{c}]} \cdot d} \qquad (21)$$

Na sl. 21 nacrtan je sklop prema izrazu (21) koji, iako različite strukture, realizira istu jednadžbu (19), ali s »ni« i »nili« funkcijama.



Sl. 21 Sklop prema izrazu (21)

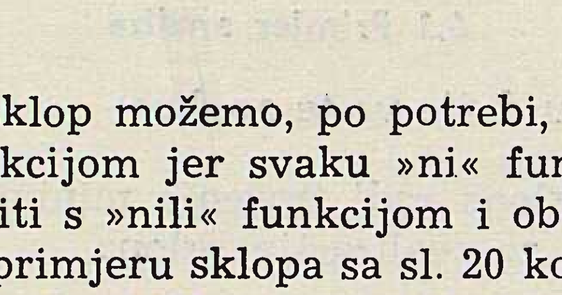
Napomenimo da svaku »ne« funkciju možemo realizirati također sa »ni« ili »nili« funkcijom, ako kod »ni« funkcije na sve ulaze, osim jednog, (na sl. 22 srednjeg) stalno dovedemo signal »1«, a kod »nili« funkcije signal »0« (sl. 22).



Sl. 22 Realizacija »ne« funkcije »ni« odnosno »nili« funkcijom

I čitav sklop možemo, po potrebi, izvesti samo jednom funkcijom jer svaku »ni« funkciju možemo zamijeniti s »nili« funkcijom i obrnuto. Pokažimo to na primjeru sklopa sa sl. 20 koji je još jednom nacrtan na sl. 23 s uvedenim pomoćnim varijablama u i v.

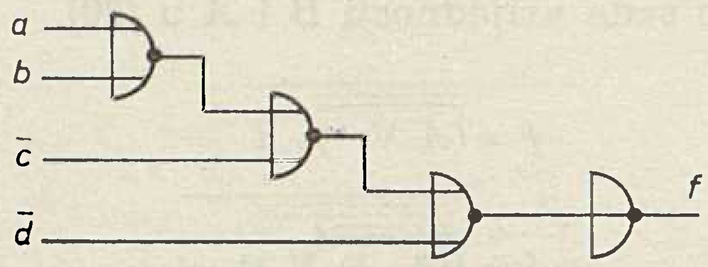
$$u = a \vee b = \overline{\overline{a \vee b}}$$
$$\bar{u} = \overline{\overline{a \vee b}} = \overline{\bar{a} \vee \bar{b}}$$
$$v = uc = \overline{\bar{u} \cdot c} = \overline{\bar{u} \vee \bar{c}}$$
$$f = v \vee \bar{d} = \overline{\overline{v \vee \bar{d}}}$$



Sl. 23 Sklop sa sl. 20 s uvedenim pomoćnim varijablama u i v

odakle se odmah može nacrtati sklop sa samo »nili« funkcijama (sl. 24) čija jednadžba glasi:

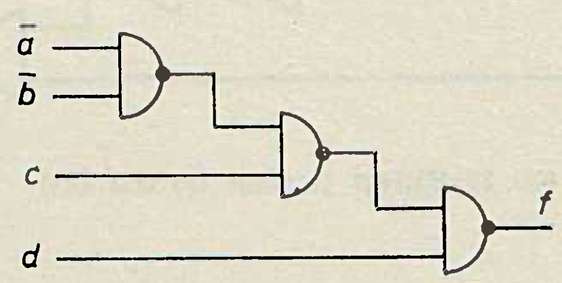
$$f = \overline{\overline{(a \vee b \vee \bar{c})} \vee \bar{d}} \qquad (22$$



Sl 24. Izvedba sklopa sa sl. 20 s »nili« funkcijama

Radi potpunosti nacrtan je na sl. 25 sklop realiziran samo s »ni« funkcijama, prema izrazu:

$$f = \overline{\overline{\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d}} \qquad (23)$$



Sl. 25 Izvedba sklopa sa sl. 20. s »ni« funkcijama

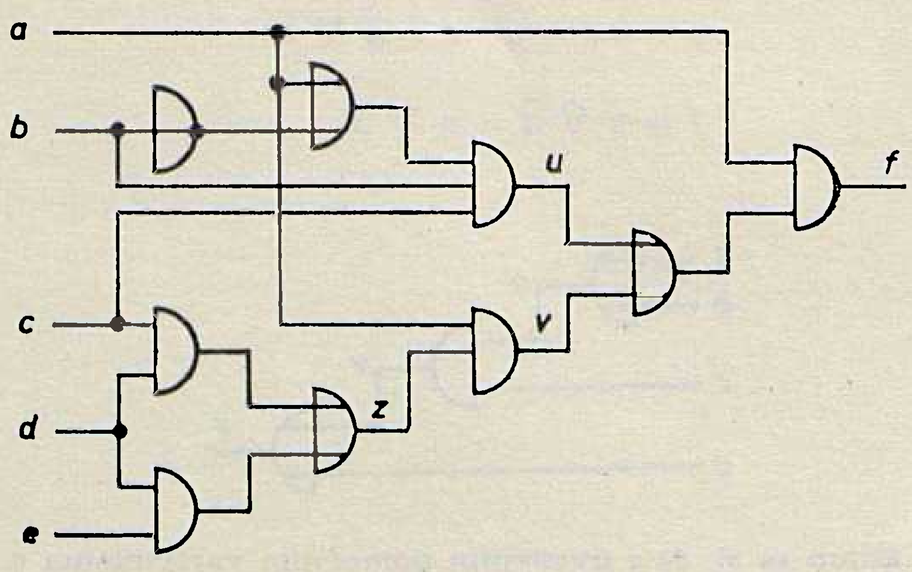
Jednadžba (21) identična je jednadžbi (19) — u što se možemo uvjeriti, ako ukinemo dvostruke inverzije u jednadžbi (21) i primjenimo zakon inverzije. Identičnost sa (19) vrijedi također za jednadžbe (22) i (23).

6. Primjeri upotrebe albegre sklopova

6.1 Primjer analize

Moguće su dvije vrste analiza:

1. Analiza sklopa radi traženja minimalnog broja elemenata za realizaciju sklopa.
2. Analiza sklopnog stanja koja ima za cilj analizu sklopne jednadžbe, radi traženja uvjeta pod kojima će izlazna varijabla nekog zadanog sklopa poprimiti vrijednosti »0« ili »1«.



Sl. 26 Sklop uz primjer analize

Neka je zadan sklop kao na sl. 26. Provedimo prvu nalizu, tj. potražimo da li je moguće načiniti isti sklop s manjim brojem elemenata.

Najprije napišemo funkciju sklopnog stanja (sklopnu jednadžbu) pri čemu uvedimo, radi lakšeg pisanja, pomoćne varijable u i v.

$$u = a \cdot c\,(b \vee \bar{a})$$

$$v = b\,(c \cdot d \vee d \cdot e)$$

$$f = b\,(u \vee v)$$

$$f = b\,[a \cdot c\,(b \vee \bar{a}) \vee b\,(c \cdot d \vee d \cdot e)] \qquad (24)$$

Pokušajmo sada, koristeći matematički aparat Algebre sklopova, pojednostaviti izraz radi dobijanja manjeg broja elemenata. Najprije se riješimo uglate, a zatim okrugle zagrade:

$$f = b \cdot a \cdot c\,(b \vee \bar{a}) \vee b \cdot b\,(c \cdot d \vee d \cdot e)$$

$$f = b \cdot b \cdot a \cdot c \vee b \cdot a \cdot c\bar{a} \vee b \cdot b \cdot c \cdot d \vee b \cdot b \cdot d \cdot e \qquad (25)$$

Budući da je:

$$b \cdot b = b \qquad \text{i} \qquad a \cdot \bar{a} = 0$$

možemo pisati

$$f = a \cdot b \cdot c \vee b \cdot c \cdot d \vee b \cdot d \cdot e \qquad (26)$$

ili ako izlučimo b:

$$f = b\,(a \cdot c \vee c \cdot d \vee d \cdot e) \qquad (27)$$

odnosno c, kao zajednički faktor prva dva člana u zagradi:

$$f = b\,[c\,(a \vee d(\vee d \cdot e) \qquad (28)$$

Na sl. 27a i 27b nacrtani su sklopovi prema izrazu (26) odnosno (28).

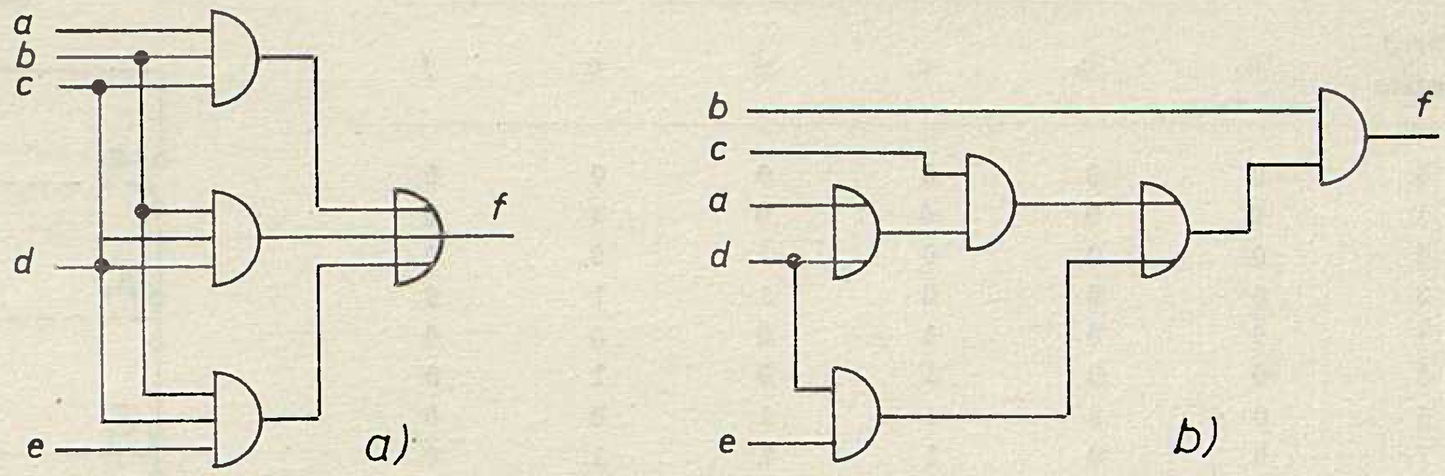
Usporedimo li sklopove na sl. 27a i b s onim na sl. 26 vidimo da umjesto 9 beskontaktnih elemenata, koliko ih ima sklop na sl. 26, imamo 4 (sl. 27a) odnosno 5 (sl. 27b) elemenata što je jednostavnije i jeftinije.

Ako se sklopna funkcija (26) želi izvesti kontaktnim elementima, tada je jednostavnija forma (27) na sl. 27b koja daje 6 kontakata, za razliku od forme (26) na sl. 27a koja daje 9 kontakata (sl. 28).

Da pokažemo drugu analizu, tj. analizu sklopnog stanja, pođimo od izraza (26). Budući da u ovom slučaju imamo ukupno pet nezavisnih varijabli bit će ukupno 25 mogućih stanja izlazne varijable što ih je potrebno razmotriti. U tu svrhu korisno je napisati tablicu sklopnog stanja, no prije toga napišimo izraz (27) u tzv. normalnoj »ili« — formi, pomoću koje ćemo lakše ispuniti tablicu sklopnog stanja.

Normalna »ili« — forma predstavlja takav oblik jednadžbe sklopnog stanja koji se sastoji od članova međusobno vezanih »ili« funkcijom. Svaki član sastoji se od svih nezavisnih varijabli (ili njihovih »ne« funkcija) zastupljenih u funkciji sklopnog stanja, a varijable su međusobno vezane »i« funkcijom.

Napomenimo da postoji i tzv. normalna »I« — forma kod koje su članovi vezani »I« funkcijom, a varijable unutar članova »ili« funkcijom. U većini slučajeva lakše je, međutim, raditi s normalnom »ili« — formom.



Sl. 27 Sklopovi prema a) izrazu (26) i b) izrazu (28)

Da bi došli do normalne »ili« — forme nadopunimo svaki član izraza (26) onim varijablama koje nisu zastupljene u tom članu. U prvom članu nedostaju varijable *d* i *e*, u drugom *a* i *e*, i u trećem *a* i *c*.

Imamo:

$$f = a \cdot b \cdot c(d \vee \bar{d}) \cdot (e \vee \bar{e}) \vee b \cdot c \cdot d(a \vee \bar{a}) \cdot (e \vee \bar{e}) \vee$$
$$\vee b \cdot d \cdot e(a \vee \bar{a}) \cdot (c \vee \bar{c}) \qquad (29)$$

$$f = a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \vee a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot \bar{e} \vee a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} \cdot e \vee$$
$$a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} \cdot \bar{e} \vee a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \vee a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot \bar{e} \vee$$
$$\vee \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d \cdot \bar{e} \vee a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \vee$$
$$\vee a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d \cdot e \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \vee \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d \cdot e$$

odnosno, nakon ukidanja jednakih, dakle prekobrojnih (redundantnih), članova:

$$f = a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \vee a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot \bar{e} \vee a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} \cdot e \vee$$
$$\vee a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} \cdot \bar{e} \vee \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d \cdot \bar{e} \vee \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d \cdot \vee$$
$$\vee \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d \cdot e \qquad (30)$$

Očito je da će zavisna varijabla *f* poprimiti vrijednost »1« u svakom slučaju kada bilo koji član normalne »ili« — forme poprimi vrijednost »1«. To će biti kada u prvom članu izraza (30) sve varijable a do e poprime vrijednost »1«, ili kada u drugom članu varijable a do d poprime vrijednost »1« a varijable e vrijednost »0«, ili kada ... itd.

Budući da u našem slučaju imamo ukupno 8 ili — članova poprimit će izlazna varijabla *f* osam puta vrijednost »1« i to baš tada, kada budu ispunjeni spomenuti uvjeti. U svim ostalim slučajevima bit će vrijednost varijable *f* = »0«. Na taj način moguće je jednostavno ispuniti tablicu sklopnog stanja. Tablica je prikazana na sl. 29 i ima ukupno 2^5, dakle 32 retka, koji su označeni od 0 do 31. Vrijednosti varijabli prikazani su stupcima (ukupno 5 stupaca nezavisnih varijabli), pri čemu smo se držali pravila da u prvom stupcu napišemo najprije 16 nula a zatim 16 jedinica, u drugom naizmjence 8 nula i 8 jedinica itd., da bi u petom stupcu naizmjence pisali 0 i 1. Na taj način obuhvaćeni su svi mogući slučajevi.

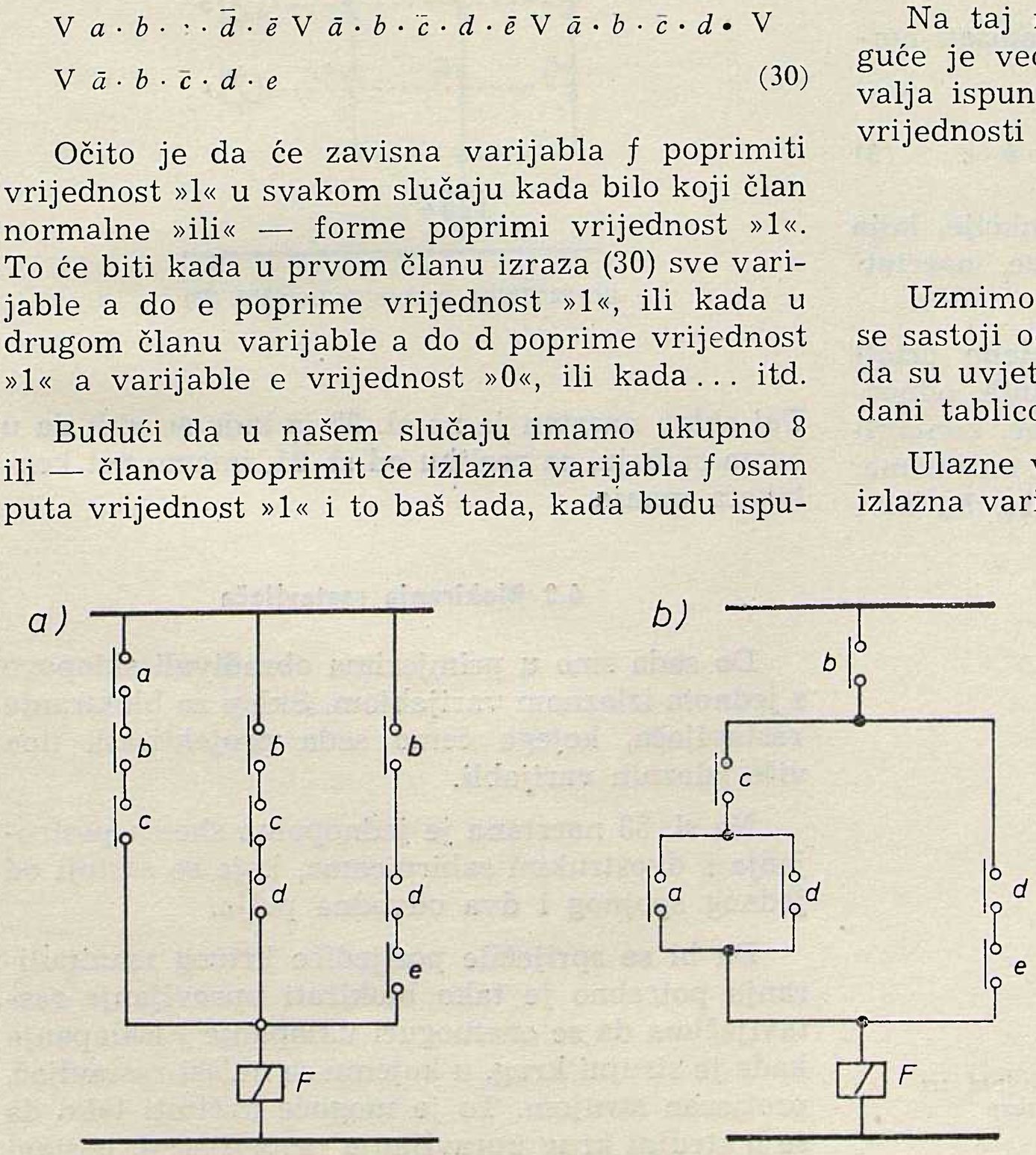
Šesti stupac, u kojega je potrebno unijeti vrijednosti zavisne varijable *f*, ispunit ćemo koristeći normalnu »ili« — formu (30). Vrijednosti koje odgovaraju prvom članu nalaze se u 30. retku, zatim one koje odgovaraju drugom članu u 31. retku itd. Za sve te slučajeve ima varijabla *f* vrijednost»1«, dok u ostalim slučajevima preostaje vrijednost »0«.

Na taj način, koristeći Algebru sklopova moguće je veoma pregledno vidjeti koje sve uvjete valja ispuniti da bi zavisna varijabla *f* poprimila vrijednosti »1« ili »0«.

6.2 Primjer sinteze

Uzmimo da je potrebno projektirati sklop koji se sastoji od tri ulazne i jedne izlazne varijable, i da su uvjeti koji pritom moraju biti ispunjeni zadani tablicom na sl. 30.

Ulazne varijable označene su sa *a*, *b*, *c*, dok je izlazna varijabla označena sa *z*.



Sl. 28 Kontaktna realizacija a) sklopa na sl. 27a, b) sklopa na sl. 27b

Broj retka	a	b	c	d	e	f
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	1	0
4	0	0	1	0	0	0
5	0	0	1	0	1	0
6	0	0	1	1	0	0
7	0	0	1	1	1	0
8	0	1	0	0	0	0
9	0	1	0	0	1	0
10	0	1	0	1	0	0
11	0	1	0	1	1	1
12	0	1	1	0	0	0
13	0	1	1	0	1	0
14	0	1	1	1	0	1
15	0	1	1	1	1	1
16	1	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	1	0
18	1	0	0	1	0	0
19	1	0	0	1	1	0
20	1	0	1	0	0	0
21	1	0	1	0	1	0
22	1	0	1	1	1	0
23	1	0	1	1	1	0
24	1	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1	0
26	1	1	0	1	0	0
27	1	1	0	1	1	1
28	1	1	1	0	0	1
29	1	1	1	0	1	1
30	1	1	1	1	0	1
31	1	1	1	1	1	1

Sl. 29 Tablica sklopnog stanja sklopa sa sl. 26

Iz zadanih uvjeta možemo odmah napisati normalnu »ili« — formu:

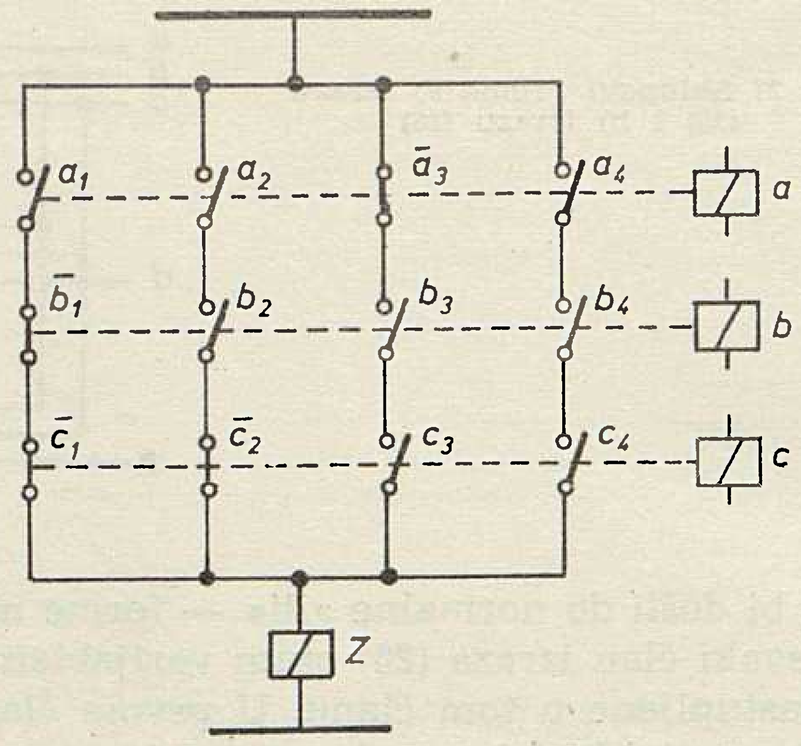
$$z = a \cdot \bar{b} \cdot c \vee a \cdot b \cdot \bar{c} \vee \bar{a} \cdot b \cdot c \vee a \cdot b \cdot c \qquad (31$$

i na osnovi tako napisane sklopne funkcije, koja u sebi implicira sve moguće slučajeve, nacrtati sklop (sl. 31) u kontaktnoj tehnici.

Sklop je nacrtan kako je uobičajeno crtati sklopnike s odgovarajućim brojem radnih, odnosno mirnih, kontakata. Pri tom se, naime, kontakti označavaju s istim slovom ali različitim indeksima. Npr. sklopnik b ima radne kontakte b_2, b_3, b_4 i mirni kontakt $\bar{b}_1$.

	a	b	c	z
0	0	0	0	0
1	1	0	0	1
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	1	1	0	1
5	1	0	1	0
6	0	1	1	1
7	1	1	1	1

Sl. 30 Tablica uvjeta uz primjer sinteze

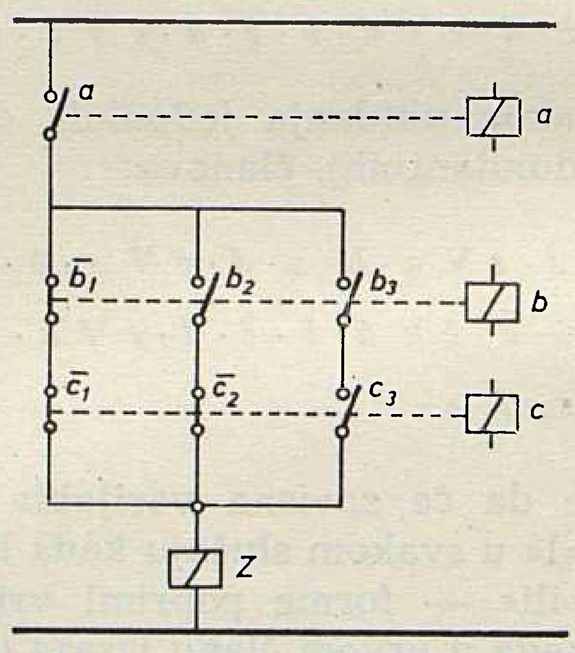


Sl. 31 Sklop u kontaktnoj tehnici prema izrazu (31)

Koristeći analizu možemo minimizirati sklop sa sl. 31 radi njegove realizacije manjim brojem kontakata:

$$z = a \cdot (\bar{b} \cdot \bar{c} \vee b \cdot \bar{c}) \vee b \cdot c \cdot (\bar{a} \vee a)$$

$$z = a \cdot (\bar{b} \cdot \bar{c} \vee b \cdot \bar{c}) \vee b \cdot c \qquad (32)$$



Sl. 32 Sklop prema jednadžbi (32)

Taj sklop nacrtan je na sl. 32 iz koje se vidi da u ovom slučaju, za razliku od sl. 31, imamo pet kontakata manje.

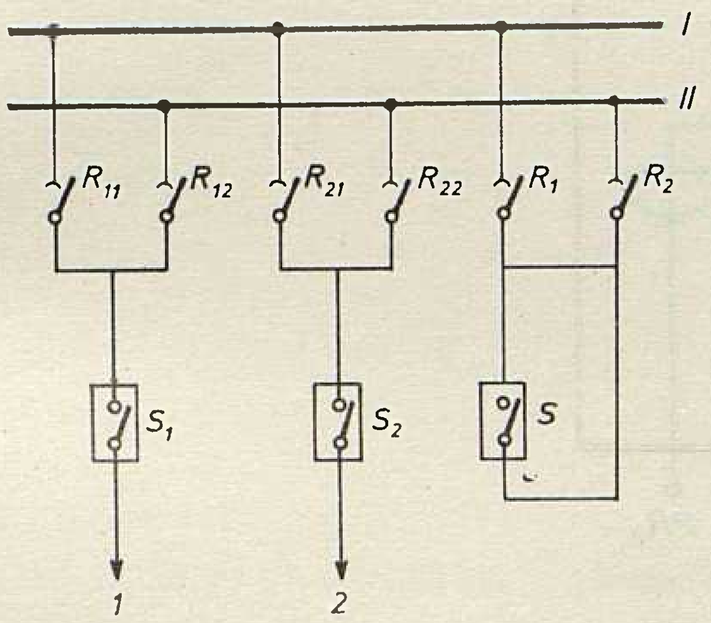
6.3 Blokiranje rastavljača

Do sada smo u primjerima obrađivali sklopove s jednom izlaznom varijablom. Sklop za blokiranje rastavljača, kojega ćemo sada projektirati, ima više izlaznih varijabli.

Na sl. 33 nacrtana je jednopolna shema postrojenja s dvostrukim sabirnicama, koje se sastoji od jednog spojnog i dva odvodna polja.

Da bi se spriječile posljedice krivog manipuliranja potrebno je tako blokirati upravljanje rastavljačima da se onemogući uklapanje i isklapanje kada je strujni krug, u kojemu se nalazi rastavljač, protjecan strujom. To je moguće načiniti tako da se u strujni krug upravljanja rastavljačem postavi

radni kontakt a pomoćnog releja A (sl. 34), koji će biti uzbuđen, tj. radni kontakt zatvoren, uvijek kada je sklopka isklopljena. Prema tome uvjet da se rastavljčem može upravljati, odnosno da rastavljač bude deblokiran A = 1, odnosno a = 1.



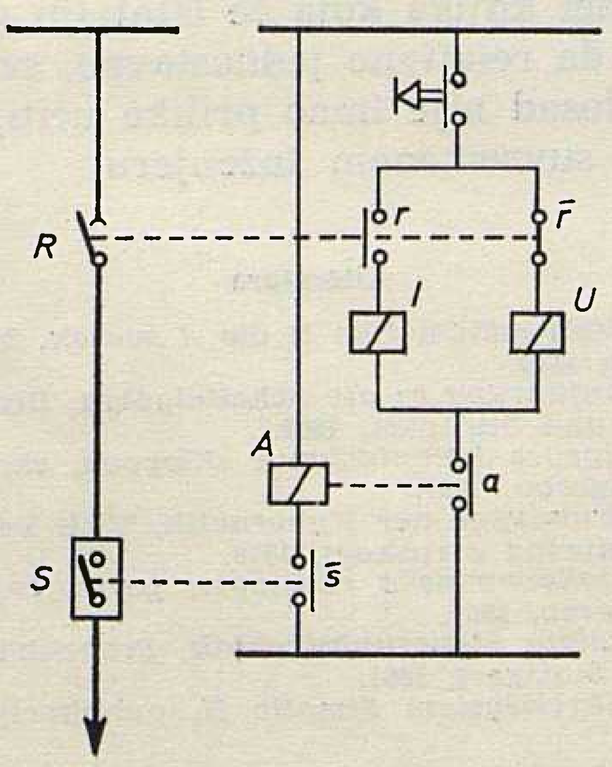
Sl. 33 Jednopolna shema postrojenja s dvostrukim sabirnicama dva odvoda i spojnim poljem

U našem slučaju postrojenja na sl. 33 neka ulogu releja A imaju pomoćni releji rastavljača, koje označimo oznakom PR, tj. PR_{11}, PR_{12} . . .

Dakle, jedino onda kada pomoćni relej PR_{11} bude uzbuđen moći će se upravljati rastavljačem R_{11}.

Pomoćnih releja, odnosno zavisnih (izlaznih) varijabli, imamo koliko i rastavljača, tj. šest. Za svaku od njih valja ispuniti tablicu sklopnog stanja, uzevši u obzir uvjete blokiranja koji moraju biti ispunjeni.

Npr. zavisna varijabla PR_{11} ovisit će o nezavisnim varijablama s_1, s, r_{12}, r_1, r_2, tj. blokiranje rastavljača R_{11} ovisit će o stanju sklopki S_1 i S i rastavljača R_{12}, R_1, R_2.



Sl. 34 Blokiranje rastavljača pomoćnim relejem A

Na sl. 35 ispunjena je tablica sklopnog stanja za taj primjer, na osnovi koje možemo napisati normalnu — »ili« formu:

$$PR_{11} = \bar{s}_1 \cdot s \cdot \bar{r}_{12} \cdot \bar{r}_1 \cdot \bar{r}_2 \vee \bar{s}_1 \cdot \bar{s} \cdot \bar{r}_{12} \cdot \bar{r}_1 \cdot r_2 \vee$$
$$\vee \bar{s}_1 \cdot \bar{s} \cdot \bar{r}_{12} \cdot r_1 \cdot \bar{r}_2 \vee \bar{s}_1 \cdot \bar{s} \cdot \bar{r}_{12} \cdot r_1 \cdot r_2 \vee$$
$$\vee \bar{s}_1 \cdot s \cdot \bar{r}_{12} \cdot r_1 \cdot \bar{r}_2 \vee \bar{s}_1 \cdot s \cdot \bar{r}_{12} \cdot \bar{r}_1 \cdot r_2 \vee$$
$$\vee \bar{s}_1 \cdot s \cdot \bar{r}_{12} \cdot r_1 \cdot r_2 \vee \bar{s}_1 \cdot s \cdot \bar{r}_{12} \cdot r_1 \cdot r_2 \vee$$
$$\vee \bar{s}_1 \cdot s \cdot r_{12} \cdot r_1 \cdot r_2 \vee s_1 \cdot s \cdot r_{12} \cdot r_1 \cdot r_2$$

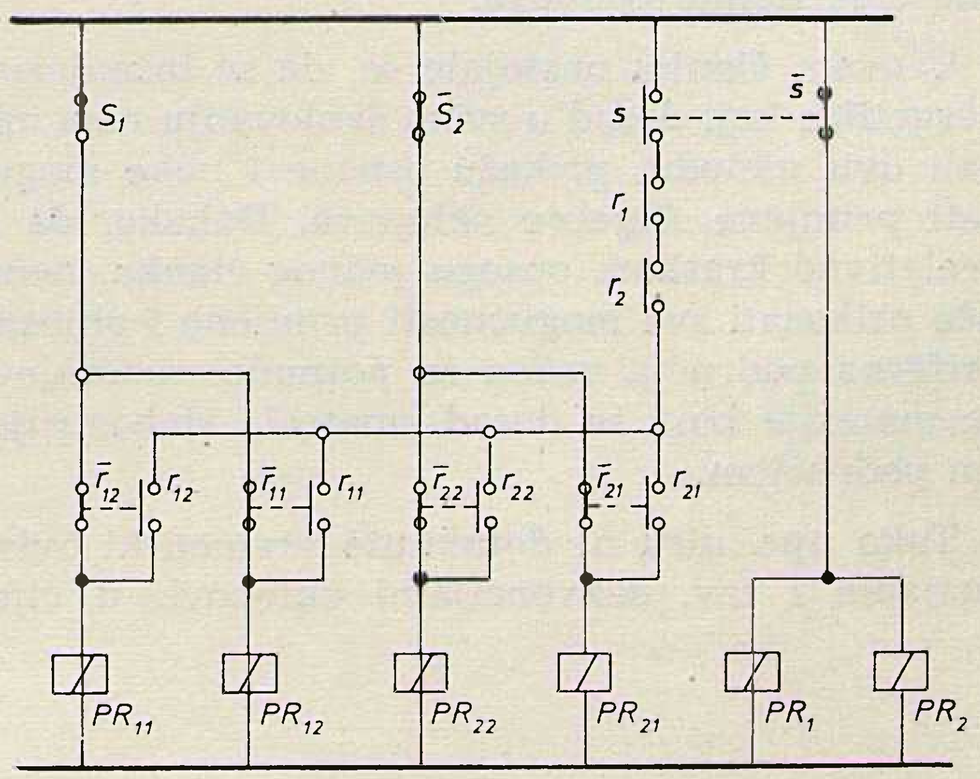
koju možemo svesti na izraz:

$$PR_{11} = \bar{s}_1 \cdot \bar{r}_{12} \vee [s \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_{12} \qquad (33a$$

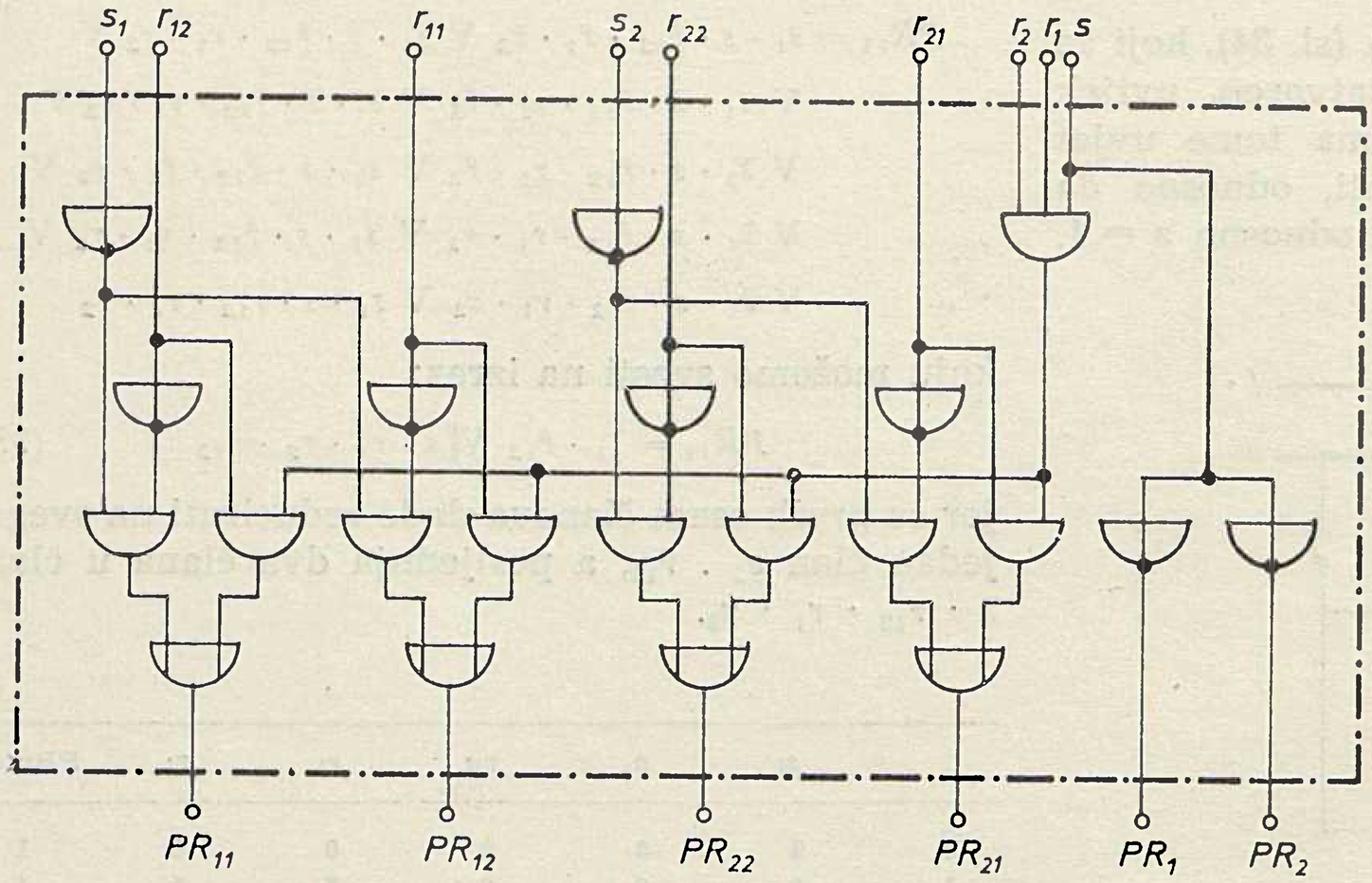
jer se prvih osam članova dade reducirati na svega jedan član $s_1 \cdot \bar{r}_{12}$, a posljednja dva člana u član $s \cdot r_{12} \cdot r_1 \cdot r_2$.

	s_1	s	r_{12}	r_1	r_2	PR_{11}
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	1	1
4	0	0	1	0	0	0
5	0	0	1	0	1	0
6	0	0	1	1	0	0
7	0	0	1	1	1	0
8	0	1	0	0	0	1
9	0	1	0	0	1	1
10	0	1	0	1	0	1
11	0	1	0	1	1	1
12	0	1	1	0	0	0
13	0	1	1	0	1	0
14	0	1	1	1	0	0
15	0	1	1	1	1	1
16	1	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	1	0
18	1	0	0	1	1	0
19	1	0	0	1	1	0
20	1	0	1	0	0	0
21	1	0	1	0	1	0
22	1	0	1	1	0	0
23	1	0	1	1	1	0
24	1	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1	0
26	1	1	0	1	0	0
27	1	1	0	1	1	0
28	1	1	1	0	0	0
29	1	1	1	0	1	0
30	1	1	1	1	0	0
31	1	1	1	1	1	1

Sl. 35 Tablica sklopnog stanja sklopa za blokiranje rastavljača R_{11}



Sl. 36 Sklopne funkcije (33) u kontaktnoj tehnici



Sl. 37 Sklopne funkcije (33) u beskontaktnoj tehnici

S malo rutine može se izbjeći crtanje tablice sklopnog stanja i odmah, analizirajući »u glavi« uvjete blokiranja, napisati sklopnu funkciju.

Na taj način napisani su izrazi za ostale zavisne varijable:

$$PR_{12} = \bar{s}_1 \cdot \bar{r}_{11} \vee s \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_{11}$$
$$PR_{21} = \bar{s}_2 \cdot \bar{r}_{22} \vee s \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_{22}$$
$$PR_{22} = \bar{s}_2 \cdot \bar{r}_{21} \vee s \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_{21} \qquad (33b)$$
$$PR_1 = \bar{s}$$
$$PR_2 = \bar{s}$$

Na sl. 36 nacrtane su funkcije (33) u kontaktnoj, a na sl. 37 iste funkcije u beskontaktnoj tehnici.

7. Pogovor

Suvremena tehnička znanost koja, ponajviše zaslugom elektroničkih računala napreduje skokovitim koracima, zahtijeva od inženjera permanentno praćenje i savladavanje novih metoda. I algebra sklopova kao primijenjena matematička disciplina, pruža nove mogućnosti pri projektiranju i analizi rada električnih sklopova.

U ovom članku nastojalo se, da se inženjerima energetike, koji dosad u svom školovanju nisu upoznali ovu metodu, prikažu osnove i neke mogućnosti primjene Algebre sklopova. Dakako, da je, u relativno kratkom opsegu jednog članka, nemoguće prikazati sve mogućnosti primjene i objasniti periferna područja važna za potpuno razumijevanje materije koja se dosad smatrala slabostrujaškim područjem.

Tako npr. nisu ni dotaknute vremenski ovisne varijable i tzv. sekvencijalni sklopovi, u čijem projektiranju, doduše, ne pomaže mnogo Algebra sklopova, ali koji su u praksi važniji.

Također nije bilo govora ni o postupcima za minimizaciju elemenata kao što su: Karnaugh-ove tablice, Vennovi dijagrami i Veitchevi dijagrami, Quineova metoda itd., što čitalac može naći, npr. u L3.

O širokim mogućnostima primjene Algebre sklopova (Boolove algebre) također nije bilo posebno govora. Spomenimo zato, na ovom mjestu, da se ova algebra koristi kao matematička metoda pri rješavanju problema na digitalnom elektroničkom računalu (npr. izbor elemenata mreže) kao i u teoriji pouzdanosti.

U literaturi, pogotovo našoj, veoma su rijetki radovi iz ovog područja i općenito područja digitalne tehnike, pisani, za inženjera energetike, dovoljno razumljivim jezikom. Češće se takvi radovi mogu naći u stranoj literaturi, kao npr. L2 i L6.

Ipak, uskoro će u izdanju Školske knjige iz Zagreba izaći knjiga koja će čitatelju pružiti momogućnost da relativno jednostavno, svlada materiju koju dosad nije imao prilike učiti, a koja je neophodna suvremenom inženjeru.

Literatura

[1] Blanuša: *Viša matematika II dio, I svezak,* Tehnička knjiga Zagreb, 1969.
[2] Bühler: *Einführung in die Schaltalgebra,* Birkhäuser Verlag Basel und Stuttgart, 1967.
[3] Župan: *Algebra komutacionih sklopova, skripte,* Sveučilište u Zagrebu, 1967.
[4] Lerner: *Grundzüge der Kybernetik,* VEB Verlag Technik Berlin (prijevod s ruskog), 1970.
[5] Požar: *Visokonaponska rasklopna postrojenja,* Tehnička knjiga Zagreb, 1967.
[6] Hahn: *Digitale Steuerungstechnik,* Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart, 1961.
[7] — : *Schaltkreissystem Simatic N,* publikacija firme Siemens 1970.

Naslov pisca: Mr Nikola Čupin, dipl. ing.
Elektrotehnički fakultet, Zagreb

TERMINAL 7020 U DALEKOVODU I INSTITUTU ZA ELEKTROPRIVREDU

ELEKTRONIČKI RAČUNSKI CENTAR RAZGLEDAO JE I LAZAR LJUBIŠA GENERALNI DIREKTOR JUGELA



U ponedjeljak, 27. studenoga, održana je zajednička proslava Dalekovoda i Instituta za elektroprivredu u povodu puštanja u rad elektroničkog računskog centra.
Ta je proslava rezultat višegodišnjih napora i želja oba poduzeća da svoje poslovanje unaprijede i da mu dadu novo, suvremeno obilježje.
Proslavi su prisustvovali članovi RS-a Dalekovoda i Instituta i oko 60 uzvanika iz elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Goste su pozdravili Ivan Brus, direktor Dalekovoda i Ivo Hrs, direktor Instituta, i u nekoliko riječi naglasili važnost ovog centra za oba poduzeća.
Nakon male zakuske gosti su razgledali računalo, smješteno u Institutu.
Ivo Božin, pomoćnik direktora Udružene elektroprivrede Hrvatske, pustio je u rad računski centar i time zaključio svečanost.

Uvod

Primjena elektroničkih digitalnih računala u tehnici, a naročito u elektronici je u velikom porastu. Njihova upotreba nije više privilegij usko specijaliziranih kadrova, nego svakodnevni posao stručnih ekipa. Ona ih ne odvlači od njihove problematike, već, naprotiv, produbljuje interes za posao kojim se bave. Mnoge teorije koje su ranije ostajale samo teorije, postaju neophodan dio prakse. Približavanje teorije realnosti je u velikoj mjeri omogućeno digitalnim računalima, ali to nije stvar koja ide sama od sebe. Sposobnost da brzo obavlja i vrlo komplicirane operacije, za računalo je ipak samo rutinski posao.

Brzina i preciznost obavljanja složenih rutinskih operacija dali su digitalnim računalima prioritet u sadašnjosti i budućnosti pri obavljanju komercijalnih i komercijalno-tehničkih poslova, usprkos problemima koji se javljaju gubitkom neprekidne kontrole više lica, što je normalno kod ručnog obavljanja takvih poslova. Sve veće potrebe za ažurnosti, preciznim poznavanjem stanja, adekvatnom suradnjom među poduzećima krče put digitalnim računalima. Takvo kretanje ne može zaobići ni manja poduzeća, ukoliko žele, a to moraju, biti sastavni dio većeg sistema.

Nabavka manjeg sistema za obradu podataka obično ni za manja poduzeća nije dobro rješenje, tako da se najčešće koriste usluge računskih centara. U nas takav sistem, koji bi profesionalno davao usluge, nije razvijen. Nesigurnost korisnika je tako velika da se ne može upuštati u to da svoje poslovanje povjeri takvom sistemu, te se najčešće koriste nevezane usluge. Već sam kadar koji bi stvorio i održavao sistem poslovanja uz pomoć računala je u takvim uvjetima teško stvoriti.

Ovakvo stanje se već niz godina osjećalo u Dalekovodu. I druge djelatnosti, kao planiranje, projektiranje i izvođenje radova, gdje se sve više koriste računala i gdje su već učinjeni prvi koraci, zahtijevale su sistem koji bi vodio računa o njihovim potrebama.

U Institutu za elektroprivredu je problem računala postao akutan već prije više godina. Širom svijeta poznate metode za primjenu računala u elektroprivredi mogle su se primjenjivati samo s nedovoljnim intenzitetom. Osim toga vlastiti putovi, naročito na području elektroenergetskih sistema, toliko su se razvili, da je došlo u opasnost održavanje postojećeg sistema, s obzirom na sve veću zauzetost računala koja su korištena. U takvim uvjetima bilo je pogo-

tovo teško poboljšavati ranije i razvijati nove metode, što je neophodno za praćenje potreba prakse.

Znajući da su im problemi slični, Dalekovod i Institut za elektroprivredu su pred više od tri godine pokušali zajedno nabaviti sistem koji bi zadovoljavao njihove potrebe i na koji bi se mogao orijentirati njihov razvoj.

Izbor i nabavka terminala

Udruživanjem sredstava nastao je problem pronalaženja sistema koji bi bio u okviru tih sredstava, a da zadovolji prilično divergentne potrebe oba poduzeća. Nakon raspisanog natječaja više ponuđenih manjih sistema samo je djelomično zadovoljavalo jedne i druge potrebe.

Tada je bilo odlučeno da se izabere takav sistem koji bi ograničeno zadovoljavao podjednako oba zahtjeva, i koji bi se nakon prvih rezultata mogao dovoljno proširiti. Već tada je kao povoljnija alternativa bila nabavka terminala za vezanje na veći sistem. Realizacija ove druge alternative naišla je na velike potreškoće i neizvjesnosti, zbog potrebe pouzdanih telekomunikacionih veza za prijenos podataka. Nepouzdan je bio izbor većeg sistema koji bi u početku i prihvatio terminal, ali njegova budućnost ne bi bila sigurna zbog naglog popunjavanja kapaciteta postojećih sistema. Tako je, i pored sve većih potreba za sredstvima, koje su se naknadno ukazivale, ostalo da se nabavi samostalni sistem.

Nekako u isto vrijeme i Elektra se odlučila za nabavku elektronskog sistema za obradu podataka. Prvenstveno bi to bilo za komercijalne potrebe i informativni sistem. Zbog opsega poslova to je morao biti sistem srednje veličine. Izabran je i naručen



Čitač kartica čija brzina iznosi 300 kartica u minuti

sistem ILC - 1902 S, koji se zbog mogućnosti pregradnje u sistem 1903 - S dvostrukog kapaciteta, pokazao kao najpogodniji sa stanovišta početnih ulaganja. Sistem je zadovoljavao sve ostale zahtjeve, kao što su specijalna oprema, i magnetski diskovi kapaciteta od 30 milijuna znakova. Hardwarska decimalna aritmetika i aritmetika u kliznom zarezu čini ovaj sistem pogodnim i za komercijalne i za znanstveno-tehničke obrade.

Sistemi ILC - 1900 mogu raditi multiprogramski, a isti proizvođač radi i komunikacionu opremu za povezivanje udaljenih, perifernih jedinica na centralni sistem. Kako između zgrada Elektre i Elektroprivrede postoje fiksne, veoma dobre telefonske veze, to su postojali svi tehnički uvjeti za priključenje terminala na sistem 1902 S. S obzirom na tijesnu poslovnu suradnju i Instituta za elektroprivredu i Dalekovoda sa Elektrom, brzo je sklopljen sporazum da se nabavi i priključni terminal ILC - 7020. Terminal je trebao početi raditi nekoliko mjeseci nakon instaliranja sistema.

Način rada terminala u sklopu cijelog sistema

Da bi terminal mogao raditi valjalo je proširiti centralni sistem. S obzirom da je, radi pokazivača (display-a) s katodnom cijevi, već postojao uređaj za primanje i slanje podataka na linije (scanner) valjalo je samo povećati centralnu memoriju i nadopuniti centralni procesor mjeračima vremena (real time clock i program timer). Memorija je povećana sa 16 K riječi po 24 bita. Tako je omogućeno da se istovremeno izvodi još jedan program, koristeći multiprograski rad.

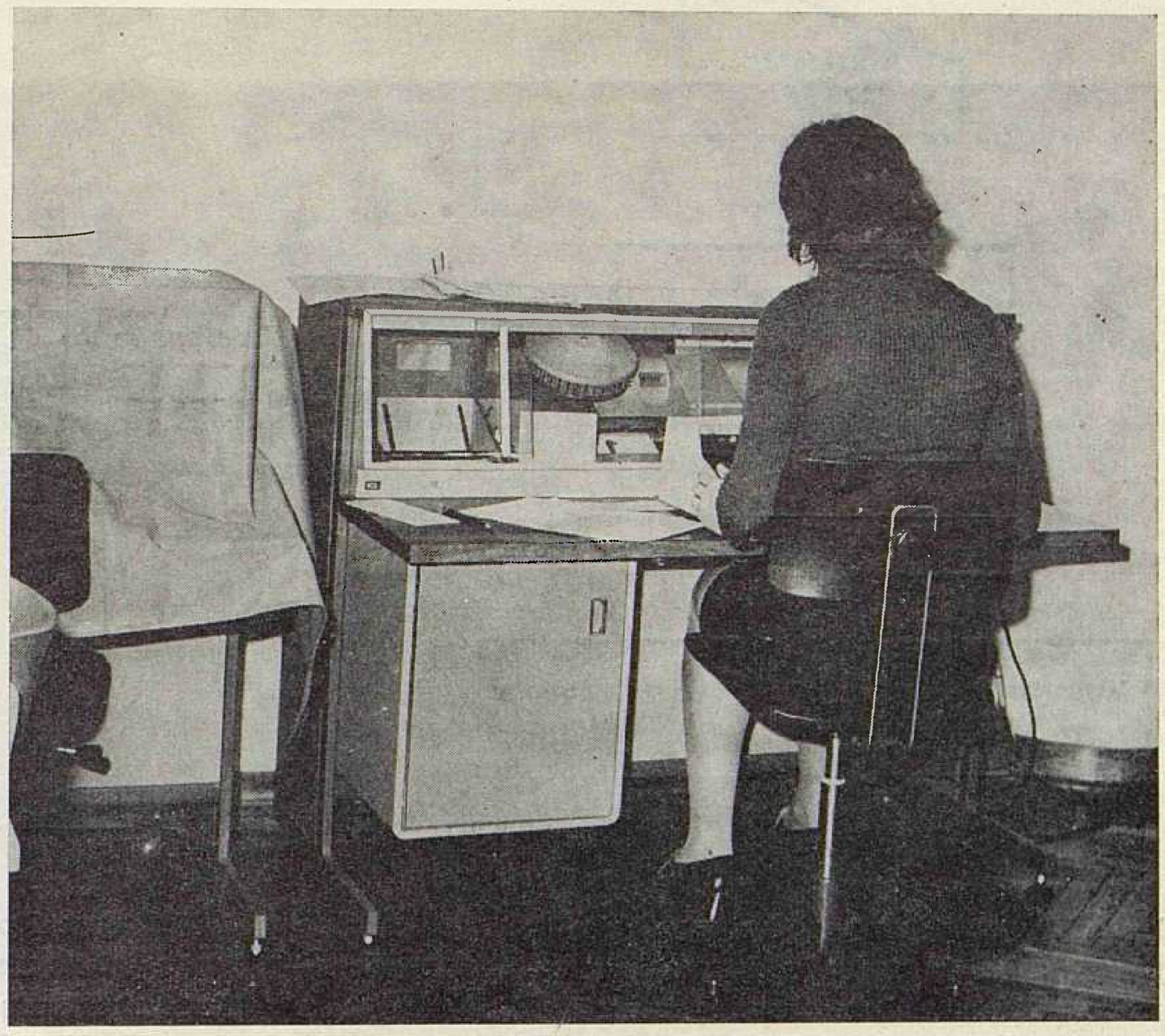
S obzirom na pretežno komercijalni karakter obrade u Elektri, koji mnogo uposluje periferne jedinice, dok centralna jedinica ima dosta slobodnog vremena, znanstveno-tehnički programi su idealna nadopuna za bolje iskorištenje centralne jedinice. Sav ulaz i izlaz podataka je preko terminala, tako da priključenje terminala znatnije interferira samo s eksternom memorijom na magnetskim diskovima. Kako znanstveno-tehničke obrade ne zahtijevaju velik kapacitet oksterne memorije, ali je rad bez nje nemoguć, a i opseg komercijalnih poslova u Dalekovodu neće u početku biti jako velik, to je i s tog stanovišta osiguran bolji rad nego na manjem samostalnom sistemu. Nema nikakve zapreke za povećanje on-line kapaciteta eksternih memorija.

Sistem obećava veliku fleksibilnost rada. Kraći programi se mogu izvoditi paralelno, a duži i dugotrajniji programi optimizacije sistema bi se mogli izraditi samostalno, ili kad je opterećenje centralnog sistema manje.

Dalekovod i Institut za elektroprivredu naručili su kasnije i crtač krivulja (Graph platter), koji se ne može priključiti na terminal, nego će biti smješten u Elektri. Crtač krivulja će vrlo malo opterećivati centralnu jedinicu.

Konfiguracija i funkcioniranje terminala 7020

Cijela konfiguracija od komunikacionog terminala 7020/4 bufferiranog linijskog štampača 7021/2, čitača kartica 7022/1 i bufferiranog teleprintera, omogućuje



Rad na bušilici sa interfreterom sastavni je dio posla

isti oblik ulaza i izlaza podataka kao na centralnom sistemu, relativno brz prijenos telefonskim kanalima, te odgovarajuće upravljačke funkcije.

Za prijenos podataka između terminala 7020 i centralnog sistema koriste se telefonski kanali brzine prijenosa od 2400 banda. Takva brzina je omogućena modulacijom i demodulacijom podataka na nosilac. Koristi se fazna modulacija, pa je to sinhroni sistem prijenosa za razliku start-stop signalizacije koja se koristi u telegrafiji.

Modulaciju i demodulaciju obavljaju uređaji koji se kratko zovu »modemi« i nalaze se na oba kraja linije. Uz centralni sistem, podatke prikuplja i scanner, a na udaljenoj strani terminal koji prima podatke od ulaznih perifernih uređaja i predaje ih liniji, a od linija izlaznim perifernim uređajima. Terminal se brine i o točnosti prijenosa preko linije. Principijelna shema veze uređaja prikazana je na sl. 2.

Veza između terminala i centralnog sistema je poludupleksna, što znači da prijenos podataka može biti u oba smjera, ali ne istovremeno. Terminal ima unutarnju memoriju koja omogućuje istovremenu izmjenu podataka s linijom i svojim perifernim jedinicama.

Kontrola prijenosa podataka se obavlja povratnim signalima. Blokovi podataka, u koje se uvukla pogreška kod prijenosa, šalju se ponovno. Terminal se može promatrati kao integralni dio perifernih jedinica, jer su, uz njegove funkcije, periferne jedinice pod direktnom kontrolom centralne jedinice.

Modulaciju i demodulaciju obavlja par modema RACAL MILCO MODEM 2200/24. Koristi se četverofazna modulacija na nosiocu od 1800 Hz. Kod prijenosa od 2400 boda, po dva bita se kodiraju odjednom u određeni fazni pomak.

Vrijeme sinhronizacije je 8,5 ms.

Osnovne karakteristike nabavljene opreme

Osim terminala i njegovih perifernih jedinica nabavljena je i oprema za pripremu podataka ,tako da je formiran samostalni računski centar. Mnogo primjene će naći crtač krivulja, koji će također ući u sastav centra. Slijedeći podaci bit će iznijeti sa stanovišta korisnika.

Čitač kartica 7022/1

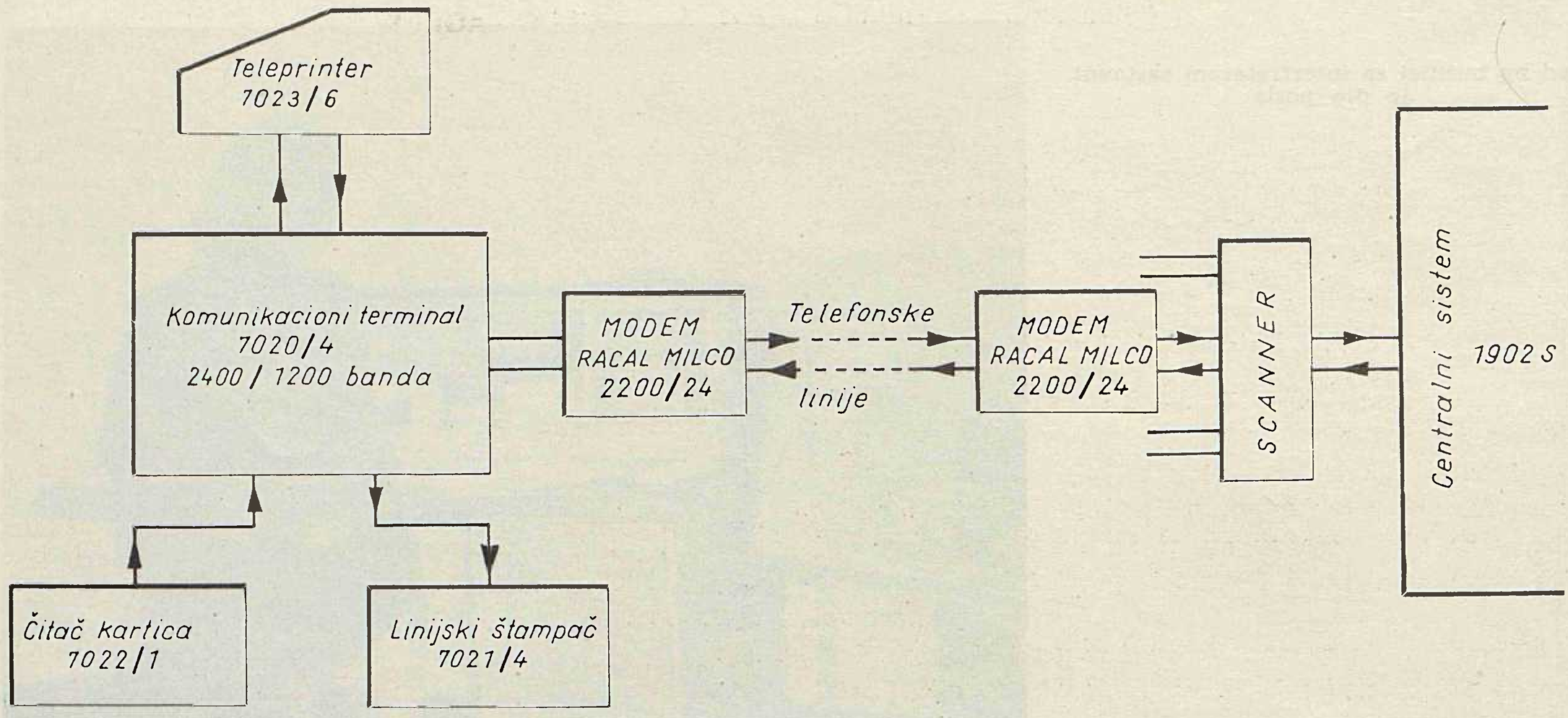
Brzina ovog čitača je do 300 kartica u minuti. Stvarna brzina čitanja kartica je ograničena brzinom prijenosa preko linije od 2400 banda. Da se ne gubi na prijenosu praznih kolona čitač je nadopunjen sa tri specijalna uređaja: za potiskivanje praznih stupaca (Blank Column Suppression Facility), za KOD kraja podataka (Data End Code Facility) i za rad s blokovima kraćim od 80 znakova (Short Block Working). Uz te mogućnosti brzina čitanja kartica bit će znatno manja od maksimalne samo u izuzetnim slučajevima.

Linijski štampač 7021/2

Štampač je bufferiran. Širina retka je 120 znakova a maksimalna brzina, 600 redova u minuti. Stvarna brzina je također ograničena brzinom prijenosa preko linija, tako da ovisi o broju znakova u retku, ali je uvijek znatno manja od maksimalne, uz brzinu prijenosa od 2400 bodova.

Teleprinter 7023/6

Teleprinter je bufferiran a maksimalna brzina je 10 znakova/s. Njegova funkcija u okviru terminala je analogna konsolnoj pisaćoj mašini centralnog računala. Njegove funkcije su definirane i upravljane softwar-om centralnog sistema. Osim toga, može se



Sl. 4 Shema veze terminala na centralni sistem

koristiti kao ulazno-izlazni uređaj za manje količine podataka, dobivanje informacija o datotekama centralnog sistema, izmjene programa, itd.

Crtač krivulja 1934/6

Crtač krivulja će imati sva svojstva potrebna za prikazivanje rezultata na računalu efikasno i adekvatno ručnom crtanju. Njegova ekonomičnost je u mogućnosti paralelnog rada uz minimalno korištenje vremena centralne jedinice i minimalno okupiranje operativne memorije (ispod 1 K riječi). Pero koje će koristiti crtač ima kuglicu pod pritiskom. Crteži će se moći dobro kopirati, kao sa tušem, a neće biti problema koji se javljaju pri tuširanju (prekidi linija i osjetljivost podešavanja). Zbog velike širine crtača neće biti problema ni s dimenzijama crteža.

Maksimalna veličina crteža je 78.74 cm × 67 m.

Veličina koraka je 0,1 mm u 8 smjerova.

Brzina crtanja je 300 koraka u x i y smjeru.

Oprema za pripremu podataka

Za početak su nabavljene: jedna programirana bušilica s interpreterom, jedna programirana bušilica bez interpretera, jedna verificirka i dvije ručne bušilice s interpretacijom. Ove, posljednje bušilice bit će na raspolaganju programerima za manje izmjene u programima i podacima za testiranje.

Software

Da bi terminal radio potreban je odgovarajući operacioni software. ICL se obvezao da će isporučiti sav softwar potreban za efikasan rad terminala.

ICL daje i potreban aplikacioni sofftwar, koji obuhvaća i komercijalne i znanstveno-tehničke primjene. Prva iskustva s ovim posljednjim pokazuju da su važna područja elektrotehnike, građevinarstva, i matematičkih metoda obuhvaćena vrlo široko i kvalitetno.

Posebno je interesantan i bogat software za crtač krivulja, gdje su osim osnovnih funkcija riješeni i mnogi slučajevi koji se javljaju kod pisanja vlastitih programa za taj uređaj.

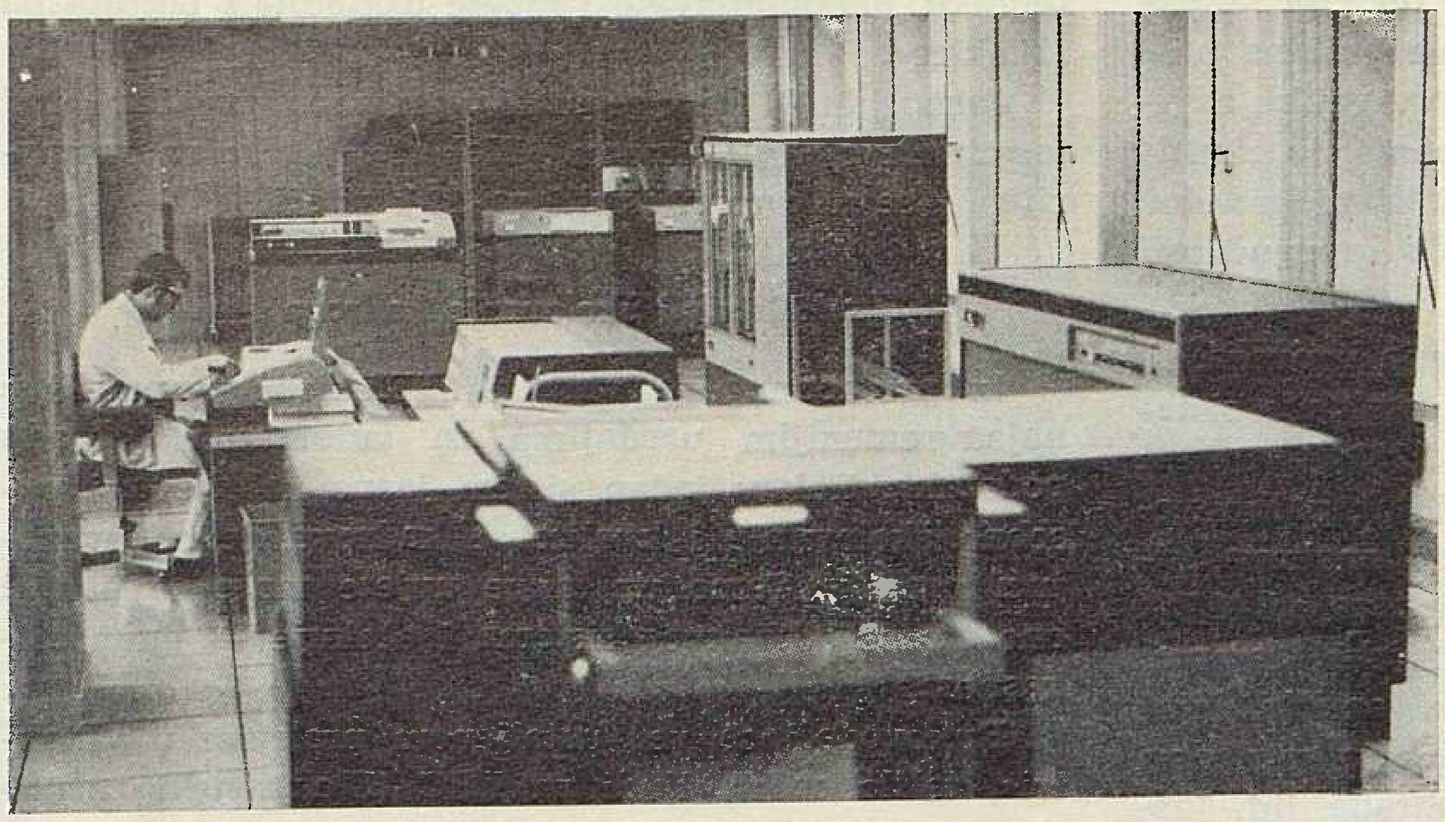
Zaključak

Pojavom većih digitalnih računala otvaraju se mogućnosti relativno malih investicija i troškova. Za iskorištenje snage takvog sistema može se priključiti više korisnika preko terminala za prikupljanje i izdavanje podataka. Dalekovod, Institut za elektroprivredu i Elektra su našli da, uz garancije proizvođača, takvo tehničko rješenje omogućuje korištenje računala za predviđene potrebe. Investicije i troškovi su znatno niži, a ograničenja nisu veća nego što su za odvojeni rad manjeg sistema. Jedan korisnik prema potrebi može sam koristiti mogućnosti snažnijeg računala, što eliminira potrebu rada na različitim sistemima.

Sva ograničenja se mogu ukloniti nabavkom dodatne opreme, ukoliko odgovarajući zahtjevi to opravdavaju. Relativno male investicije za takva proširenja mogu dati velike efekte. To je i bio cilj odluke o nabavci terminalske opreme.

Petar Bodlović, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb

MODERNIZACIJA POSLOVANJA U ELEKTRI-ZAGREB



Sl. 1 Testiranje upravo instalirane centralne jedinice

Uvođenje elektronskih računala u sve pore privrednog i društvenog razvitka jedne zemlje, postala je stvarnost. Spektar problema koji se rješavaju na računalu je raznovrstan, počevši od najsloženijih problema automatskog upravljanja proizvodnim procesima, tehničkih problema, ekonomskih i drugih oblasti, pa sve do knjigovodstvenih poslova.

Naša zemlja nije ostala izvan toka događaja. Broj elektronskih računala, koji su postali gotovo sinonim automatizacije u svim oblastima primjene, raste, možemo slobodno reći, iz dana u dan.

Jasno, da nije moguće preko noći dostići nivo »kompjutorski« razvijenih zemalja, ali plima automatizacije što je zahvatila gotovo čitav svijet, ostavlja pozitivne tragove i u nas.

Izbor računala

U težnji da unaprijedi svoje poslovanje Elektra-Zagreb je odlučila da nabavi sistem za automatsku obradu podataka. Već duže vrijeme osjećala se potreba za modernizacijom i u tom pravcu su bili usmjereni napori.

Svijesni činjenice, da je izbor elektronskog računala vrlo delikatan zadatak, osnovana je stručna komisija poduzeća uz pomoć već afirmiranih stručnjaka. Pri izboru je polazna točka bila definicija zahtjeva informacijskog sistema poduzeća. Na osnovi uvodnih studija i dobivenih informacija postavljeni su određeni zahtjevi sistemu. Nakon uspoređivanja svih prispjelih ponuda izabran je proizvođač.

Odlučeno je da se potpiše ugovor s najvećim evropskim proizvođačem, engleskom firmom ICL čija je ponuda bila najpovoljnija.

Konfiguracija sistema

U veljači prošle godine potpisan je ugovor o isporuci računala 1902 S (najnoviji tip) iz ICL-ove serije 1900. To je računalo treće generacije i potpuno je



Sl. 2 Bušenje i verificiranje potrošača iz obračunske knjige

kompatibilno ostalim računalima iste serije. Podjednako je podesno za komercijalnu obradu podataka, kao i za obradu tehničkih problema, što je vrlo važno s obzirom na karakter posla što ga obavlja »Elektra«. Njegove mogućnosti uključuju sve osobine najsuvremenijih računala, kao što su npr. veliki asortiman perifernih uređaja, modularna memorija, multiprogramiranje, dobro provjereni operativni sistemi, razrađeni software programski paketi, mogućnosti proširenja, itd.

Točno godinu dana nakon potpisivanja ugovora, tj. 28. veljače ove godine, isporučene su instalacije sistema, što obuhvaća centralni procesor 1902 S sa 32 K riječi centralne memorije (1 riječ 24 bita), zatim velike izmjenjive diskove od 30 milijuna znakova, sistem magnetskih traka sa brzinom prijenosa od 41,7 K znakova u sekundi, čitač kartica, linijski štampač, vizuelni pokazivač znakova »display«, optički čitač oznaka, i niz »hardware« dodataka, kao što su dodaci za standardne kanale, za znanstvene obrade, itd. Jasno, nabavljeni su i strojevi za pripremu podataka.

Iz ovog popisa — konfiguracije sistema, mogli bismo ipak izdvojiti dva uređaja koji nisu, barem za sada, tako česti u sklopu instalacija u Jugoslaviji. Radi se, naime, o vizuelnom pokazivaču, display-u i optičkom čitaču.

U želji da se modernizira i ubrza šalterska služba poduzeća, na šalterima će biti instalirana dva display-a, što će biti vezani on-line na centralni procesor. Na zahtjev stranke moći će se u svakom momentu doći, gotovo odmah, do željenih podataka, kao što su, npr. stanje računa potrošnje nekog kućanstva, ili bilo koja druga interesantna informacija.

Drugi uređaj, koji je također interesantan, je optički čitač oznaka. To je u stvari ulazna jedinica koja se upotrebljava za direktno čitanje podataka s raznih vrsta dokumenata. Identificira oznake učinjene rukom, linijskim štampačem ili drugim sredstvima.

Ovaj čitač imat će, npr., veliku primjenu pri čitanju uplatnica u sistemu obračuna potrošnje električne energije. Na taj način će se izbjeći samo u tom poslu bušenje velikog broja (mjesečno i više od 20 000) kartica, što će pripremu za obradu smanjiti na najmanje moguću mjeru. Primjenjivat će se također i kod čitanja dokumenata o očitavanju brojila, što će ih dati inkasatori na kraju svakog godišnjeg ciklusa, te u nizu drugih poslova.

Nadalje, sistem ima velike mogućnosti proširenja. To se ne odnosi samo na dodavanje perifernih uređaja, već i na proširenje centralne memorije i dodavanje telekomunikacione opreme. Ovo posljednje je naročito interesantno, jer je sistem 1902 S vrlo pogodan za priključak terminala. Već postoji dogovor Instituta za elektroprivredu i Dalekovoda da se preko terminala što će biti instaliran u zgradi Instituta poveže preko postojećih telefonskih linija na računalo u »Elektri«. Pri izboru računskog sistema vodilo se računa i o tome. Sistem dozvoljava nužno proširenje, tako da terminalski rad ne bi zauzimao kapacitete potrebne za rad u »Elektri«. Prve analize su pokazale, da bi se potreba Instituta na rješavanju tehničko istraživačkih problema u energetici i električnim mrežama, kao i potrebe Dalekovoda u vođenju komercijalno-ekonomskih poslova bržeg informiranja i rješavanja problema i zadataka s područja tehnike, nadopunjavale i mogle uskladiti s potrebama »Elektre«.

Jasno, da bi se omogućio nesmetani paralelni rad terminala s poslovima u »Elektri«, centralna memorija će se uskoro proširiti za 16 k riječi.

Izbor i školovanje kadrova

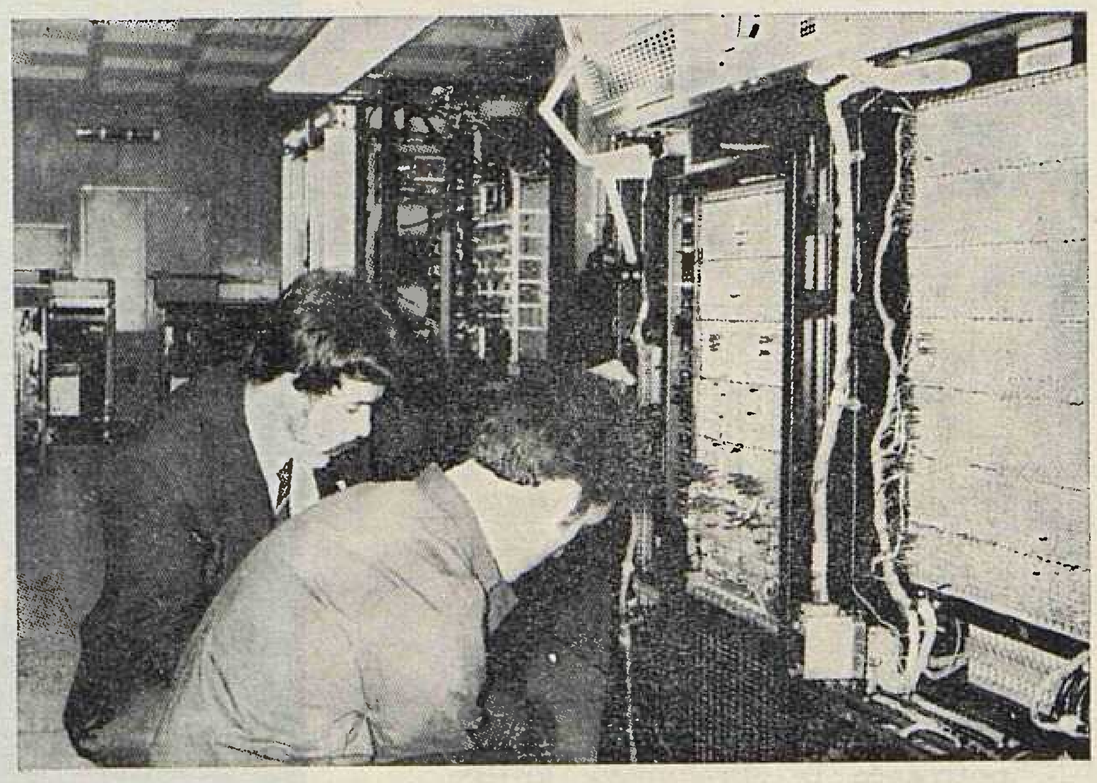
Iz prethodnog se vidi, da »Elektra« raspolaže s najsuvremenijim uređajima za automatsku obradu podataka. Takav jedan sistem jasno zahtijeva i posebno školovanje i kvalitetne kadrove, te odgovarajući prostor. Samo uz takve uvjete može se postići ono što se od takvog sistema i očekuje — puna efikasnost.

Rukovodeći se već ustaljenom praksom u »Elektri«, težilo se da ljudi za ERC (Elektronski računski centar), koliko je to bilo moguće, budu iz kolektiva.

Nadalje, razrađen je detaljni »Mrežni dijagram« za uvođenje automatske obrade podataka. Pomoću tog dijagrama mogu se pratiti sve aktivnosti vezane za uvođenje, kao i rokovi izvršavanja. Znatan dio tih aktivnosti otpada na školovanje kadrova.

Analitičari, programeri, operatori i ostalo osoblje centra polazilo je posebne seminare što ih je proizvođač ICL održavao, uglavnom u zemlji. Nadalje, održan je čitav niz seminara i predavanja za ostalo osoblje »Elektre«. Učinjeni su stvarno veliki napori, kako bi ljudi što bolje upoznali kompjutor i mogućnosti što ih on pruža suvremenoj organizaciji.

Radi zaokruživanja slike rada ERC-a ukratko ćemo reći što se do sada za njega radilo i pripremilo. Prvi sistem koji je bio pripremljen i koji je započeo obradu na stroju je obračun potrošnje električne energije za grupu potrošača na naponu o,4 kV, tj. kućanstva. Ostali potrošači čine drugu grupu, a njihova obrada će početi u rujnu. Usporedo sa završavanjem obrade potrošača sistem-analitičari su radili na dva iduća sistema. Jedan od njih, sistem evidencije i obrade brojila, je sada u izradi dizajna, a kod drugog sistema, materijalnog poslovanja, radi se na izradi idejnog projekta dizajna.



Sl. 3 Rad operatera na konzoli sistema

Nadalje, na kompjuteru se počeo obrađivati niz tehničkih problema.

Postoji više sistema koji će se aplicirati postepeno, kako će se preuzimati poslovi. Spomenimo još neke: salda konti, obračun osobnih dohodaka i evidencija radne snage, evidencija i obračun osnovnih sredstava, nadzor i kontrola investicionih radova, vođenje dojava u tehničkoj dokumentaciji i njihovo sređivanje, analiza pogonskih izvještaja dispečerske službe, itd. Analitičkim sagledavanjem sistema, koji se već sada obrađuju, uočava se potreba uvođenja elektronske obrade. Svi ostali sistemi samo su normalni slijed razvoja poslova, aplikacija na kompjutoru. Sam kompjutor stvorit će mogućnosti za nove sisteme i računice koji do sada nisu postojali, a niti mogu postojati uz dosadašnju obradu podataka, a neophodni su za suvremeno poslovanje poduzeća.

Zlatko Mezak, dipl. ing.

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.

ATOMSKA ENERGIJA U ELEKTROPRIVREDI USA

Časopis »Atom und Strom« u broju 3/4, 1972. donosi pod ovim naslovom vrlo zanimljiv napis A. Kromsa. U njemu je prikazan historijat uvođenja nuklearnih elektrana u elektroprivredu USA i perspektiva upotrebe energije u budućnosti. Iz članka dajemo nekoliko interesantnih detalja.

Prva nuklearna elektrana, što je u Americi puštena u pogon, bila je Shippingport 1957. Pri tom se misli na elektranu poduzeća Duquesne Light Co koja je ušla u redovan sastav elektroprivrede. Ona je najprije imala snagu 60 MW, a kasnije je povećala na 100 MW. Slijedi razdoblje 1960. do 1963. u kojem se gradi više elektrana, pa uz neke manje ulaze u pogon elektrane sa većom instaliranom snagom: Dresden 208 MW, Indian Point 275 MW, Yankee 185 MW. Karakteristika ovih nuklearnih elektrana su visoki građevinski i proizvodni troškovi. Na ovim elektranama stjecana su prva i najvažnija iskustva o gradnji nuklearnih postrojenja.

Sva postrojenja ove, prve faze, imala su reaktore s teškom vodom i hlađenje vodom pod pritiskom. Prekretnica na tom području nastaje 1966. puštanjem u pogon elektrane Enrico Fermi od 150 MW, koja ima reaktor sa brzim izmjenjivačem, a isto takvu prekretnicu, znači i planiranje gradnje elektrane Oyster—Creek sa 550 MW, jer je to prva nuklearna elektrana koja se po ekonomskim pokazateljima može usporediti sa termoelektranama na druge vrste goriva. Ova elektrana ušla je u pogon 1969.

Uloga nuklearne energije u termoenergetskim objektima u drugoj polovici šestdesetih godina vrlo je značajna. To pokazuje tablica 1. Iz nje se vidi da se

Razvoj termoelektrana od 1965. do 1970. god.

Tablica 1

Godine	Termoelektrane na fosilna goriva		Nuklearne elektrane		Ukupno
	MW	%	MW	%	MW
1965.	15.930	73	6.010	27	21.940
1966.	20.100	47	22.480	53	42.180
1967.	32.320	55	26.460	45	58.780
1968.	24.600	62	14.800	38	39.400
1969.	37.040	86	6.230	14	43.270
1970. (do 30. 9.)	25.610	64	14.140	36	39.750
Ukupno	155.600	63	90.120	37	245.720

1970. godine 36% ukupne instalirane snage u termoelektranama nalazi u nuklearnim elektranama. Na sl. 1. pokazano je stanje izgrađenih i planiranih nuklearnih elektrana u USA. Prvog travnja 1971. godine bilo je u pogonu 18 nuklearnih elektrana s instaliranih 6623 MW, u gradnji ih je bilo 54, a u pripremi i projektiranju još 38. Podaci o nuklearnim elektranama u pogonu, dani su u tablici 2. Predviđeno je da će u 1971. ući u pogon 11 nuklearnih elektrana, snage od 8120 MW, a to znači da bi se ukupna instalirana snaga povećala na 14,6 GW, što za 29 nuklearnih elektrana čini prosjek od oko 500 MW po elektrani.

Nuklearne elektrane u pogonu

Tablica 2

Elektrane	Snaga MW	Tip reaktora	Godina ulaza u pogon
Shippingport	100	DW	1957.
Dresden	209	SW	1960.
Yankee	185	DW	1961.
India Point	275	DW	1962.
Big Rock Point	75	SW	1962.
Humboldt Bay	60	SW	1963.
Enrico Fermi	150	SB	1966.
Hanford	800	GW	1966.
Peach Bottom	46	HT	1967.
Haddam	600	DW	1968.
San Onofre	450	SW	1969.
Oyster Creek	550	SW	1969.
Nine Mile Point	642	SW	1969.
Ginna	517	DW	1969.
Millstone Point	662	SW	1970.
Point Beach	503	DW	1970.
Robinson	739	DW	1971.
La Crosse	60	SW	1971.
Ukupno	6623		

DW — reaktor na tekuću vodu
SW — reaktor s kipućom vodom
HT — niskotemperaturni reaktor hlađen plinom
SB — brzi izmjenjivač
GW — grafitom moderirani vodom hlađeni reaktor

Udio nuklearnih elektrana u snazi termoelektrana za slijedećih 6 do 7 godina pokazuje tablica 3. Prema tim podacima i u slijedećih 5 godina 35 do 40% snage bit će u nuklearnim elektranama. Posebno je interesantno naglasiti da je prosječna instalirana snaga u klasičnim termoelektranama 470 MW, dok kod nuklearnih elektrana taj prosjek iznosi 920 MW. Težnja je da se grade elektrane najvećih snaga. Dobar primjer za to je pregled elektrana što su ugovorene za izgradnju 1970. Te godine ugovoreno je 14 nuklearnih elektrana od kojih bi najmanja trebala imati 530 MW i ući u pogon 1975., a najveća 1175 MW. Podaci o tome nalaze se u tablici 4.

Perspektiva izgradnje termoelektrana u USA (1971—1977.)

Tablica 3

Planirana proizvodnja	Klasična goriva			Nuklearna goriva		
	broj	MW	%	broj	MW	%
1971.	55	19.030	68	13	8.920	32
1972.	51	21.380	66	14	10.990	34
1973.	44	21.620	56	18	17.070	44
1974.	44	22.730	62	14	13.840	38
1975.	31	17.820	64	10	10.110	36
1976.	11	7.350	49	8	7.560	51
1977. i kasnije	3	1.370	10	11	11.960	90
Ukupno	239	111.300	58	88	80.450	42

Od prvog nuklearnog postrojenja Shippingport do 30. 9. 70. ugovoreno je, izgrađeno je, gradi se, ili je u planovima, sveukupno 109 nuklearnih elektrana ukupne snage 86690 MW, u vrijednosti od 17.570 milijuna USA dolara. Prosječna snaga po jednoj elektrani iznosi 800 MW. Prosječni troškovi po kW izgrađenom u nuklearnoj elektrani iznose 205 $/kW. Interesantno

Ugovorene nuklearne elektrane u 1970. godini

Tablica 4

E ektroprivredno poduzeće	Elektrane	Snaga MW	Ulazak n pogon
Alabama Power	Farley 2	840	1977.
Arcansas Power and Lt	Nuclear One-2	950	1976.
Cincinnati G. and E.	Zimmer 2	810	1976.
Commonwealth Ed,	La Salle 1	1080	1976.
Commonwealth Ed.	La Salle 2	1080	1977.
Georgia Power	Hatch 2	790	1976.
Louisiana Power Lt.	Waterford 3	1140	1977.
Puerto Rico	Aquirre	580	1975.
South Calif. Electric	San Onofre 2	1140	1976.
South Calif. Electric	San Onofre 3	1140	1977.
Tennessee Valley Auth.	nije određeno	1130	1976.
Tennessee Valley Auth.	nije određeno	1130	1977.
Tennessee Valley Auth.	nije određeno	1175	1977.
Tennessee Valley Auth.	nije određeno	1175	1978.
Ukupno		14160	

je znati koje su firme isporučioci najvažnijeg dijela nuklearne elektrane, reaktora. To su prema važnosti i udjelu ove firme:

1. General Electric	41 kom	33.210 MW	38%
2. Westinghouse	37 kom	30.000 MW	35%
3. Babcock and Wilcox	14 kom	11.510 MW	13%
4. Combustion Engineering	12 kom	10.700 MW	12%
5. Golf Atomic General	2 kom	370 MW	1%
6. Sve ostale firme	3 kom	900 MW	1%

Radi jasnijeg sagledavanja kakve se nuklearne elektrane grade u USA dani su u tablici 5 troškovi energije i drugi specifični troškovi za usporedbu između nuklearne elektrane na istočnoj obali USA sa 2×940 MW što će ući u pogon 1974/75. i jedne klasične elektrane na ugljen. Troškovi izgradnje nuklearne elektrane su za 20% skuplji od klasične termoelektrane, dok su ukupni troškovi energije proizvedene u nuklearnoj elektrani niži nego u klasičnoj elektrani.

Usporedba troškova

Tablica 5

		Ugljen	Nuklearna energija
Troškovi izgradnje	$/kW	202	255
Troškovi toplinske energije	$/Ccal	1,78	0,75
Potrošak toplinske energije	kcal/kWh	2270	2620
Troškovi energije			
stalni	Mills/kWh	5,00	6,30
prijenos energije	Mills/kWh	4,05	1,88
pogonski troškovi	Mills/kWh	0,30	0,35
Ukupno	Mills/kWh	9,35	8,55

Imajući to u vidu ne treba se čuditi što u ukupnoj energetskoj bilanci nuklearna energija dobija sve veći značaj. To se vidi iz slijedećeg pregleda:

	1970.		1980.		1990.	
Energetski izvori	GW	%	GW	%	GW	%
Klasična goriva	277,4	82	426	64	610	48
Nuklearna energija	6.6	2	147	22	200	40
Vodna snaga	55,0	16	95	14	152	12
Ukupno	339,0	100	668	100	1262	100

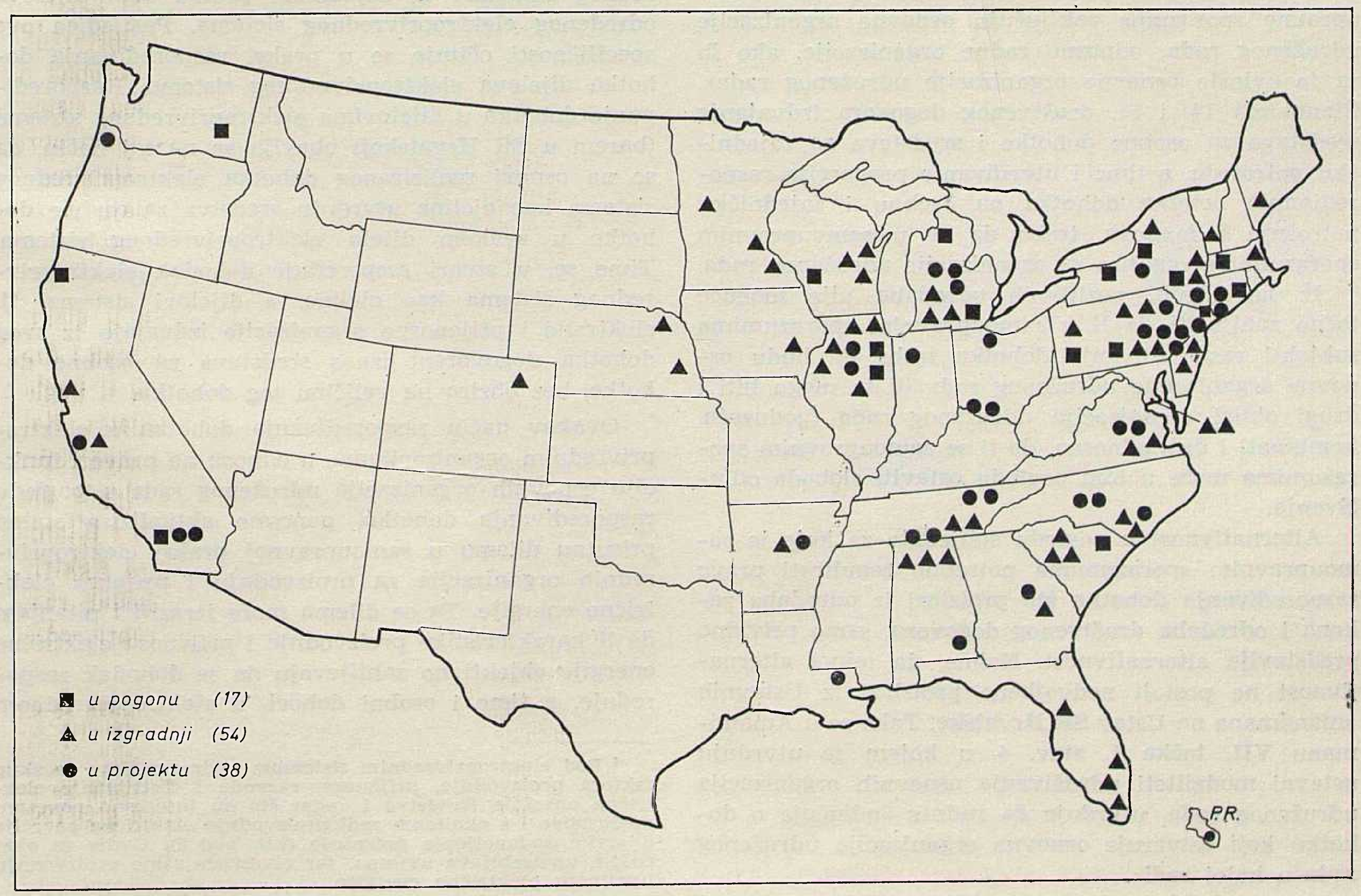
dok se porast ovog ugljena nuklearne energije još bolje može sagledati u primarnoj energiji (preračunatoj na količinu ekvivalentnog ugljena).

	1970.		1980.		1990.	
Primarna energija	Mt	%	Mt	%	Mt	%
Ugljen	305	57	470	42	610	29
Nafta i plin	205	38	280	26	340	15
Nuklearna energija	27	5	360	32	1180	56
Ukupno	537	100	1110	100	2130	100

* 1 Mills = 0,001 $

gdje vodne snage nisu uzete u obzir. 1 Mt = 10^6 tona = = 10^9 kg.

J. Moser



NEKA PITANJA RASPOREĐIVANJA DOHOTKA U SAMOUPRAVNOM SPORAZUMU I RASPODJELE ZA OSOBNE DOHOTKE ELEKTROPRIVREDNIH ORGANIZACIJA UDRUŽENOG RADA

Na osnovi Odluke o određivanju grana u kojim će organizacije udruženog rada zaključivati samoupravne sporazume za cijelu granu, a u kojima za pojedine grupacije, elektroprivredne organizacije udruženog rada zaključuju samoupravni sporazum u kojem će biti obuhvaćene sve elektroprivredne organizacije udruženog rada, bez obzira na elektroprivrednu djelatnost koju obavljaju. U ovom se napisu razmatraju neka pitanja raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke u elektroprivrednim organizacijama udruženog rada proizvodnje i prijenosa električne energije i njihovo reguliranje u samoupravnom sporazumu.

Usvajanjem Općeg društvenog dogovora o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke (u daljnjem tekstu: društveni dogovor), kao posljednjem provedbenom propisu, utvrđeni su svi propisi za zaključivanje samoupravnih sporazuma o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke (u daljnjem tekstu: samoupravni sporazumi). Inače, osnova za provedbene propise i za zaključivanje samoupravnih sporazuma dana je u Zakonu o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke (u daljnjem tekstu: zakon).

Odredbama zakona (član 3.) utvrđeno je, da »samoupravne sporazume zaključuju osnovne organizacije udruženog rada, odnosno radne organizacije, ako ih za to ovlaste osnovne organizacije udruženog rada«. Članovima 14. i 15. društvenog dogovora izdvajanje sredstava za osobne dohotke i sredstava za zajedničku potrošnju, a time i utvrđivanje proporcija raspoređivanja ostatka dohotka na osobnu i zajedničku potrošnju i fondove, treba da se u samoupravnim sporazumima regulira za organizacije udruženog rada.

Iz navedenih, pozitivnih odredaba nije moguće točno zaključiti da li u samoupravnim sporazumima subjekti raspoređivanja dohotka treba da budu osnovne organizacije udruženog rada ili to mogu biti i drugi oblici organizacija udruženog rada (poduzeća, kombinati i dr.), odnosno, da li se samoupravnim sporazumima može u tom pogledu ostaviti sloboda odlučivanja.

Alternativnost u pogledu subjekata za koje je samoupravnim sporazumima potrebno regulirati pravo raspoređivanja dohotka što proizlazi iz odredaba zakona i odredaba društvenog dogovora, samo prividno predstavlja alternativnost. Naime, da takva alternativnost ne postoji nedvojbeno proizlazi iz Ustavnih amandmana na Ustav SR Hrvatske. Tako se u Amandmanu VII. točka 1. stav. 4. u kojem se utvrđuju ustavni modaliteti udruživanja osnovnih organizacija udruženog rada, utvrđuje da radnik »odlučuje o dohotku koji ostvaruje osnovna organizacija udruženog rada u kojoj radi«.

Sadržaj neotuđivog prava odlučivanja o dohotku utvrđeno je detaljnije u Amandmanu VI. u kojem su u stavu 1. točke 3. utvrđuje da »dohodak raspoređuju radnici u osnovnoj organizaciji udruženog rada za svoje osobne i zajedničke potrebe i za potrebe proširenja materijalne osnovice udruženog rada i podizanja radne sposobnosti radnika«. U točki 4. istog stava ovog amandmana izričito se utvrđuje u odnosu na raspoređivanje dohotka, slijedeće: »Radnici u osnovnoj organizaciji udruženog rada utvrđuju osnove i mjerila raspoređivanja dohotka i raspodjele sredstava za osobne dohotke u skladu s osnovama i mjerilima utvrđenim samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima.«

Nakon iznijetog više se ne bi mogla postavljati alternativnost subjekata za koje treba osigurati pravo raspoređivanja dohotka u samoupravnim sporazumima. Sasvim je nedvojbeno da će na osnovi odredaba ustavnih amandmana, u samoupravnim sporazumima osnovne organizacije udruženog rada nominirati kao nosioci raspoređivanja dohotka.

Ovo načelno pitanje ima svoju specifičnost u elektroprivredi, tj. u njenoj proizvodno-prijenosnoj djelatnosti. Naime, istodobnost proizvodnje i potrošnje električne energije uvjetuje da prihod od prodaje električne energije predstavlja prihod elektroprivrednog sistema[1], tj. zajednički prihod svih dijelova određenog elektroprivrednog sistema. Posljedica ove specifičnosti očituje se u praksi raspoređivanja dohotka dijelova elektroprivrednog sistema. Raspoređivanje dohotka u dijelovima elektroprivrednog sistema (barem u SR Hrvatskoj) obavlja se na taj način, da se na osnovi realiziranog dohotka elektroprivrednog sistema kao cjeline utvrđuju sredstva za osobne dohotke u svakom dijelu elektroprivrednog sistema. Time se, u stvari raspoređuje dohodak elektroprivrednog sistema kao cjeline, a dijelovi sistema, tj. elektrane i prijenosne organizacije izdvajaju iz svog dohotka dogovoreni iznos sredstava za osobne dohotke, bez obzira na veličinu tog dohotka.

Ovakav način raspoređivanja dohotka u elektroprivrednim organizacijama, u odnosu na pravo i funkciju osnovnih organizacija udruženog rada u pogledu raspoređivanja dohotka, ponovno aktualizira stalno prisutnu dilemu u samoupravnoj praksi elektroprivrednih organizacija za proizvodnju i prijenos električne energije. Ta se dilema može izraziti i pitanjem da li karakteristike proizvodnje i prijenosa električne energije objektivno zahtijevaju da se dohodak raspoređuje, a time i osobni dohoci, u elektroprivrednom

[1] Pod elektroprivrednim sistemom podrazumijeva se skup faktora proizvodnje, prijenosa, razvoda i distribucije električne energije (sredstva i rada) što su interesno povezani međusobno i s okolinom radi proizvodnje električne energije u svrhu zadovoljenja potrošnje (Lit. pod 5). Ovdje se ovaj pojam upotrebljava uvjetno, jer obuhvaća samo proizvodnju i prijenos električne energije.

sistemu kao cjelini ili je moguće raspoređivanje dohotka u elektranama i prijenosnoj organizaciji? Pri daljnjem razmatranju ovog pitanja pretpostavlja se, s punim pravom, da će elektrane i prijenosne organizacije u okviru elektroprivrednog sistema primjenom ustavnih amandmana imati status osnovnih organizacija udruženog rada.

Ukoliko elektroprivredne organizacije udruženog rada, pri reguliranju ovog pitanja u samoupravnom sporazumu, prihvate stajalište da se raspoređuje dohodak elektroprivrednog sistema kao cjeline, odnosno kompromisni stav da to mogu činiti u slučajevima kada ih za to ovlaste osnovne organizacije udruženog rada (elektrane i prijenosne organizacije), samoupravni sporazum s takvim odredbama bio bi suprotan odredbama Ustava SR Hrvatske. Samoupravni sporazum s takvim odredbama, koji će se obrazlagati i opravdavati specifičnostima proizvodnje i prijenosa električne energije, izazivat će stalne sukobe između elektroprivrednih organizacija i samoupravnog sistema raspoređivanja dohotka. U ovom napisu neće se razmatrati društveno-ekonomske posljedice takvog, eventualnog, stava, iako one zaslužuju posebnu pažnju. U razmatranju će se zadržati samo na iznalaženju mogućnosti provedbe ustavnog načela o neotuđivom pravu elektrana i prijenosnih organizacija da raspoređuju dohodak, te u tom smislu valja regulirati ovo pitanje u samoupravnom sporazumu elektroprivrednih organizacija udruženog rada.

Dohodak (prema društvenom dogovoru: ostatak dohotka nakon podmirenja ugovornih i zakonskih obveza i uvećan za iznos amortizacije iznad propisanih minimalnih stopa) po radniku (odnosno po uvjetno kvalificiranom radniku) je ona veličina o kojoj ovisi veličina sredstava za osobne dohotke. Primjena ovog načela raspodjele prema radu pri raspoređivanju dohotka u elektranama i prijenosnim organizacijama uvjetovana je, najprije, objektiviziranjem dohotka kao vrijednosnog izraza rada i privređivanja tih elektroprivrednih organizacija. Kako je već rečeno, rad i učinak dijelova elektroprivrednog sistema (elektrane i prijenosne organizacije) realizira se na tržištu zajedničkim prihodom sistema, stoga je objektiviziranje raspodjele zajedničkog prihoda sistema na pojedine njegove dijelove prvi uvjet realiziranja načela raspodjele prema radu u samoupravnom sporazumu elektroprivrednih organizacija udruženog rada.

Provedba ustavnog načela da su elektrane i prijenosne organizacije (pod uvjetom da se konstituiraju kao osnovne organizacije udruženog rada (subjekti raspoređivanja dohotka, zahtijeva prema tome, da se u samoupravni sporazum elektroprivrednih organizacija unesu odredbe o jedinstvenom načinu raspodjele zajedničkog prihoda elektroprivrednog sistema. Takve odredbe u samoupravnom sporazumu osigurat će iste metodološke uvjete stjecanja dohotka elektrana i prijenosnih organizacija.

Jedinstvena metodologija raspodjele zajedničkog prihoda elektroprivrednog sistema na elektrane i prijenosnu organizaciju samo je metodološka pretpostavka za objektiviziranje njihovog dohotka. Inače, pitanje objektiviziranja dohotka elektrana i prijenosnih organizacija mnogo je šire i postavlja se kao pitanje izjednačavanja svih uvjeta za stjecanje dohotka, ili poznatije, kao izjednačavanje uvjeta privređivanja.

Samoupravne sporazume o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke osnovne organizacije udruženog rada zaključuju, osim o osnovama i mjerilima za raspoređivanje dohotka i raspodjelu sredstava za osobne dohotke, i o uvjetima za stjecanje dohotka. To je izričito istaknuto i u nazivu samoupravnih sporazuma (član 1. zakona). Proizlazi, prema tome, da su za utvrđivanje objektiviziranih osnova i mjerila za raspoređivanje dohotka nužni objektivizirani uvjeti za stjecanje dohotka. Naime, samo objektivizirani dohodak, nakon izjednačavanja uvjeta za njegovo stjecanje, može u vrijednosnom obliku objektivno izražavati izvršeni rad i poslovanje radnika udruženih u osnovnim organizacijama udruženog rada i biti osnovica za izdvajanje sredstava za osobne dohotke.

Odredbe o samoupravnim sporazumima tretiraju dosta općenito pitanje izjednačavanja uvjeta privređivanja. To je donekle i razumljivo, jer se radi o specifičnim i karakterističnim pitanjima u svakoj grani i grupaciji.

U članu 7, točka 1. zakona utvrđuje se da samoupravni sporazumi obvezno sadržavaju »uvjete za stjecanje dohotka, na koje mogu neposredno utjecati organizacije udruženog rada koje su zaključile samoupravni sporazum«. I u članu 14. društvenog dogovora pitanju izjednačavanja uvjeta privređivanja posvećene su, iako nešto konkretnije, još uvijek općenite formulacije. Tako se u ovom članu utvrđuje, da se pri utvrđivanju mjerila za raspoređivanje dohotka i raspoređivanje sredstava za osobne dohotke uzimaju u obzir posebni uvjeti rada i privređivanja, karakter djelatnosti, tehnička opremljenost rada, regionalne razlike i drugi posebni uvjeti poslovanja pojedinih grana i grupacija. Nadalje se u stavu 2. istog člana utvrđuje da će se samoupravnim sporazumima posebno predvidjeti mjerila za utvrđivanje dijela dohotka, što je rezultat posebnih uvjeta privređivanja, kao i namjena tog dijela dohotka.

Obveza da se u samoupravnim sporazumima reguliraju uvjeti za stjecanje dohotka na koje organizacije udruženog rada mogu neposredno utjecati, pretpostavlja da se za uvjete na koje organizacije ne mogu neposredno utjecati, utvrde takve odredbe kojima će se oni izjednačavati, odnosno eliminirati kod onih organizacija koje zbog njihovog djelovanja dolaze u povoljniji položaj. Na takav zaključak upućuje, osim već spomenutog teksta člana 14. i tekst člana 15. društvenog dogovora, u kojem je utvrđeno da se samoupravnim sporazumima moraju utvrditi takva mjerila za raspoređivanje dohotka i raspodjelu sredstava za osobne dohotke koja će osigurati da osobni dohoci u organizacijama udruženog rada u kojima je dohodak po uvjetno kvalificiranom radniku veći od prosječnog dohotka po radniku u privredi kao cjelini, ne mogu premašiti iznose koji proizlaze iz odnosa u skali navedenoj u tom članu. Iz navedenog proizlazi da osnovne organizacije udruženog rada na osnovi svojih rezultata rada, tj. na osnovi svog dohotka po uvjetno kvalificiranom radniku nemaju pravo na automatsku primjenu odnosa iz skale člana 15. društvenog dogovora. Njihovo pravo na odnose

pri raspoređivanju dohotka proizlazi iz mjerila utvrđenih u samoupravnom sporazumu i to nakon eliminiranja dijela dohotka koji je rezultat povoljnijih uvjeta privređivanja. U samoupravnom sporazumu potrebno je, stoga, regulirati i ovo pitanje i u njega unijeti odgovarajuće odredbe čijom primjenom će se izjednačiti uvjeti privređivanja i omogućiti osnovnim organizacijama udruženog rada da raspoređuju dohodak privređen pod približno istim uvjetima.

Pitanje izjednačavanja različitih uvjeta privređivanja, sa stajališta njihovog adekvatnog reguliranja u samoupravnom sporazumu elektroprivrednih organizacija, javlja se kao:

— izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja između osnovnih organizacija udruženog rada iste elektroprivredne djelatnosti, i

— izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja između osnovnih organizacija udruženog rada koje obavljaju različite elektroprivredne djelatnosti.

Izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja između organizacija koje obavljaju istu elektroprivrednu djelatnost valja obaviti između svih hidroelektrana, svih termoelektrana, te između svih prijenosnih organizacija koje zaključuju samoupravni sporazum bez obzira u okviru kojeg elektroprivrednog sistema one vrše funkciju proizvodnje ili prijenosa električne energije.

Osim izjednačavanja različitih uvjeta privređivanja između elektroprivrednih organizacija koje obavljaju istu elektroprivrednu djelatnost, zbog djelovanja faktora koje pojedine elektroprivredne djelatnosti u cjelini dovode u povoljniji položaj, javlja se potreba izjednačavanja različitih uvjeta privređivanja i između organizacija koje obavljaju različite elektroprivredne djelatnosti. Tako na primjer, troškovi energetskog goriva, vodni doprinos, kamate na kredite i dr., dovode određene elektroprivredne djelatnosti u povoljniji položaj i uvjetuju da neke elektroprivredne djelatnosti u cjelini ostvaruju povoljniji rezultat rada, tj. dohodak po radniku. Stoga se i izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja treba provoditi za elektroprivredne djelatnosti u cjelini, odnosno provoditi u svim organizacijama određene djelatnosti u odnosu na organizacije drugih djelatnosti.

Privređivanje je kompleksan proces u kojem se javljaju mnogi faktori različitog sadržaja i intenziteta. Stoga je i dohodak, kao vrijednosni izraz privređivanja u svojem sadržaju kompleksan. Iz navedenih konstatacija proizlazi pristup u izjednačavanju različitih uvjeta privređivanja, odnosno uvjeta za stjecanje dohotka, tj. da se analizi koja se treba provesti u tu svrhu trebaju podvrći svi faktori koji utječu na veličinu dohotka. Budući da je članom 7. društvenog dogovora utvrđeno da se pod dohotkom smatra dohodak umanjen za ugovorne i zakonske obveze, potrebno je i elemente sekundarne raspodjele, tj. elemente ugovornih i zakonskih obveza podvrći izjednačavanju utjecaja na veličinu ostatka dohotka. Prema tome, analizu djelovanja različitih uvjeta privređivanja valja provesti po pojedinim elementima ukupnog prihoda, uključujući i elemente ugovornih i zakonskih obveza. Kao osnovni elementi, u tom smislu, javljaju se: prihod od prodaje električne energije, materijalni troškovi proizvodnje i prijenosa električne energije, ugovorne i zakonske obveze iz dohotka. S obzirom na heterogenost i složenost pojedinih, navedenih elemenata, u postupku analize će biti potrebno njihovo daljnje raščlanjivanje. To se posebno odnosi na materijalne troškove, te ugovorne i zakonske obveze.

Na osnovi iznijetog, moguće je definirati načelne i polazne osnove u postupku izjednačavanja različitih uvjeta privređivanja elektroprivrednih organizacija radi njihovog reguliranja u samoupravnom sporazumu. Te su osnove slijedeće:

— izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja valja provoditi između osnovnih organizacija udruženog rada iste elektroprivredne djelatnosti;

— izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja valja provoditi i između organizacija različitih elektroprivrednih djelatnosti pri čemu organizacije jedne elektroprivredne djelatnosti treba promatrati u cjelini;

— izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja treba da obuhvati sve faktore koji djeluju na veličinu dohotka, odnosno ostatka dohotka, i

— izjednačavanje različitih uvjeta privređivanja valja provoditi na taj način, da se veličina dohotka smanjuje ili eliminira za povoljniji utjecaj pojedinih faktora i elemenata na veličinu dohotka, tj. da se dio dohotka ostvaren povoljnijim uvjetom privređivanja određenog faktora izuzme iz osnovice na temelju koje se utvrđuje izdvajanje sredstava za osobne dohotke.

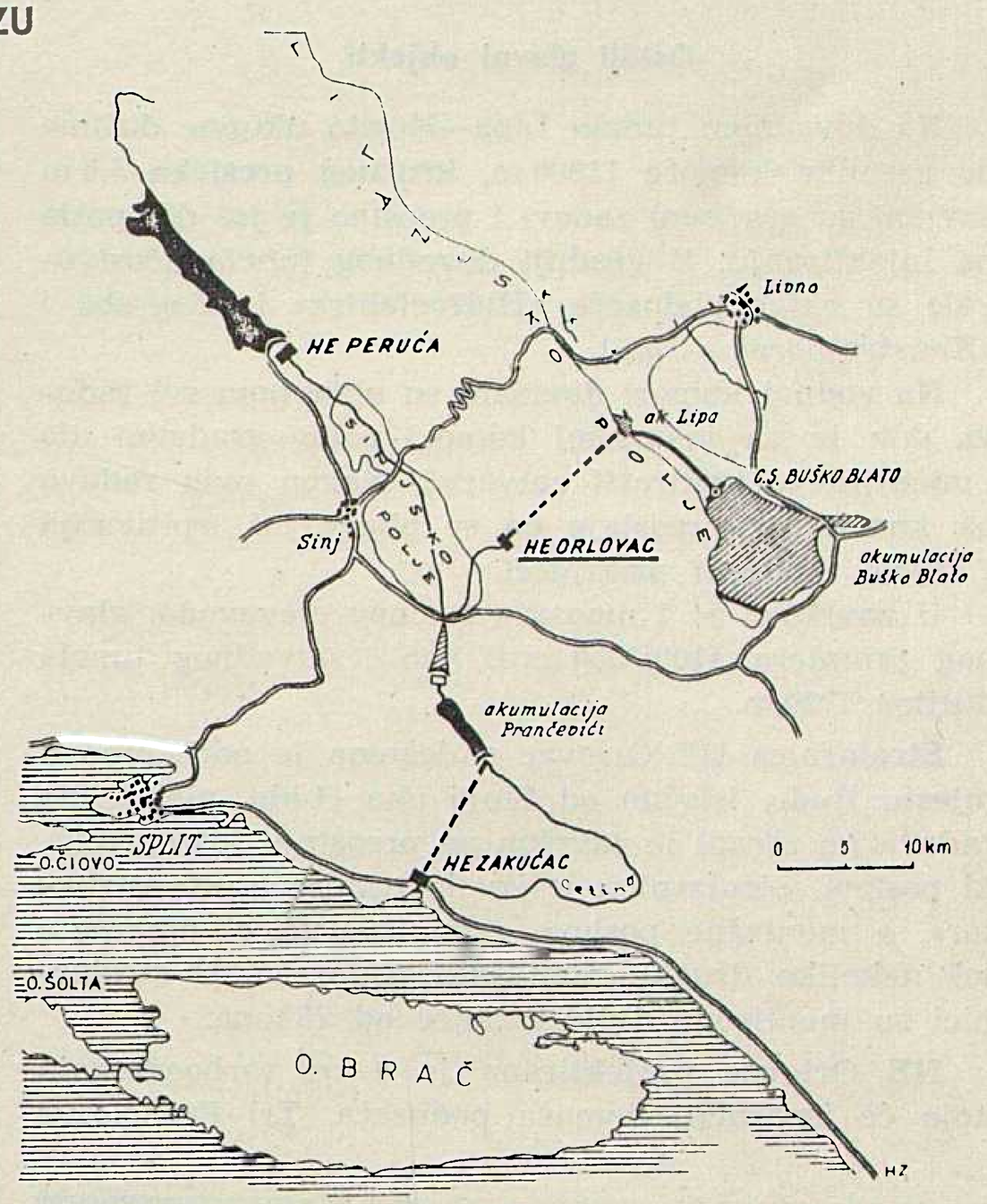
Na kraju ovog napisa valja ponovno istaći da su razmatrana pitanja i njihovo adektavno rješavanje preduvjeti da samoupravni sporazum elektroprivrednih organizacija udruženog rada u tim svojim dijelovima bude regulativ objektivnih osnova i mjerila za raspoređivanje dohotka, kao i o uvjetima za stjecanje dohotka. U napisu su izložene mogućnosti rješavanja ovih pitanja koja, međutim, traže daljnja metodološka i analitička istraživanja.

Literatura

1. — *Zakon o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke* — Narodne novine SRH, broj 34 i 54/1971.
2. — *Opći društveni dogovor o raspoređivanju dohotka i raspodjeli sredstava za osobne dohotke* — Narodne novine SRH, broj 17/1972.
3. — *Odluka o određivanju u kojim će granama organizacije udruženog rada zaključivati samoupravne sporazume za cijelu granu, a kojima za pojedine grupacije* — Narodne novine SRH, broj 34/1971.
4. — *Ustavni amandmani na Ustav SR Hrvatske* — Narodne novine SRH, broj 29/1971.
5. Grupa autora — *Položaj i uloga elektroprivrede i mehanizam njenog funkcioniranja i reprodukcije u našem samoupravnom društveno-ekonomskom sistemu.* Poslovno udruženje elektroprivrednih organizacija SR Hrvatske i Poslovno udruženje energetike SR Slovenije, veljača 1970.

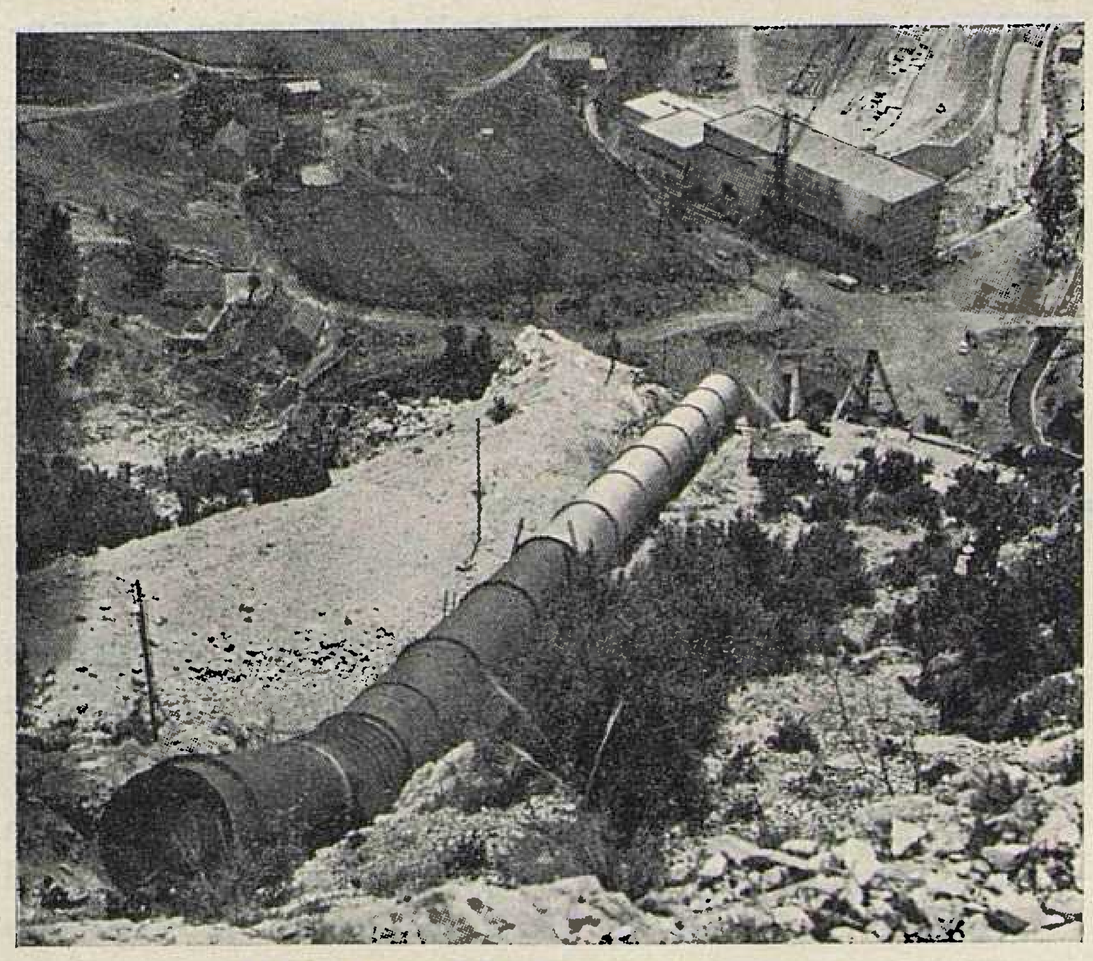
Zvonimir Milonja, dipl. ecc.

IZGRADNJA HE ORLOVAC ULAZI U ZAVRŠNU FAZU



Sl. 1 Situacija sliva Cetine i objekta HE Orlovac

Rijeka Cetina zajedno s vodotocima svojega šireg sliva ima energetski potencijal od oko 3,5 milijarde kWh, i spada među najvažnije hidroenergetske izvore Jugoslavije. U sliv Cetine spadaju i kraška polja Livanjsko s Buškim blatom, zatim Duvanjsko i Šujičko polje, a najvećim dijelom Kupreško i Glamočko. Jedan dio hidroenergetskog sliva Cetine već se iskorištava u hidroelektranama Zakučac, Peruća i Kraljevac. Daljnje iskorištavanje Cetine bit će provedeno izgradnjom stepenice Orlovac s akumulacijom Buško blato.



Sl. 2 Polaganje tlačnog cjevovoda

Hidroelektrana će koristiti vode kraških polja šireg sliva Cetine, čiji srednji godišnji dotok iznosi oko 40 m^3/s — a svode se u centralni akumulacioni bazen Buško blato, kapaciteta oko 700 milijuna m^3. Pad između Buškog blata i Cetine na Sinjskom polju iznosi oko 410 m.

Prije četiri godine otpočeli su glavni radovi na izgradnji HE Orlovac. Lokacije nekih objekata hidroelektrana nalaze se na području Livanjskog i Sinjskog polja.

HE Orlovac instalirane snage 237 MW, instaliranog protoka 70 m^3/sek imat će proizvodnju u srednjoj hidrološkoj godini oko 1091 GWh.

Akumulacija Buško Blato

Radovi na akumulaciji Buško blato dobrim dijelom su završeni. Posve je izgrađena brana Mandak, a trenutno se radi na injektiranju akumulacionog bazena. Nadalje, na akumulaciji Buško blato radi se na crpnoj stanici koja će imati tri crpna turbinska agregata, ukupnog kapaciteta 70 m^3/s.

Ova crpna stanica ima trostruko značenje:

— crpljenje u akumulaciju Buško blato,
— turbinski rad kod pražnjenja akumulacije i
— crpni rad iz akumulacije Buško blato.

Montažni radovi na crpnoj stanici privode se kraju tako da će ovo postrojenje krajem rujna ući u pogon.

Voda iz akumulacionog bazena Buško blato prebacuje se posebno izgrađenim kanalom u akumulaciju Lipa, odakle ide dovodni tunel do strojarnice.

Ostali glavni objekti

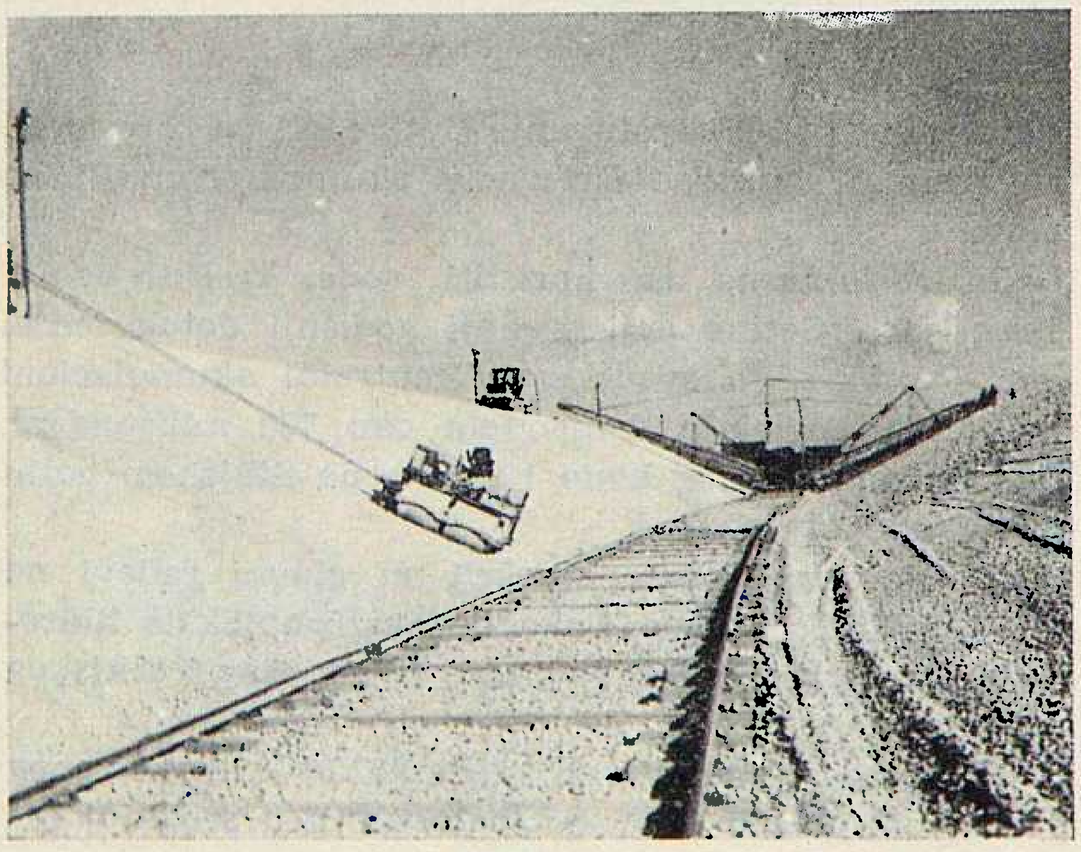
Na dovodnom tunelu Lipa—Korito ukupne duljine do zasunke komore 11800 m, kružnog presjeka 5,5 m završni su građevni radovi i preostao je još dio posla na injektiranju. U gradnji dovodnog tunela učestvovale su ekipe poduzeća »Hidroelektra« iz Zagreba i »Konstruktora« — Split.

Na vodnoj komori dovršeni su uglavnom svi radovi, dok je na zasunskoj komori gotov građevni dio i montira se leptirasti zatvarač. Nakon ovih radova na komorama preostaje da se obave još ispitivanja i izvedu konačni priključci.

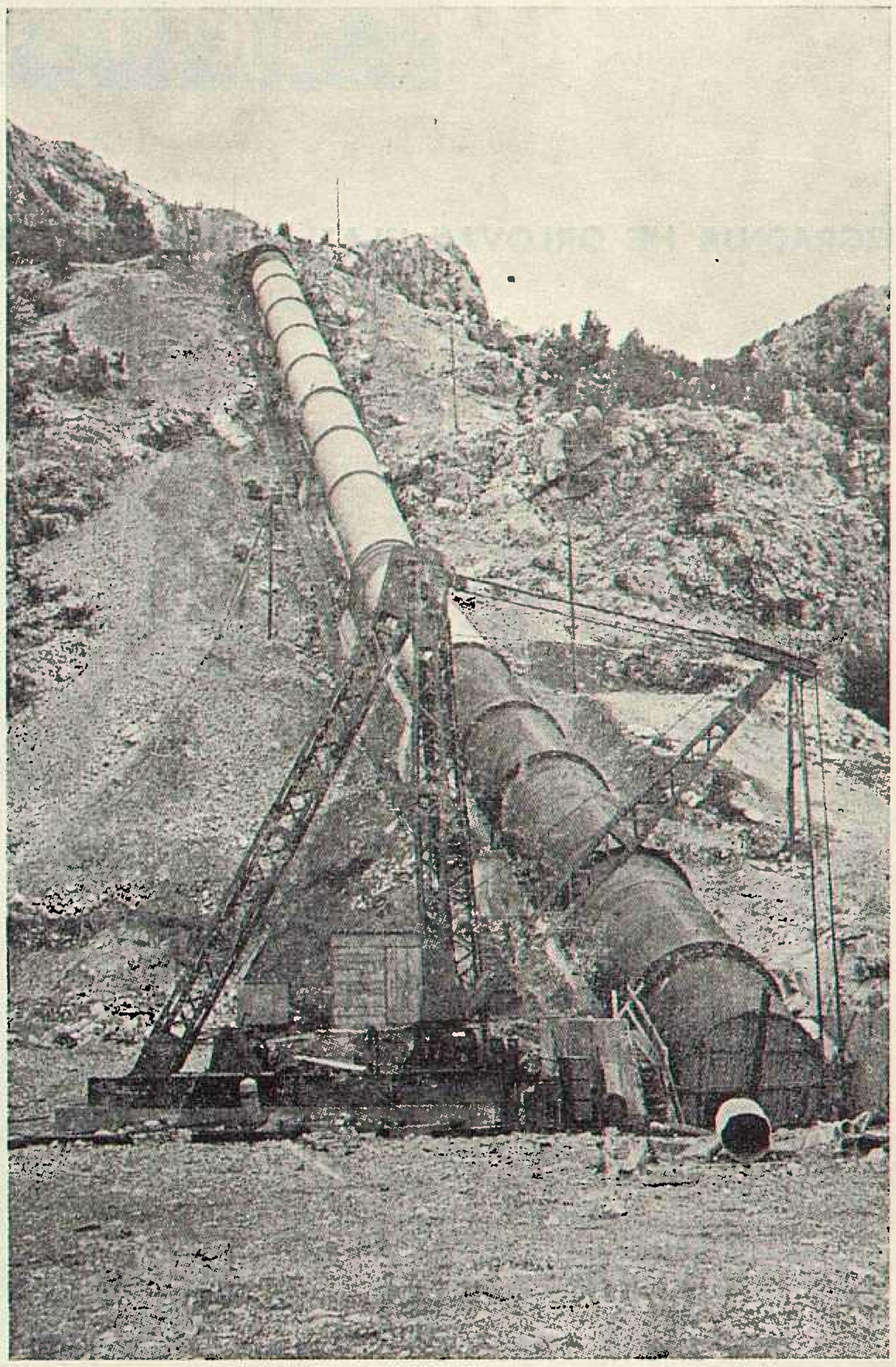
U završnici je i montaža tlačnog cjevovoda, glavnog promjera 4100/3950 mm, kao i odvodnog tunela duljine 1720 m.

Strojarnica HE Orlovac smještena je nadzemno u mjestu Rudo, istočno od Sinja oko 11 km, glavni dio radova na zgradi je završen pa preostaju još obrtnički poslovi. Strojarnicu je izvelo poduzeće »Konstruktor«, a montažne poslove rade isporučioci opreme i još nekoliko drugih montažnih poduzeća. U strojarnici su montirane dvije dizalice od 75 tona.

HE Orlovac projektirana je s tri turboagregata koja će isporučiti domaća poduzeća. Tri Francisove



Sl. 3 Kanal Buško Blato — Lipa



Sl. 4 Montaža cjevovoda

turbine proizvod su tvornice »Litostroj«, dok generatore isporučuje tvornica »Rade Končar«.

Montaža elektro i strojarske opreme odvija se uspješno i privodi se kraju. Na turbinama 1 i 2 obavljaju se tlačna ispitivanja, a na generatorima su u toku radovi na ulaganju namota.

Komandno postrojenje 220/110 kV otvorenog je tipa. Radovi su pri završetku. Portali i sabirnice su montirani, preostalo je još montiranje aparata.

Rezultati izvedbenih radova na ovim objektima su vrlo dobri, pa će prema planovima investitora, »Elektrodalmacije«, Split, hidroelektrana Orlovac ući u prodni rad potkraj 1972.

I. R.

»ELEKTROSLAVONIJA« — GRADNJA POSTROJENJA 35 kV

Glavna djelatnost poduzeća »Elektroprimorja« je opskrba električnom energijom, održavanje postrojenja za distribuciju energije na području Rijeke, Hrvatskog primorja i Gorskog kotara.

Radi poboljšanja energetske situacije »Elektroprimorje« je razradilo investicioni program za proširenje, rekonstrukciju postojećih i izgradnju novih prijenosnih postrojenja za razdoblje 1971.—1975. U posljednje dvije godine obuhvaćena je izgradnja ovih objekata:

a) U pogonu je već novi DV 35 kV, Delnice — Gerovo, oko 28,3 km, a izveden je na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima, sa vodičima 3 × 125/30 Ač i zaštitnim užetom 1 × 35 Fe. U Gerovu je izgrađena TS 35/10 kV, Snage 2 × 4 MVA, pa je u prvoj etapi

ugrađen jedan transformator, a u konačnoj izgradnji montirat će se i drugi. Ova prijenosna postrojenja služe za poboljšanje konzuma na području Gorskog kotara, Čabra, Trešća i Prezida, te industrijskih potrošača DIP-Čabar, Tvornice papira Gerovo, kao i drugih potrošača drvne industrije.

b) DV 35 kV Krasica-Kraljevica, oko 5,87 km, s novosagrađenom TS 35/10 kV Kraljevica snage 2 × 4 MVA — također montiran samo prvi transformator, imaju zadatak da osiguraju kvalitetnu količinu energije za potrebe područja Krasice u vezi s razvojem turizma i brodogradilišta u Kraljevici.

c) U ovoj godini pristupit će se gradnji DV 35 kV Krasica—Grobnik, oko 10 km, te TS 35/10 kV u Grobniku.

d) Otoci Rab i Goli povezani su na energetski sistem kopna, što se opskrbljuje energijom iz HE Senj. Izgrađen je DV 35 kV HE Senj—Goli—Rab, oko 32 km zračnog voda i podmorskog kabela. Donedavna ovaj je vod bio pod naponom 35 kV samo na prvoj dionici Senj—TS 35/10 kV Goli, dok se Rab napajao pod naponom 10 kV. Nakon izgradnje TS 35/10 kV Rab, stavljena je i druga dionica voda Goli—Rab pod napon 35 kV.

e) Radi sigurnosti opskrbe u postojećoj dizel-elektrani Rab, snage 2 × 1350 KS, montirani su novi agregati.

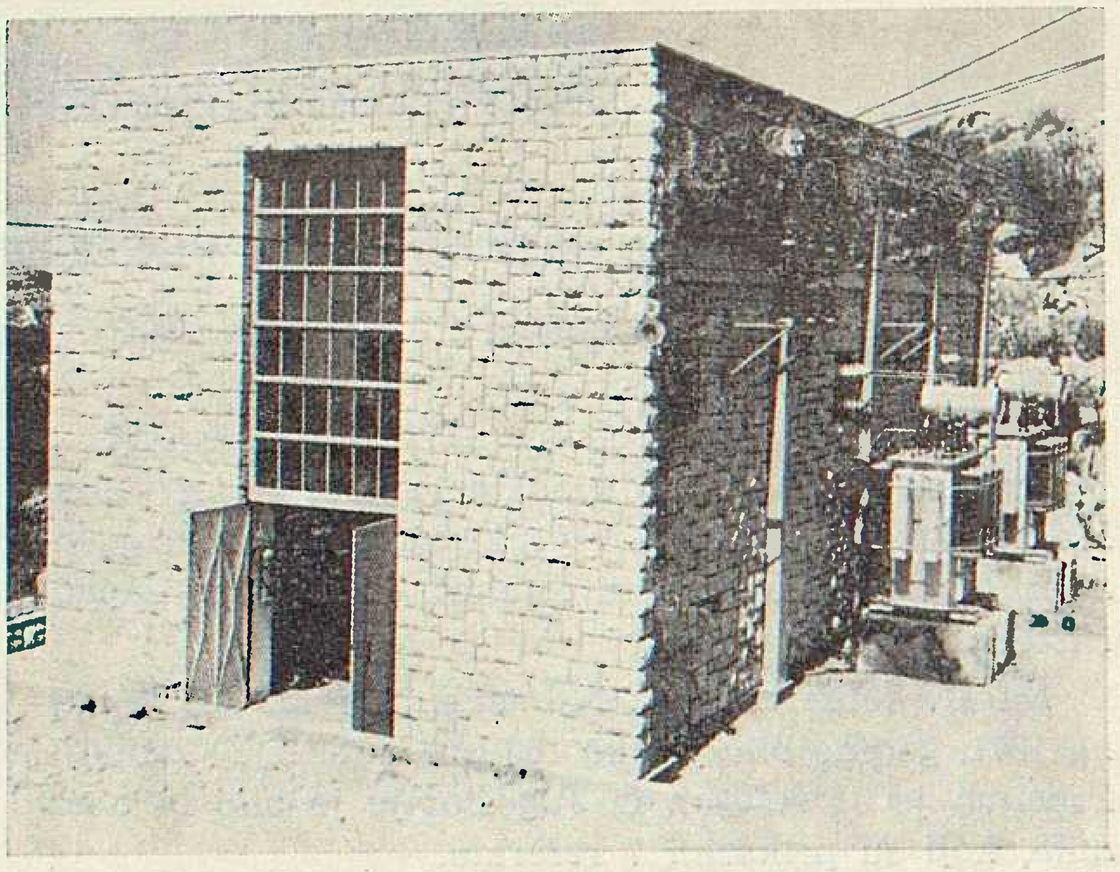
f) Zbog naglog porasta potrošnje električne energije široke potrošnje u području Matulji, Klana, te zbog rasterećenja postojeće TS (35/10) kV Opatija, pristupljeno je gradnji TS 35/10 kV Jusići (Matulji). Građevni i montažni radovi, za koje će se utrošiti 120 milijuna dinara, su u toku.

g) Nadalje iz TS 110/35 kV Matulji izgrađen je kabelski vod 35 kV, dužine oko 3 km u koji je investirana svota od oko 80 milijuna dinara.

h) U gradskom području Rijeke sagrađena je nova TS 35/10 kV »industrija« sa zadatkom da osigura dovoljne količine kvalitetne energije za brodogradilište »3 maj« i tvornicu »Torpedo«.

i) Valja naglasiti da je izgradnjom TS 220/110/35 kV Pehlin, dobivena važna točka transformacije i distributivnog razvoda 35 kV za napajanje novog urbanističkog područja Rijeke kao i poboljšanje napajanja postojećeg gradskog i prigradskog konzuma.

j) U TS 35/10 kV Lošinj postavljen je regulacioni transformator s automatskom regulacijom, proizvodnje »Rade Končar«, snage 4 MVA. To je prvi regulacioni transformator s automatskom regulacijom montiran u distributivnim transformatorskim stanicama na području »Elektroprimorja«. Valja istaknuti da su sve navedene investicije za održavanje i rekonstrukciju, te izgradnju novih postrojenja financirane iz vlastitih sredstava »Elektroprimorja«. Korištena su sredstva amortizacije i poslovnog fonda. U investiranju nekih objekata



Proširenje TS 35/10 kV Plase

učestvovale su zainteresirane općine i industrija, dok je najmanji dio sredstava nabavljen kreditima.

U ovom kratkom informativnom prikazu iznesena je izgradnja većih prijenosnih postrojenja, ali je »Elektroprimorje« rekonstruiralo i izgradilo mnogo novih objekata kapaciteta 10 kV do 0,4 kV u svim općinama koje spadaju u njegov djelokrug.

I. R.

REALIZACIJA PLANA INVESTICIJA

Područje poduzeća »Elektroprimorje« Rijeka što obuhvaća općine Crikvenicu, Čabar, Delnice, Bakar, Rijeku, Opatiju, Skrad i Vrbosko, te otoke Krk, Cres, Lošinj i Rab, stalno povećava potrošnju električne energije zbog ubrzanog razvoja turističke privrede, prometa, industrije i široke potrošnje.

Na području od 4260 km² bilo je krajem 1971. godine elektrificirano oko 95.500 kućanstava, to je 97% od ukupnog broja na području »Elektroprimorja«.

Kretanje broja potrošača po strukturi potrošnje posljednjih godina

Godina	Broj potrošača	Ukupna potrošnja	Potrošnja kućanstva	Potrošnja industrije	Ostali potrošači
		MWh	MWh	MWh	MWh
1968.	89.615	348.394	133.991	90.752	123.651
1969.	92.216	382.744	150.313	91.977	140.454
1970.	94.779	440.610	162.244	139.185	139.181
1971.	97.160	472.755	172.759	149.821	150.175

Iz tablice se vidi kako se je kretao porast potrošnje i broj potrošača u posljednje četiri godine.

OSVRT NA XI. MEĐUNARODNU KONFERENCIJU O ZAŠTITI OD MUNJE U MÜNCHENU

(Rererat na skupštini Potkomiteta JKG-a za SR Hrvatsku 2. 3. 1972. u DIT-u Zagreb)

Međunarodna konferencija o zaštiti od munje je već veoma poznat i tradicionalan susret znanstvenika i stručnjaka, teoretičara i praktičara, različitih grana znanosti i tehnike iz svih dijelova Evrope, sa zapada i istoka.

Na 11. konferenciji u Münchenu od 13. do 17. rujna 1971. godine bilo je oko 160 učesnika iz 14 zemalja. Pročitan je 31 referat. Iz Jugoslavije je bilo 14 učesnika, koji su prikazali 7 referata.

Referati su bili svrstani u ove tematske skupine:

1. *Proučavanje oluja i munja.*
2. *Teoretski problemi zaštite od munje.*
3. *Praktični problemi zaštite od munje.*
4. *Propisi, smjernice i norme (standardi) za zaštitu.*
5. *Posebni problemi zaštite od munje.*

Kao i ranijih godina sâmi referati nisu čitani, već je referent dao samo kratki sažetak ili eventualnu dopunu ranije napisanog i učesnicima dostavljenog referata. Tako je bilo mnogo više vremena za diskusije, što je bila osnovna namjera takvog načina referiranja. Medutim, za neke naročito interesantne probleme, posebno na području praktične zaštite, bilo je ipak premalo vremena za diskusije.

Voditelj diskusije u *prvoj* skupini je bio Prof. Dr. K. Berger, poznati švicarski znanstvenik u oblasti proučavanja električnih polja munja. *E. Garbagnati, E. Giudice* i *G. B. Lo Piparo* (Italija) su prikazali sheme automatskih uređaja za utvrđivanje karakteristika munja i dobivene rezultate; posebno je interesantan indikator kerauničke aktivnosti. *E. Hönninger* (Austrija) prikazao je rezultate »registracije« munja pomoću brojača munja. *A. Fischer* (SRNj) osvrnuo se u svom referatu na primjenu brojača munja, što ga je predložila CIGRE, širom svijeta i u Njemačkoj. *B. Schmidt* (SRNj) prikazao je probleme zaštite od munja planinskih željeznica i žičara i postignuta iskustva, demonstrirano na primjeru tih transportnih sredstava na alpskom masivu Zugspitze (2963 m). U diskusiji je *K. Berger* dao kratki osvrt na dašnje stanje i novosti na području proučavanja oluja i munja; posebno su bili zanimljivi prikazani snimci (dijapozitivi) snimanja munja sa satelita. Iz dosta opsežne diskusije o brojačima munja valja spomenuti prijedlog *V. Fritscha* da treba brojače munja električki jasno definirati. Posebno je bila zanimljiva primjedba *A. Bürknera* (Austrija) o činjeničnim okolnostima i podacima o nesreći gondole žičare u Chamonix-u (1971. god.). Dnevna štampa u Francuskoj navela je, naime, da je uzrok nesreće bio udar munje u gondolu žičare. Stručna komisija je utvrdila, da udar munje uopće nije bio registriran. Gondola je pala iz mehaničkog uzroka: dva puta uzastopce je nestalo struje, pa je uzastopno zaustavljanje izazvalo jako njihanje i pad jedne gondole. U isto vrijeme bila je, medutim, u tom području doista oluja sa munjama.

Voditelj diskusije u *drugoj* tematskoj skupini bio je Prof. Dr. *H. Baatz* (SRNj). U referatima *V. Fritscha* (Austrija) o ugrozenosti od munje i zaštitnom prostoru te *T. Horvath-a* (Madarska) o ekvivalentnoj površini i relativnoj opasnosti udara kao karakterističnim parametrima zaštitnog efekta gromobrana prikazane su sadašnje definicije i teoretska objašnjenja tih pojmova. Dane su stanovite preporuke i sugestije radi revidiranja odnosno preciziranja dotičnih definicija i njihovo ozakonjavanje kao i za uvođenje novih pojmova, odnosno parametara. O toj problematici se je razvila opsirna diskusija; diskutanti su ukazali na potrebu svrsishodnog i prije svega jedinstvenog tretiranja tih osnovnih pojmova zaštite od munja. *D. Rajičić* (Skopje) prikazao je rezultat analitičkog proučavanja kvadratične gromobranske hvataljke. *A. Vorgučić* (Niš) prikazao je u dva referata električni model odvoda sa mehaničkom zaštitom kao i računanje napona između odvoda i mehaničke zaštite kod udara munje. *J. Wiesinger* (SRNj) dao je analizu vremenski promjenljivih napona koji nastaju kod udara munje u uzemljene odvode. *E. Müller, H. Steinbigler* i *J. Wiesinger* (SRNj) prikazali su u zajedničkom referatu računski program za određivanje induciranih napona u okolini odvoda. *E. Rating* (SRNj) referirao je o rezultatima ispitivanja opterećenja izolacije kabela kod struje munje u kabelskim plaštevima.

Voditelj diskusije u *trećoj* tematskoj skupini bio je Dr. *Z. Krulc* (Zagreb). *Ž. Radosavljević* (Beograd) je u ime četvorice autora dao sažetak referata o proučavanju efikasnosti radioaktivnih gromobrana u Jugoslaviji, a *Đ. Ristić* (Beograd) o preventivnim mjerama zaštite i postupanju u slučaju pada radioaktivnog gromobrana s objekta na tlo. Nakon toga se je razvila neobično živa diskusija s mnoštvom pitanja. Prof. Dr. Baatz (Sveučilište Stuttgart) postavio je načelno pitanje o tome, kakve su fizikalne osnove radioaktivnog gromobrana i zaštite od udara munje. Prof. Baatz je upozorio i na svoju studiju: »Radioaktivni izotopi ne poboljšavaju zaštitu od munje« (»Radioaktive Isotope verbessern nicht den Blitzschutz«), pripremljenu za objavljivanje i umnoženu (kao rukopis) za učesnike konferencije kao predmet za razmišljanje i diskusiju. Prof. Dr. Fritsch (Austrija) postavio je pitanja o praktičnim iskustvima i ekonomičnosti (uštedi) ove vrste gromobrana; nadalje je stavio u pitanje odgovornost zakonodavca propisa za ove gromobrane, za koje nema dovoljno fizikalnih i eksperimentalnih osnova, a dozvoljeni su u Jugoslaviji čak i zakonskim propisima. Referent Ž. Radosav-

ljević nije dao odgovore na decidirano postavljena pitanja. Ostali diskutanti (među njima Prof. Dr. Horváth, Mađarska) ukazali su na potrebu daljnjih istraživanja, posebno eksperimentalnih, na tom području i prikazivanju utvrđenih konkretnih rezultata. *J. Wiesinger* (SRNj) prikazao je koncept optimizacije zaštite od munje na manjim objektima, posebno stambenim zgradama i poljoprivrednim objektima, temeljen na povezivanju gromobranske instalacije sa drugim instalacijama i metalnim masama u tim objektima. Prof. Fritsch je u diskusiji upozorio na stanovitu opasnost takvih integracija, ako one imaju kao cilj pojednostavljenje gromobranske instalacije. U Austriji se pojednostaljenja nisu pokazala dobrim. *F. Rühlin* (SRNj) referirao je o modelskim ispitivanjima zaštitnog prostora i njihovom značenju za zaštitu zgrada. *H. Krug* (SRNj) prikazao je novi postupak mjerenja otpora zatvorenih sistema odvoda bez njihovog razdvajanja. *Z. Krulc* (Zagreb ukazao je na korisnost geoelektričnog istraživanja uvjeta uzemljenja na visokoomskom području krša. *D. Bernet* (DRNj; u odsutnosti autora dao je sažetak referata Prof. Fritsch-a) ukazao je na neke momente suvremenog dimenzioniranja gromobranskih uzemljivačkih sistema (instalacija). *K. Oswald* (Mađarska) je u ime trojice autora iznio problematiku kompleksnog, višestruko namjenskog, uzemljenja objekata (npr. antena radio i TV-odašiljača, stupova visokonaponskih vodova) postavljenih na terenskim uzdignućima. *E Verč* (Ljubljana) je na kraju prikazao približno određivanje razmaka između gromobranske i električne instalacije u modernim zgradama.

U *četvrtoj* skupini bio je voditelj diskusije Prof. Dr. *V. Fritsch,* poznati austrijski geoelektričar i gromobranski stručnjak. U sažetku svog referata *V. Fritsch* se osvrnuo na zajedničke probleme propisa i standarda u gromobranstvu u zemljama različitih političkih ideologija i privrednih sistema i naglasio opravdanost i korisnost »internacionalizacije« propisa i standarda. *A. Bürkner* (Austrija) je u ime dvojice autora prikazao novosti u austrijskim gromobranskim propisima. *J. Haag* (Austrija) je opisao austrijske norme (standarde) za gradnju gromobrana. *B. Warsinski* (SRNj) se je osvruno na stanje međusobnog prilagođavanja njemačkih i austrijskih standarda za gromobranske elemente. Isti referent se je zatim sa dva referata osvrnuo i na dodirne točke i mogućnosti internacionalizacije standarda za gromobranske elemente i dao prikaz usporedbe gromobranskih propisa i odredaba različitih zemalja (14 zemalja Evrope i USA). *J. Fodor* (Mađarska) je pak prikazao rezultate usporedbe gromobranskih propisa 13 različitih zemalja Evrope na temelju upitnog arka Gromobranskog komiteta Mađarskog elektrotehničkog saveza iz 1969. god. (podijeljenog učesnicima 10. Internacionalne konferencije o zaštiti od munje u Budimpešti). *A. Hösl* (SRNj) osvrnuo se na svoj usporedbeni pregled gromobranskih odredaba 8 evropskih zemalja, SSSR-a, USA i Južne Afrike kao doprinos internacionalizaciji »gromobranstva«. Prema njemu bi trebalo uskladiti pojmove, definicije, odredbe i standarde o ovoj materiji odnosno područjima: 1) normalna munja; 2) ugroženost od munje i zaštitni prostor; 3) materijal za gromobranske instalacije; 4) hvataljke; 5) odvodi; 6) uzemljivači i 7) približavanja (različitih instalacija). Nakon duže diskusije o toj problematici pozdravljen je i prihvaćen prijedlog Dr. A. Hösla kao osnova za daljnje usklađivanje, odnosno internacionalizaciju gromobranskih propisa, odredaba i standarda.

U *petoj* skupini bio je voditelj diskusije Prof. Dr. T. Horváth (Mađarska). *J. Wiesinger* (SRNj) ukazao je na potrebu i tehničko rješenje zaštite od munje šatora u kampovima. *H. Neuhaus* (SRNj) osvrnuo se pak na problem i mogućnosti zaštite od munje tzv. »letećih objekata«: vrtuljaka, cirkuskih šatora i sl. Više diskutanata iz SRNj ukazalo je na to, da ne treba zaštitu od munje »letećih objekata« smatrati jako važnom, potkrepljujući to time da prema podacima statistike već više desetljeća u SRNj nije bilo nikakve nesreće odnosno štetnog udara munje u te objekte. Prof. Fritsch je pak naglasio, da u Austriji zaštita tih objekata počiva na saznanju, da treba zaštititi ljude bez obzira na materijalne (financijske) okolnosti. Vrlo je važno spriječiti paniku, i kod nastupa nevremena takve objekte isključiti iz pogona. Na kraju je *H. Neuhaus* (SRNj) iznio problem zaštite osoba od napona koraka i dodira kod ulaznog dijela vidikovca, skloništa u planinama, a posebno kod stupova jake rasvjete na sportskim stadionima.

U okviru, odnosno programu konferencije, izvršen je cjelodnevni izlet na Zugspitze (2963 m) u Alpama. U gornjoj postaji poznate zupčane planinske željeznice održana su dva kraća informativna predavanja: o meteorološkim opažanjima na vrhu Zugspitze i o izvedbi zaštite od udara munje uređaja zupčane željeznice i žičare na tom alpskom vrhu (uz razgledavanje uređaja i instalacija).

Pred završetak referatno-diskusionog dijela, odnosno programa konferencije, poveden je razgovor i izvršen dogovor o zemlji i mjestu održavanja slijedeće 12. Internacionalne konferencije o zaštiti od munje. Nakon što su raniji natjecatelji odustali (DRNj), odnosno nisu iznijeli svoj već ranije preliminarno postavljen prijedlog (Rumunjska), prihvatili su predstavnici našeg JKG-a obvezu organizacije 12. konferencije 1973. u Portorožu.

Dr Zvonimir Krulc, dipl. ing.

OSVRT NA RAD MEĐUNARODNE GROMOBRANSKE KONFERENCIJE U POSLJEDNJIH NEKOLIKO GODINA

Na 11. Internacionalnoj gromobranskoj konferenciji rujna 1971. u Münchenu preuzeo je Jugoslavenski komitet za geoelektricitet i gromobrane obvezu organizacije slijedeće, 12. međunarodne gromobranske konferencije 1973. god. Za mjesto održavanja konferencije izabran je Portorož u Slov. Primorju; određeno je također i vrijeme održavanja: od 1. do 5. listopada 1973. god.

Preuzeta obveza postavlja sada, ne samo pred organizatora, već i pred šire znanstvene, stručne (privredne) i strukovne (društvene) krugove i organizacije kod nas, zadatak solidne organizacije i punog uspjeha tog međunarodnog skupa. Posebnu pažnju valja posvetiti što je moguće brojnijem nastupu naših stručnjaka s referatima iz široke problematike zaštite od munje kod nas. Prikazivanje i razmatranje, kako naših problema tako i uspjeha i rezultata na nivou tog značajnog skupa, mogu biti dragocjena pomoć — u prvom redu našim stručnjacima. Naročitu vrijednost mogu imati osobni kontakti i izmjena iskustava s istaknutim stručnjacima evropskog »gromobranstva«. U tom smjeru postoje već dobri uvjeti i mogućnosti, jer je posljednjih godina sve veći interes u našim »gromobranskim« krugovima za zbivanja i rad međunarodne gromobranske »konferencije«. To pokazuje i broj učesnika i referata iz naše zemlje na posljednja dva zasjedanja.

Na 12. internacionalnoj gromobranskoj konferenciji 1973. god. u Portorožu trebali bi stručnjaci naših meteoroloških zavoda prikazati rezultate proučavanja oluja i munja u našoj zemlji, karakteriziranoj različitim klimatskim uvjetima. Znanstvenici i stručnjaci fakultetskih i elektroprivrednih instituta trebali bi u svojim referatima iznijeti rezultate radova na proučavanju teoretskih problema zaštite od groma, iskustva s brojačima munja, razmatranja zaštitnog prostora, i dr. Stručnjaci iz privrede trebali bi pak prikazati rezultate praktične zaštite od munje i ukazati na specifične probleme zaštite. Na našem posljednjem (II Jugoslavenskom) savjetovanju o geoelektricitetu i gromobranima krajem 1970. god. (u Šibeniku) bili su iznijeti, kao posebno interesantni problemi koje bi trebalo obraditi na slijedećim savjetovanjima ili simpozijima, ovi:

— zaštita koaksijalnih kabela, posebno na području visokoomske sredine u kršu;
— zaštita od udara munje u instalacije u rudnicima;
— zaštita uzemljivačkih instalacija u agresivnom tlu;
— efektivnost radioaktivnog gromobrana u usporedbi sa klasičnim.

O tim problemima također bi se mogli prirediti referati, ili barem diskusioni prilozi, za 12. međunarodnu gromobransku konferenciju 1973. u Portorožu.

Radi dobivanja osnovne orijentacije o zbivanjima i problematici rada internacionalne konferencije o zaštiti od munje dajemo malo opsežniji osvrt na njezin postanak i rad, posebno na osmu, devetu i desetu »konferenciju«. Osvrt na posljednju, jedanaestu konferenciju 1971. u Münchenu posebno je prikazan.

Postanak, organizacija i vremenski razvoj internacionalne gromobranske konferencije

Inicijativu za održavanje povremenih međunarodnih sastanaka i savjetovanja o kompleksnoj problematici zaštite od munje dali su 1951. predstavnici Austrije, Savezne Republike Njemačke i Švicarske. Petorica znanstvenika i stručnjaka iz tih zemalja sastala su se te godine u Bad Reichenhallu (SRNj) da bi izradili jedinstvene preporuke za zaštitu od munje u tim susjednim alpskim državama. Taj se sastanak smatra prvom internacionalnom gromobranskom konferencijom u Evropi. Državama osnivačima pridružuju se zatim Poljska i DR Njemačka. Gromobranskoj asocijaciji priključuju se kasnije Belgija, Bugarska, Čehoslovačka, Engleska, Finska, Francuska, Italija, Jugoslavija, Mađarska, Nizozemska, Rumunjska, Sovjetski Savez i Švedska. Konferenciji stalno prisustvuju i predstavnici (zapravo neslužbeni) Danske.

Radni sastanci imaju karakter savjetovanja i održavaju se posljednjih deset godina svake druge godine. Važno je spomenuti, da ova međunarodna asocijacija, nazvana »konferencijom«, nema stalnog sekretarijata niti bilo kakvo drugo organizaciono-administrativno tijelo. Organizaciju i sve poslove oko toga za svaku konferenciju, odnosno savjetovanje (sastanak), preuzme neka strukovna (najčešće elektrotehnička) organizacija u onoj zemlji, u kojoj će biti održana konferencija.

Dosad je održano jedanaest međunarodnih gromobranskih konferencija, i to:

1.	Bad Reichenhall (SRNj) (osnivačka konferencija)	1951.
2.	Bregenz (Austrija)	1952.
3.	Lugano (Švicarska)	1953.
4.	Meran Italija)	1956.
5.	Wien (Austrija)	1958.
6.	Trieste — Opatija	1961.
7.	Arnhem (Nizozemska)	1963.
8.	Krakov (Poljska)	1965.
9.	Lugano (Švicarska)	1967.
10.	Budapest (Mađarska)	1969.
11.	München (SRNj)	1971.

Šesta internacionalna gromobranska konferencija bila je održana jednim dijelom u Trstu, a drugim dijelom u Opatiji (1961. god.). Istovremeno je u Opatiji održana i I. Jugoslavenska konferencija za uzemljenja i zaštitu od groma, na kojoj je prikazan veći broj referata. Neki referati naših stručnjaka bili su prikazani na internacionalnom dijelu ove dvostruke konferencije; *B. Markovčić* (Zagreb) je tada prikazao prvu izokerauničku kartu Hrvatske.

Nakon toga se održavaju konferencije naizmjence u »zapadnom« i »istočnom« dijelu Evrope. Broj učesnika stalno raste. Na posljednje dvije konferencije bio je posebno velik odaziv stručnjaka i interesenata (po oko 160) iz oba dijela Evrope.

Ova asocijacija bez posebne stalne organizacije u obliku nekog sekretarijata, odbora ili slično, predstavlja tako u današnjem podijeljenom svijetu skup ljudi sa Zapada i Istoka, koji stvaraju i održavaju

osobne kontakte i izmjenjuju svoja iskustva. Uz vrhunske znanstvenike, profesore, docente i asistente najpoznatijih evropskih elektrotehničkih fakulteta i njihovih instituta zastupljeni su i mnogi stručnjaci elektrotehničke i srodnih struka, te praktičari, od predstavnika poznatih evropskih proizvođača gromobranske opreme do projektanata i izvođača gromobranskih i uzemljivačkih instalacija.

Osnovni tematski program internacionalne gromobranske »konferencije« već je nekoliko godina isti:

I. *Proučavanje oluja i munja.*
II. *Teoretski problemi zaštite od munje.*
III. *Praktični problemi zaštite od munje.*
IV. *Specijalni problemi zaštite od munje.*
V. *Statistika. Propisi. Norme (standardi).*

U slijedećem ćemo prikazati posebno zanimljive referate i diskusije na osmoj, devetoj i desetoj konferenciji, pri tom se jasno vidi da se neki problemi ponavljaju i da se o njima detaljno diskutira.

Osma gromobranska konferencija 1965. u Krakovu

Diskusija o fizikalnim problemima munje je pokazala, da podlogu svim proučavanjima fizikalnih problema munje treba dati iskustvo koje preko teorije vodi ka tumačenju. Pokaže li iskustvo nevaljanost dotadašnje teorije, valja ovu prilagoditi novim spoznajama. Ovog principa valja se prdržavati i ovdje, jer između prirode i znanstvenih eksperimenata ne postoji diskrepanca samo u mjerilu (Prof. *K. Berger*).

Veoma zanimljive diskusije bile su vođene o problemima zaštitnog prostora gromobrana. Prof. *H. Berger* (Švicarska) je prikazao rezultate svojih opažanja i istraživanja: »Odluka« munje da udari na stanovito mjesto ovisi o njenom »punjenju«, tj. o jakosti struje; jake munje se »odluče« u znatno većoj mjeri od tla od slabih. Prema tome se može reći, da je prihvatno područje visokog gromobrana za jake munje veće nego za slabe. Pri tom se svakako tretpostavlja, da sve munje dolaze vertikalno odozgo. Prof. *V. Fritsch* (Austrija) je u svom komentaru ukazao na to, da je mjesto udara munje ovisno i o električnoj vodljivosti tla; često se sreću jako velike razlike u vodljivosti tla — ne samo u planinskim predjelima — na najužem prostoru. S obzirom na tu okolnost ne smiju se uvijek pretpostaviti linearni i homogeni odnosi. U daljnjoj diskusiji bilo je ukazano na to, da mnoge munje ne dolaze vertikalno odozgo. Prikazana i opisana su oštećenja jedne crkve, čiji je toranja bio opremljen gromobranom, a lađa ne; munja je pod kutem od oko 27° udarila u lađu crkve i prouzročila stanovita oštećenja i time znatno poljuljala povjerenje u efikasnost gromobranske zaštite. Ovakvi događaji upućuju na to, da treba dati prednost standardiziranoj izvedbi gromobranske instalacije; rijetko-mrežasti *Faraday*-ev kavez (20×30 m kao maksimum) pruža još najsigurniju zaštitu (Prof. *K. Berger*).

U diskusiji o referatu o štetama od udara munje u antene, električne vodove i druge metalne mase u potkrovljima zgrada bez gromobranske zaštite (instalacije), bilo je sa više strana odlučno naglašeno da treba u svakom objektu međusobno povezati sve metalne dijelove različitih instalacija (vodovodnih, za centralno grijanje, električnih, gromobranskih), da bi se postigao isti jedinstveni potencijal. Kod projektiranja i izvedbe objekata traži to odgovarajuću koordinaciju, što je ponekad teško sprovesti.

Velik interes i opširnu diskusiju izazvao je referat pod naslovom: »Privlače li gromobranske instalacije munju? Znači li manjkava gromobranska instalacija povećanu opasnost?« (*P. Schnell,* SRNj). Za prvo pitanje referata je naglašeno da je to baš tako, jer je to zapravo i namjena gromobrana. Nadalje je rečeno, da se to djelovanje gromobrana odnosi zapravo samo na one munje, koje bi i onako udarile u — sada zaštićeni — objekt. Prema tome je prihvatno (i također zaštitno) područje gromobrana prilično ograničeno, što proizlazi i iz razmatranja o zaštitnom prostoru. Drugo pitanje referata objasnio je autor referata s nekoliko dijapozitiva odnosno snimaka praktičnih slučajeva. Posebnu pažnju zaslužuje nesretni slučaj u kamenom tornju-vidikovcu, gdje je zbog udara munje poginulo šest ljudi, a više ih je bilo povređeno. Toranj je imao željeznu motku za zastavu, ugrađenu u kameni zid, ali nikakve druge metalne dijelove i nikakvu gromobransku instalaciju. Nakon što je munja udarila u motku, morala si je »utrti« put po zidu (s unutarnje strane tornja) i kroz ljude, koji su se sklonili od nevremena u toranj, u tlo. U diskusiji je bila teza, da je bolja i manjkava gromobranska instalacija nego nikakva, ograničena na to da kod ovakvih razmatranja valja izuzeti instalacije s grubim manjkavostima i nedostacima, napose s prekidima odvoda od hvataljki do uzemljivača ili s manjkavom uzemljivačkom instalacijom. (Vidi još: *P. Schnell,* Blitzkatastrophe in einem Aussichtsturm. »Der Blitzableiter« 10, 1960; »Dehn und Söhne«, Nürnberg).

Prof. *V. Fritsch* (Austrija) referirao je o austrijskoj statistici šteta od udara munje i dao pobudu, da se ova proširi uz jedinstvene kriterije u internacionalnu statistiku. Na takvoj osnovi bila bi moguća uspoređivanja i zaključivanja o toj problematici u širim razmjerima, što bi bilo od velike koristi za proučavanje munja i zaštite od njenog udara.

Deveta internacionalna konferencija 1967. u Luganu

U prvoj skupini referata bio je posebno zanimljiv prikaz novih spoznaja i rezultata rada poznate stanice za ispitivanje munja na Monte San Salvatore iznad Lugana. Ovo morfološki markantno brdo se nalazi u području jako bogatom olujama i munjama. Od 1945. ovdje se sistematski mjere struje munja, a od 1950. munje se također fotografski snimaju. Interesantan je podatak, da je u razdoblju od 1955. do 1966. god. mjerenih munja bilo 82% uzlaznih (povratnih) munja (*E. Vogelsanger,* Švicarska). Kako se podaci mjerenja bitnih parametara munja (jakosti struje, strmine i trajanja) međusobno jako razlikuju, bilo je predloženo (*G. Dragan* i dr., Rumunjska) da se obrazuje međunarodni komitet, koji bi imao zadatak da razradi jedinstvenu osnovu za mjerenje i interpretaciju bitnih parametara munja.

Opsežne diskusije vođene su o pitanju zaštitnog prostora gromobrana. Prof. *T. Horvath* (Mađarska) postavio je pitanje opravdanosti primjene naziva i

pojma »zaštitni prostor«. Kod upotrebe ovog pojma obično se smatra, da u ovom području nema nikakvog udara munje. Praksa međutim pokazuje, da usprkos teoretski jasnih postavki ima udara u »zabranjenu zonu«. Dotične suprotnosti bilo bi moguće riješiti pomoću pojma »vjerojatnost udara munje«. Kao parametri novog pojma o zaštitnom prostoru bili bi, osim uvjeta lokalnih pojava munje, i dimenzije dijelova gromobranske instalacije. Prema tom prijedlogu ne bi se više propisivao zaštitni prostor, već određena maksimalno dozvoljena vjerojatnost udara munje.

Prof. *V. Fritsch* (Austrija) naglasio je važnost uzemljenja u tehnici zaštite od munje. Točnu strukturu tla, vrijednost specifičnog otpora tla i vrstu najprikladnijeg uzemljivača najsvrsishodnije je utvrditi pomoću geoelektričnog sondiranja. Posebnu pažnju valja posvetiti dubini smrzavanja, jer kod smrzavanja tla zimi dolazi do velikog povišenja specifičnog otpora odnosnog dijela. Jako sušenje tla dovodi do sličnog efekta. Kod jako nehomogenog tla ne širi se struja jednoliko u svim smjerovima, već se obrazuju kanali u kojima se struja koncentrira, da bi zatim stigla u bolje vodljive dijelove tla.

Živa diskusija povela se nakon referata o zaštiti od munje kod eksplozivnih materijala (*F. Janata*, Austrija). Ovdje ima još uvijek dosta problema i različitih stavova. Posebno su interesantna gledišta na sigurnost miniranja s električnim upaljačima. Još uvijek su česte nesreće, posebno kod podzemnih radova za vrijeme oluja (prije nekog vremena i kod nas; primjedba Z. K.). Jedna od mjera sigurnosti predviđa prekid rada za vrijeme oluje, ali se postavlja pitanje tko treba utvrditi dolazak opasne oluje i na koji način. U Švicarskoj su npr. napustili upotrebu brojača munja u tu svrhu i sada primjenjuju tzv. »osobu povjerenja« s velikim iskustvom, koja sprovede uzbunu (Prof. *K. Berger*). Osim toga se koriste posebni neosjetljivi upaljači.

Opsežna diskusija bila je i oko pitanja korištenja armature u armirano-betonskim objektima, posebno u njihovim temeljima, za odvode i uzemljivače. Prema mišljenju mnogih stručnjaka nije potrebno tu armaturu posebno uzemljiti, a ako se to učini, svakako će biti znatno poboljšano uzemljivanje. Pokusi u Švedskoj (Prof. *S. Lundquist*) su pokazali, da armatura međusobno povezana u betonu s 1 mm debelom žicom i onda, kada željezne šipke nisu međusobno varene, bez oštećenja betona može izdržati udare struje munje i do 70 kA. Nepovezane i sasvim male distance između šipki mogu dovesti do pucanja betona. Normalne vrste betona pokazuju prema podacima mjerenja u vlažnom tlu uvijek niske vrijednosti specifičnog otpora, u pravilu čak niže od okolnog tla. U tim slučajevima mogu se armirano-betonski temelji koristiti kao uzemljivači. Nove vrste betona znadu biti jako guste ili jako glatke površine, tako da u njih ne ulazi vlaga; njihov specifični otpor bit će jako visok, pa takav beton onda u temelju objekta ne može poslužiti kao uzemljivač (Prof. *V. Fristch*, Austrija).

Ponovno velik interes pobudio je referat o nekim praktičnim zapažanjima kod udara munje u zgrade i električne instalacije u njima (*M. Liebhart*, SRNj). Sve metalne mase u zgradama valja povezati međusobno i sa gromobranskom instalacijom, da se izbjegnu razlike u naponu. Posebnu pažnju valja posvetiti telefonskom vodu u zgradi. Mnoge nesreće ukazuju na veliku opasnost kod telefoniranja za vrijeme oluja, ako nisu dovodni telefonski kabeli propisno uzemljeni. Prema autoru referata tom se problemu još uvijek ne posvećuje dovoljna pažnja. Mnogostrukim povezivanjem metalnih masa u objektima postiže se zaštitni kavez, koji treba da se što je moguće više približi idealnoj formi *Faraday*-evog kaveza. Ovaj princip zaštite zaslužuje isto toliko pažnje koliko i dobro uzemljenje, što je u planinskim predjelima i onako teško postići.

U skupini specijalnih problema zaštite zaslužuje naročitu pažnju referat o podzemnom telefonskom kabelu povišene sigurnosti od udara munje (*H. Meister*, Švicarska). Specijalni kabel za posebno ugrožena područja je ovako sastavljen: dvostruka armatura od plosnate žice — debeli PVC plašt — olovni plašt — 8 željeznih spletova — 2 bakrena žičana spleta — vezna masa. Ovih 8 željeznih žičanih spletova predstavlja bitnu razliku prema uobičajenoj izvedbi, a uvjetuje potiskivanje struje kod brzih procesa na vanjski plašt (povećanje skin-efekta).

Tri referata stručnjaka iz Rumunjske prikazala su metode utvrđivanja djelovanja munje na visokonaponske vodove i stanice, na osnovi čega je moguće dobiti uvid u prenaponske procese u mrežama i poduzeti najefikasnije zaštitne mjere. Ispitivanja su pokazala pouzdano djelovanje iskrišta na ulazu visokonaponskih stanica.

Zanimljiv je bio i referat *G. Lehmanna* (DRNj) o opasnosti od raznih metalnih vodova, što ulaze u zgrade, ako oni nisu osigurani od udara munje. Posebnu pažnju valja kod toga posvetiti osamljenim objektima. Kao vodiči struje munje mogu poslužiti i metalne ograde pod naponom (npr. onakve na farmama stoke).

Deseta gromobranska konferencija 1969. u Budimpešti

Iz oblasti proučavanja oluja i munja posebno je bio zanimljiv referat Prof. *K. Bergera* i *E. Vogelsangera* (Švicarska) o mjerenjima jakosti električnog polja u neposrednoj blizini udara munje. Radi se o mjerenjima izvedenim u krugu od oko 3 km oko poznate postaje za ispitivanje munja na Monte San Salvatore iznad Lugana prilikom udara munje u toranj ove stanice. Ova se mjerenja izvode istovremeno fotografski (snimanje nastajanja i rasta munje) i oscilografski (registracija toka struje munje). Dobiveni podaci daju dobar uvid u fizikalna zbivanja iznad šiljka tornja, odnosno u oblacima. Zbog jakih utjecaja prostornih naboja (u oblacima) nisu dobiveni potpuni podaci o toku struje munje, pa su poduzeta mjerenja i registracije u većem krugu od stanice. Mjerenja i ispitivanja se nastavljaju.

Posebno su interesantni rezultati mjerenja pritiska u kanalima munje, izvršeni u laboratoriju (Prof. *G. Frühauf*, SRNj). Udarni val u kanalu munje izaziva grom i mehanički učinak udara munje, naime oštećenja objekata i drugih predmeta. U kanalu munje treba računati kod 5 kWs po metru dužine kanala s unutarnjim pritiskom od 600 at, ako se pretpostavi

promjer kanala 1 cm. Ovaj se može sastojati i od pojedinih jako tankih strujnih niti. Val zračnog pritiska širi se najprije brzinom 3 ... 4 puta većom od brzine zvuka, a u udaljenosti od 1 m, samo još brzinom zvuka. Ovdje pritisak u fronti vala padne već na 1,3 at. Brzi pad pritiska ima za posljedicu, da npr. valjak od papira za crtanje promjera 20 cm, ako struja teče u njegovoj osi, kod strujnog udara od 10 kA ne bude oštećen i tek kod 50 kA bude rastrgan u trake. Kod tih pokusa ostaju u laboratoriju stakla na prozorima uvijek cijela. U središtu kanala munje pritisak je, dakako, mnogo veći. Ako se pak presjek kanala munje čak i suzi, silovito porastu pad napona, količina energije i eksplozivno djelovanje. Samo tako je moguće protumačiti, da je struja munje natjerana u pukotinu zida sposobna da razbije zid ili dimnjak, dok papirni valjak oko slobodnog zažarenog kanala munje ostane neoštećen. Već kod električnog luka od 200 A, koji je sužen na promjer kanala 1 mm, mjereni su pritisci od 500 at. Kod 100-struke struje munje valja kod istog suženja kanala računati sa više desetaka tisuća at i s odgovarajućim eksplozivnim djelovanjem. Ukazano je i na to, da i uz jako visoki otpor antenskih vodova TV-antena njihov metal i izolacija ispare, ako struja munje prođe samo djelomice kroz njih. Tada su moguća oštećenja predmeta i objekata, a mogu stradati i ljudi. Dvostruki prozori, kroz koje je bio sproveden antenski vod, bili, npr., rasprsnuti.

U skupini referata o praktičnim problemima zaštite zaslužio je posebnu pažnju referat o rezultatima ispitivanja učinka strujnih udara na limove za krovove i mogućnosti zapaljenja bliskih zapaljivih materijala (Prof. *S. Lunquist,* Švedska). Rezultati potvrđuju, da je moguće odreći se posebnih hvataljki munje, ako su limovi za krov debeli najmanje 0,5 mm. Munja može i onda upaliti u limove rupice, ali su ove tako male (promjera nekoliko mm), da se mogu lako zabrtviti. Vanjske presvlake od izolacionih materijala potpomažu stvaranje rupica, jer onda električni luk neće »plesati« amo-tamo, već će se zadržati na jednoj točki. Lako zapaljivi materijali (ljepenka, drvena vuna) mogu se zapaliti kod upaljivanja rupica. Protiv toga pomažu samo deblji limovi ili posebne hvataljke. Ove moraju biti onda postavljene jako gusto i dovoljno visoko iznad krova, inače će usprkos hvataljki munja udariti u limeni krov.

Prof. *T. Horvath* i *J. Kordovanyi* (Mađarska) prikazali su — uz kasniju demonstraciju na jednom objektu na terenu, pokus pojednostavljenja hvataljki i odvoda za poljoprivredne objekte u Mađarskoj. Dotadašnja praksa je pokazala dobre rezultate, jer nije bilo štetnih udara munja (kod toga igraju, izgleda, veliku ulogu povoljni klimatski uvjeti i mala ugroženost tih objekata sama po sebi). Stručnjaci iz zapadno-evropskih zemalja dali su u principu nepovoljnu ocjenu takvog načina pojednostavljenja gromobranskih instalacija.

Naročito zanimljiv je bio prilog za diskusiju Prof. *K. Bergera* (Švicarska) o osnovnom principu gromobranske zaštite objekata. Za zaštitu ljudi i predmeta u objektu mjerodavan je pad napona, napose ako postoji prstenasti uzemljivač oko objekta ili uzemljivač u njegovim temeljima. Zbog toga valja iskoristiti sve mogućnosti za dobro odvođenje munje, npr. sve metalne žljebove za kišnicu. Osim toga valja međusobno galvanski povezati sve veće bliske metalne vodiče zbog izjednačenja potencijala u objektu. Onda neće biti toliko važna apsolutna vrijednost otpora uzemljenja. Slobodni vodovi, što vode od objekta, prenose puni napon, tj. kako napon uzemljenja tako i induktivni pad napona do visine slobodnog voda; ovi visoki naponi znatno ugrožavaju lokalne mreže i instalacije susjednih objekata. Kabeli, što vode od objekta, prenose najviše napon uzemljenja. Priključkom vodljivih plašteva kabela na uzemljivački sistem objekta reducirat će se preneseni napon (vidi *K. Berger,* 1970).

G. Hehmann (DRNj) referirao je o oštećenjima zgrada uslijed udara munje u UKV- i TV-antene. U Dresdenu je npr. porastao udio šteta na zgradama od udara u UKV- i TV-antene čak na 20% svih šteta (oko 10-godišnji prosjek). Prema autoru referata su ove štete mogle biti izbjegnute s propisanim izvođenjem uzemljenja antena. U opširnoj diskusiji su bile izražene sumnje, da to može uvijek uspjeti, jer je npr. za antensko uzemljenje u SRNj propisani promjer od 10 mm C-odvoda preslab kod jačih udara struje munje. Prema propisima u Austriji (Prof. *V. Fritsch*) ne smiju se TV-antene zaštititi manjim presjekom odvoda; one se mogu zaštititi po propisima za električne instalacije, ali se to onda ne može i ne smije smatrati gromobranskom zaštitom objekta.

Po referatu *W. Brezine* (Austrija) o prikazu gromobranske zaštite telekomunikacione antene u visokoj zgradi u gusto izgrađenom gradskom području, razvila se dosta živa diskusija o potrebi koordinacije između projektanta i izvođača. Na prikazanom objektu uzemljivači su bili stavljeni u temeljnu ploču, a na njih su priključeni i vertikalni (cijevni) uzemljivači. Postavljeno je pitanje, ima li dovoljno (ili uopće neke) kontrole prilikom izvođenja, jer je projektant s predajom projekta zapravo završio svoj posao, a izvođač u većini slučajeva nije dovoljno stručan u pogledu uzemljenja. Mišljenja diskutanata bila su različita. Kao neki zaključak dana je preporuka, da se o takvim i sličnim problemima praktične zaštite što je moguće više iznosi na slijedećoj međunarodnoj gromobranskoj konferenciji 1971. u Münchenu.

Literatura

1. BERGER, K., 1967.: *Bericht über die 9. Internationale Blitzschutzkonferenz in Lugano.* — Bull. d. Schweizer. Elektrotechn. Vereins — Bd. 58, Nr. 24, Zürich.
2. BERGER, K., 1970.: *Das Grundprinzip des Blitzschutzes.* — Bull. d. Schweiz. Elektrotechn. Vereins — Bd. 61, Nr. 6, Zürich.
3. KRULC, Z., 1968.: *9. Internacionalna konferencija o zaštiti od munje u Luganu.* »Elektrotehnika« XI, 2, Zagreb.
4. KRULC, Z., 1970.: *10. Internacionalna konferencija o zaštiti od munje (groma) u Budimpešti.* »Elektrotehnika« XIII, 4, Zagreb.
5. KRULC, Z., 1970.: *Osvrt na rad internacionalne konferencije o zaštiti od munje u posljednjih nekoliko godina.* Referat na II Jugosl. savjetovanju o geoelektricitetu i gromobranima, JKG i SEITH.
6. NEUBAUER, H., 1965.: *Blitzschaden-Blitzschutz.* 8. Internationale Blitzschutz vom 13. bis 17. September 1965 in Krakau. »Z. Technisch Überwachung« Bd. 6, Nr. 11, Düsseldorf.

Dr. Zvonimir K r u l c, dipl. ing.
»Geofizika«, Zagreb

VII. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O INDUSTRIJSKOJ ENERGETICI

U organizaciji sovjetskih energetičara i Organizacijskog komiteta Ministarstva energetike i elektrifikacije SSSR i Ukrajine SSR, održana je od 16. do 20. kolovoza 1972. u Kijevu (USSR) VII. Međunarodna konferencija o industrijskoj energetici. Konferenciji je prisustvovalo oko 800 delegata iz 14 evropskih zemalja i Kube.

Rad na proučavanju proizvodnje i upotrebe energije u industriji započeo je prije 13 godina na inicijativu mađarskog Naučno-tehničkog društva iz Budimpešte, kada je osnovan organizacioni odbor za industrijsku energetiku zemalja SEV. Prva i druga konferencija su održane u Mađarskoj 1959. i 1961. god., treća u Poljskoj (Varšava) 1963, IV u DR Njemačkoj (Berlin — 1965), V u ČSSR (Prag — 1967), VI u Bugarskoj (Varna — 1969) i VII sada u Kijevu — USSR.

Domaćin ove konferencije bilo je Ministarstvo energetike i elektrifikacije Ukrajinske SSR.

Na Konferenciji je bilo najviše učesnika iz zemalja SEV: SSSR — 294, Bugarska — 51, ČSSR — 119, DR Nemačka — 45, Mađarska — 84, Poljska — 65, Rumunjska — 11, Mongolija — 10. Osim njih učestvovali su predstavnici Kube, Finske, Francuske, Švedske, Turske i SFRJ.

Iz Jugoslavije je bilo ukupno 35 učesnika, 34 iz raznih grana industrije (kemijska, crna metalurgija, elektroindustrija i dr.), što su na ovu konferenciju došli uz pomoć poduzeća »Jugoenergetik« iz Beograda i 1 učesnik iz elektroprivrede, kao član Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Cilj ove konferencije o opskrbi i upotrebi energije u industriji jeste, da omogući što većem broju istaknutih stručnjaka iz raznih zemalja da izmijene svoja iskustva i najnovija dostignuća iz područja racionalne opskrbe i potrošnje energije u industriji. Zvanični jezici za pisanje referata i diskusiju bili su: ruski, engleski, njemački i francuski.

Na konferenciji su podnijeta ukupno 102 stručna referata (96 referata i 6 generalnih izvještaja). Zasjedanja konferencije su održana u Oktobarskom dvorcu kulture u Kijevu, a rad se odvijao u 6 sekcija:

Sekcija 1. Problem I.

Metoda i praksa razrade racionalnih gorivno-energetskih bilanci velikih industrijskih poduzeća (11 referata)

Generalni izvjestitelj I. T. Švec (SSSR)

Referati

I/1 *Pitanja, studije i analize informacijskog sistema energetike u industrijskim poduzećima.* I. Minčev (Bugadska / ruski)

I/2 *Metoda izbora varijante energetske bilance industrijske grane.* I. Dobrzanska (Poljska / francuski)

I/3 *Statistička ocjena ekonomičnosti goriva i energije u industriji, kao i proces usavršavanja metode ove ocjene od 1960—1970. god.* B. Majerski, J. Ryszka (Poljska / ruski)

I/4 *Optimizacija korištenja električne energije u procesu topljenja silikata.* I. Soukup, I. Startl (ČSSR / ruski)

I/5 *Utjecaj elektroenergetske opreme na radnu produktivnost u industriji.* N. Liciu, S. Manea, G. Panaitescu (Rumunjska / njemački)

I/6 *Problem zaštite atmosfere od zagađivanja pri upotrebi goriva i električne energije u tehnološkim procesima.* J. Janczak, S. Wengierow (Poljska / ruski)

I/7 *Sistem električkog računala za obradu informacijskih podataka industrijske elektrane.* V. Tinnis, P. Hätälä (Finska / engleski)

I/8 *Razne metode primjene u Francuskoj za razradu srednjoročnih prognoza ukupne potrošnje energije u industriji.* C. Tabet (Francuska / francuski)

I/9 *Optimizacija režima potrošnje električne energije u industrijskim poduzećima pri uvjetima ograničenja.* V. Mihajlov (SSSR / ruski)

I/10 *Metodologija razrade i analize energetskih bilanci industrijskih poduzeća.* (SSSR / ruski)

I/11 *Optimizacija sistema opskrbe energijom i režima potrošnje energije u obojenoj metalurgiji.* I Nikulin (SSSR / ruski)

Sekcija 2. Problem II.

Opskrba industrijskih poduzeća toplinom i perspektive razvoja (11 referata)

Generalni izvjestitelj V. I. Tolubinskij (SSSR)

Referati

II/1 *Prikladnost instalacije pretvarača pare za tehnološke potrošače s punim gubitkom kondenzata.* S. Andrzejevski, A. Archutowski, Z. Huk, J. Portacha (Poljska / ruski)

II/2 *Mogućnost primjene jednocijevnog sistema toplofikacije (daljinskog grijanja).* J. Docs (Mađarska / ruski)

II/3 *Opskrba industrijskih poduzeća vrućom vodom za pomoćne svrhe.* G. Homonnay (Mađarska / engleski)

II/4 *Nove mogućnosti razvoja energetskih instalacija u metalurškim poduzećima.* J. Halzl, M. Torma (Mađarska / njemački)

II/5 *Iskustva s grijanjem industrijskih hala u ČSSR.* J. Cikhart (ČSSR / njemački)

II/6 *Sistem kombinirane proizvodnje toplinske i električne energije za pokrivanje vršnih opterećenja.* V. Hofmann, M. Jacobson (Rumunjska / francuski)

II/7 *Optimalni izbor i ekonomična eksploatacija instalacija za grijanje industrijskih zgrada zavisno o karakteristikama građevinskih konstrukcija.* G. Kraft (DR Njemačka / njemački)

II/8 *Način izbora toplinskog izvora opskrbe za industrijska poduzeća.* E. Wojcicki (Poljska / ruski)

II/9 *Tehničko-ekonomska efikasnost i perspektive korištenja topline niskog potencijala za grijanje i hlađenje.* O. Kremnjev, V. Žuravljenko, A. Šćurkov, E. Grosman (SSSR / ruski)

II/10 *Primjena plinskih turbina za kombiniranu proizvodnju električne i toplinske energije. Primjer rada jednog postrojenja u Francuskoj.* A. Kalesky (Francuska / francuski)

II/11 *Racionalni sistemi opskrbe toplinom industrijskih područja.* V. Koritnikov, M. Pik, E. Sokolov, N. Zinger (SSSR / ruski)

II/12 *Opskrba toplinom velikih industrijskih kompleksa na području USSR-a iz centralnih kotlovnica.* O. Zelenjak, M. Fridman, I. Sobolj, A. Kostjukovskij (SSSR / ruski)

II/13 *Termodinamička bilanca industrijskih peći grijanih plinom.* R. Roberg (DR Njemačka / njemački)

II/14 *Mogućnosti optimizacije potrošnje električne energije za klima instalacije u tekstilnoj industriji.* D. Pawlitta (DR Njemačka / njemački)

Sekcija 3. Problem III.

Metode i praksa razrade normativa potrošnje energetskih izvora i specifičnih pokazatelja rada agregata i instalacija industrijskih poduzeća za tekuće i perspektivno planiranje, kao sredstvo povećanja efikasnosti korištenja energetskih izvora (11 referata)

Generalni izvjestitelj B. A. Konstantinov (SSSR)

Referati

III/1 *Analiza specifične potrošnje električne energije pri predenju ovisno o broju okretaja — kao sredstvo za povećanje efikasnosti korištenja energije.* J. Hadžienev, D. Dimitrov (Bugarska / ruski)

III/2 *Specifične potrošnje toplinske energije pri proizvodnji biljnih ulja.* D. Smoleva, I. Panevski, L. Stojanova (Bugarska / ruski)

III/3 *Metode prognoziranja potrošnje energije u rudarskoj industriji.* Z. Zwierzycki, S. Jaron, K. Stojer (Poljska / ruski)

III/4 *Teorija energetskih karakteristika općeg agregata i njena primjena pri sastavljanju karakteristika normativa.* L. Šabaka, M. Jäger (ČSSR / ruski)

III/5 *Utjecaj promjene specifične potrošnje energije na energetsku bilancu narodne privrede Mađarske.* *P. Erdösi, G. Földvary, T. Füredi, P. Ligeti* (Mađarska / njemački)

III/6 *Normiranje i planiranje električne energije na primjerima industrija koje prerađuju žitarice.* P. Jastrebov (SSSR / ruski)

III/7 *Metode normiranja i proračuna električne energije za poduzeća s heterogenom proizvodnjom.* B. Avillov — Karnauhov (SSSR / ruski)

III/8 *Metodika ocjene potrošnje goriva i energije u metalurškoj industriji.* J. Hotovy, J. Vrba, J. Vrtek (ČSSR / njemački)

III/9 *Pitanja normiranja i prognoziranja potrošnje električne energije pri raznorodnoj proizvodnji.* S. Volobrinjskij (SSSR / ruski)

III/10 *Referat specijalne grupe stručnjaka o normiranju indeksa specifične potrošnje energije u industriji.* Z. Bibrowsky (Poljska / ruski, njemački)

III/11 *Potreba i principi centralizirane koordinacije istraživanja u području upotrebe energije.* H. Jungnickel, L. Stelzner (DR Njemačka / njemački)

Sekcija 4. Problem IV.

Povećanje efikasnosti korištenja sekundarnih energetskih izvora u industrijskim poduzećima (11 referata)

Generalni izvjestitelj B. A. Sazanov (SSSR)

Referati

VII/1 *Termodinamička istraživanja na višestepenom isparivaču pare kao generatoru sekundarne energije.* G. Kimenov (Bugarska / ruski)

VII/2 *Primjena energetske analize za ocjenu efikasnosti instalacija u kojima se dobijaju ili koriste sekundarni energetski izvori.* D. Bojadžijev (Bugarska / ruski)

VII/3 *Primjena otpadne topline u proizvodnji građevinske keramike.* A. Georgijev, B. Hadžov (Bugarska / ruski)

VII/4 *Optimizacija instalacija za korištenje nosilaca sekundarne energije.* J. Schargut (Poljska / ruski)

VII/5 *Istraživanja korištenja izmjenjivača topline s pokretnim elementom za rekuperaciju otpadne topline plina.* J. Gorzynski, J. Jasiewicz, M. Zgorzelski (Poljska / engleski)

VII/6 *Neka pitanja sušenja i pečenja građevinske keramike.* S. Lakomsky (Poljska / ruski)

VII/7 *Aktuelni problemi korištenja plina u metalurgiji.* B. Gabor (Mađarska / njemački)

VII/8 *Rekuperacija otpadne topline niske temperature za primjenu toplinskih pumpi.* A. Flörescu, C. Totolo (Rumunjska / francuski)

VII/9 *Energetsko-tehnološko kombinirano korištenje topline.* N. Semenko, L. Sidjelkovskij (SSSR / ruski)

VII/10 *Korištenje sekundarnih energetskih izvora u metalurškim zavodima USSR.* S. Sušon, A. Zavalko, E Galinovskij, N. Šapalov, B. Šakalov (SSSR / ruski)

VII/11 *Problem optimalnog korištenja sekundarnih energetskih izvora.* B. Schieferdecker (DR Njemačka / njemački)

Sekcija 5. Problem V.

Osiguranje optimalnog stupnja sigurnosti shema opskrbe električnom energijom industrijskih poduzeća i tendencija njihovog razvoja (19 referata)

Generalni izvjestitelj V. V. Mihajlov (SSSR)

Referati

V/1 *Kvantitativna ocjena sigurnosti opskrbe električnom energijom industrijskih poduzeća pomoću automatskih elektronskih računala.* P. Vličkov, N. Vasiljev, A. Hačinjan, D. Nikolov (Bugarska / ruski)

V/2 *Studija statističke vjerojatnosti fluktuacije napona u industrijskim poduzećima uslijed rada elektrolučnih peći.* S. Stojanov, P. Notov, B. Zaharijev (Bugarska / ruski)

V/3 *Utjecaj pogona jednosmjerne struje s tiristornom regulacijom na parametre električne energije u napojnoj mreži.* Z. Bialkiewicz, A. Geppart, M. Siwczynski, L. Smajek (Poljska / ruski)

V/4 *Izbor optimalne sheme opskrbe energijom industrijskih poduzeća.* S. Gora (Poljska / engleski)

V/5 *Uzimanje u obzir uzajamne ovisnosti prekida izvora napajanja pri izboru shema napajanja električnom energijom velikih industrijskih poduzeća.* A. Kaminski, W. Goc (Poljska / ruski)

V/6 *Tehnički uvjeti za relejnu zaštitu radi sigurnosti napajanja električnom energijom velikih industrijskih potrošača.* R. Zimand, V. Popescu (Rumunjska / francuski)

V/7 *Utvrđivanje i razmatranje ekonomskih efekata (šteta) uslijed prekida opskrbe električnom energijom industrijskih poduzeća.* A. Poeatà, D. Ivas, Gh. Alexandrescu (Rumunjska / francuski)

V/8 *Povećanje sigurnosti opskrbe električnom energijom industrijskih poduzeća koja imaju vlastite elektrane.* E. Kuczogi (Mađarska / njemački)

V/9 *Utjecaj neravnomjernih promjena napona na rad industrijskih potrošača.* F. Horvath (Mađarska / njemački)

V/10 *Neke mogućnosti povećanja sigurnosti opskrbe električnom energijom pogona kemijskih industrija.* A. Barzam, S. Vajner, V. Vozdviženskij, N. Rjabcev (SSSR / ruski)

V/11 *Proučavanje određivanja utjecaja jakog pada napona na rad asinhronih i sinhronih elektromtora velike snage u industriji.* Mjere za smanjenje ovih efekata. D. Potlog, V. Rugina, G. Cepoiu, G. Ijac (Rumunjska / francuski)

V/12 *Neki problemi u pogledu utjecaja električnih uređaja s tiristorima i ispravljača u kemijskoj industriji na električni sistem napajanja.* C. Mihala (Rumunjska / francuski)

V/13 *Utjecaj pogona s tiristorskim uređajima i podstanica s pretvaračima na režim rada električne mreže.* L. Lir (SSSR / ruski)

V/14 *O kvaliteti električne energije u industrijskim mrežama.* N. Meljnikov, L. Soldatkina (SSSR / ruski)

V/15 *Tehničko-ekonomski problemi kvalitete sistema opskrbe električnom energijom industrijskih poduzeća.* B. Konstantinov, V. Mihajlov, E. Losev (SSSR / ruski)

V/16 *Koncepcija prekida opskrbe energijom i politika ulaganja investicija.* J. Bergougnoux, M. Durand, A. Jacquier (Francuska / francuski)

V/17 *Analiza razvoja sistema opskrbe električnom energijom kao dio opće problematike jedinstvenog elektroenergetskog sistema.* V. Venikov, A. Glazunov (SSSR / ruski)

V/18 *Analiza prekida i šteta u pogonima kemijske industrije nastalih zbog slabe kvalitete električne energije.* G. Popescu, S. Marinescu (Rumunjska / francuski)

V/19 *Sigurnost napajanja električnom energijom industrijskih poduzeća.* H. Albert, M. Bogan, M. Ciobanu, H. Cimpeanu, I. Florea (Rumunjska / ruski)

Sekcija 6. Problem VI.

Usavršavanje i povećavanje ekonomske efikasnosti termičke i električne opreme industrijskih poduzeća (23 referata)

Generalni izvjestitelj O. Kremnjev i V. Krupovič (SSSR)

Referati

VI/1 *Problemi upotrebe tekućeg goriva u industrijskim pećima u Bugarskoj.* C. Torbov, V. Mitov, D. Pejev (Bugarska / ruski)

VI/2 *Informacija kao sredstvo kontrole upravljanja energetikom industrijskog poduzeća.* P. Kutov (Bugarska / ruski)

VI/3 *Energetske karakteristike osnovnih agregata i tehnološkog procesa u proizvodnji klinkera po suhoj metodi.* B. Mečkov (Bugarska / ruski)

VI/4 *O poboljšanju efikasnosti izmjenjivača topline površinskih kondenzatora kapajućom kondenzacijom.* V. Pavlov, V. Vilkov (Bugarska / ruski)

VI/5 *Jednocijevni sistem opskrbe toplinom s povišenim parametrima nosioca topline.* S. Batov, K. Šušulov (Bugarska / ruski)

VI/6 *Metode poboljšanja energetskih pokazatelja elektromotornih pogona u rudarskoj industriji.* Z. Sklarsky, V. Dudek (Poljska / ruski)

VI/7 *Proučavanje efikasnosti potrošnje goriva i energije.* I. Mikulski, T. Trogak, H. Karoltchuk (Poljska / ruski)

VI/8 *Suvremeni regulacioni električni pogoni s primjenom poluvodiča i njihov utjecaj na tehničko-ekonomske pokazatelje i na mrežu.* L. Puhr, P. Heimann (Mađarska / njemački)

VI/9 *Tendencije modernizacije termičke opreme u kemijskoj industriji.* G. Barta, J. Jobbagy (Mađarska / njemački)

VI/10 *Rezultati proučavanja kompleksnih uvjeta smanjenja potrošnje goriva u energetskim i termičkim instalacijama.* M. Rubin (ČSSR / ruski)

VI/11 *Termička mjerenja peći s plinskim grijanjem, koje se upotrebljavaju u metalurgiji i mašinogradnji, s gledišta optimizacije potrošnje goriva.* K. Wratislaw, F. Alexander (ČSSR / ruski)

VI/12 *Izotermičko modeliranje u građevinarstvu i rekonstrukciji termičkih agregata.* K. Obroucka, V. Skala (ČSSR / ruski)

VI/13 *Primjena tehnike poluvodiča u procesu racionalizacije potrošnje električne energije.* F. Ječhy, B. Drsek (ČSSR / njemački)

VI/14 *Naučne osnove i rezultati intenzifikacije razmjene toplinske mase u raznim industrijskim granama.* O. Kremnjev, V. Borovskij, A. Dominskij, I. Pijevskij (SSSR / ruski)

VI/15 *Povećanje efektivnosti rada električnih instalacija u industriji.* J. Mukosejev, V. Pleskov, E. Červonij (SSSR / ruski)

VI/16 *Utjecaj promjene energetske osnove na potrošnju energije u industriji silikata.* M. Makoldi, Z. Fekete, L. Rieso, L. Török (Mađarska / njemački)

VI/17 *Simulator za termoelektrane.* G. de Livois (Francuska / francuski)

VI/18 *Izbor lokacije transformatorskih stanica za napajanje industrijskih poduzeća.* A. Fedorov, V. Kamenjeva (SSSR / ruski)

VI/19 *Povećanje ekonomske efikasnosti i usavršavanje termičke opreme za poduzeća crne metalurgije.* F. Demčenko, I. Gosis, J. Černjecov (SSSR / ruski)

VI/20 *Električni izvori toplifikacije industrijskih poduzeća i kriteriji njihove ocjene.* B. Taranov (SSSR / ruski)

VI/21 *Mogućnosti i granice poboljšanja energetskog stupnja korisnog djelovanja u petrokemijskoj industriji.* J. Wilsdorf, G. Bürgel (DR Njemačka / njemački)

VI/22 *Povećanje efektivnosti korištenja energije malih i srednjih instalacija kod visokotemperaturnih procesa u metalurgiji, kao primer rekonstrukcija peći za izradu ravnih ploča.* L. Ullsperger (DR Njemačka / njemački)

VI/23 *Nestacionarni procesi u sistemima usmjerivača i uzimanje tog faktora pri projektiranju postrojenja.* V. Pfeiler (DR Njemačka / njemački)

Problem IV.

Povećanje efikasnosti ulaganja kapitala u energetiku industrijskih poduzeća (6 referata)

Generalni izvjestitelj O. Kremnjev (SSSR)

Referati

IV/1 *Metode ocjene ekonomske efikasnosti pri izboru optimalne varijante ulaganja investicija u energetiku ČSSR.* J. Klima (ČSSR / engleski)

IV/2 *Investicije i racionalno korištenje energije.* A. Pinter, T. Malaczkov (Mađarska / njemački)

IV/3 *Metoda ocjene ulaganja investicija u industrijsku energetiku i putovi povećanja njihove efikasnosti.* M. Kaszics, J. Mira (Mađarska / ruski)

IV/4 *Efikasnost ulaganja investicija pri podizanju rafinerije.* T. Reis (Francuska / francuski)

IV/5 *Problem efikasnosti energetskih osnovnih fondova u industrijskim poduzećima.* H. Hildebrand (DR Njemačka /njemački)

IV/6 *Povećanje efikasnosti ulaganja investicija u energetiku industrijskih poduzeća.* V. Didkovskij (SSSR / ruski)

Osim navedenih referata, prikazan je »Generalni referat specijalizirane grupe 'Tektilna industrija'«. W. Kozak (ČSSR), na ruskom i njemačkom jeziku.

SIMPOZIJ O INDEKSIMA SPECIFIČNE POTROŠNJE ENERGIJE U INDUSTRIJI

Osim rada ovih sekcija, u Kijevu je održan i *Simpozij o indeksima specifične potrošnje energije u industriji*, pod predsjedništvom Z. Bibrowskog (Poljska). To je u stvari nastavak rada s prethodnih konferencija za industrijsku energetiku. Do sada je izrađeno 13 projekata specifične potrošnje energije za najvažnije industrijske procese, a u toku je izrada još 46 procesa.

Svečanom dijelu otvaranja i zatvaranja ove VII. Međunarodne konferencije o industrijskoj energetici,

prisustvovali su najviši rukovodioci iz područja energetike i elektrifikacije SSSR i pozdravili prisutne delegate: A. Makuhin, ministar energetike i elektrifikacije USSR, P. Neporožnij, ministar energetike i elektrifikacije SSSR, V. Gusakovskij, zamjenik ministra energetike i elektrifikacije SSSR, W. Cisler (SAD), predsjednik Izvršnog komiteta Svjetske konferencije za energiju, P. Vličkov, delegat Bugarske, Ivan Švec, akademik nauka USSR.

U zaključcima su istaknute koristi održavanja ovakvih međunarodnih konferencija, jer se energija svake godine sve više troši s obzirom na povećanje stanovništva u svijetu. Također je podvučeno pitanje zagađivanja zraka i vode i borba koja se mora voditi radi stvaranja higijenskih uvjeta stanovništvu u takvim područjima. U budući program rada neophodno je uključiti, osim navedene problematike što se razmatrala na ovoj konferenciji, problematiku obrazovanja energetičara i dalje povećanje kvalifikacija stručnjaka — energetičara zaposlenih u industrijskim poduzećima.

Izvršni komitet Konferencije donio je odluku da se VIII. Međunarodna konferencija o industrijskoj energetici održi 1975. u Poljskoj, na prijedlog poljske delegacije.

Organizatori Konferencije poveli su delegate na nekoliko zanimljivih tehničkih ekskurzija, kako u sam Kijev, s posjetom Stalnoj izložbi dostignuća ukrajinske privrede, Naučno-istraživačkom institutu za električno zavarivanje, Evgenija Patona u Kijevu, Zavodu elektronskih računala, tvornici kabela »Ukrkabelj« i dr., tako i po Sovjetskom Savezu, od 23. do 29. kolovoza, s posjetom centrima teške industrije i velikim elektroenergetskim objektima.

Isto tako je u slobodne dane organizirano razgledanje drevnog grada Kijeva, i njegovih kulturnih i povijesnih spomenika.

Na kraju valja istaći, da je radna atmosfera konferencije bila vrlo srdačna. Domaćini su i ovom prilikom ispoljili svoje veliko gostoprimstvo.

Vladimir Zloković, dipl. ing.

IN MEMORIAM



ANTE GAĆINA, dipl. ing.

Ante Gaćina, diplomirani inženjer strojarstva zauvijek nas je napustio 10. V 1972. godine u naponu stvaralačke snage. Podmukla bolest otela je iz naših redova projektanta i rukovodioca, za čije su ime vezani mnogi projekti termoelektrana SR Hrvatske, kao i niz drugih projekata i inicijativa.

Rođen je 16. III 1907. u Makarskoj. Srednju školu završio je u Splitu, a zatim diplomirao na Strojarskom odsjeku Tehničkog fakulteta u Zagrebu, 1940. godine. Prvo zaposlenje mu je bilo u Elektrani Zagreb u Banovinskom električnom poduzeću, zatim u Državnom autopoduzeću Hrvatske, te u Zagrebačkom električnom tramvaju. Od 1949. je šef konstrukcionog biroa u Generalnoj direkciji elektroprivrede Hrvatske, da bi zatim bio premješten u Elektranu Zagreb.

Od 1951. godine radio je u Elektroprojektu Zagreb, gdje je ostao do svoje smrti, najprije kao projektant u Termobirou, a zatim od 1963. kao direktor Strojarskog biroa. Za više od 20 godina plodne projektantske djelatnosti ostvario je sa svojim suradnicima niz projekata trajne vrijednosti, koji danas predstavljaju uzor mlađim generacijama. Samo da spomenemo najvažnije sa područja termoenergetskih postrojenja u elektroprivredi i industrijskoj energetici:

— Termoelektrana Konjščina
— Termoelektrana Korčula
— Toplana Osijek
— Termoelektrana-Toplana Zagreb
— Termoelektrana Plomin, itd.

U svim njegovim projektantskim radovima osjećala se sretna kombinacija bogatog praktičnog iskustva i teorijskog poznavanja tehničkih problema. Njegov rad je bio uvijek na stručnoj visini, a posebno je pazio na to, da projektna rješenja budu praktična i ekonomična.

Značajan je i njegov rad u Društvu termičara Hrvatske, u kojem je posljednjih godina kao potpredsjednik Društva inicirao niz korisnih akcija. Po njegovoj zamisli Društvo termičara osnovalo je kartoteku stručnjaka termičara. Posebno je ukazivao na činjenicu, da našoj mladoj industriji nedostaju tehnički propisi i standardi, pa je nastojao da Društvo obuhvati što veći broj stručnjaka termičara, koji bi grupirani u uže specijalnosti radili na izradi tehničkih propisa.

Svojim savjesnim radom i humanim odnosom prema ljudima stekao je širok krug prijatelja i poštovalaca u struci i izvan nje. Odgojio je mnogo mladih stručnjaka, kojima je nesebično prenosio svoje bogato stručno i životno iskustvo.

Uspomena na inženjera Antu Gaćinu živi u njegovim projektima i našim srcima.

Slava mu!

V. Potočnik, dipl. ing.

IVAN HANŽEK, direktor



Nakon kratke i teške bolesti preminuo je 5. kolovoza o. g. u Zagrebu, Ivan Hanžek, dugogodišnji direktor »Elektre« — Zabok, naš poznati rukovodilac i voljeni drug.

Svojom dobro poznatom energijom borio se za narušeno zdravlje, no teška bolest je odnijela pobjedu.

Rođen je 12. travnja 1916. u Čakovcu, gdje je završio Građansku školu, a zatim prelazi u Banovinsko električno poduzeće u Zagrebu — BEP, gdje završava elektromonterski zanat i elektromašinsku školu. U Hrvatsko zagorje dolazi iz BEP-a 1939. godine, otkada i počinje elektrifikacija toga kraja. Prvi postavlja električni stup čime otvara elektrifikaciju, zato ga s punim pravom nazivaju »Pionirom elektrifikacije Hrvatskog zagorja«.

U povodu neprekidnog dugogodišnjeg rada u »Elektri« Zabok, prima Spomenicu 1954. godine i 1960. za marljiv, savjestan i požrtvovan rad, kao organizator povjerenih zadataka, čime daje svoj obol Hrvatskom zagorju i napretku svog poduzeća.

1963., 1965. i 1970. godine za izvanredne zasluge kao rukovodilac, na stvaranju objektivnih uvjeta za napredak poduzeća, kao dobar organizator i za samoprijegorni rad dobiva priznanje od Skupštine grada Zagreba, Općinskog sabora grada za 25-godišnjicu oslobođenja Zagreba, kao i najveće priznanje Predsjednika Republike, Orden rada sa zlatnim vijencem.

Drug Hanžek je bio ne samo neumoran i savjestan radnik, bio je dobar drug, srdačan i iskren i stoga je tužna vijest o njegovoj smrti duboko potresla sve one koji su ga poznavali i usadila u srca onih koji su ga kao čovjeka visokog karaktera za njegovog života poštivali i voljeli, duboku i iskrenu žalost.

Koliko je drug Hnžek bio voljen i cijenjen pokazuje i njegov ispraćaj na mjesto vječnog počinka u Zaboku. Osim mnoštva njegovih prijatelja, suradnika, poštivalaca i znanaca, oprostili su se od njega predsjednik Radničkog savjeta i tehnički direktor njegovog kolektiva, te predsjednik Općine, a u ime elektrodistributivnih poduzeća SR Hrvatske direktor Poslovnog udruženja elektrodistribucije, i glavni direktor »Elektre« — Zagreb.

Lik druga Ivana Hanžeka živjet će uvijek u našim mislima i u našim srcima.

U njemu gubimo čovjeka odličnog karaktera, stručnog radnika, dobrog prijatelja i druga, a za njegovo životno djelovanje ostaje mu naša velika zahvalnost.

Milan Mikuličić

POSLOVNO UDRUŽENJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIH PODUZEĆA SRH

PODNE INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE

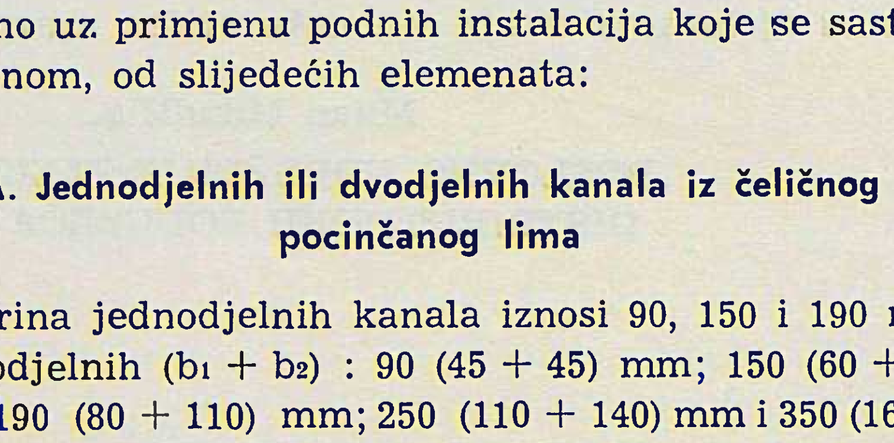
Moderna organizacija poslovanja u uredima, projektnim biroima, računskim centrima, laboratorijima, saobraćajnim i informativnim centrima, bankama, bolnicama, fakultetima i u drugim poslovnim objektima, zahtijevaju najsuvremenije sisteme električnih instalacija u tim objektima. Instalacije jake i slabe struje moraju ispunjavati slijedeće uvjete:

- zauzimati malo prostora,
- da su primjenljive u svim vidovima gradnje,
- omogućavati proizvoljnu adaptaciju prostorija u bilo kojem momentu,
- brzu i jeftinu montažu,
- sigurnu izvedbu u mehaničkom i električnom pogledu,
- kapacitet instalacije mora biti dovoljno dimenzioniran i za buduće potrebe,
- mreža priključnih mjesta mora biti fleksibilna, tj. mora postojati mogućnost da se broj i mjesto priključka može uvijek prilagoditi potrebama i željama korisnika instalacije,
- priključci instalacija jake i slabe struje terbaju biti, po mogućnosti koncentrirani na istim mjestima, da se mogu istovremeno koristiti,
- priključna mjesta moraju biti takva da se mogu proizvoljno kombinirati priključci za jaku struju i telefoniju, i da mogu biti zaštićeni zajedničkim ili odvojenim poklopcima.

Svi ovi zahtjevi mogu se danas postići isključivo i sigurno uz primjenu podnih instalacija koje se sastoje, uglavnom, od slijedećih elemenata:

A. Jednodjelnih ili dvodjelnih kanala iz čeličnog pocinčanog lima

Širina jednodjelnih kanala iznosi 90, 150 i 190 mm, a dvodjelnih ($b_1 + b_2$) : 90 (45 + 45) mm; 150 (60 + 90) mm; 190 (80 + 110) mm; 250 (110 + 140) mm i 350 (160 + + 190) mm. Visina kanala može biti 18 mm; 23 mm; 28 mm; 33 mm; 38 mm, 43 mm i 48 mm. Ovisno o visini kanala i izvedbi priključnih mjesta, vidi točku C, visina premaza ili izolacionog poda koji dolazi iznad betonske deke mora biti 50 do 80 mm.



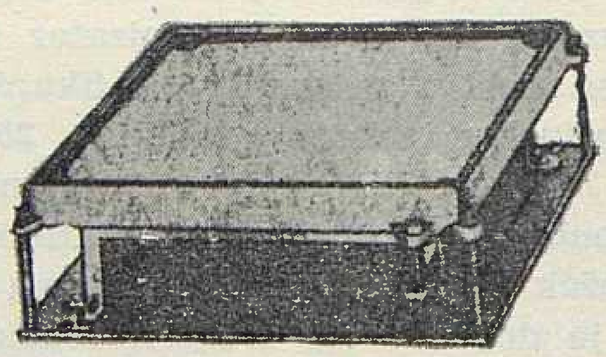
Sl. 1. Dvodjelni limeni kanal

Dvodjelni kanali su jednim svojim poljem predviđeni za vodove jake struje, a drugo polje za vodove slabe struje (telefoni, interfoni i sl.). U sastavu kanala se isporučuju pripadajući spojni elementi kao i koljena za priključak kanala na razvodne uređaje, odnosno na sistem zidnih-parapetnih instalacionih kanala.

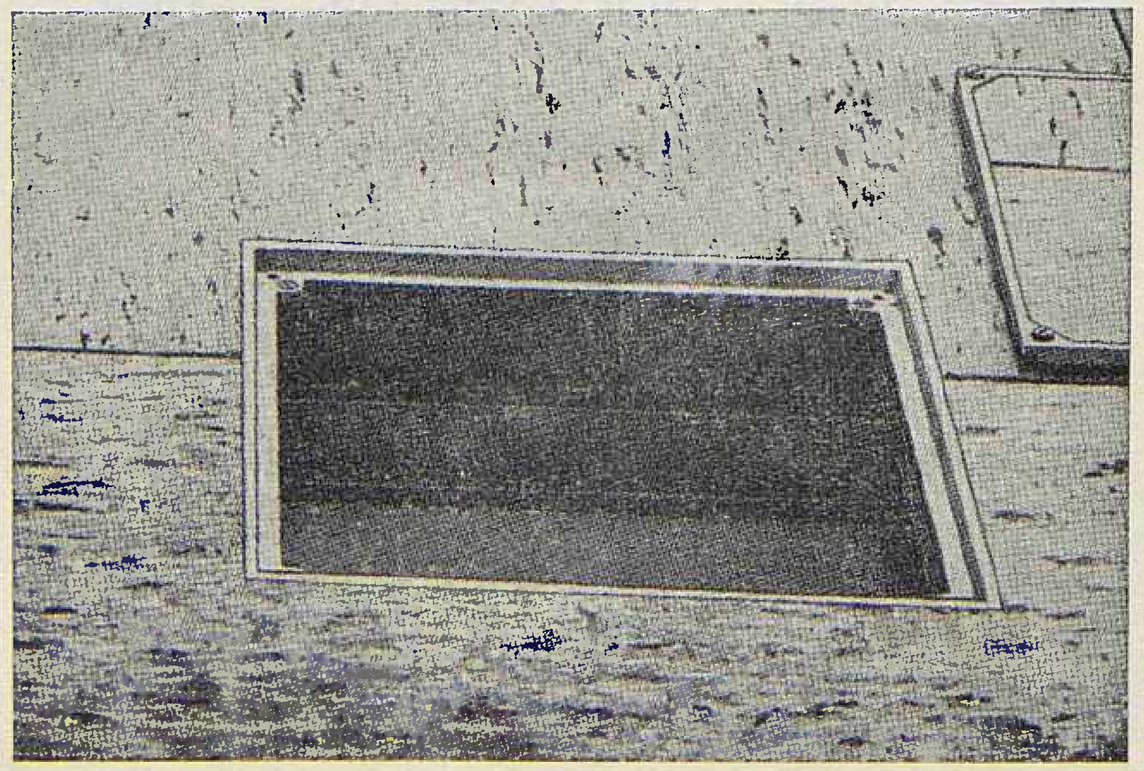
B. Razvodne kutije iz silumina

Kutije iz silumina su predviđene za nastavljanje, odvajanje i završavanje kanala i to ovisno o planu polaganja i spajanja vodova. Prema potrebi se u razvodne kutije mogu ugraditi priključne stezaljke za vodove jake struje, odnosno priključne letvice i reglete za vodove slabe struje i telefonije. U sastavu kutije se isporučuju posebni poklopci koji se isključivo koriste za potrebe transporta i monate, kao i pregradne pločice koje služe kao mehaničke pregrade na mjestu gdje se križaju vodovi jake struje s vodovima telefonskih instalacija.

Prema potrebi može se na poklopac razvodnih kutija ugraditi i priključni stupić, vidi točku C/c.



Sl. 2



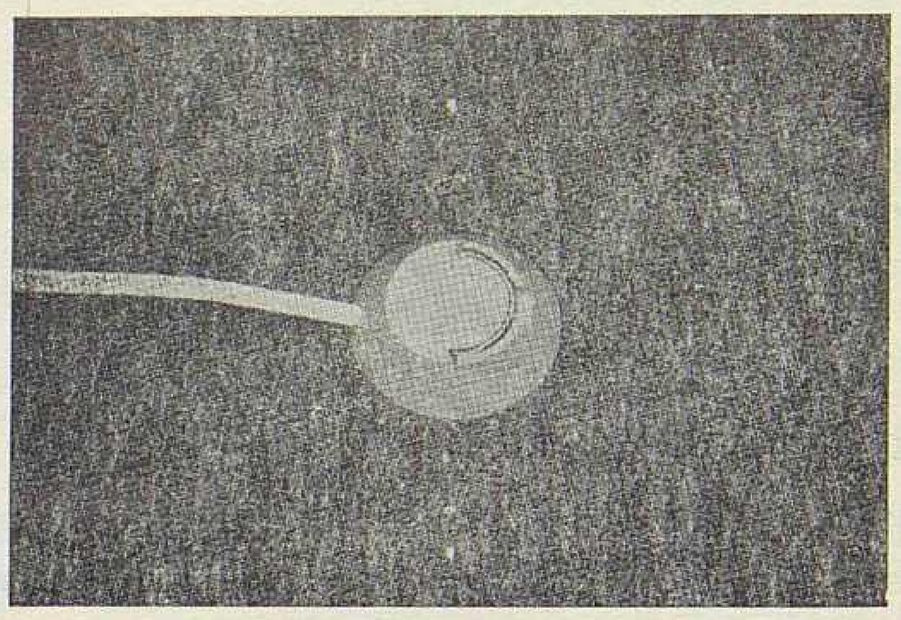
Sl. 3

Na sl. 2 i 3 — Razvodne kutije (dimenzije u skladu sa širinom i visinom kanala)

C. Priključna mjesta

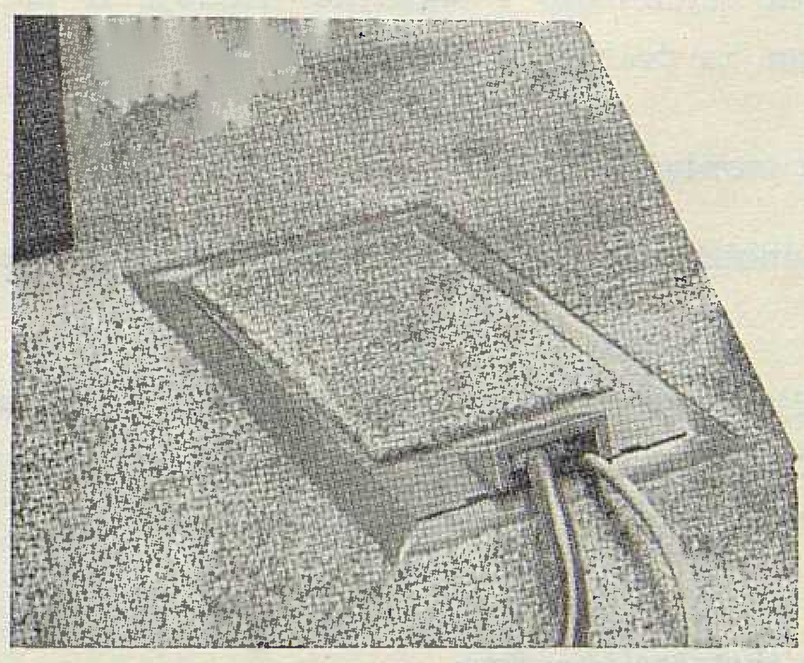
Podne instalacije predvićene su za tri različite izvedbe priključnih mjesta, s time da svaka izvedba omogućava mnogo kombinacija raznih izvedbi priključaka za instalacije jake i slabe struje.

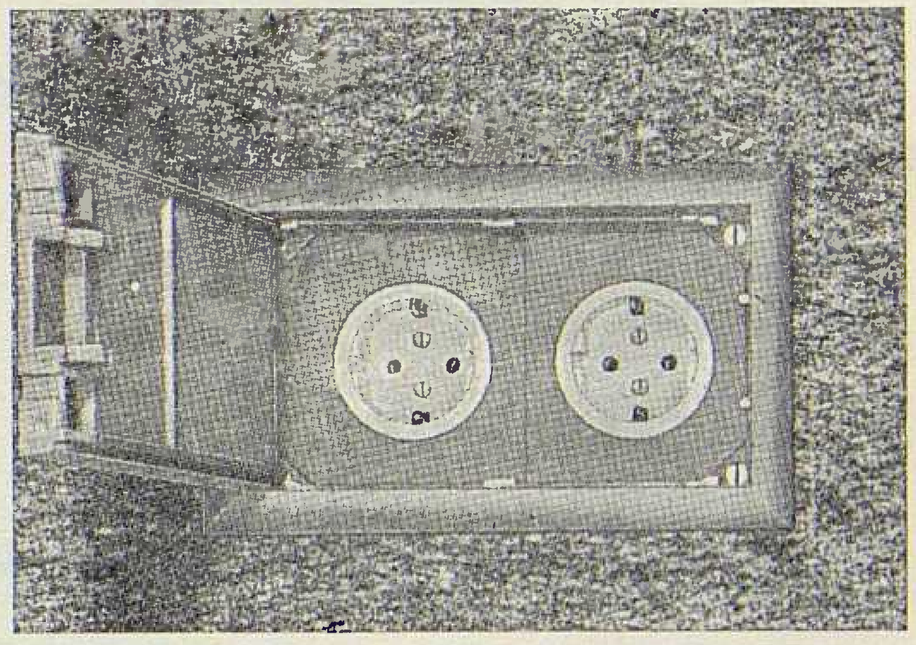
Pregled izvedbi priključnih mjesta:



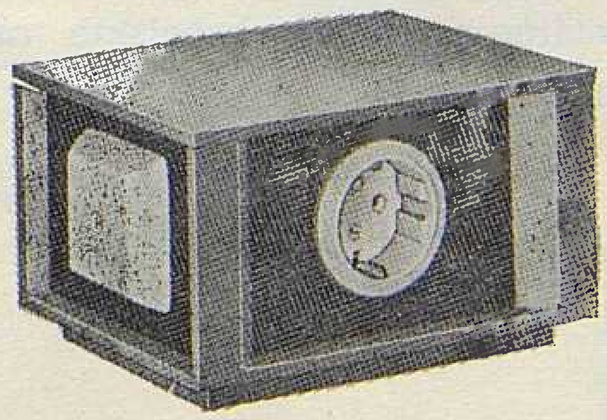
a) Priključno mjesto u visini poda, s jednim priključkom (za jaku ili slabu struju).

Mogu se i naknadno ugraditi. U tu svrhu se koristi odgovarajući alat za bušenje poda i limenih kanala.





b) Priključno mjesto u visini poda s dva ista ili različita priključna gnijezda.



c) Priključno mjesto iznad poda tzv. priključni stupić, u više izvedbi s mogućnosti 12 priključnih gnijezda.

Potpune tehničke podatke o sistemu podnih instalacija i pripadajućim razvodnih ormarima možete dobiti u prodajno-tehničkoj službi tvornice.

Zagreb

Tvornica TEP

ELKA

TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA ZAGREB — JUGOSLAVIJA

TELEFONSKI KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIČNIM MASAMA

»Elka je potpuno usvojila proizvodnju najkvalitetnijih telefonskih kabela za centrale, telefonskih razvodnih (instalacionih) kabela, telefonskih kabela za mjesne mreže, i telefonske montažne i instalacione žice.

KABELI I VODOVI IZOLIRANI PVC-OM

Za centrale i signalne uređaje izrađuje ove tipove kabela sa izolacijom i plaštem od PVC-a:

TC-40 i
TC-46 prema JUS M.C4.140

Osnovne izmjerene karakteristike izolacije ovih kabela su:

Relativna dielektričnost	$\varepsilon' = 4$
Dielektrični faktor gubitaka	$tg\delta = 0{,}08$
Specifični izolacioni otpor	$r = 10^{15}\Omega$ cm

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela su:

Izolacioni otpor min.	R = 500 MΩ km
Radni kapacitet max.	C = 90 nF/km
Srednja kapacitivna veza	C′ ≷ 150 pF/500 m
Gušenje preslušavanja	a = 8 nepera
Dozvoljena temperatura kabela u upotrebi	— 20° C do 70° C
Temperatura polaganja	— 5° C do 50° C.

Kabeli TC-40 i TC-41 proizvode se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s promjerima vodiča 0,5 i 0,6 mm.

Telefonski razvodni instalacioni kabeli

TR-40, prema JUS N. C4. 240.

Minimalni izolacioni otpor je 200 MΩ km, a maksimalni radni kapacitet 100 nF/km. Proizvodi se u konstrukcijama od 5 do 50 parica, trojki i četvorki s vodičima promjera od 0,5, 0,6 i 0,8 mm. Ovaj kabel se upotrebljava za telefonske i signalne uređaje u suhim prostorijama, za polaganje u cijev i zidove.

Telefonska montažna žica

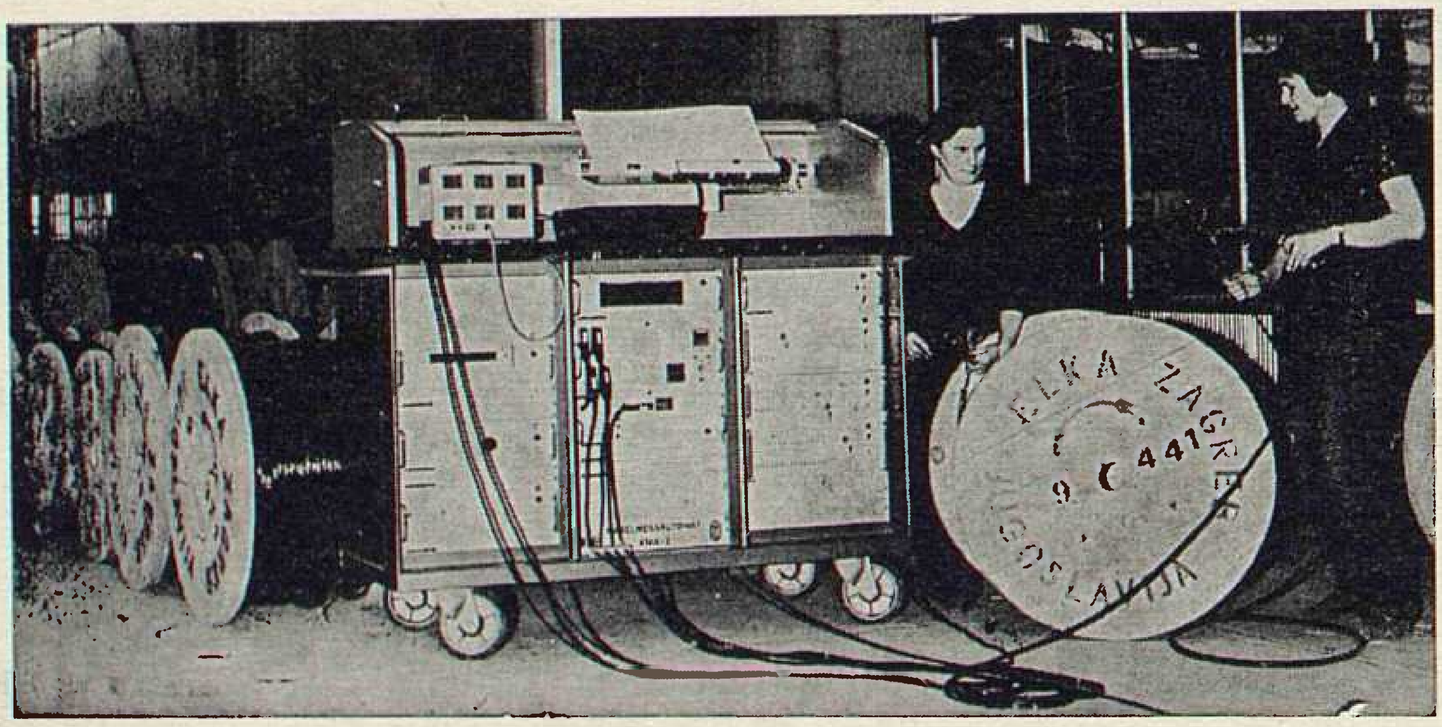
TM-20, jednobojna, dvobojna ili použena u snop od pet žica,

upotrebljava se za unutrašnje veze u telekomunikacionim uređajima i aparatima i za međusobno povezivanje telekomunikacijskih uređaja.

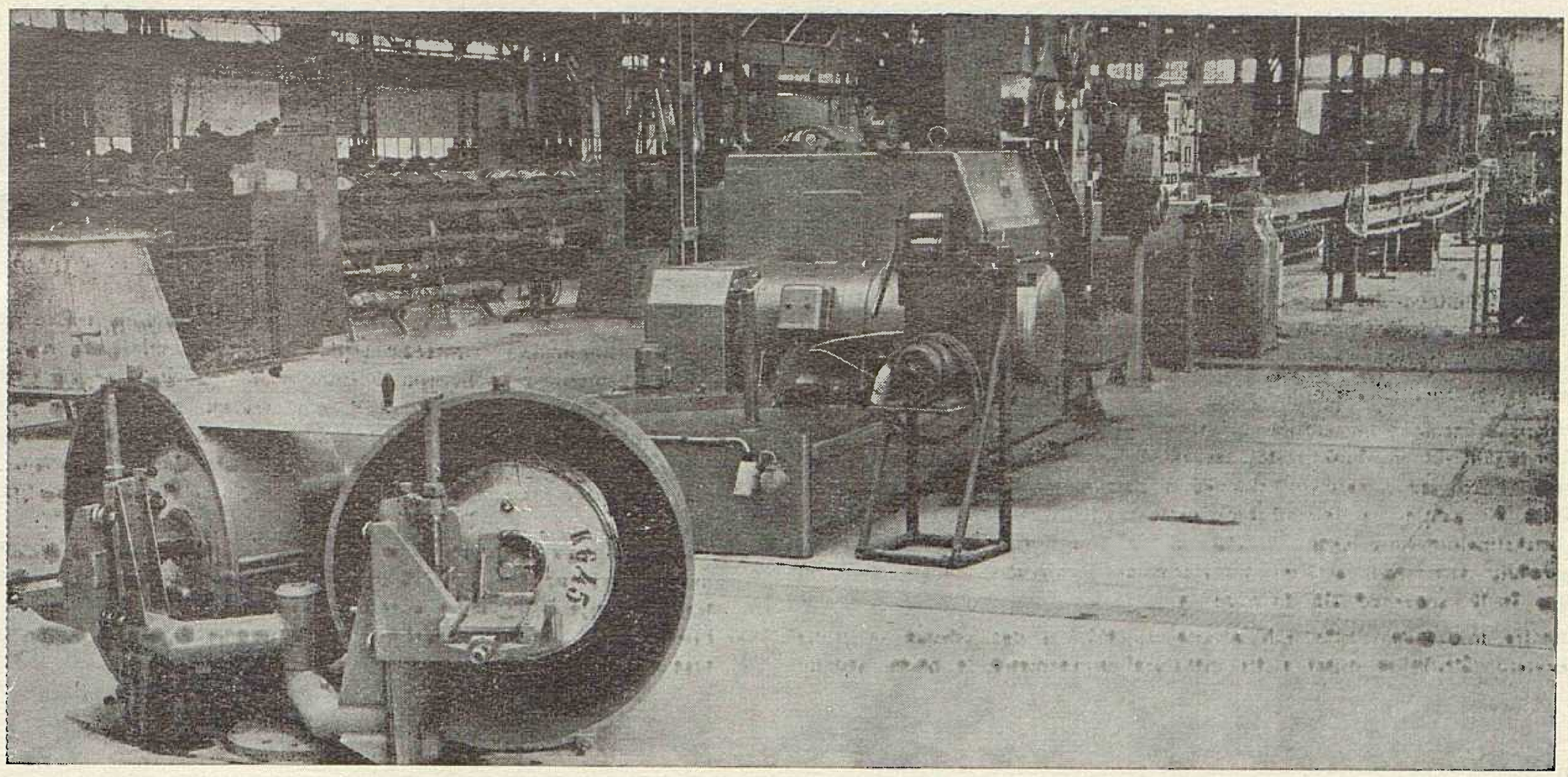
Telefonska instalaciona žica

TI 20,

upotrebljava se za telefonske kućne instalacije u cijevima i po zidu, za priključak zvučnika i signalnih uređaja, za ranžiranje glavnih kabelskih razdjelnika i međurazdjelnika.



Ispitivanje telefonskih kabela na najsuvremenijem uređaju tipa kabelmessautomat



Detalj iz pogona za proizvodnju telefonskih kabela

KABELI IZOLIRANI POLIETILENOM

Telefonski kabeli za mjerne telefonske mreže s izolacijom i plaštem od polietilena:

TK-30, TK-31 i TK-32, prema JUS N.C4.330
i TK-31, TK-32 i TK-33E, prema propisima JZPTT.

Osnovne izmjene karakteristike izolacije:

relativna dielektričnost $\varepsilon' = 2{,}3$, kod 1000 Hz
dielektrički faktor gubitaka $tg\delta = 0{,}003 \div 0{,}005$, kod 1000 Hz
dielektrična čvrstoća $F = 25$ kV/mm kod 50 Hz

Osnovne izmjerene karakteristike gotovog kabela:

Radni kapacitet za zvijezda- četvorke
$C_{IV} \leq 50$ nF/km
a za paricu
$C_{II} \leq 60$ nF/km.

Izolacioni otpor gotovog kabela.

$R = 10.000$ MΩ km

Kapacitivna veza maksimalna

$c' \leq 500$ pF/500 m

Dozvoljena temperatura u eksploataciji

$t_o = -30°$ C do $50°$ C

Dozvoljena temperatura pri polaganju

$t_p = 0°$ C do $40°$ C

Primjena:

TK- 30 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža,

TK- 31 za polaganje u kabelske kanale mjesnih telefonskih mreža gdje se zahtjeva zaštita od smetnji,

TK- 32 za polaganje u zemlju, po zidovima, preko mostova i svagdje gdje je potrebna i povećana mehanička zaštita.

TK- 32* i TK- 33E su samonosivi telefonski kabeli za ovjesno polaganje na različita uporišta na zemlji, krovovima, stupovima, posebno u industrijskim centrima sa zagađenom atmosferom, selima, prigradskim, naseljima i primorskim mjestima.

Svi se ovi kabeli proizvode u konstrukcijama od 5 do 50 parica i četvorki.

---

* TK-33 razlikuje se od TK-33E samo po tome što mu je plašt od PVC-a.

ELKA · ELKA · ELKA · ELKA

PREFABRICIRANA BETONSKA TRANSFORMATORSKA STANICA 10/0,4 kV do 630 kVA

Tvornica el. uređaja u Sesvetskom Kraljevcu poduzeća »Rade Končar«, isporučuje prefabricirane transformatorske betonske stanice koje su se pokazale veoma pogodne i naišle na vrlo veliki interes. Stoga u kratkim crtama iznosimo njezina svojstva.

Kućište transformatorske stanice izrađeno je iz laganog betona s povećanom toplotnom izolacijom. Na mjesto ugradnje doprema se u elementima i tu se jednostavnim postupkom sastavlja.

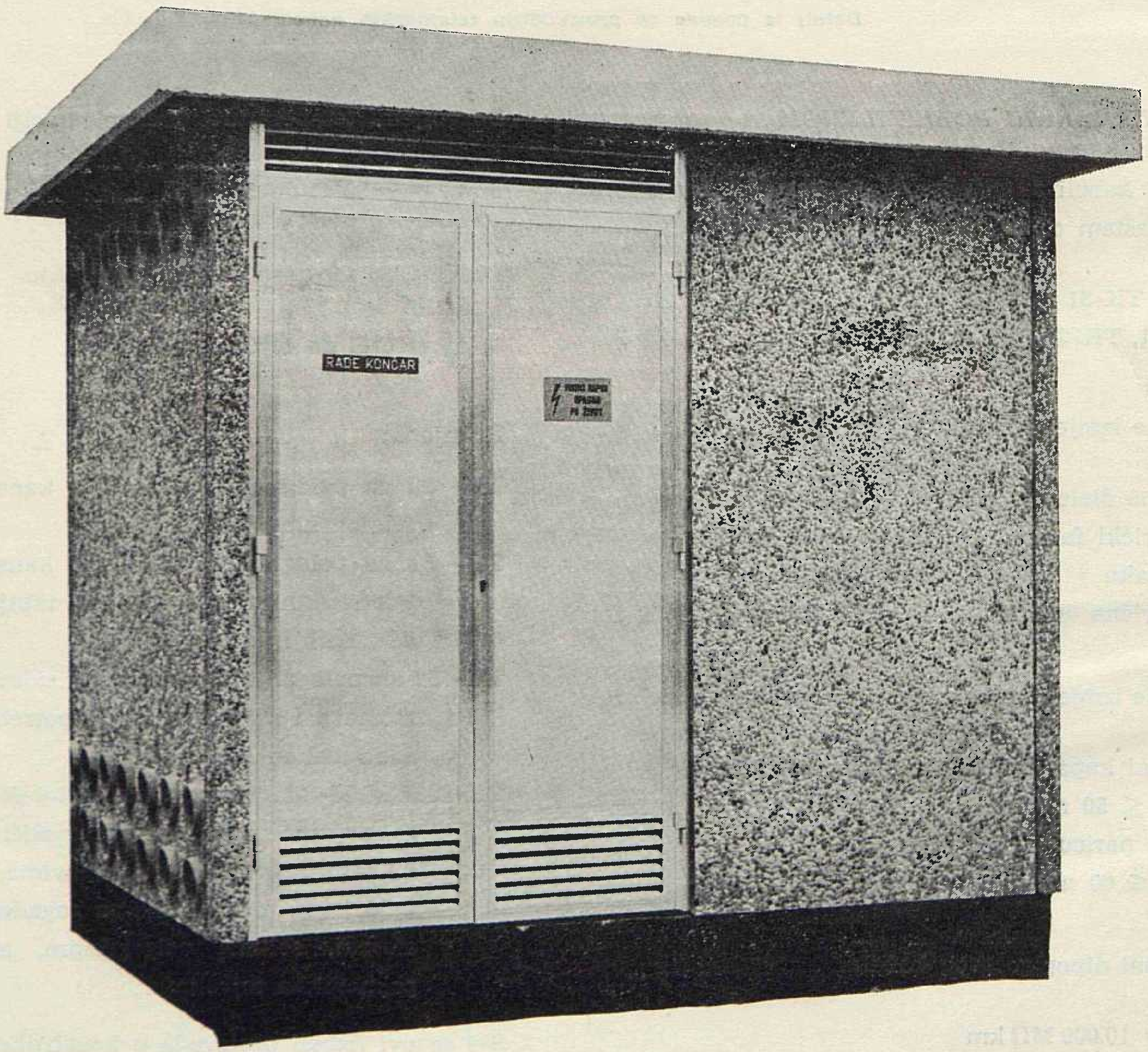
Zidovi su pojačani čeličnom armaturom koja je međusobno zavarena i spojena za zaštitno uzemljenje.

Sklapanje na visokonaponskoj strani vrši se sklopnim blokom Magnefix. Standardni sklopni blok sastoji se od dvije rastavne sklopke za vodna polja i od jedne rastavne sklopke s osiguračima za transformatorsko polje. Na zahtjev se sklopni blok može proširiti. Priključci su kabelski s maksimalnim presjekom $3 \times 150\ mm^2$. U transformatorsku stanicu se ugrađuju standardni serijski transformatori proizvodnje »Rade Končar« tipa Tn 12, snaga od 315 do 630 kVA.

Stanica ima sedam kabelskih odvoda do 400 A i dva odvoda za javnu rasvjetu. Struja se mjeri s tri maksigraf ampermetra, a napon jednim voltmetrom s voltmetarskom preklopkom. Ugrađeni strujni transformatori omogućuju mjerenje ukupne energije kao i potrošak javne rasvjete. Na zahtjev se mogu isporučiti i druge izvedbe niskonaponskog sklopnog bloka.

Transformatorska stanica ima slijedeće karakteristike:

- Stanica je potpuno prefabricirana, tako da su radovi na mjestu postavljanja minimalni. Primjenom laganog betona, aluminijskih vrata, te hladnim cinčanjem unutarnjih čeličnih nosača, postigla se visoka klimatska postojanost, čime je održavanje svedeno na najmanju mjeru.
- Smanjenjem dimenzija visokonaponskog i niskonaponskog sklopnog bloka dobila se stanica malih dimenzija. Mala tlocrtna površina od $6\ m^2$ olakšava pronalaženje lokacije za smještaj u gusto naseljenim područjima.
- Koncepcija zgrade i opreme je takva da se mogu ugraditi transformatori snage od 315 do 630 kVA, što omogućuje povećanje snage transformacije u skladu s porastom potrošnje.
- Lijepi vanjski izgled omogućuje lako uklapanje transformatorske stanice u različite ambijente.



»RADE KONČAR«
PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE OPREME,
PROJEKTIRANJE I MONTAŽU POSTROJENJA — ZAGREB