SADRŽAJ ENERGIJE U 1965. GODINI

Studije i istraživanja

Str.

K. Begović: Utjecaj opreme i rješenja dispozicije na optimalno korištenje prostora unutarnjih rasklopnih postrojenja 110 kV 7

K. Begović: Suvremene koncepcije u oblikovanju vanjskih rasklopnih postrojenja 110, 220 i 380 kV 79

V. Boranić: Situacija nafte u svijetu 90

I. Janić: Razvoj električne mreže grada Slavonskog Broda 35

P. Jovanović: Ponašanje autopneumatskih aparata pri prekidanju električnih krugova i njihovo ispitivanje na udarne i trajne struje kratkog spoja 184

M. Knap: Mjerenje protoka vode u hidroelektranama pomoću radio-izotopa 244

J. Lucati: Ponašanje ugljena pod različitim vanjskim utjecajima 172

B. Markovčić: Zaštitna užeta i obrada dalekovoda od atmosferskih prenapona 163

M. Padelin: Neke pravilnosti kod nastajanja kvarova na transformatorima u zračnoj mreži 10 kV 1

Ž. Petrović: Programiranje voznog reda HE Senj 223

H. Požar: Prijedlog sistema obračuna energije među proizvodnim poduzećima elektroprivrede 150

S. Reštarević: Energetsko iskorištenje srednjeg toka Save od ušća Sutle do Rugvice 145

B. Stefanini: Jedan postupak za ekonomsko dimenzioniranje prijenosa električne energije . 73

V. Štengl — D. Borojević: Neke mogućnosti za analizu energetskih karakteristika kućanstava 217

M. Vujnović: Način uklanjanja buke transformatora snage 12

Pogonsko-tehnička problematika

B. Besek: Tipizacija i standardizacija 425

F. Černohous: Topografski dijagram izohrona SR Hrvatske za godinu 1964. 106

G. Erklavec: Neka zapažanja pri izgradnji električne mreže u gradovima 427

Ž. Fagaraci: Primena telemehanike u elektroprivredi 405

Str.

Lj. B. Gajdardžiski: Ispadi u distributivnim postrojenjima poduzeća »Elektromakedonija« . 423

J. Hrovatin: Tehnička konsolidacija distributivne mreže u periodu sedmogodišnjeg plana . . . 372

I. Janić: Analitička razmatranja stupnjevanja napona u problematici transformacije i razvoda električne energije 390

M. Kalajdžić: Promjena frekvencije kao mogući uzrok oštećenja lopatičnog sistema turbine . 96

D. Keler: Priključak stambenih zgrada na kabelsku mrežu 248

J. Majić: Neke karakteristike mehaničke stepenaste rešetke Tvornice »Đuro Đaković« . . . 251

S. Marković: Stanje električne mreže razvoda i distribucije Jugoslavije i mjere za njenu konsolidaciju 355

O. Mešić: Tipizacija i standardizacija distributivnih transformatorskih stanica 419

M. Mikuličić: Materijalno snabdijevanje elektrodistribucije 434

J. Nevešćanin: Perspektivni razvoj distributivne mreže grada Splita 412

K. Ožegović: Tendencije u razvoju jednostavnih rasklopnih potsrojenja 110 kV 46

T. Pavlović: Svrsishodnost ugradnje dodatnih hladionika na transformatore radi povećanja njihove snage 101

T. Pavlović: Zaštita visokonaponskih izolatora u uvjetima zagađivanja 180

T. Pavlović: Analiza kvarova na katodnim odvodnicima nominalnog napona 30—110 kV u mreži SRH za period 1959.—1964. godine . . 236

P. Pavlović: Primena transformatora s regulacijom napona pod opterećenjem u električnim distributivnim mrežama 381

Ž. Petrović: Izmjena namota na generatoru I u HE »N. Tesla« 43

A. Pipenbaher: Izbor vrste uzemljenja zvjezdišta u mreži 35 kV Maribor grad 432

H. Praznik: Neke osobine dnevnih dijagrama opterećenja 31

M. Savić: Mreža veza u distributivnim poduzećima 396

Š. Šimundža: Neka iskustva u eksploataciji splitske gradske mreže 429

F. Završnik: Utjecaj novih uslova na organizaciju službe pogona u poduzeću Elektro-Ljubljana 421

Ekonomsko-financijska problematika

Str.

——— : Drugo savjetovanje poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije — Zaključci 289

M. Bajraktarević: Gubici nacionalnog dohotka zbog prekida u napajanju električnom energijom 319

J. Blehl: Kontni plan pogonskog knjigovodstva . 347

D. Feöcze: Razlike između projektiranog i stvarnog ekonomskog položaja elektrodistribucije Jugoslavije u uvjetima privredne reforme . 339

A. Habić: Ekonomska cijena električne energije na mreži distribucije 331

B. Lazić: Poslovni rezultati i raspodela dohotka u elektrodistributivnim preduzećima Jugoslavije za 1959. i 1964. godinu 311

M. Markulj: Ekonomski položaj djelatnosti distribucije električne energije u novim uvjetima privređivanja 302

A. Marušić: Poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske u uvjetima privredne reforme 231

A. Marušić: Osnovni indikatori privrednih kretanja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije u SR Hrvatske od 1959.—1964. 344

Ž. Mrvoš: Metode usporedbe ostvarenih osobnih dohodaka 321

M. Okrupa — D .Živko: Stalni doprinos i mjerenja snage u domaćinstvima 350

R. Planić: Investicione i troškovno-energetske vrijednosti aktuelnih hidroelektrana u projektu 23

Pravna pitanja

D. Jelavić: Značenje i status »radna jedinica« u zakonima i Statutu 447

M. Kulenović: Podjela rada u elektroprivredi . 444

R. Leskošek: Poduzeća za distribuciju električne energije u uvjetima Osnovnog zakona o poduzećima i Osnovnog zakona o elektroprivredi 437

Razno

——— : Mali i srednji turbogeneratori proizvedeni u Poljskoj 48

A. Franušić: Ispitivanje uređaja za automatsko upravljanje kondenzatorskih baterija 113

J. Lucati: Toplana Novi Beograd 252

V. Zloković: Racionalno korištenje električne energije u Rumunjskoj 110

Vijesti iz poduzeća i Instituta

I. R.: Petnaestgodišnjica »Elektroprojekta«, Zagreb 51

——— : Studijski, laboratorijski i mjerni radovi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu u 1963. godini 125

Str.

——— : Studijski, laboratorijski i mjerni radovi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu u 1964. godini 191

Vijesti s gradilišta

E. Radetić: Hidroelektrana »Dubrovnik« 257

I. R.: Nova prijenosna postrojenja u SR Hrvatskoj 49

I. R.: Transformatorske stanice 110/30 (35) kV . 50

I. R.: Investicioni programi dalekovoda 220 i 110 kV 270

I. R.: Izgradnja dalekovoda 35 kV Karlovac — Vojnić 270

I. R.: Dalekovod učestvuje u radovima u Kambodži 270

Iz strane stručne literature

D. Feöcze: Elektroprivreda SR Njemačke u 1963. — Elektroprivreda Austrije u 1963 — Zaostajanje cijena električne energije u Austriji — Austrija povisuje cijene el. energije — Plan izgradnje i proizvodnje hidroelektrana Švicarske do 1969/70 — Elektroprivreda jugoistočne Azije 55

K. Fišer: Novije konstrukcije čelično-rešetkastih stupova 271

— Vibracije dalekovodnih užeta 272

— Posebne sigurnosne mjere kod gradnje cjevovoda u trasi vodova niskog napona . 274

— Istezanje dalekovodnih užeta 274

— Nenormirana alučelna užeta 276

V. Horvat: Iscrpljenje zaliha urana 55

B. Markovčić: Švicarska je stavila u pogon svoj prvi prijenos 380 kV 116

— Elektrana na ušću rijeke Rance koja koristi energiju plime i oseke 117

— Vodovi najviših napona u SSSR-u 118

— Istosmjerni prijenos u Kanadi 119

I. Šimurina: Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede 63, 121, 203, 277, 451.

Savjetovanja

V. Hangi: Savjetovanje studijskog komiteta za zaštitu i releje JNK CIGRE 253

A. Primožić: Vodovodna mreža kao uzemljivač pogonskog i zaštitnog uzemljenja 53

I. R.: Jubilarni seminar i izložba »JUREMA« . 255

——— : VIII. stručno savjetovanje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE 256

Društvene i osobne vijesti

Ing. Božidar Filipović 70-godišnjak 54

Prof. ing. Vladimir Žepić 54

GOD. 14 (1965) energija BROJ 1 — 2

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

NEKE PRAVILNOSTI KOD NASTAJANJA KVAROVA NA TRANSFORMATORIMA U ZRAČNOJ MREŽI 10 kV

Mario Padelin, Zagreb

Kvarovi na transformatorima su rijetki događaji. Ako tu pojavu promatramo tokom vremena, može se dokazati, da je ta pojava sređena po zakonu Poissona. Važno je imati podatke o broju kvarova koji je nastao u nekom dužem periodu vremena, pa se onda vjerojatnost za nastup određenog broja kvarova po različitim vremenskim jedinicama dade lako izračunati. Na osnovu takvih pravilnosti moguće se bolje orijentirati u pogledu mogućih brojeva ispada transformatorskih stanica uslijed kvarova na transformatorima, a isto tako mogu se tačnije planirati troškovi za popravak defektnih transformatora.

DK 621.314.21.004

Potrošnja električne energije stalno raste, pa prema tome i ova vrsta energije dobiva sve više na značenju. Suvremeni čovjek i razvijena industrija postaju sve osjetljiviji na prekide dobave ovog, za današnji život neophodnog, oblika energije. Projektanti, konstruktori, energetičari i pogonski stručnjaci, svaki sa svog stanovišta nastoje, da osiguraju ne samo dovoljne količine električne energije, nego da smanje te prekide. Drugim riječima, nastoje da osiguraju i kontinuiranu dobavu električne energije ili da imaju visoku pogonsku sigurnost postrojenja.

Razlozi za prekid kontinuirane dobave električne energije su brojni i u mnogo slučajeva dobro poznati. Jedan od glavnih razloga koji dovodi do prekida dobave električne energije do potrošača su i kvarovi na uređajima.

Danas se u mnogim tehnički razvijenim zemljama sistematski pristupilo, sa različitih stanovišta, proučavanju pojave razaranja. To je sasvim i razumljivo, jer dobro poznavanje te pojave omogućava sprečavanje njenih uzroka ili, ako je to nemoguće, onda njenih posljedica.

Poznato nam je, da se pojavi kvarova daje gospodarstveno značenje. Prekid dobave električne energije uslijed kvara ima svoje posljedice za onoga tko prodaje energiju i za onoga koji je kupuje. Stepen i važnost ovog značenja ovise o strukturi konzuma. Ako se električna energija upotrebljava samo za rasvjetu, onda kažu neki, da zahtjevi na pogonsku sigurnost ne trebaju biti veliki, jer je gospodarstveni efekt kvara mali. Ako se energija upotrebljava za domaćinstvo, i ako se ovim potrebama ne može zadovoljiti na drugi način, onda zahtjev za sigurnošću pogona raste. Za neki veliki grad ili područje s najrazličitijim formama upotrebe električne energije, jedan prekid pogona ima veliko značenje. To isto vrijedi i za industriju gdje i kraći prekid može prouzročiti veliki zastoj i štetu u proizvodnji. Opće je stanovište da veća potrošnja traži i veću sigurnost pogona.

Ovom gospodarstvenom aspektu pojave razaranja se pridružuju projektanti i konstruktori, koji je sa svojih gledišta nastoje proučiti. Projektanti na svoj način nastoje postaviti postrojenje, da bi imalo što veću pogonsku sigurnost ili drugim riječima što manje prekida. Da bi to mogli učiniti, treba uz sve ostale faktore uzeti u obzir i pojavu razaranja koja će se sigurno javiti. Brojna su nastojanja zadnjih godina da se postrojenja što sigurnije lociraju, da im se pronađe što uspješnija zaštita itd.

Spomenimo samo nastojanje da se prouče vanjski prenaponi, izazvani atmosferskim poremećajima. Skupljaju se podaci o grmljavinskim danima, o broju udara munje u zemlju, o geološkom sastavu zemljišta, a sasvim razumljivo i o broju kvarova na uređajima. Projektanti aparata i konstruktori trebaju opet znati električne veličine koje se javljaju u slučaju kvara nekog postrojenja (struje, napone) itd. Prema tome veoma su brojna stanovišta s kojih se prilazi pojavi kvara općenito.

Pregled kvarova na transformatorima po datumu kada su nastali (od 1950 — 1959)

(Područje: Zagreb, zračna mreža 10 kV, 140 stanica)

Tablica I

Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1950				×			×					
1951		×			×		×		×			
1952							×		×			
1953						×	× ×		×			
1954						×		×		×	×	
1955							× ×	× ×		×		
1956						×			×	×	×	
1957						×	××					
1958		×				× ×	××			×		×
1959	×					× ×	× ×					

Razaranje je stalni proces koji se javlja iz mnogo razloga neovisno o našoj volji. On se suprotstavlja svim nastojanjima ljudi da ga spriječe, odgode ili smanje. Razaranje je i dugotrajan proces i nije lako osjetiti njegovu zakonitost i intenzitet, jer — kad bi to bilo lako — možda bi ga i lako mogli spriječiti.

U ovom se članku govori o razaranju učinskih transformatora zračne mreže 10 kV, na osnovu podataka sakupljenih u praksi. To će nam omogućiti, da neke osobine te pojave upoznamo i da pravilnosti koje u toj pojavi postoje iskoristimo u praksi.

Razmatrajući kvarove na transformatorima znamo da se ne može predvidjeti tačno vrijeme kada će neki transformator postati defektan. Iskustvo nas uči, da kvar na transformatorima može svaki čas nastati, iako se to ne mora sigurno dogoditi. Takve događaje nazivamo slučajnim događajima. Kvar je dakle događaj, čije se vrijeme nastupa ne može proračunati po nekoj formuli, nego se takvom događaju pridružuje određena vjerojatnost za nastup. Kao što se ne može proračunati vrijeme nastupa kvara na transformatoru, tako se još manje može predvidjeti sa sigurnošću, broj kvarova npr. mjesečno ili kvartalno ili godišnje. Broj takvih događaja nije vezan funkcijski za neki razlog, nego tih razloga ima mnogo. To čitavu pojavu čini još složenijom.

Da bi se moglo nešto reći o takvoj pojavi potrebno je duži niz godina vršiti opažanja i pažljivo bilježiti podatke o tome. Međutim, kod toga rada nailazimo na različite poteškoće. Rasprostranjenost postrojenja kao i njegova veličina, nemogućnost da sve vidimo i dokumentiramo, čine taj posao veoma složenim i zamornim. Da bi se podaci mogli sakupiti, treba tačno definirati što se hoće doznati i kakav se podatak želi imati. Istina, neki su podaci uočljivi i njih je lako sakupiti, međutim neki su pojmovi složeniji i nije ih lako sakupiti, mogućnost zabune i greške je velika, pa nam se lako može dogoditi da i zaključci iz tih podataka budu krivi. Takav posao traži dobro organiziranu statističku službu i stručne kadrove za vršenje analize.

Podaci i statističko-matematička analiza

Zavod za visoki napon Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu sakupljao je 10 godina podatke o razaranju transformatora u 140 transformatorskih stanica zračne mreže grada Zagreba i okolice. Promatrana zračna mreža vremenom se razvijala i nove su se stanice gradile i uklapale u sistem. Međutim, u članku su promatrane samo one stanice koje su postojale na dan 1. 1. 1950. Opažanja u tim stanicama vršena su, kako je rečeno, 10 godina neprestano, dakle do 31. 12. 1959. Evidentirani su u toku tih 10 godina tačni datumi kada je nastupio kvar na bilo kojem transformatoru i iz bilo kojih razloga na način, da se taj transformator morao iskopčati. Pregled kvarova na transformatorima po datumu kada su nastali prikazan je na tablici I.

Ako zbrojimo sve kvarove koje smo registrirali u tih deset godina, naći ćemo da ih je bilo ukupno 40. Neki su mjeseci sasvim logično imali 1, 2, 3 . . . kvara na transformatorima, a neki opet mjeseci nisu imali niti jedan kvar. Većina kvarova je koncentrirana u ljetnim mjesecima što je i razumljivo, ako se uzmu u obzir atmosferske prilike u promatranom području, gdje je u kasnom proljeću i početkom ljeta registriran najveći broj grmljavinskih dana. Kvarovi koji su registrirani grupirani su opet po mjesecima, kvartalima i polugodištima što se dalje vidi iz tablice II, III i IV.

Da bi postupak matematičke analize registriranih podataka bio jednostavniji, a prema tome i jasniji, uzimaju se u početku podaci iz tablice III. Ako se na toj tablici promatraju samo brojevi koji se nalaze u kolonama k_1, k_2, k_3 i k_4 — jer oni pokazuju ukupni broj kvarova, koji se dogo-

Mjesečni pregled kvarova

Tablica II

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
50				1			1					
51		1			1		1		1			
52							1		1			
53						1	2		1			
54						1		1		1	1	
55						1	2	1		1		
56						1		1		1	1	
57						1	2					
58		1			1	3				1		1
59	1				2	2						

Kvartalni pregled kvarova

Tablica III

God.	I	II	III	k_1	IV	V	VI	k_2	VII	VIII	IX	k_3	X	XI	XII	k_4
50				0	1			1	1			1				0
51		1		1		1		1	1		1	2				0
52				0				0	1		1	2				0
53				0			1	1	2		1	3				0
54				0			1	1		1		1	1	1		2
55				0			1	1	2	1		3	1			1
56				0			1	1		1		1	1	1		2
57				0			1	1	2			2				0
58		1		1		1	3	4				0	1		1	2
59	1			1		2	2	4				0				0

dio u pojedinom kvartalu tokom tih 10 godina — opazit će se da se u mnogim kvartalima javlja isti broj kvarova i to:

0 kvarova	u 16 kvartala
1 kvar	u 14 kvartala
2 kvara	u 6 kvartala
3 kvara	u 2 kvartala
4 kvara	u 2 kvartala
5 kvarova	u 0 kvartala
Ukupno	40 kvartala

Ova je razdioba dobivena opažanjem, kako smo već kazali, pa treba tu razdiobu matematički opisati i to na slijedeći način:

Broj kvarova po kvartalu označit će se sa x, koji onda prema gornjim opažanjima može poprimiti vrijednost 0, 1, 2, 3 . . . .
(tu veličinu zvat ćemo slučajna varijabla);
broj kvartala s istim brojem kvarova označit će se sa f_{op} i nazvati »frekvencija dobivena opažanjem«;
ukupni broj promatranih vremenskih jedinica označit će se sa K (u našem slučaju K iznosi 10 x 4 = 40 kvartala ili 10 godina).

Ova razdioba broja kvarova po kvartalu podsjeća na Poissonovu razdiobu kojom se u statističkoj matematici općenito opisuju rijetki događaji, pa frekvencije dobivene opažanjem možemo pokušati usporediti s teoretskim frekvencijama koje ćemo izračunati iz izraza

$$f_{teor} - K \cdot \frac{m^x \cdot e^{-m}}{x!} \qquad (1)$$

U ovom izrazu veličine m, x i K imaju u našem slučaju slijedeće značenje:

m — srednja vrijednost broja kvarova po kvartalu
x — broj kvarova po kvartalu (0, 1, 2, 3 . . .)
K — ukupni broj promatranih vremenskih jedinica (K = 40).

Ako izračunamo srednju vrijednost broja kvarova po kvartalu po izrazu

$$m = \frac{\Sigma f_{op} \cdot x}{K} =$$

$$= \frac{16 \cdot 0 + 14 \cdot 1 + 6 \cdot 2 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 0}{40} = 1$$

dobivamo lako vrijednosti teoretskih frekvencija iz izraza (1), koji nakon uvrštavanja vrijednosti za m i K glasi:

$$f_{teor} = 40 \frac{1^x e^{-1}}{x!} \quad x = 0,1,2,3,4 \ldots .$$

Na slici 1a i tablici V navedeni su grafički i tabelarno rezultati dobiveni opažanjem i računanjem po izrazu (1). Na slici 1b izračunane su i dijagramom prikazane vjerojatnosti za nastup određenog broja kvarova po kvartalu, koje su se dobile dijeleći svaku teoretsku frekvenciju sa K. Te vjerojatnosti su označene sa P (x).

Polugodišnji pregled kvarova

Tablica IV

God,	I	II	III	IV	V	VI	k_1	VII	VIII	IX	X	XI	XII	k_2
50				1			1	1						1
51		1			1		2	1		1				2
52							0	1		1				2
53						1	1	2		1				3
54						1	1		1		1	1		3
55						1	1	2	1		1			4
56						1	1		1		1	1		3
57						1	1	2						2
58		1			1	3	5				1		1	2
59	1				2	2	5							0

Kontrola dozvoljenih odstupanja

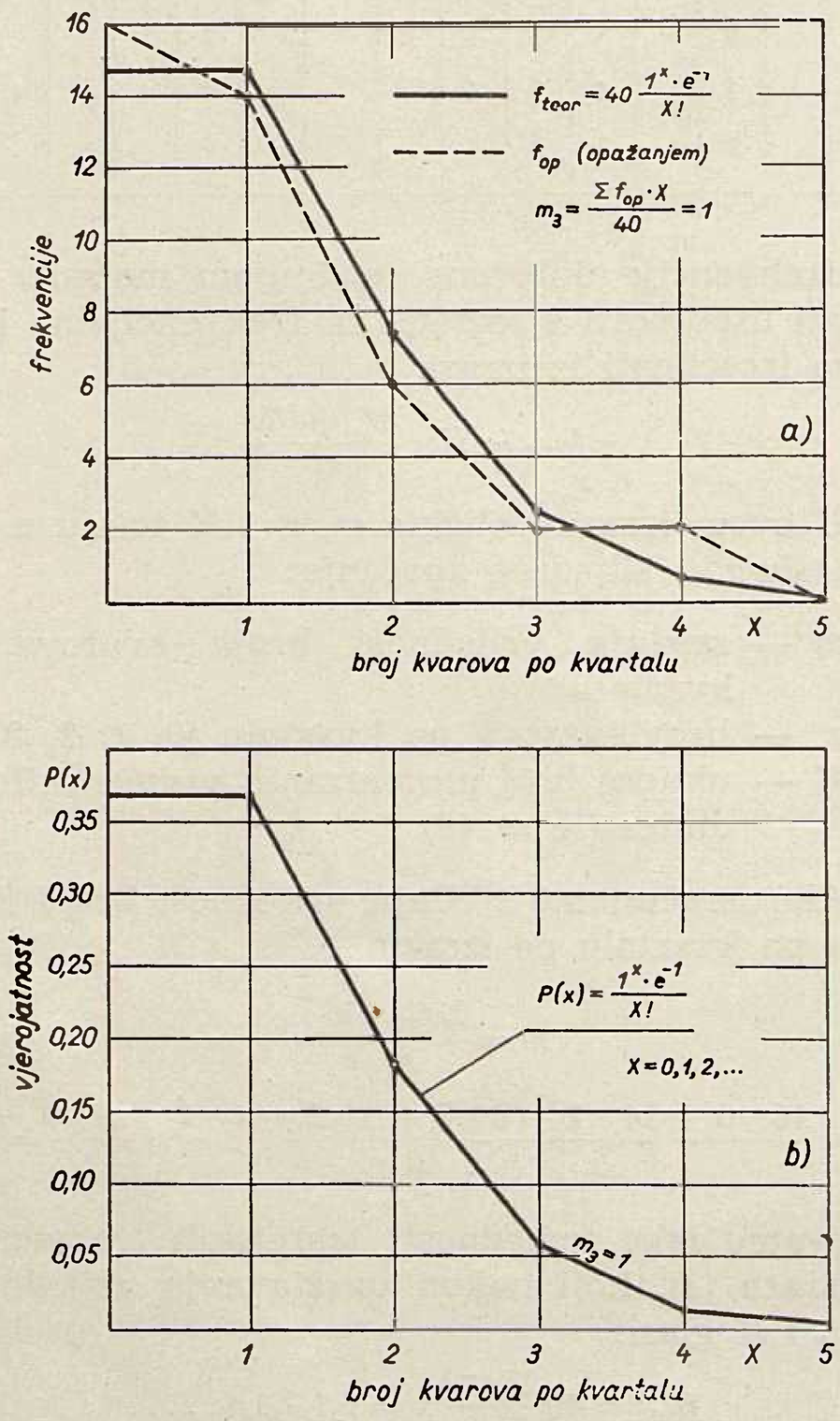
Rezultati se, kako vidimo, »naoko« dobro slažu. Odstupanja su između rezultata dobivenih opažanjem i rezultata dobivenih računanjem minimalna. Međutim oku se ne smije vjerovati. Potrebno je ta odstupanja ipak kontrolirati, da li su dozvoljena. U tom smislu primijenjena je matematička metoda testa $\varkappa^2$ pa se bez upuštanja u dosta složena matematička razmatranja o ovoj metodi navodi samo postupak računanja.

Test χ^2

n	x	f_{op}	f_{teor}	$(f_{op}-f_{teor})^2$	$\frac{(f_{op}-f_{teor})^2}{f_{teor}}$
1	0	16	14,73	1,613	0,1094
2	1	14	14,73	0,533	0,0362
3	2	6	7,33		
4	3	2 } 10	2,45 } 10,51	0,26	0,0247
5	4	2	0,61		
6	5	0	0,12		
					$\chi^2 = 0,1703$

U ovom primjeru spojili smo 3, 4, 5, 6 razred, budući da u tim razredima imamo premale frekvencije, prema tome u ovom primjeru imamo svega tri razreda. Kako je zbroj frekvencija unaprijed određen, a teoretska frekvencija određena je sa srednjom vrijednosti $m = 1$, uzet ćemo broj stepena slobode $n = 1$. Iz tablice II [1, str. 306] vidimo, da nam se vjerojatnost da će $\chi^2 = 0,1703$ biti premašen nalazi između

$$0,50 < P(x) < 0,70$$



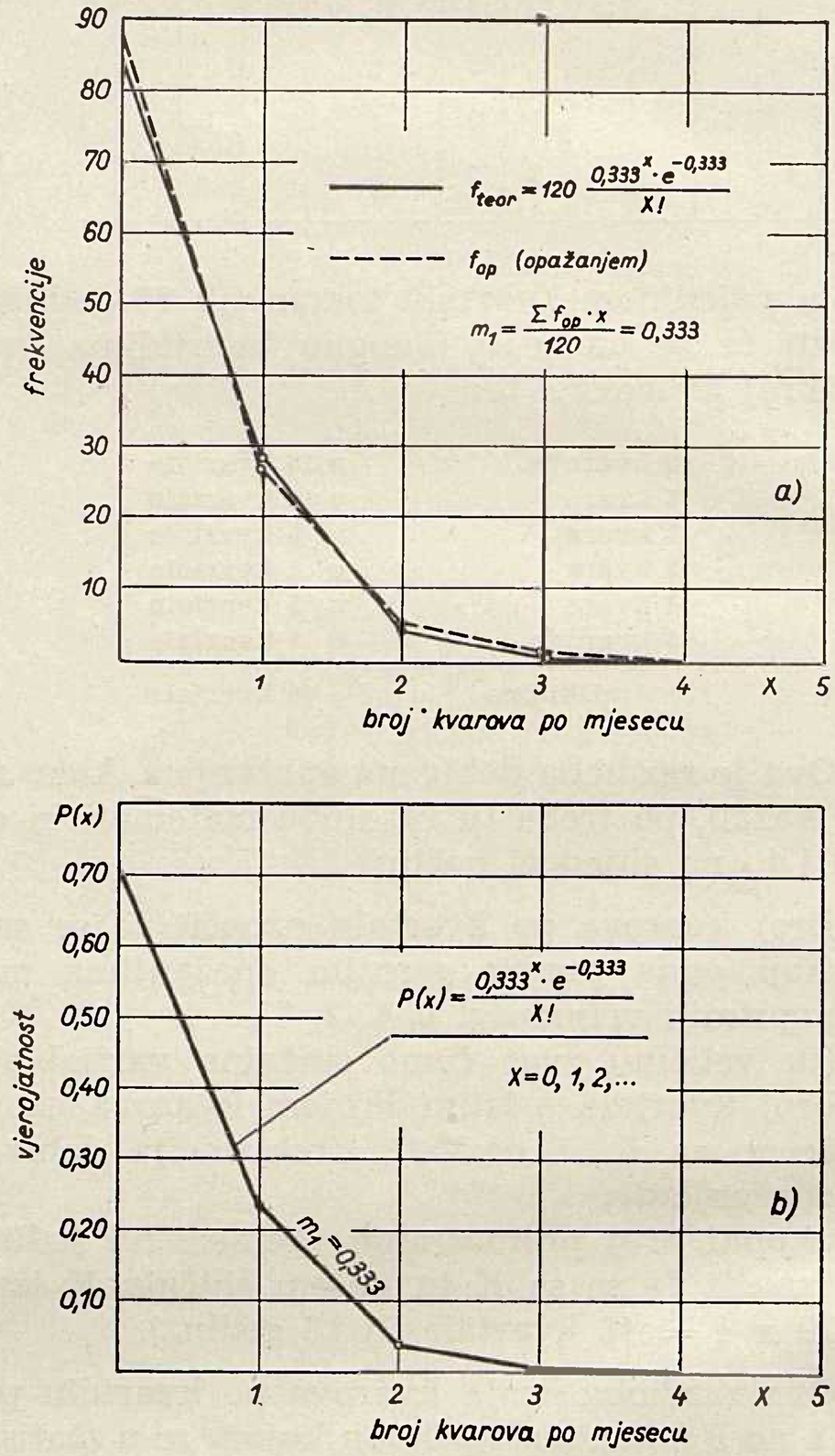
Sl 1. Razdioba kvarova po kvartalu
a) Frekvencije kvarova po kvartalu
b) Vjerojatnost broja kvarova po kvartalu

Područje: Zagreb, zračna mreža 10 kV
Broj stanica M: 140
Period promatranja: 1950 — 1959
Obilježje: broj kvarova na transformatorima kvartalno
Podaci: iz tablice III

Tablica V

x	f_{op}	f_{teor}	$P(x)$
0	16	14,73	0,3681
1	14	14,73	0,3681
2	6	7,33	0,1832
3	2	2,45	0,0613
4	2	0,61	0,0153
5	0	0,12	0,0031
	40	39,97	0,9991

x	$P(x)$
0	0,3681
1	0,3681
2	0,1832
4	0,0153
5	0,0031



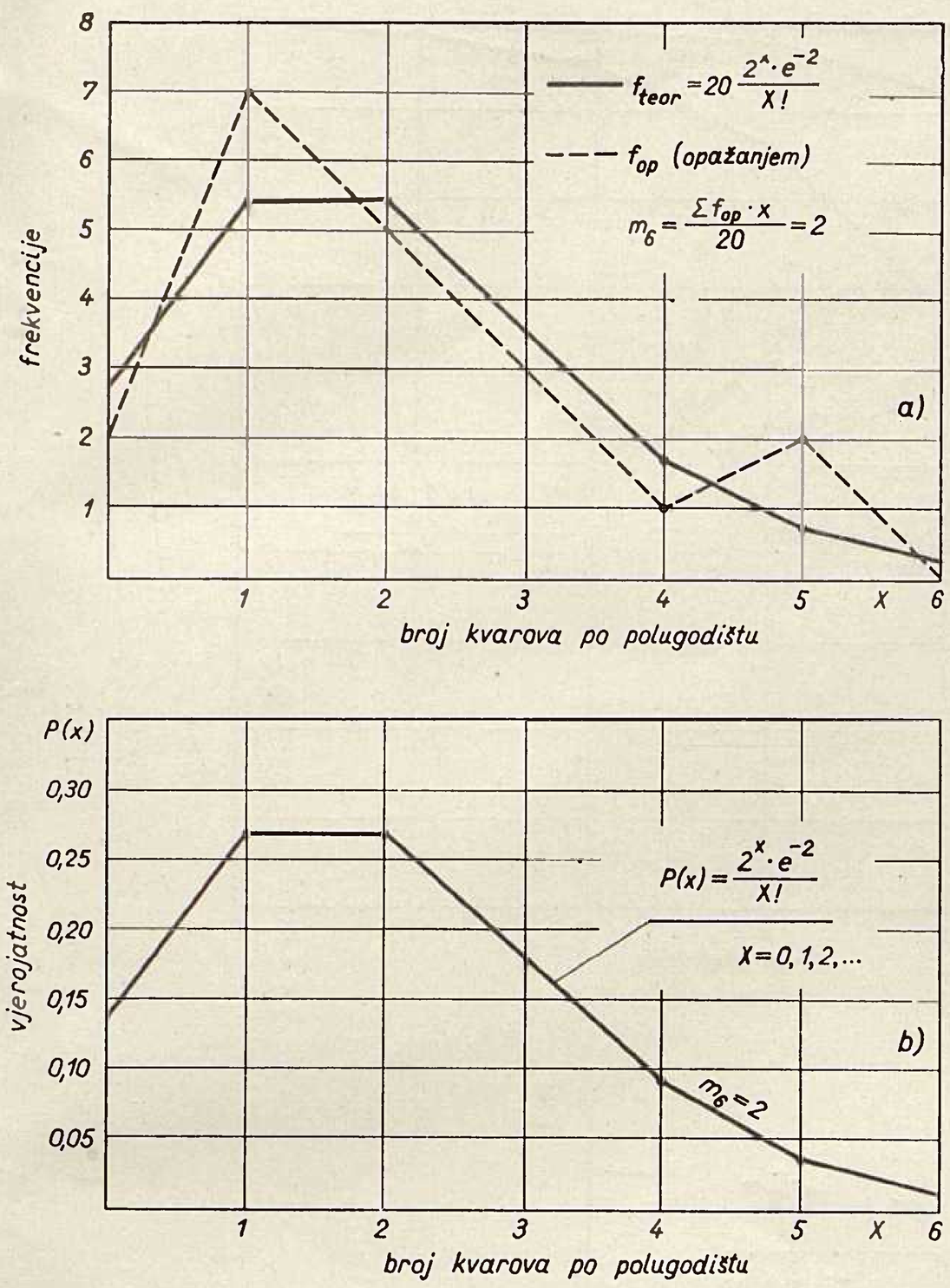
Sl. 2. Razdioba kvarova po mjesecu
a) Frekvencija broja kvarova po mjesecu
b) Vjerojatnost broja kvarova po mjesecu

Područje: Zagreb, zračna mreža 10 kV
Broj Stanica M: 140
Period promatranja: 1950 — 1959
Obilježje: broj kvarova na transformatorima mjesečno
Podaci: iz tablice II

Tablica VI

x	f_{op}	f_{teor}	$P(x)$
0	87	85,95	0,7160
1	27	28,60	0,2383
2	5	4,76	0,0397
3	1	0,52	0,0044
4	0	0,04	0,0003
	120	119,87	0,9987

x	$P(x)$
0	0,7160
1	0,2383
2	0,0397
3	0,0044
4	0,0003



Sl. 3. Razdioba kvarova po polugodištu
a) Frekvencija broja kvarova po polugodištu
b) Vjerojatnost broja kvarova po polugodištu

Područje: Zagreb, zračna mreža 10 kV
Broj stanica M: 140
Period promatranja: 1950 — 1959.
Obilježje: broj kvarova na transformatorima po polugodištu
Podaci: iz tablice IV

Tablica VII

x	f_{op}	f_{teor}	P(x)
0	2	2,71	0,1355
1	7	5,42	0,2710
2	5	5,42	0,2710
3	3	3,61	0,1805
4	1	1,80	0,0903
5	2	0,72	0,0361
6	0	0,24	0,0120
	20	19,92	0,9964

x	P(x)
0	0,1355
1	0,2710
2	0,2710
3	0,1805
4	0,0903
5	0,0361
6	0,0120

Smatra se prema tome, da je pretpostavka, da se radi o Poissonovoj razdiobi potvrđena i da su odstupanja između rezultata dobivenih računanjem i rezultata dobivenih opažanjem dozvoljena. (Razlike između izvučenih i crtkanih krivulja nisu značajne). Potrebno je uvijek kada imamo neke podatke o kvarovima provjeriti pomoću ove matematičke metode testova, da li se zaista radi o pretpostavljenoj razdiobi (u našem slučaju o Poissonovoj). Prijelaz s vrijednosti dobivenih opažanjem na vrijednosti dobivene računanjem po spomenutoj razdiobi nam olakšava proračun potrebnih podataka kod primjene.

Primjena Poissonove razdiobe

Pošto je verificirana pravilnost u kretanju pojave razaranja transformatora po kvartalu, mogu se izvući neke korisne primjene te dokazane matematičke pravilnosti. Praksa često zahtijeva, da se zna kolika je vjerojatnost za nastup određenog broja kvarova (x = 0, 1, 2, 3 . . . itd.) na primjer mjesečno ili polugodišnje ili godišnje. Poznavanje vjerojatnosti za nastup određenog broja kvarova po jedinici vremena nam omogućuje da planiramo troškove za popravak aparata.

Kako smo već dokazali, da se pojava kreće po Poissonovu zakonu, dovoljno je samo znati srednju vrijednost broja kvarova po odabranoj vremenskoj jedinici m i odmah možemo izračunati teoretske frekvencije, a zatim i vjerojatnosti za nastup određenog broja kvarova, što predstavlja veliku praktičnu vrijednost.

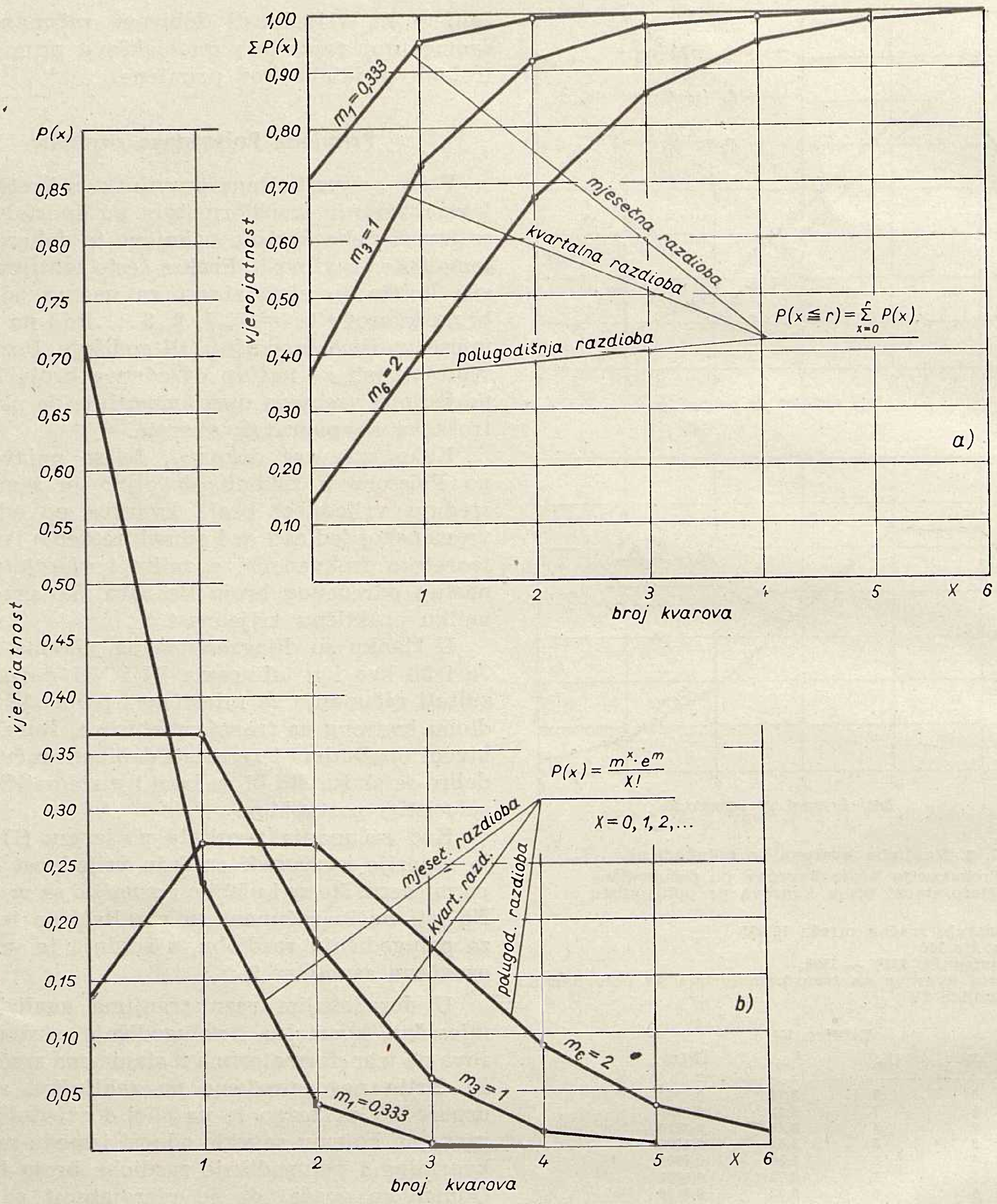
U članku su dijagramima na slikama 2a i 2b, 3a i 3b kao i u tablicama VI i VII navedeni rezultati računanja za mjesečnu i polugodišnju razdiobu kvarova na transformatorima. Rezultati dobiveni opažanjem i rezultati dobiveni računanjem, dobro se slažu, što bi se lako i matematički dokazalo istim postupkom.

Kod računanja rezultata po izrazu (1) trebalo je najprije izračunati srednju vrijednost kvarova po mjesecu, što se i učinilo i označilo sa m = 0,333. Na isti način računani su rezultati po izrazu (1) za polugodišnju razdiobu, a srednja je vrijednost označena sa m_6 = 2.

U dosadašnjim razmatranjima analizirana je mjesečna, kvartalna i polugodišnja razdioba kvarova na transformatorima u stanicama zračne mreže. Prije nego pređemo na zaključke, a i radi usporedbe, prikazan je na slici 4 zajednički dijagram na kojemu se vide odnosi između mjesečne, kvartalne i polugodišnje razdiobe broja kvarova. Odmah se opaža, da je vjerojatnost za nastup određenog broja kvarova veća što je vremenska jedinica veća. Na primjer 3 kvara mjesečno će nastupiti s vrlo malom vjerojatnošću (P = 0,0044), dok će tri kvara polugodišnje nastupiti s daleko većom vjerojatnošću (P = 0,18, vidi dijagram na sl. 4a).

Na dijagramu na slici 4b vidi se kretanje pojave razaranja prikazano pomoću kumulativnih vjerojatnosti što se također može iskoristiti za orijentaciju u pogonu. Ovaj dijagram na slici br. 4 kao i ostali dijagrami pojedinačno služe za planiranje troškova za popravak transformatora, a energetičarima može biti interesantno sa stanovišta uvida u mogućnost ispada broja stanica.

Ovi dijagrami, međutim, ne vrijede općenito za sva područja gdje se primjenjuju učinski transformatori 10 kV. Svako područje samo za sebe predstavlja cjelinu i ima svoje specifičnosti kao i svoj intenzitet razaranja, pa je potrebno za svako po-



Sl. 4. Zajednički pregled izračunatih vjerojatnosti (mjesečna, kvartalna i polugodišnja razdioba)

a) Vjerojatnost za broj kvarova po mjesecu, kvartalu i polugodištu
b) Kumulativne vjerojatnosti

Područje: Zagreb, zračna mreža 10 kV
Broj stanica M: 140
Period: 1950 — 1959.

područje na osnovu podataka toga područja izračunati ovakve dijagrame koji onda mogu korisno poslužiti.

Podaci sakupljeni u vremenskom razmaku od 1950—1959. pokazali su da je pojava razaranja transformatora vrlo intenzivna na promatranom području. Ako izračunamo, vidjet ćemo da na 100 stanica u godini imamo 2,85 kvarova na transformatorima. To je sasvim razumljivo, ako znamo da se promatrano područje nalazi u zoni gdje je registrirano u prosjeku 35 grmljavinskih dana godišnje. Treba napomenuti da su svi promatrani transformatori bili snage 10—50 kVA, a i da ih je većina vjerojatno postala defektna od munje. Međutim, u ovu analizu uvršteni su i kvarovi i iz ostalih razloga, kojih je naravno manji broj.

Literatura

[1] Vranić, *Vjerojatnost i statistika*
[2] »Elektra« Zagreb, *Dokumentacija o kvarovima*

Naslov pisca: Doc. dr ing. Mario Padelin, Elektrotehnički fakultet, Zagreb

UTJECAJ OPREME I RJEŠENJA DISPOZICIJE NA OPTIMALNO KORIŠTENJE PROSTORA UNUTARNJIH RASKLOPNIH POSTROJENJA 110 kV

Krunoslav Begović, Zagreb

Potreba za zatvorenim postrojenjima 110 kV javila se već u više navrata. Autor je u ovom članku dao u sažetom obliku analizu utjecaja opreme i dispozicionog rješenja na optimalno iskorištenje prostora za takva postrojenja. Razmotreni su tipovi postrojenja, koji se danas u evropskoj praksi najviše upotrebljavaju.

DK 621.316.37

1. Uvod

Elektrifikacija gradova i velikih industrijskih objekata u novije vrijeme diktira sve veću primjenu unutarnjih rasklopnih postrojenja. Danas se u velikim gradovima postrojenja 110 kV nalaze gotovo u centru, a za velika industrijska postrojenja, gdje se radi ili o vrlo ograničenom prostoru raspoloživom za izgradnju ili o nečistoj atmosferi opasnoj za električne aparate, preostaje jedino da se ova postrojenja izgrade u zatvorenom prostoru u zgradama ili pod zemljom.

Troškovi građevinskog dijela iznose kod vanjskih rasklopnih postrojenja 10—20 % troškova električnog dijela, dok je kod unutarnjih postrojenja situacija drugačija i ovdje građevinski dio iznosi i do 50 % ukupnih troškova tj. na električni dio otpada u tome slučaju također 50 %.

Ovako visoki procenat građevinskih troškova zahtijeva, opravdano, solidan studij rješenja dispozicije i izbora odgovarajuće opreme, kako bi ovi troškovi ostali u minimalno mogućim granicama. Bilo da se radi o industrijskom postrojenju, ili o gradskoj podstanici, dispoziciono i arhitektonsko rješenje treba prilagoditi raspoloživom prostoru i okolini, te ga pogonski riješiti u skladu sa zahtjevima mreže.

Svrha je ovog članka, da u sažetom obliku prikaže utjecaj opreme i dispozicionog rješenja na optimalno korištenje prostora unutarnjih rasklopnih postrojenja 110 kV na primjerima izvedbi, koja se danas na ovom području tehnike najviše i najčešće susreću i upotrebljavaju u evropskoj praksi.

Postrojenja 110 kV odabrana su zato, jer je to prvenstveno naš standardni napon koji se primjenjuje za unutarnja postrojenja ove namjene. Postrojenja prvog našeg nižeg standardnog napona 35 kV pretežno se grade u unutarnjoj izvedbi, bilo otvorenoj, klasičnoj, bilo limenoj, odnosno blindiranoj u rješenjima koja su kod nas dovoljno prostudirana i primjenjivana u praksi.

Postrojenja 110 kV unutarnje izvedbe građena su do sada, osim iznimno uz koju podzemnu hidroelektranu (npr. Jajce II) samo za industrijska postrojenja. Međutim može se očekivati skora primjena ovih postrojenja i u našim gradovima.

Budući da je ovaj problem vrlo važan za našu daljnju elektrifikaciju, smatram da je korisno osvijetliti ovu problematiku prema današnjim gledanjima i stanju tehnike visokog napona na ovom području.

2. Oprema postrojenja

2.1. Sabirnice i izolatori

Kod unutarnjih postrojenja ovog napona dolaze u obzir oba tipa sabirnica:

a) užeta iz bakra ili aluminija nategnuta i učvršćena kao kod vanjskih postrojenja izolatorskim lancima, odnosno štapnim izolatorima
b) cijevi učvršćene na potpornim izolatorima

Rješenje pod a) je elegantnije i omogućuje jednostavnija konstruktivna rješenja, ali nešto veće razmake, a prema tomu i prostor. Rješenje pod b) zahtijeva relativno skupe potporne izolatore, kompliciranije rješenje spojnih vodiča i jedina mu je prednost što omogućuje izvjesnu uštedu na prostoru.

Za nosnu konstrukciju može biti odabran armiranobetonski skelet zgrade ili pak posebna čelična konstrukcija određenih dimenzija s obzirom na statička i dinamička naprezanja pri čemu zgrada služi samo za pokrivanje postrojenja.

Za sabirnice dolaze u obzir normalna Cu i Al užeta, odnosno cijevi, čije dimenzije ovise o nazivnim strujama ili strujama kratkog spoja, te o zahtjevima na čvrstoću.

Za nošenje sabirnica upotrebljavaju se ili klasični K izolatori ili štapni izolatori ili pak potporni izolatori za unutarnju montažu raznih izvedbi. Još uvijek se upotrebljava porculan ili araldit odnosno slične mase.

2.2. Rastavljači

Za ugradnju se primjenjuju dva glavna tipa rastavljača:

a) klasični (sa dva okretna izolatora ili sa srednjim okretnim izolatorom)
b) pantograf (semi pantograf ili pravi pantograf, odnosno tačkasti pantograf)

Sabirnički rastavljači, njihov položaj i tip znatno utječe na unutarnje rješenje postrojenja, te o svrsishodnoj primjeni najpovoljnijeg tipa ovisi u velikoj mjeri i sama izvedba, odnosno potreban prostor.

Klasični rastavljači zahtijevaju nešto manje prostora od pantografskih rastavljača. Međutim ovi posljednji imaju druge prednosti:

— omogućuju potpuno odvajanje jednog odvodnog polja od sabirnica, koje mogu po potrebi ostati u pogonu, dok traje remont ili izmjena aparata u polju,
— omogućuju vrlo ekonomična tzv. dvoetažna rješenja kod kojih je omogućen lagan pristup do aparata u svrhu revizije i kontrole,
— dispozicija rješenja sa pantograf rastavljačima vrlo su pregledna i jednostavna.

Klasični rastavljači se najčešće upotrebljavaju kao izlazni rastavljači.

2.3. Sklopke snage i mjerni transformatori

Sklopka snage, pripadni mjerni transformatori i izlazni rastavljači, kao slog potrebnih aparata po polju, primjenjuju se u istoj koncepciji i karakteristikama kao za vanjska postrojenja.

Budući da nema utjecaja atmosfere to se mogu primijeniti sigurnosni razmaci za red 110, unutarnja montaža, koji su niži za 10—30 % od odgovarajućih razmaka, koji vrijede za vanjska postrojenja.

Danas se postrojenja 110 kV grade za rasklopne snage 2500—4000 MVA i tim prilikama treba prilagoditi karakteristike sve ostale opreme.

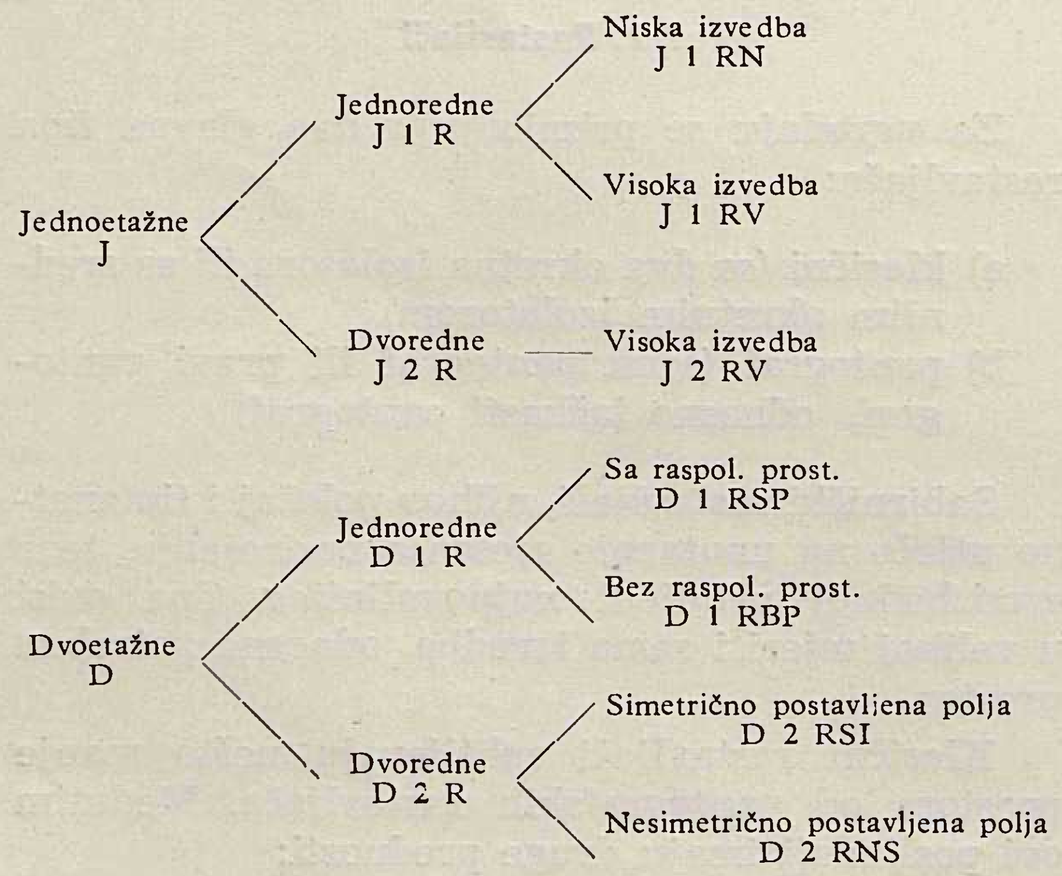
Sklopke snage mogu biti bilo koje tipe, međutim prednost treba dati onim sklopkama koje kod isklapanja prave manju buku, odnosno onima, koje su konstruktivno riješene u jednom vertikalnom stupu.

U novije vrijeme često se (za postrojenja sa jednim sabirnicama) primjenjuje rješenje bez sabirničkog rastavljača, sa sklopom na »izvlačenje« (franc. »debrochable«) kod kojih se spoj sklopke sa sabirnicom, odnosno spojnim vodičem, izvodi pomoću kontaktnog noža.

3. Sistemi izvedbe

Budući da su kod unutarnjih postrojenja najčešće izvedbe sa dva sistema sabirnica, to ćemo se ograničiti na izvedbe ovog tipa. Izvedbe sa jednostrukim sistemom sabirnica su dosta rijetke i najčešće se onda izvode bez sabirničkih rastavljača, pa je dispoziciono rješenje vrlo jednostavno.

Sisteme izvedbe mogli bi podijeliti na ove grupe:



Jednoetažne izvedbe izvode se u pravilu sa klasičnim rastavljačima osim tzv. »niske izvedbe« J 1 RN, koja se može ekonomično izvesti i sa rastavljačima pantograf.

Dvoetažne izvedbe izvode se u pravilu sa rastavljačima pantograf, međutim mogu se izvoditi i sa klasičnim rastavljačima u nešto modificiranoj izvedbi.

Karakteristična rješenja koja kao tipične izvedbe dolaze najčešće u obzir prikazana su u slikama 1—7 i označena odgovarajućim brojevima od 1—7. Ukoliko se radi o modifikaciji rješenja u izvjesnom smislu onda je takva izvedba označena još slovom (a). Odabrana rješenja spadaju u grupe prikazane u tablici 1.

Tablica 1

Opis izvedbe	Oznaka izvedbe	Tip	Primjedba
1	2	3	4
Jednoetažna, jednoredna, rastavljači klasični, visoka	J 1 RV	(1), (1a)	Tip 1-sabirnice uže-napete Tip 1a-sabirnice cijevi potpor. izolatori
Dvoetažna, jednoredna, rastavljači pantograf, bez raspoloživog prostora za postr. nižeg napona	D 1 RBP	(2)	—
Dvoetažna, jednoredna, rastavljači pantograf sa raspolož. prostorom za postr. nižeg napona	D 1 RSP	(3)	Donji prostor se obično koristi za postr. nižeg. napona npr. 35 ili 10 ili 6 kV
Dvoetažna, dvoredna, rastavljači pantograf, simetrično postavljena polja	D 2 RSI	(4)	Sabirnice U-sistem
Dvoetažna, dvoredna, rastavljači pantograf, nesimetrično postavljena polja	D 2 RNS	(5), (5a)	Tip 5a isti kao (5) ali sa konstr. izvedbom zgrade sa lučnim nosačima (npr. za podzemnu izvedbu)
Jednoetažna, dvoredna sa klasičnim rastavljačima, visoka izvedba	J 2 RV	(6), (6a)	Sabirnice U-sistem Izv. (6a) isto kao (6) ali sa zgradom, izvedba sa lučnim nosačima
Jednoetažna, jednoredna, rastavljači pantograf, niska izvedba	J 1 RN	(7)	—

U tablici (2) prikazane su sve glavne dimenzije postrojenja te odgovarajuće tlocrtne površine po jednom polju (F_1), i po 2 polja (F_2).

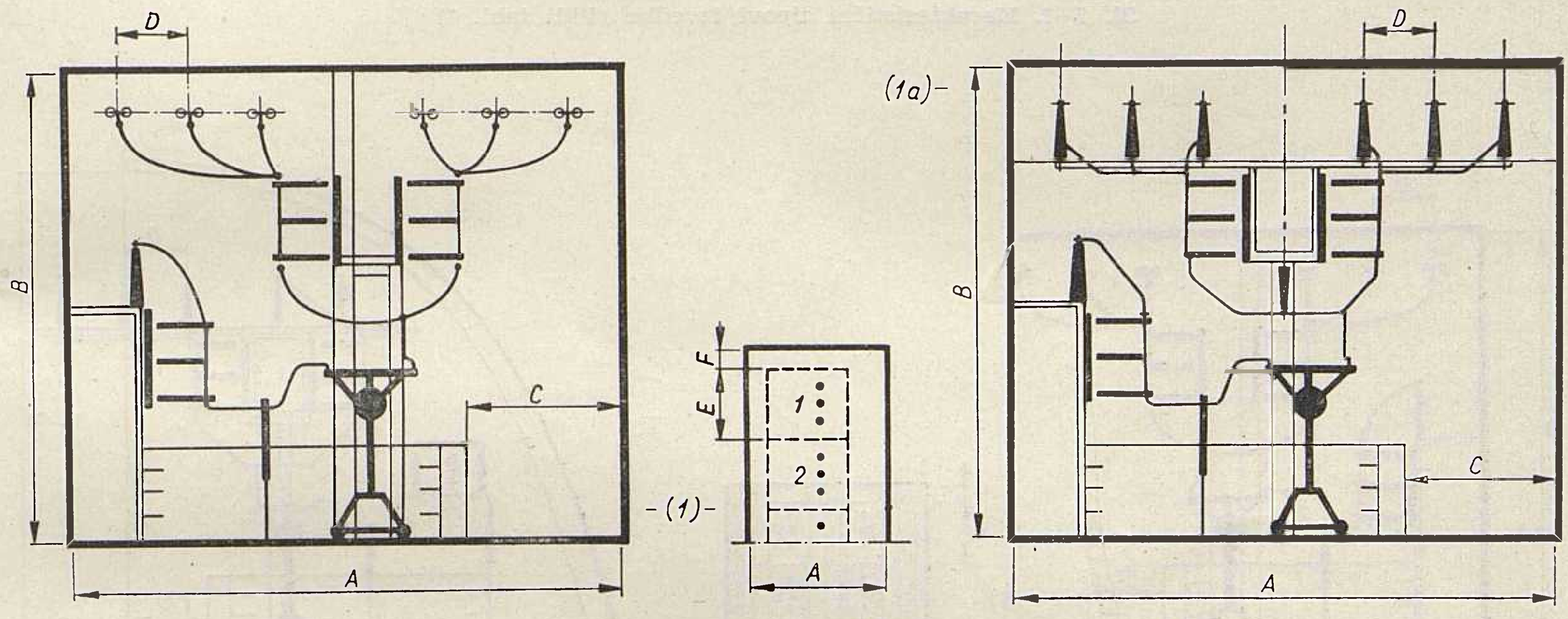
Radi usporedbe razmatrano je postrojenje sa ukupno 10 polja, pa su određene potrebne površine za postrojenje (F_{10}) i potrebni volumeni (V_{10}) uzevši u obzir potrebe prostora za transportne i poslužne hodnike te za zavješenje sabirnica (izolatorski lanci). Sva postrojenja riješena su tako, da je razmak sabirnica uzet sa $D = 1{,}5$ m, a minimalna širina transportnog hodnika $C = 2{,}8$ m.

Tablica 2

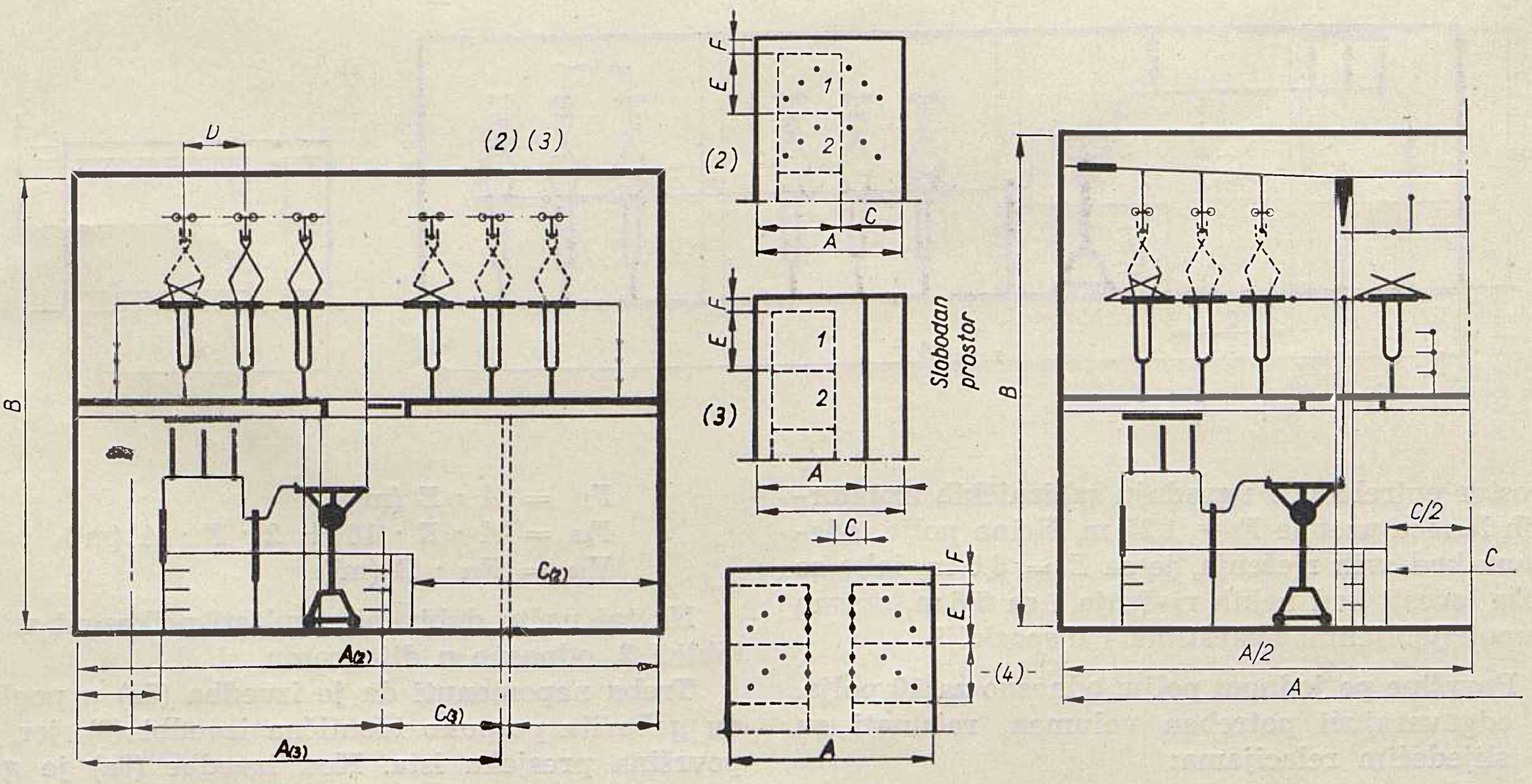
Pregled karakterističnih veličina za razne tipove izvedbe

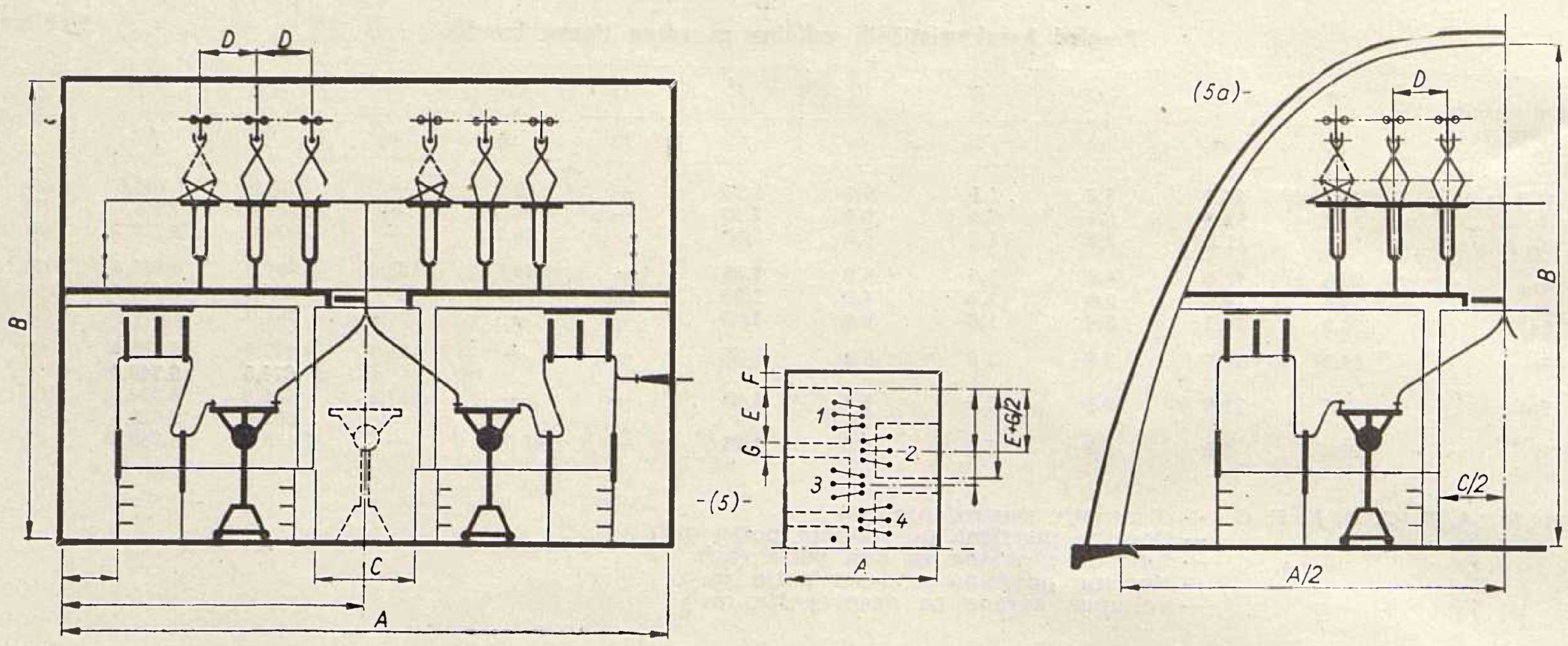
Tip izvedbe postrojenja	A	B	C	D	E	F	G	F_1	F_2	F_{10}	V_{10}	Redosled
	m	m	m	m	m	m	m	m²	m²	m²	m³	
(1) i (1a)	11,5	10,0	3,2	1,5	6,0	1,25	—	69,0	—	718,8	7,188,0	(2)
(2)	14,8	11,5	6,3	1,5	6,0	1,25	—	88,7	—	924,0	10,600,0	(7)
(3)	10,8	11,5	3,0	1,5	6,0	1,25	—	76,8	—	800,0	9.200,0	(6)
(4)	20,5	12,5	4,2	1,5	6,0	1,25	—	79,6	123,0	667,2	8.350,0	(3)
(5)	16,4	12,5	2,8	1,5	6,0	1,25	1,5	—	160,0	691,0	8.640,0	(4)
(5a)	20,8	13,5	3,6	1,5	6,0	1,25	—	—	160,0	691,0	8.640,0	(4)
(6)	19,0	10,0	3,6	1,5	6,0	1,25	—	—	114,0	617,5 **674,5**	6.175,0 **6.740,0**	(1)
(6a)	22,5	11,8	3,8	1,5	6,0	1,25	—	—	117,3	635,0 692,0	6.350,0 6,920,0	(1)
(7)	23,5	6,0	2,9	1,5	6,0	1,25	—	141,5	—	1.473,7	8.850,0	(5)

Legenda: A, B, C, D, E, F, G — dimenzije postrojenja (m)
F_1 — tlocrtna površina po jednom polju (m²)
F_2 — tlocrtna površina za dva polja (m²)
F_{10} — tlocrtna površina u deset polja (m²)
V_{10} — volumen zgrade za deset polja (m³)

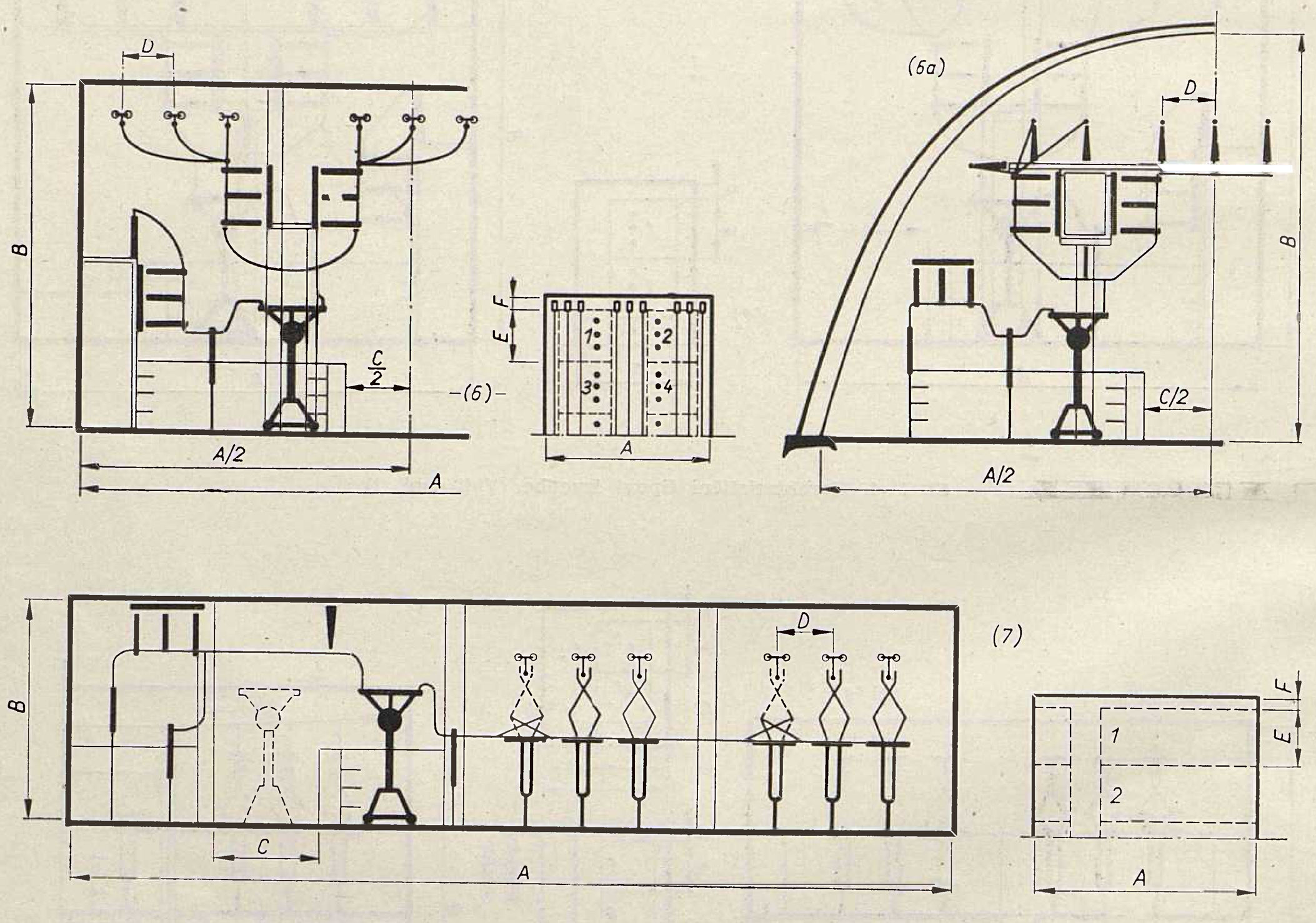


Sl. 1—4. Karakteristični tipovi izvedbe (Vidi tabl. 1)





Sl. 5—7. Karakteristični tipovi izvedbe (Vidi tabl. 1)



Prostor potreban za ugradnju sabirničkih izolatorskih lanaca uzet je $F = 1{,}25$ m, širina polja, odabrana kod svih rješenja, je sa $E = 6{,}0$ m, iako se može izvesti kod nekih rješenja i sa 5,6 m, ovisno o upotrijebljenim aparatima i dispoziciji.

Površine po jednom polju, odnosno za 10 polja, te odgovarajući potreban volumen, računati su po slijedećim relacijama:

$$F_1 = A \cdot E \ (m^2)$$
$$F_{10} = A \cdot E \cdot 10 + 2 \cdot F \cdot A \ (m^2)$$
$$V_{10} = F_{10} \cdot B \ (m^3)$$

Na taj način dobiveni rezultati prikazani su u tablici 2, odnosno u dijagramu, sl. 8.

Treba napomenuti da je izvedba (5a) u pogledu gabarita potpuno identična izvedbi (5), jer je površina presjeka ista. Kod izvedbe (6a) je ga-

barit nešto veći od onoga u izvedbi (6). Za usporedbu je računato samo sa čistim poljima, bez pomoćnih prostorija, stubišta itd.

4. Analiza dobivenih rezultata i zaključci

Kao što se iz tablice 2, odnosno dijagrama sl. 8 razabire izvedba (6) ili (6a) imade najmanju površinu i volumen, bilo da uzmemo u obzir prostor (barem polovinu polja) za spoj sabirnica (U-sistem) ili bez njega.

Zatim slijedi izvedba (1) ili (1a) pa (4). Dobiveni rezultat ne iznenađuje, jer se kod izvedbe (4) i (6) radi o rješenju sa U-sabirnicama.

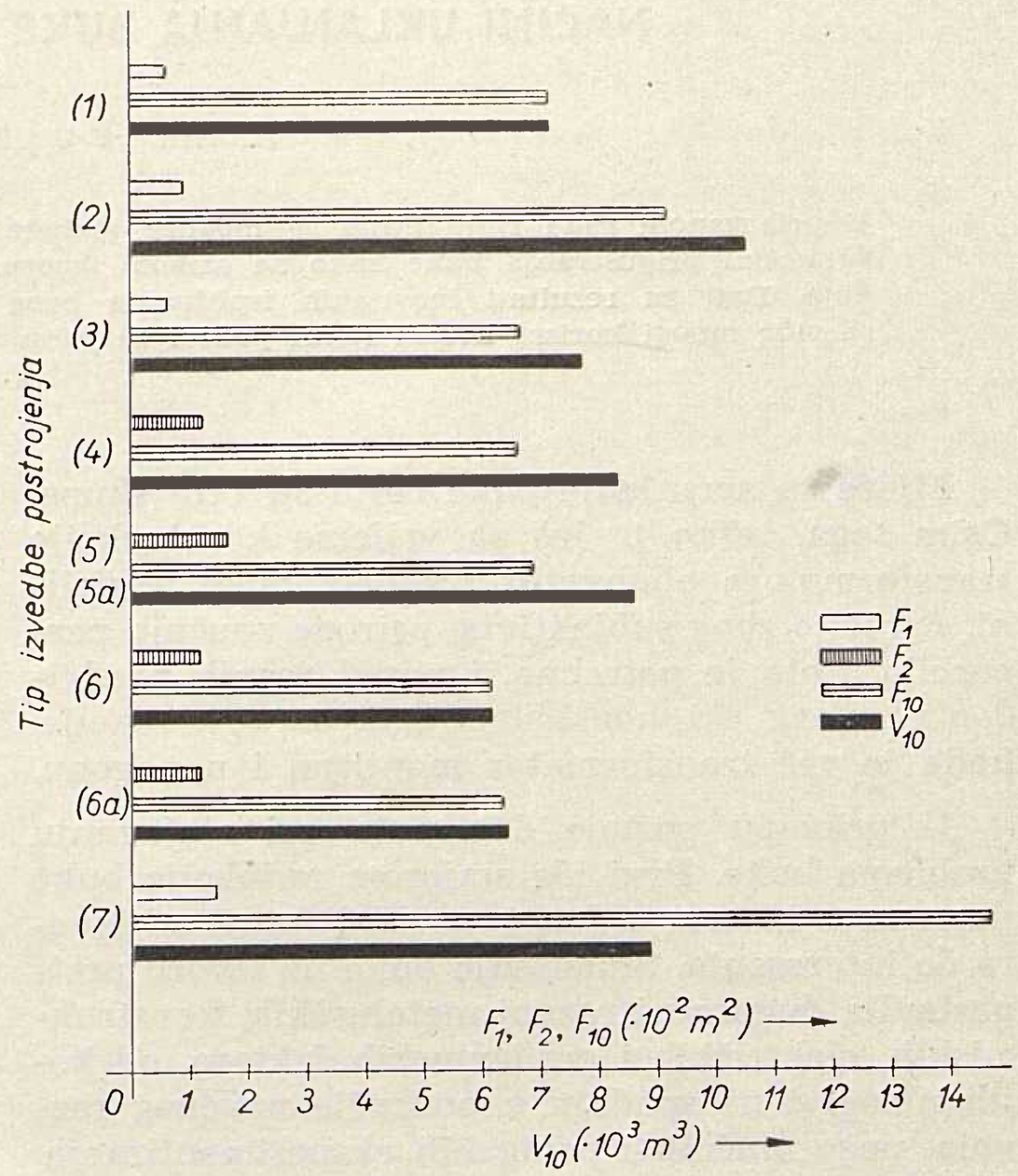
Kod izvedbe (1) ili (1a) radi se o ekonomičnoj dispoziciji sa klasičnim rastavljačima.

Sa stanovišta potrebnog prostora dolazi zatim izvedba (5) odnosno (5a) zatim (7) te (3) i (2).

Izvedba (5) ili (5a) sa pantografima kao sabirničkim rastavljačima zahtijeva, doduše, nešto više prostora od slične izvedbe sa klasičnim rastavljačima, ali u dvoetažnom rješenju omogućuje izvanredno preglednu dispoziciju i znatne pogonske prednosti prema jednoetažnom rješenju. Izvedba (7) je zapravo klasično vanjsko postrojenje smješteno u zatvorenom prostoru sa odgovarajućim smanjenim dimenzijama. Mana mu je velika tlocrtna površina.

Izvedbe (3) i (2) su zapravo ista rješenja od kojih izvedba (3) imade prednosti u slučajevima kad se dobiveni slobodni prostor može iskoristiti za smještaj nekog postrojenja nižeg napona, npr. 35 ili 10 kV uz postrojenje 110 kV, što je dosta čest slučaj.

Sigurno je da potrebni prostor igra vrlo važnu ulogu, jer su građevinski troškovi kod unutarnjih postrojenja gotovo polovina ukupnih troškova kako je u uvodu spomenuto. Međutim u pojedinom slučaju, ako se radi o posebnim zahtjevima na pogonsku sigurnost, jednostavno posluživanje, odnosno revizije, unutarnje rješenje treba i o ovome voditi računa te kod rješavanja dispozicije pokušati naći



Sl. 8. Potrebne površine i volumeni za razne izvedbe postrojenja

kompromisno rješenje u smislu suprotnih zahtjeva minimalno potrebnog prostora i određenih pogonskih zahtjeva koji diktiraju obrnuto.

Za podzemna postrojenja vrlo su prikladna rješenja sa lučnom nosnom konstrukcijom i, kao što je pokazano, dispoziciono rješenje se ovom zahtjevu dade vrlo dobro prilagoditi.

Projektiranje i izgradnja unutarnjih rasklopnih postrojenja 110 kV vrlo je složen posao i od slučaja do slučaja treba tražiti rješenje, koje će u danim prilikama biti najpovoljnije, kako sa gledišta dispozicije i minimalnih troškova izgradnje, tako i sa gledišta pogona odnosno eksploatacije.

Naslov pisca: Krunoslav Begović, dipl. ing., Elektroprojekt, Zagreb, Kupska ul. bb.

NAČINI UKLANJANJA BUKE TRANSFORMATORA SNAGE

Momir Vujnović, Zagreb

U prikazanom radu razmatrane su moguće metode za smanjivanje buke transformatora snage. Opisani su načini prigušivanja buke kako na samom izvoru, tako i na udaljenosti od izvora do stambenih objekata. Dati su rezultati inostranih ispitivanja ovog problema u nizu dijagrama i grafičkih prikaza, iz kojih se vide mnogi korisni kvantitativni podaci za primjenu.

DK 621.314.21.004

Mjere za smanjenje buke često su vrlo skupe. Osim toga, teško je još za vrijeme konstrukcije transformatora obuhvatiti problem buke u cjelini, naročito zbog subjektivne prirode zvučnih percepcija. Zato je potrebno, i pored raznih predviđenih mjera pri konstrukciji, izvoditi korekcije, kada je već transformator montiran i u pogonu.

U principu postoje dva puta pri rješavanju problema buke. Prvi ide smjerom redukcije buke na samom izvoru, a drugi na udaljenosti od izvora do interesenta. Smanjenje buke na izvoru pretpostavlja dugoročni razvoj metalurških, konstrukcijskih, električkih i građevinskih faktora, od kojih mnogi i ne spadaju u područje naučnog razvoja, nego mučnih i polaganih eksperimentiranja. Ublaživanje buke izvan izvora ide putem razvoja pogodnih sredstava, koja će pružiti posrednu zaštitu od buke. Ujedno je pri svemu potrebno razmotriti i uvjete ekonomičnosti, svrsishodnosti kao i estetike.

1. Smanjivanje buke na izvoru

1.1. Materijal jezgre

Prvi su pokušaji ublaživanja buke transformatora uslijedili neposredno po otkrivanju glavnog uzročnika buke — magnetostrikcije i njene histereze. Smatralo se, da će se ublaživanjem magnetostrikcije uspjeti eliminirati buku. Međutim, rezultati nisu bili zadovoljavajući. Daljnjim pokusima i istraživanjima vibracija jezgre ustanovljena je i egzistencija nekih naročitih načina (modusa) titranja, a ne samo onog najjednostavnijeg u ravnini lamele kojemu je direktan uzročnik magnetostrikcija. Kako je magnetostrikcija glavni uzročnik buke, to je bio i posve logičan prvi korak razvijanje i pronalaženje takva materijala, koji ne bi pokazivao znakove magnetostrikcije. Međutim se pokazalo, da postoje dva značajnija razloga nesvrsishodnosti jednog ovakvog zahvata.

Prvo, ispitivanjima je pronađeno da je energija uslijed transverzalnog (na ravninu lamele) modusa vibracija — kakav je pri tom ustanovljen, i kojemu se do danas ne zna pravi razlog — otprilike jednaka onoj od jednostavnih magnetostriktivnih istezanja. Prema tome bi se uklanjanjem magnetostrikcije snaga izvora buke smanjila otprilike na polovinu, što predstavlja pad zvučnog intenziteta (zvučne snage) od samo 3 dB. Pojava transverzalnih titranja pokušala se objasniti razlikama magnetostriktivnih istezanja susjednih lamela izazvanih razlikama permeabiliteta ili koeficijenata magnetostrikcije, što bi dovelo do savijanja lamela. Međutim, gledano statistički, kod stisnute jezgre od mnogo lamela izgleda nevjerojatno da bi navedene razlike bile sve takvog smjera, da bi im se djelovanje zbrajalo i dovelo do spomenutih savijanja jezgre; u stvari će razlike biti bez reda raspodijeljene preko čitavog presjeka — ukupno djelovanje će se uglavnom poništavati — pa neće doći do tendencije za savijanjem jednog dijela presjeka prije nego drugog. Stoga ovo nije prihvatljivo objašnjenje opisane pojave.

Drugo, na materijal jezgre se postavlja niz zahtjeva, često suprotnih tendenciji smanjenja magnetostrikcije. Traži se niska histereza, visoki specifični otpor, rastezljivost (kovkost) pri valjanju u lamele, visoka permeabilnost do visokih gustoća, i nakon svega, niska cijena. Dodati i zahtjev niske ili nikakove magnetostrikcije postaje iluzorno. Dodatak od 6 % silicija željezu smanjuje na ispod 1/10 magnetostrikciju, koju ima 4-%-tno Si-željezo, ali je taj materijal vrlo teško bušiti, štancati ili rezati. Ujedno, transformator izveden od takva materijala, nije manje bučan od transformatora s 4%-tnim Si-željezom, a kod viših gustoća još je i bučniji.

Na temelju gornjih iskustava ne preporuča se reducirati buku pronalaženjem nekih specijalnih materijala, pogotovo kad se s mnogo truda dobiju poboljšanja od jedva 2—3 dB.

1.2. Promjene gustoće magnetskog toka

Ovaj način predstavlja prilično efikasnu mjeru za smanjenje buke transformatora. Međutim, pri tom postoji i veliki nedostatak samog postupka. Naime, iz ovisnosti brujanja o indukciji (»Uzroci brujanja transformatora snage«: Energija 9—12/1964, sl. 1), može se uočiti put za redukciju brujanja. Buka je sve manja pri sve manjoj indukciji. Međutim, smanjenjem indukcije dolazi do odgovarajućeg smanjenja snage kod određene veličine transformatora. Da bi se potrebna snaga ostavila na istom iznosu, nužno je povećati veličinu jezgre i namotaja. Prema tome dolazi do osjetnog povećanja cijene, pa treba procijeniti i odabrati kompromisno rješenje između veličine koristi postignute smanjenjem buke i iznosa cijene povećane izvedbe transformatora. Prema američkim praktičnim podacima moguće je kod transformatora srednje veličine i uz upotrebu toplo va-

ljanog lima, smanjiti brujanje za otprilike 10 dB pri indukciji od 0,95 T umjesto 1,35 T, a da pri tom dođe do povećanja cijene od 20 %.

Moguće je postići i veće smanjenje buke. No smanjenje od nekih 20 dB zahtijevalo bi tako nisku indukciju, da bi to bilo i nepraktično i bez sumnje neekonomično. Prema gornjem, ovim načinom nije moguće kompletno riješiti pitanje brujanja transformatora, ali u zajednici s drugim načinom uputno je pozabaviti se spomenutim postupkom.

1.3. Pritezanje jezgre

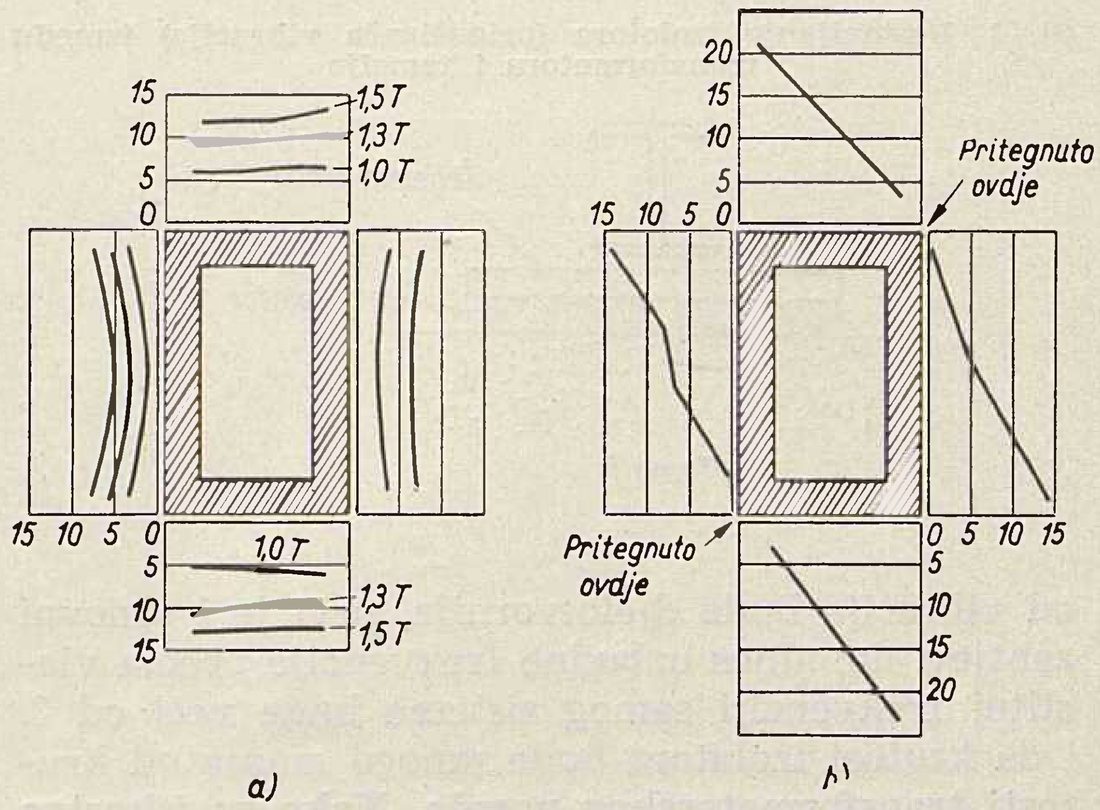
Na vibracije je moguće utjecati pritezanjem jezgre na odgovarajući način. Smanjenje longitudinalnih vibracija, pobuđenih običnom magnetostrikcijom, teško je postići ovim načinom. Naime, ako se pretpostavi da su vibracije jezgre upravljane krutošću, tada bi se, uzdužnim stezanjem jezgre toliko kruto kao što je i sama jezgra, smanjile vibracije na polovinu, što bi dovelo do pada nivoa zvučnog pritiska od 6 dB. Međutim, praktički nije moguće postići tako veliko stezanje, nego tek ispod 1/10 ovoga, što pak sa svoje strane ne dovodi do primjetnog smanjenja vibracija.

Međutim, smanjenje transverzalnih vibracija moguće je postići praktički dostiživim pritezanjem zbog toga, što lamele nisu svuda jednako ravne i imaju sloj papira ili laka. Na taj je način jezgra transverzalno manje kruta, pa se može laganije stegnuti. Stezanjem u tačkama najvećih vibracija moguće je sniziti brujanje osnovnog harmonika za nekoliko decibela. No pri tom su zbog većeg ukrućenja viši harmonici istaknuti, pa je praktički ukupni nivo brujanja ostao neizmijenjen. Kod ne posve stegnutih lamela, brujanje se povisi, ali se stavljanjem u ulje opet smanji (ulje zađe među lamele, pa pošto nema dovoljno vremena da pri svakom titrajnom ciklusu iziđe van, vrši prigušivanje vibracija).

Vibracije koje nastaju u ravnini lamela mogu imati vrlo raznolik izgled (razni modusi titranja). Na sl. 1 dati su praktički podaci otklona jezgre (frekvencije 120 Hz) na uzbudnu frekvenciju 60 Hz. Kod jednoliko stegnute jezgre, veličine otklona jednolike su u ovisnosti o položaju oko jezgre. Međutim, kod stezanja jezgre u dva prikazana ugla, otkloni su manji, a u slobodnim uglovima mnogo veći.

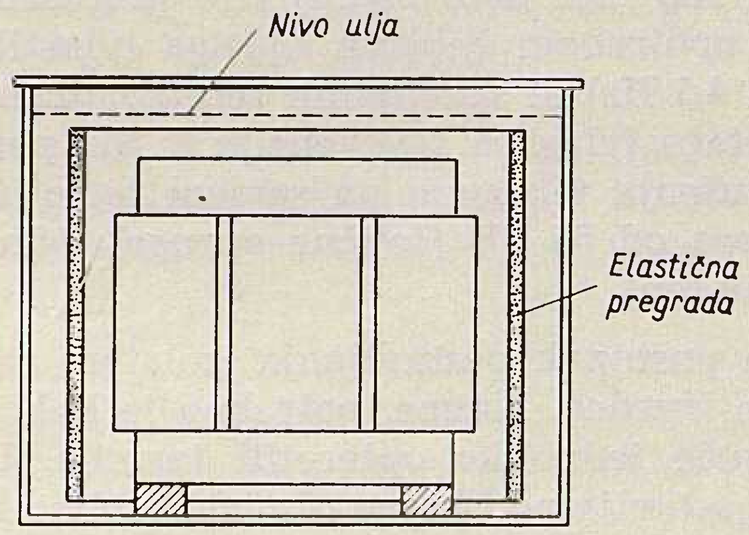
1.4. Elastične pregrade kod uljem hlađenih transformatora

Kod transformatora uronjenih u ulje prenose se vibracije jezgre preko ulja na zaštitni kotao. Ovaj se prijenos može prilično smanjiti umetanjem elastičnih pregrada u ulje prema sl. 2. Međutim, nije svejedno od kakva su materijala ove pregrade. Kruti materijali kao bakelit ili željezo ne daju povoljne rezultate, jer im se njihova radijaciona svojstva ne razlikuju mnogo od istih svojstava ulja. Da bi se pregrada izvela manje krutom, može se konstruirati u vidu dvoslojne ko-



Sl. 1. Otkloni jezgre pri jednoliko stegnutoj jezgri (a) i u dva ugla stegnutoj jezgri (b)

a) Jednoliko pritegnuta jezgra. Vrijednosti B u (T) dane su na krivuljama, b) jezgra pritegnuta u dva ugla, B = 1,5 T. Otkloni u cm x 10^{-5} u ovisnosti o položaju uokrug jezgre



Sl. 2. Stavljanje elastičnih pregrada u ulje transformatora

šuljice punjene plinom. Na taj se način svede na minimum vodljiva veza između unutarnjeg i vanjskog sloja košuljice. Praktički se ovako može postići prigušenje od 25 dB, što je prilično mnogo.

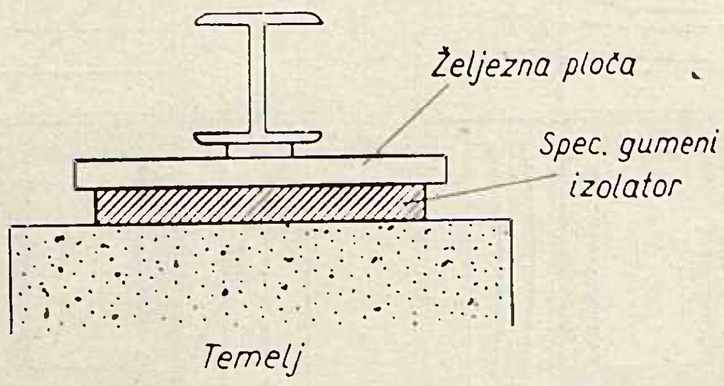
Premda ovakve pregrade ne smetaju osjetno termičkoj cirkulaciji ulja, i premda im je trajnost pri izmjeničnom hlađenju i grijanju zadovoljavajuća, ipak njihova primjena stvara probleme pri konstrukciji transformatora, pa se zato s komercijalnog stanovišta ne preporučaju.

Izbjegavanje prijenosa vibracija s jezgre preko ulja na kotao, često se postiže praznim kotlom, a sam se transformator hladi štrcanjem ulja. U isto je vrijeme potrebno smanjiti prijenos vibracija preko podnožja na dno kotla umetanjem elastičnih podmetača. Drugi tip izvedbe sastojao bi se u konstrukciji dvaju kotlova: unutarnjeg napunjenog uljem, koji se hladi izvana štrcanjem vode, i vanjskog, koji je spojen elastičnim vezama s prvim kotlom.

1.5. Smanjivanje vibracija, koje se prenose preko temelja

Kod transformatora montiranih u neposrednoj blizini nastambi dolazi do prijenosa buke i putem temelja. Ovakvo prenošenje brujanja smanjuje se umetanjem elastičnih podmetača između transformatora i fundamenta na zemlji. Da izolacija

Sl. 3. Postavljanje izolatora (prigušivača vibracija) između transformatora i temelja



od vibracija bude djelotvornija, prvi je i osnovni zahtjev, da odnos uzbudne frekvencije prema vlastitoj frekvenciji samog sistema bude veći od 3, i da krutost izolatora bude mnogo manja od krutosti transformatorskog nosača. Kako su iskustva pokazala [2], upotreba pluta, 5 cm debelog (vlastite frekvencije 21 Hz), dala je primjetno prigušenje vibracija. Isto tako pluto spojeno s tvrdom gumom, debljine otprilike 3 cm (vlastite frekvencije 25 Hz) nije dalo osjetljivije prigušenje. Međutim, upotrebom čeličnih opruga (vlastita frekvencija 4,5 Hz) ili specijalnih rešetkastih neopren-podmetača (vlastita frekvencija 9 Hz) postignuta su prigušenja vibracija na samom temelju transformatora od 55 dB (čelične opruge), odnosno 30 dB (neopren).

Sam postupak postavljanja izolatora mora biti pažljivo izveden. Naime, potrebno je kolikogod je to moguće jednoliko opteretiti temelje. U tu se svrhu postavlja pod kotao niz međusobno razmaknutih traka (izgled jedne trake dat je na sl. 3). Kako između traka ostaju uzdušni kanali pravokutnog presjeka, to se često može desiti, da su ovi kanali uzroci dodatnog brujanja. Naime, oni mogu da budu uzbuđivani, kao svirale na orguljama, vibrirajućim dnom kotla. Pojava dolazi naročito do izražaja, ako im duljina iznosi polovinu valne dužine ili bude cjelobrojni višekratnik polovine valne dužine zvuka zračenog kotlom. Zatvaranjem krajeva kanala nekim elastičnim materijalom zvuk se utiša.

Zavojne opruge se rijetko upotrebljavaju, jer su skuplje od tvrde gume (tvrdoće po Shoru 50—60 i debljine 2,5—7,5 cm), koja se najčešće koristi. Lisne su pak opruge u upotrebi tamo, gdje se traži veliko prigušenje kod niskih frekvencija za otklone pod teretom do 20 cm.

Kada se transformator montira elastično, važno je da i drugi spojevi prema zemlji budu izvedeni barem jednako elastično.

1.6. Potiskivanje harmonika

Kod buke, čijoj glasnoći prilično doprinose viši harmonici (manji transformatori), interesantan je način ublaživanja buke potiskivanjem tih harmonika. Kod manjih transformatora s toplovaljanim limovima postoji navedeni slučaj. U vezi toga vrši se kod manjih transformatora dodavanje pogodno faziranih harmoničkih napona u seriju s primijenjenim primarnim naponom. Metoda se pokazala u praksi uspješnom, jer se već dodatkom nekoliko postotaka drugog harmonika napona mreže uspjelo prigušiti za 15 dB drugi harmonik u spektru buke. Potrebni naponi za potiskivanje željenih harmonika dobiju se serijom malih alternatora tjeranih sinhronim motorom. Pri tom se statorima alternatora mogu naregulirati pravilne faze harmonika. Umjesto njih se mogu koristiti statički mjenjači frekvencije i regulatori faze. Važno je samo naglasiti, da ova metoda nije djelotvorna u slučaju transformatora s hladnovaljnim limovima i kod većih jedinica, gdje je najjači osnovni harmonik.

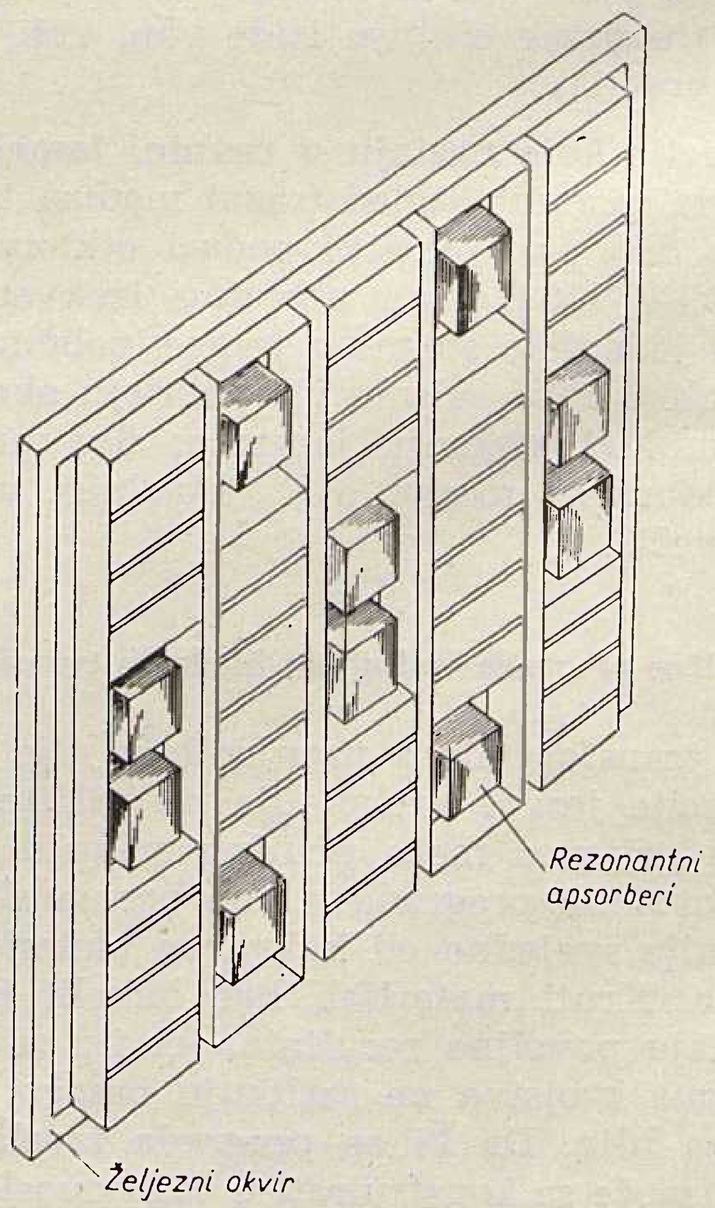
1.7. Oklapanje čitavog transformatora

Kada razne druge mjere za smanjenje buke nisu dovoljne, ili je nemoguća njihova izvedba, vrši se posvemašnje oklapanje transformatora u zatvorene kutije. Ovim se načinom dobivaju prigušenja od 20—30 dB, i to u čitavom okolnom prostoru, a ne samo u nekim smjerovima.

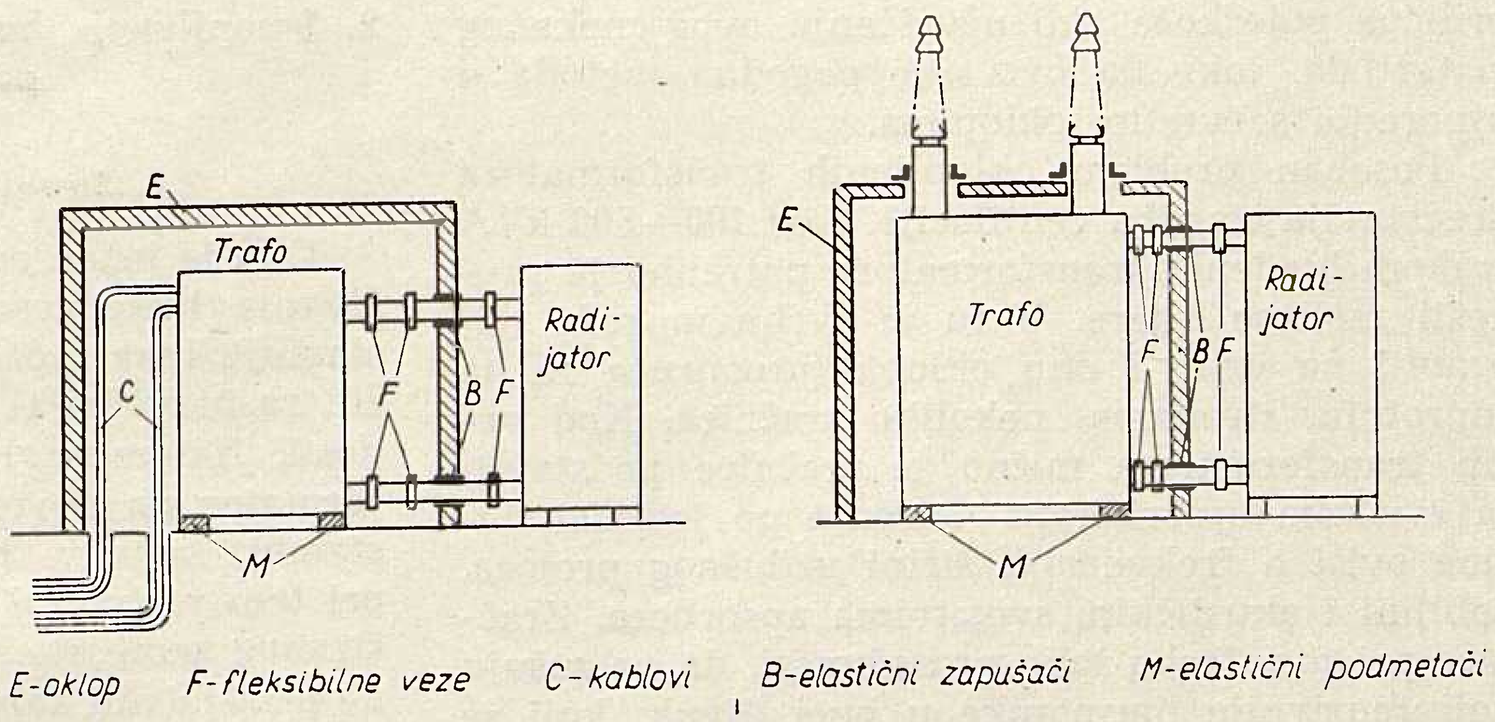
Međutim, ovo oklapanje je prilično skupo, naročito zbog teškog krova kroz koji se provode specijalno izvedeni provodnici s visokonaponskim izvodima za spoj na mrežu. Osim toga, pri izvedbi je potreban priličan prostor zbog električke izolacije i nužnog radnog prostora osoblja pri održavanju. Zatim je nužno postaviti velika vrata ili stvoriti mogućnost da se pomakne jedan čitav zid u svrhu vađenja samog transformatora. Glavni je problem izvesti i dobro akustično oklapanje i omogućiti nadgledanje, popravke i ispravan pogon.

Oklop je izveden na slijedeći način. On obuhvaća kotao, a standardni pomoćni dijelovi su ostav-

Sl. 4. Izgled ploče pokrivene rezonantnim apsorberima



Sl. 5. Izvedba posve oklopljenih transformatora



ljeni izvan oklopa. Rashladna površina transformatora također ostaje izvan oklopa. Unutar oklopa postavlja se apsorpcioni materijal da smanji pojavu povećanog zvučnog pritiska. Svi spojevi između kotla transformatora i oklopa izvedeni su fleksibilno, da spriječe direktno prenošenje vibracija. Kako su kotao i oklop smješteni na isti temelj, postavljaju se elastični podmetači ispod kotla transformatora da smanje vezu preko temelja.

Prigušivanje zvuka zidom oklopa ponaša se na slijedeći način. Za čvrste je zidove prigušenje ovisno o površinskoj gustoći zida. To znači, da će dva posve ista odijeljena zida dati dva puta veće gušenje u dB, nego jedan. Međutim, podvostručenjem težine jednog zida, praktički se dobije povećanje prigušenja samo od 4—6 dB. Kako kod postavljanja dvostrukog zida uvijek postoji neka vodljiva veza između njih (bilo kroz temelj, bilo kroz uzduh), to je ukupno prigušenje ipak nešto manje od zbroja pojedinih gušenja.

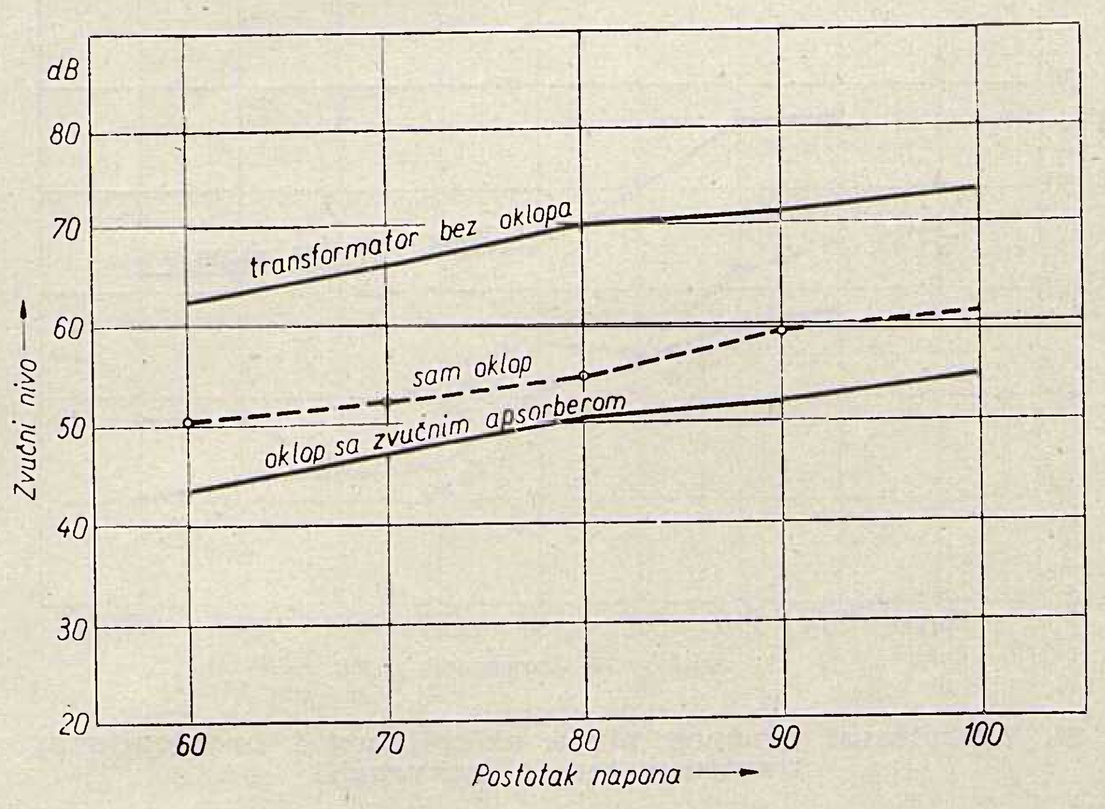
Naročita se pažnja mora posvetiti izvedbi unutarnje površine oklopa. Naime, višestrukim refleksijama zvuka između kotla i oklopa nastaju stojni valovi, dolazi do pojačanog zvučnog polja unutar oklopa. Pojačanje polja ovisi o apsorpciji zvuka na unutarnjim površinama. Uz vrlo dobru apsorpciju ono je nezamjetljivo — pri koeficijentu apsorpcije 0,5 dolazi do pojačanja zvučnog polja od 3 dB. Unutar oklopa koji slabo apsorbiraju, iznosi su i veći: oko 10—15 dB iznad nivoa buke samog transformatora u slobodnom prostoru (bez oklopa), pa tada sami zidovi oklopa trebaju imati veće prijenosne gubitke da se napolju postigne željeni nivo buke.

Uobičajeni postupak apsorpcije sa staklenom ili mineralnom vunom nije djelotvoran kod tako niskih frekvencija, kakve se javljaju u buci transformatora. Da se postigne gore spomenuti koeficijent apsorpcije 0,5 potreban bi bio sloj staklene vune od 2,5 cm sa zračnim međuprostorom od 10—15 cm [2], pa poteškoće nastaju u vezi pričvršćenja apsorbera. Mnogo se lakše apsorpciona površina izvodi primjenom Helmholtzovih rezonatora. Na unutarnju stranu oklopa postavi se rešetkasti nosač, na kojemu se nalaze učvršćeni rezonantni apsorberi, izvedeni za frekvencije koje se najteže prigušuju (100 i 200 Hz). Izgled takvih ploča, s kojima se oblaže čitav transformator, dat je na sl. 4. Ovim se postupkom postižu poboljšanja od 10—15 dB [2, 3]. Naravno, kod ovako posve oklopljenih transformatora mora postojati posebno izvedeni sistem hlađenja.

Razni otvori na oklopu slaba su tačka u vezi prigušenja. Naime, površinska gustoća oklopa na mjestima prianjanja prozora i vrata manjeg je iznosa, pa će biti propuštena veća zvučna snaga. Praktički vrijedi, da je prenesena akustička snaga kroz neki zid proporcionalna površini zida, a inverzno proporcionalna kvadratu površinske gustoće. Stoga je vrlo važno izvesti naročito solidno svaki prozor i vrata, kao i smanjiti im dimenzije koliko god je to moguće. Kako su često vrata, koja dobro prigušuju, vrlo teška i nepraktična, to je povoljno rješenje izgraditi jedan od zidova oklopa pomičnim.

Katkada se kod strojeva preporuča oblaganje slojem poroznog materijala (mineralna vuna). Međutim, ti materijali su slabi zvučni izolatori, iako su dobri apsorberi. Kod transformatora bi se moglo postići neko korisno prigušenje tek uz debljinu sloja od nekih 30—60 cm, no pri tom nastupaju

Sl. 6. Ovisnost zvučnog nivoa oklopljenog i neoklopljenog transformatora o uzbudnom naponu

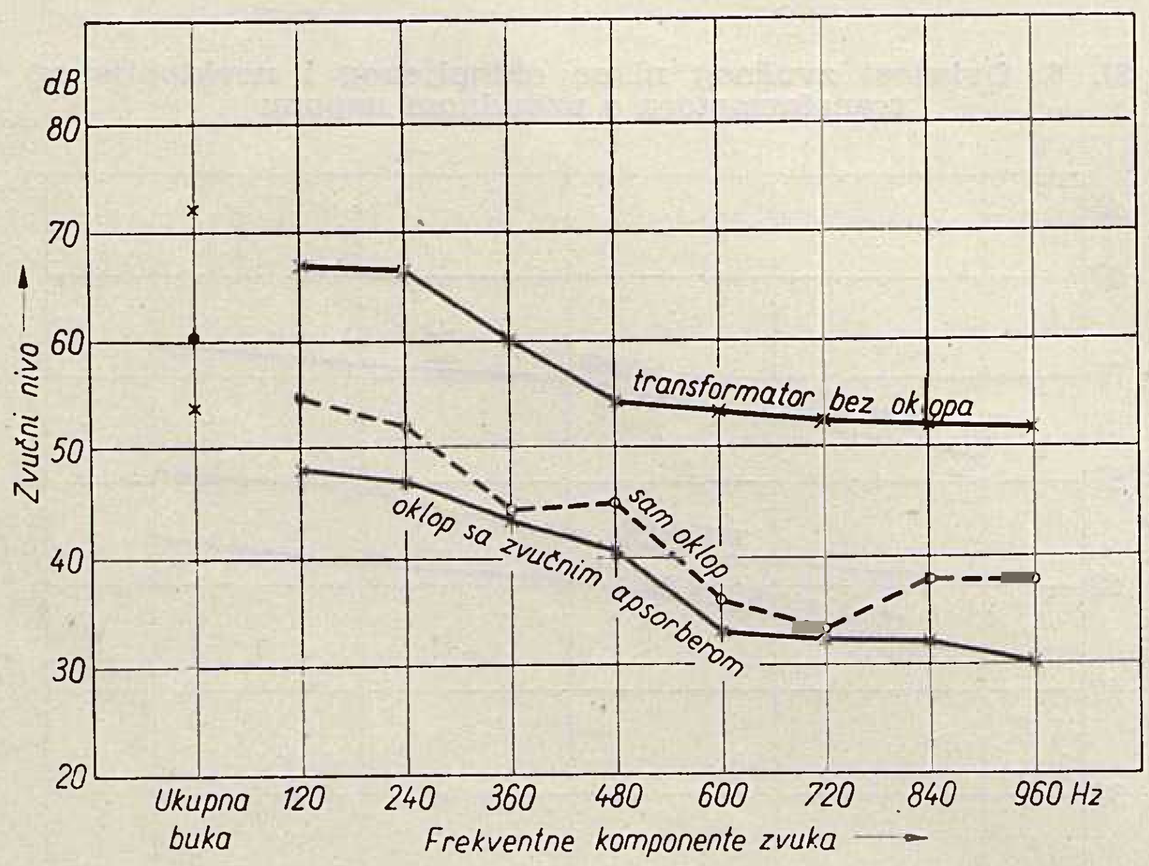


prilične poteškoće oko učvršćenja ovog mekanog materijala, tako da ovo nije pogodna metoda u usporedbi s čvrstim oklopima.

Poseban problem oklopljenih transformatora predstavlja izvedba ventilacije. Kod 100—500 kVA zrakom hlađenih transformatora potrebno je provesti zaštitne mjere. U tu je svrhu moguće napraviti na vrhu i dnu oklopa (preporuča se na suprotnim stranama) nekoliko zračnica. Kod većih transformatora nužno je zračnice podstaviti sa zvučnim apsorberom. Gušenje po jedinici dužine ovisi o frekvenciji, širini uzdušnog prolaza, debljini i akustičkim svojstvima apsorbera. Zračnice pri tom treba tako proračunati, da prigušuju najintenzivnije harmonike u buci. Zvuk, koji se širi kroz otvore, zamire na kraćim udaljenostima od otvora nego buka od transformatora. Na udaljenosti jednakoj sumi dviju linearnih dimenzija otvora, zvuk je prigušen za 6—10 dB, a dalje svakim podvostručenjem udaljenosti za daljnjih 6 dB.

Kod najvećih transformatora obično se radijatori ostavljaju neoklopljeni, jer je kotao glavni izvor buke. Na taj način samo manji dio disipacije kotla ostaje unutar oklopa. U svrhu sprečavanja prijenosa vibracija, nužno je samo da se fleksibilno izvedu spojevi od kotla do radijatora. Na sl. 5 vidi se izvedba oklapanja transformatora, jednog spojenog pomoću kabela, a drugog na vanjsku mrežu. Izvedba drugog oklopa je skuplja zbog posebnih provodnika kroz krov. Sve u svemu se teško domisliti nekoj konstrukciji, koja bi dovoljno prigušivala i ujedno bila lako uklonjiva zbog popravka ili transporta.

Praktičnim mjerenjima u tihoj komori prema NEMA-propisima dobiveni su slijedeći podaci. Na sl. 6 prikazan je zvučni nivo samog transformatora i oklopljenog transformatora u ovisnosti o uzbudnom naponu. Kod toga je 100 % napon maksimalni ispitivani napon, a ne nazivni napon ispitivane klase transformatora. U sl. 7 date su iste ovisnosti o frekvenciji. Dominantne su frekvencije 120 i 240 Hz, pa je stoga potrebno provesti prigušenje ovih komponenata.

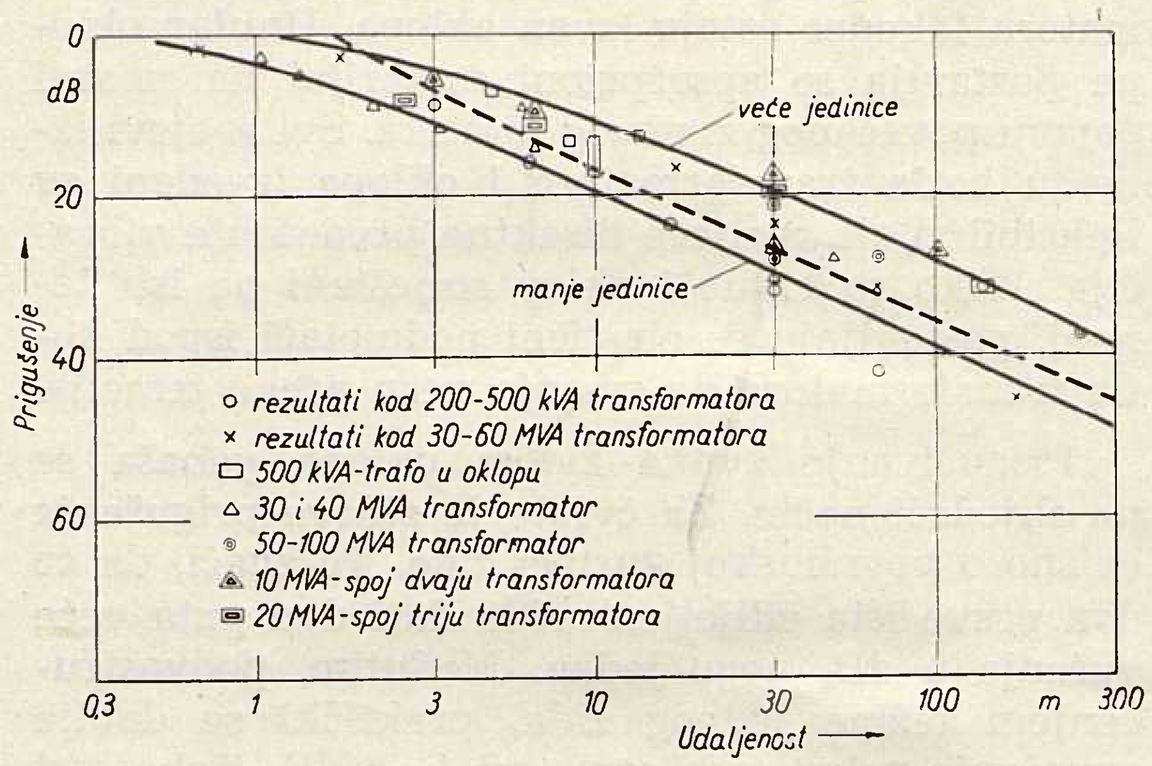


Sl. 7. Ovisnost zvučnog nivoa oklopljenog i neoklopljenog transformatora o frekvenciji

2. Smanjivanje buke na udaljenosti od izvora do prijemnog mjesta

2.1. Smanjivanje buke s udaljenošću

Ovo je jedan od najjednostavnijih načina ublaživanja buke transformatora. Iako je najjednostavniji, ipak može pri realizaciji dovoditi do dužih raspravljanja u pogledu ekonomske opravdanosti. Naime, izgleda jednostavno udaljiti transformator na dovoljnu udaljenost od okolnih nastambi, kako bi buka postala nezamjetljiva. No pri tom rastu troškovi zbog kupnje dovoljno prostranog zemljišta, kao i troškovi zbog veće duljine priključnih kabela, vodova i sl. Zato treba procijeniti, je li skuplji ovaj način ili neki drugi, pa se tek tada odlučiti za konkretnu izvedbu.

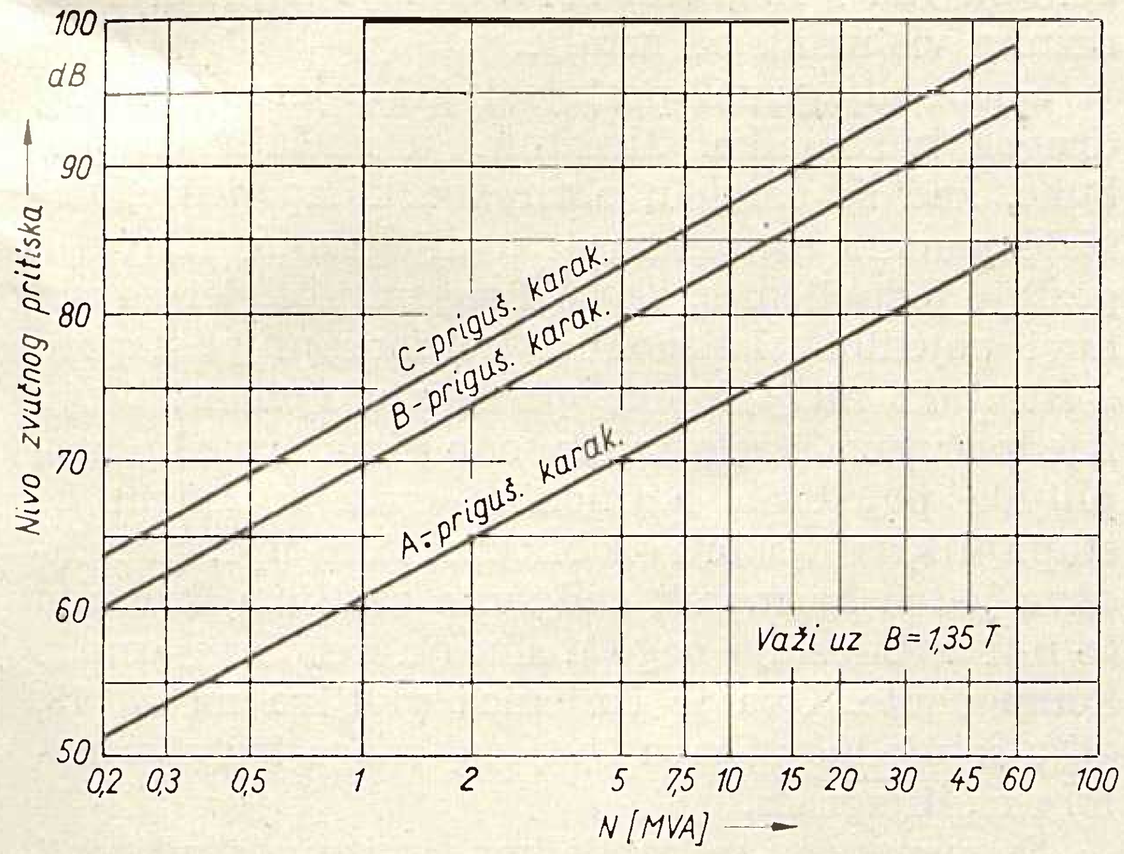


Sl. 8. Ovisnost prigušenja buke, o udaljenosti od transformatora

Ovisnost prigušenja buke o udaljenosti prikazana je, prema konkretnim mjerenjima [1] na sl. 8.

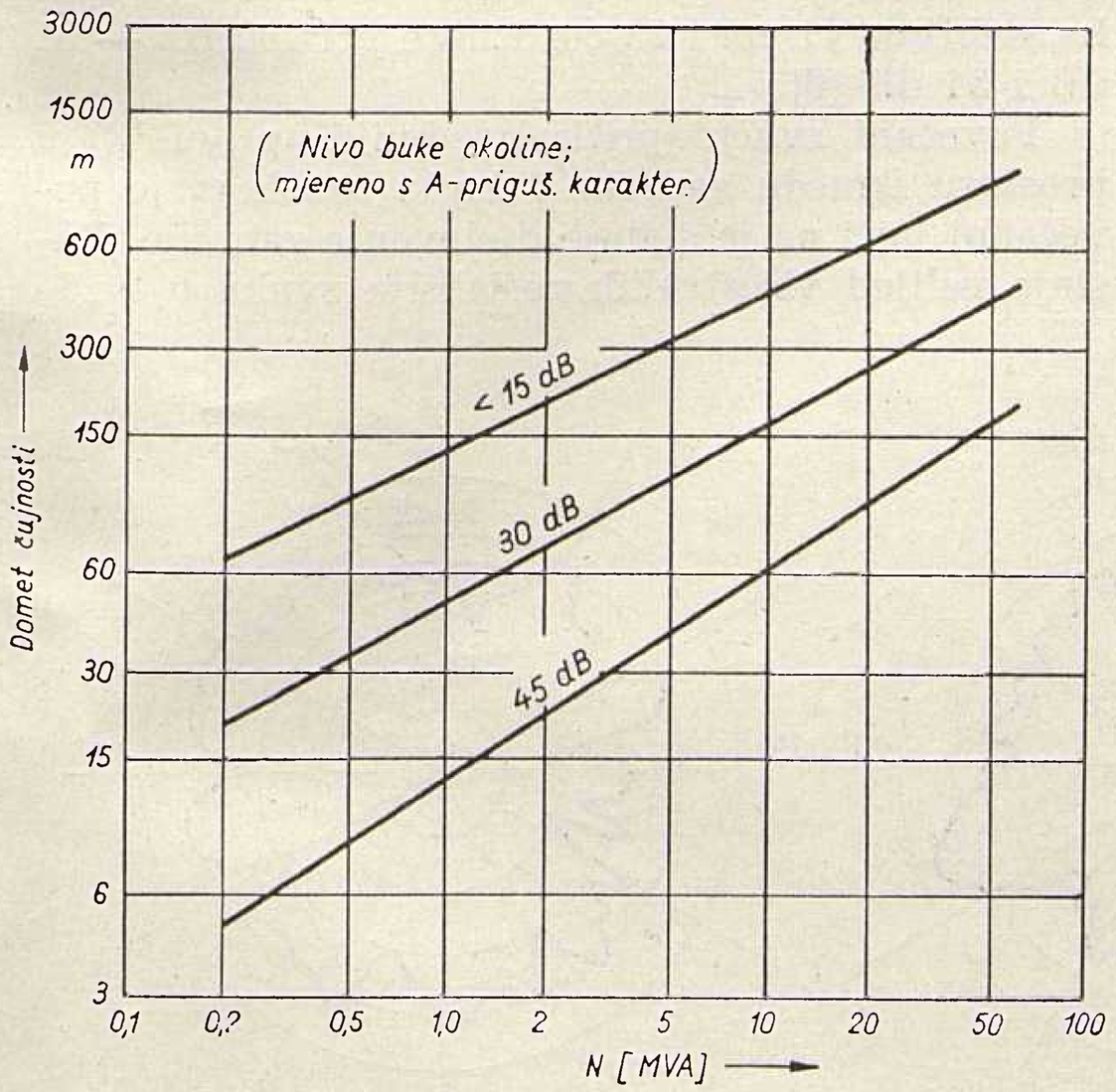
Kako je vidljivo, veće prigušenje nastupa kod malih transformatora nego kod velikih. Isto je tako očevidno, da je na posve malim udaljenostima od izvora buke manje prigušenje pri jednolikom povećanju udaljenosti, nego na većim udaljenostima. Naime, teoretski bi kod tačkastog izvora buke na zemlji, koji isijava u beskonačnu hemisferu, pri udvostručenju udaljenosti trebalo postojati opadanje zvučnog pritiska od 6 dB. Ovakav pad karakteristike prikazan je na sl. 8, crtkanim pravcem. Budući da realni transformator nije tačkasti izvor, to na manjim udaljenostima dolazi do odstupanja od spomenutog tzv. zakona sferne divergencije. Praktički se uzima, da tek na većim udaljenostima, nego što je zbroj dužine, širine i visine transformatora, dolazi do zadovoljenja gornjeg zakona. Na nacrtnim krivuljama, mjesta, iz kojih zaobljeni dio prelazi u pravac, predstavljaju udaljenosti jednake zbroju triju dimenzija transformatora. Kod manjih transformatora ovo koljeno nastupa prije nego kod većih. Koljeno nastupa na udaljenosti gdje prigušenje otprilike iznosi 10 dB. Na većim udaljenostima od 300 m navedeni odnosi više nisu sačuvani zbog dodatnih utjecaja meteoroloških prilika.

Sl. 9. Ovisnost zvučnog nivoa o snazi transformatora



Navedene krivulje mogu dati podatak, na koju udaljenost je potrebno postaviti transformator, da bi se buka prigušila za željeni iznos ispod izmjerene buke pokraj samog transformatora.

Da se dobije uvid o veličini buke transformatora navode se niže rezultati praktičnih ispitivanja u Engleskoj [6]. Rezultati su sumarna iskustva dobivena pri ispitivanju nekih 140 transformatora raznih veličina snage od 200 kVA do 60 MVA s rasponom primarnih napona od 6,6 kV do 132 kV. Mjerenja su vršena naokolo oko transformatorskog kotla na udaljenostima 15—30 cm od njega, i na visini od 120—150 cm iznad zemlje. Očitanja su vršena na sva tri mjerna područja fonometra prema američkim propisima ASA Z—24.3—1944.



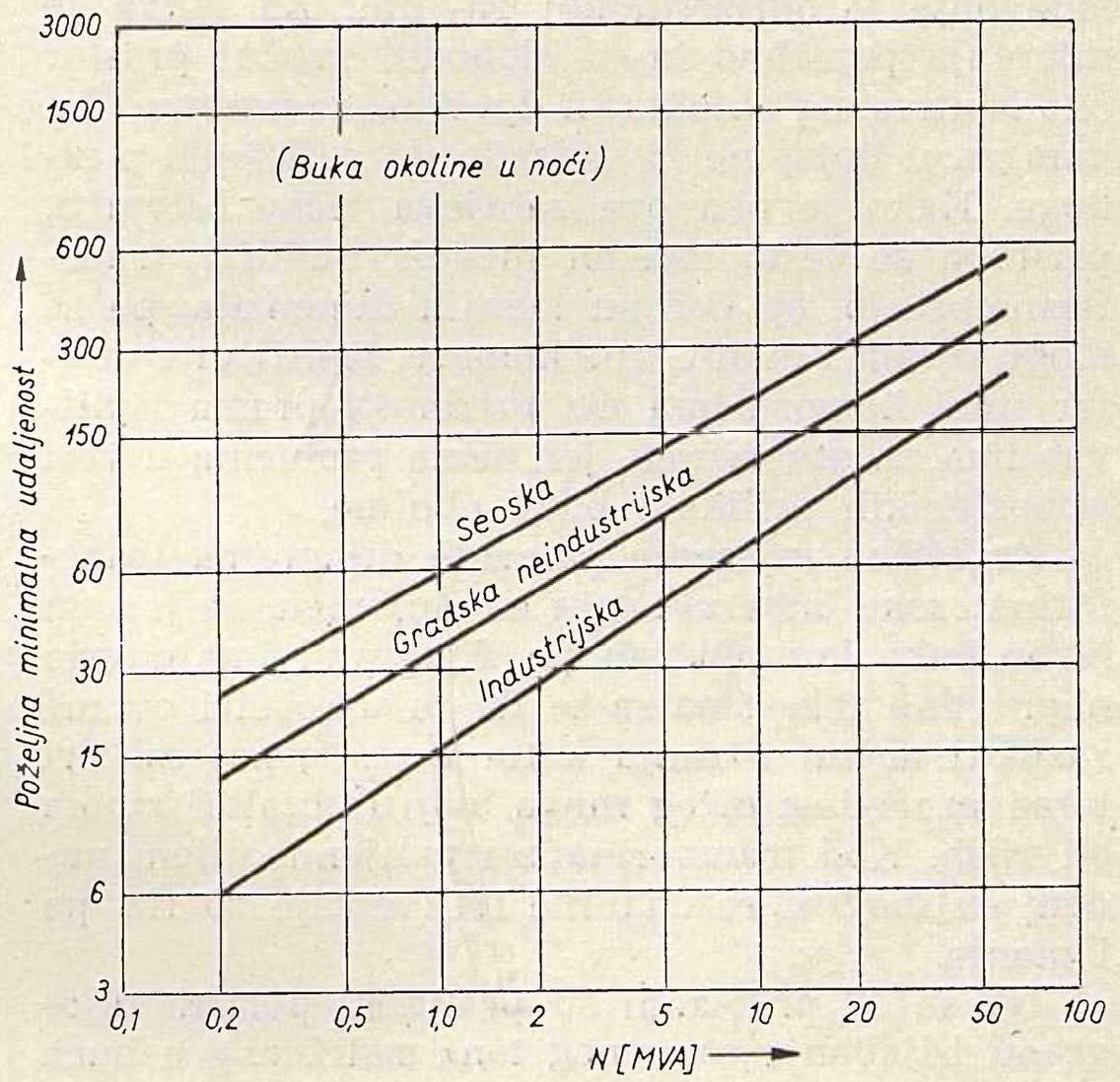
Sl. 10. Proračunati domet čujnosti transformatora, u ovisnosti o snazi transformatora i buci okoline

Pri gornjim je mjerenjima ustanovljeno da bi se odnos glasnoće buke, kod bilo koje prigušne karakteristike instrumenta, i logaritma snage transformatora mogao prikazati pravcem (sl. 9). Pri tom bi se jednadžba pravca pri mjerenju s *A*—prigušnom karakteristikom, i pri transformatoru koji radi s maksimalnom gustoćom od 1,35 T (13.500 G), mogla prikazati izrazom:

$$dB = 14{,}0 + 13{,}5 \log N$$

gdje je N — snaga transformatora u kVA.

Iz poznavanja spektra buke transformatora i spektra buke okoline, moguće je u uvjetima slobodnog zvučnog polja, tj. na otvorenom prostoru odrediti doseg čujnosti transformatora. U tu su



Sl. 11. Ovisnost poželjnih minimalnih udaljenosti neoklopljenih transformatora o nastambi, o snazi transformatora i karakteru buke okoline.

svrhu ispitani i svi ovi podaci, a iz njih su izračunate maksimalne udaljenosti do kojih su čujni neoklopljeni transformatori u prisustvu srednje buke okoline. Za veličine buke transformatora prema sl. 9 nađeni su dometi čujnosti navedeni u sl. 10. Vrijednosti dometa su dane za tri razna iznosa buke okoline.

Što se tiče kriterija do kojeg nivoa treba smanjiti buku transformatora u obližnjim nastambama, a što je naročito važno u praktičnim slučajevima, vrijedi slijedeće. Buku transformatora nije potrebno smanjiti toliko, da je upravo nečujna uz najbliže nastambe, nego samo toliko, da uz buku okoline ne bude čujna u spavaćoj sobi najbliže kuće u doba noći pod pretpostavkom, da je i jedan manji prozor spavaće sobe otvoren. Ona buka koja je pri tom preostala izvan same kuće, definira se kao maksimalno dozvoljena buka transformatora.

U vezi nivoa buke transformatora prema sl. 9, kao i nivoa buke okoline u seoskim, gradskim-neindustrijskim i industrijskim područjima, dana je na sl. 11 ovisnost poželjnih minimalnih udaljenosti transformatora o njihovoj snazi. Ako nije moguće ostvariti poželjne minimalne udaljenosti od nastambi, buka će biti veća od maksimalno dozvoljene, pa će trebati poduzeti dodatne mjere za njeno ublaživanje. U slučaju malih distribucionih transformatora gornje se udaljenosti mogu ostvariti.

2.2. Postavljanje zaštitnih pregrada na putu širenja zvuka

U svrhu proučavanja djelovanja raznih zapreka na prigušenje buke postavljenih na izvjesnim udaljenostima od transformatora, od interesa je poznavati polarni dijagram isijavanja, tj. dijagram isijavanja u horizontalnoj ravnini. Za takva je mjerenja potrebno imati slobodni zvučni prostor oko ispitivanog objekta ili dovoljno prostranu tihu komoru u kojoj ne bi dolazilo do refleksija o zidove. Kako je oba ova zahtjeva teško ostvariti, pristupa se često izvedbi modela budućih transformatora [5, 8]. Ovi su manjih dimenzija, pa se mogu izvesti i manje tihe komore. Ispitivanje unutar tihih komora ima niz prednosti prema ispitivanjima na otvorenom, jer nema problema u vezi atmosferskih prilika i buke okoline.

Praktična mjerenja polarnih dijagrama transformatorske buke ukazuju na činjenicu, da je sam izvor buke kompliciran pa dijagrami imaju vrlo nepravilan tok. Smatra se da su uzročnici ovome različiti načini titranja kotla transformatora. Pri tome su modusi nižeg ranga bolji radijatori zvuka od viših. Kod transformatora punjenih uljem nađeni su modusi rezonantne frekvencije 20 Hz, pa i manje.

Na sl. 12 prikazani su praktični polarni dijagrami isijavanja osnovnog tona sadržanog u buci. U slučaju 125 MVA — modela vidi se, da razlike buke u raznim smjerovima mogu iznositi i do 30 dB. Nadalje je vidljivo, da je buka jače usmjerena prema rubovima, a manje prema stranama kotla.

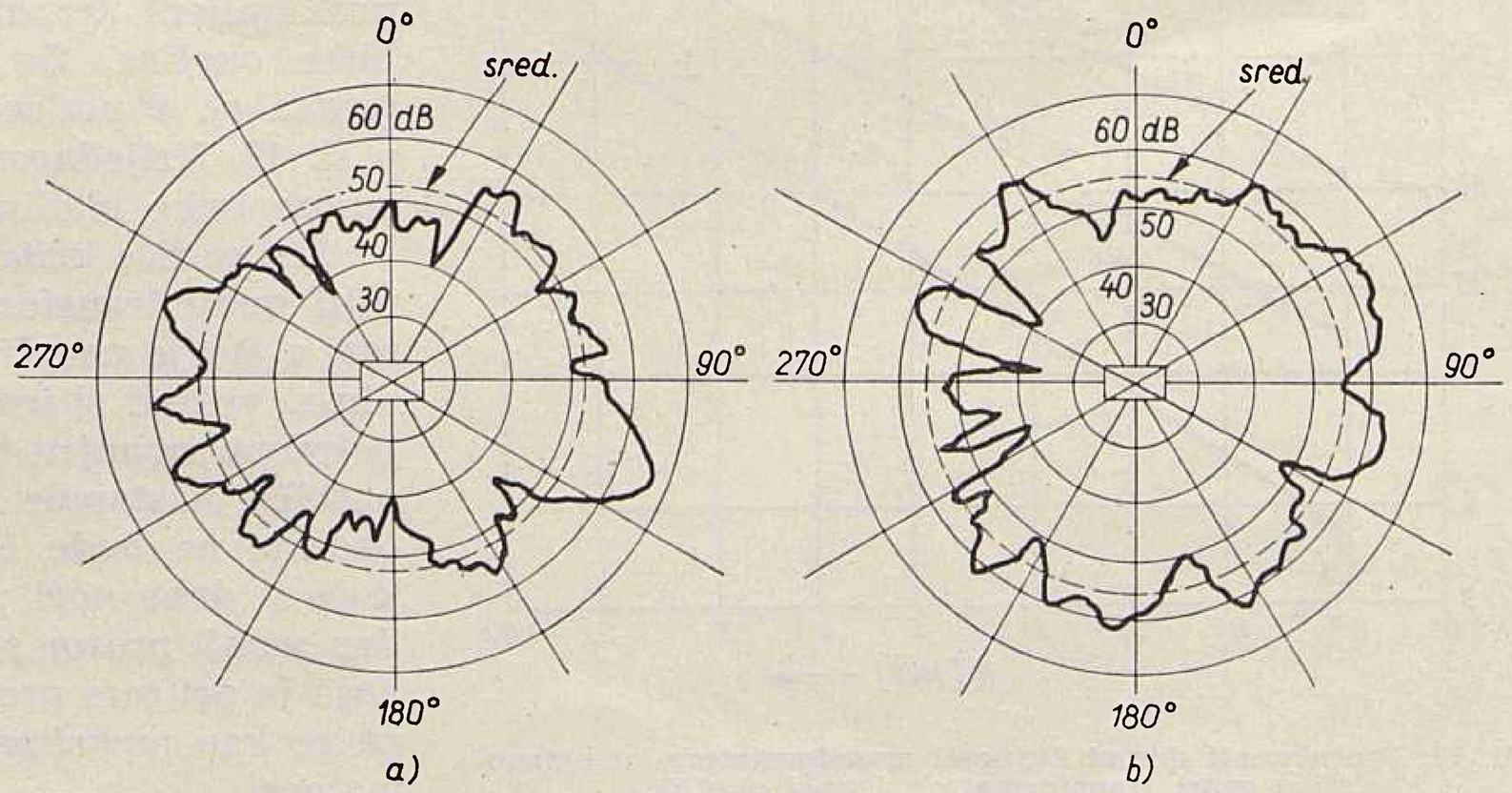
Pri definiranju iznosa buke oko transformatora uzima se srednja vrijednost između šiljaka i udubina na dijagramu (crtkana kružnica). Usporedbom sl. 12a i 12b, vidi se variranje isijavanja na raznim visinama od zemlje.

Slični dijagrami postoje i pri mjerenju kojeg drugog harmonika. Međutim, u slučaju ukupne buke, kad se uzmu u obzir sve komponente, nestaje pomalo usmjerenosti u dijagramu. Krivulja postaje jednoličnija. To je i razumljivo, jer se vrhovi pojedinih harmonika ne moraju poklapati, a isto tako niti udubine, pa se u ukupnom zbroju izjednačuju. O relativnim odnosima između amplituda pojedinih harmonika ovisi u kojem će stupnju krivulja biti izobličena. Ako npr. prevladava jedan harmonik nad svim ostalima, krivulja će biti izobličenija nego u slučaju neisticanja neke komponente. Ova je činjenica vidljiva na sl. 13, gdje se ujedno uočava i utjecaj snage transformatora na dijagram.

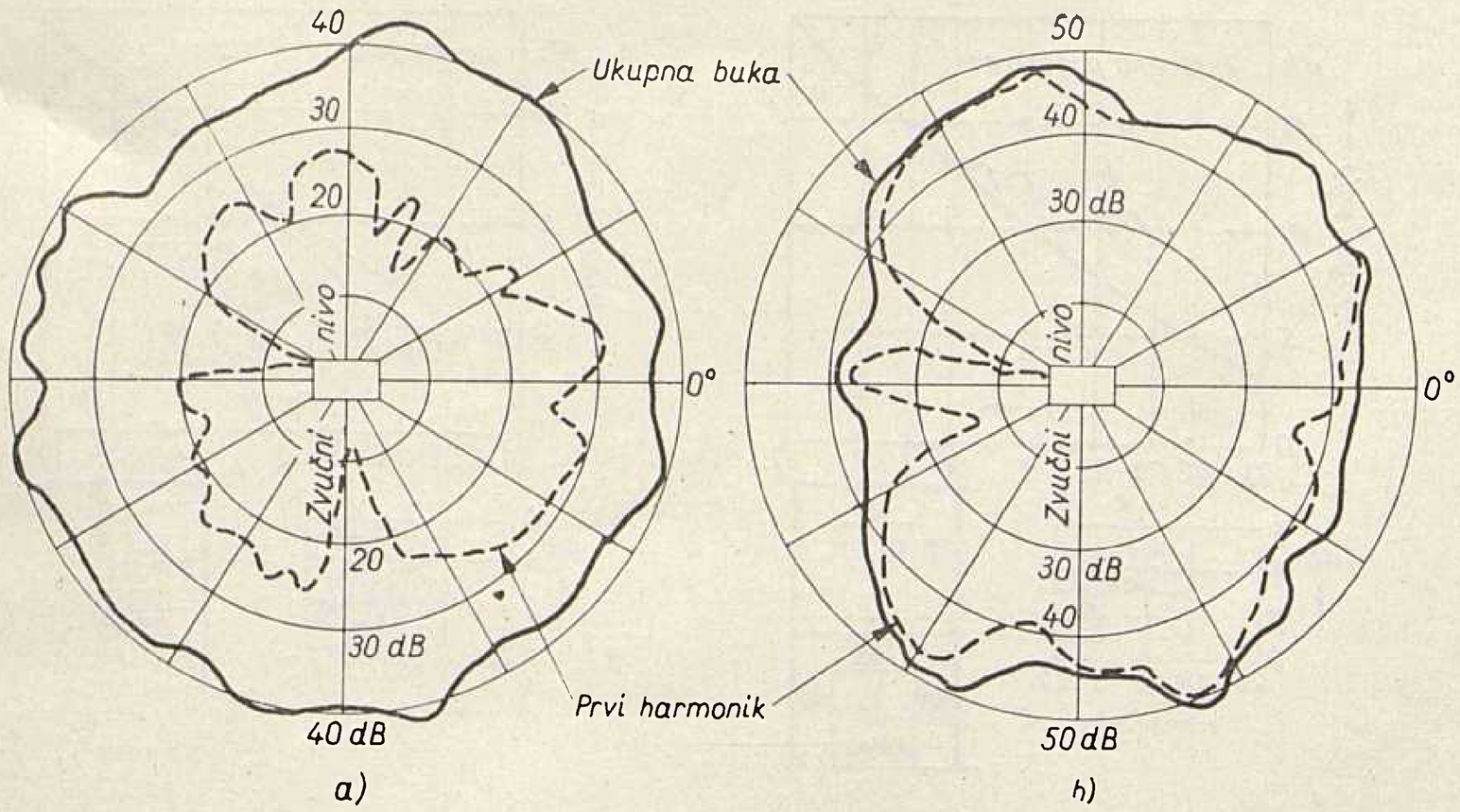
Spomenutim se modelima ispituju i utjecaji pregrada postavljenih oko transformatora. Pri tom također nije potrebno postavljati pregrade stvarnih dimenzija, nego toliko puta smanjene, koliko su smanjeni i modeli. Faktori koji utječu na veličinu buke jesu gušenje samog materijala od kojeg je izgrađena pregrada, difrakcija oko rubova i vrha pregrade, kao i veličina povećanog zvučnog pritiska u prostoru između pregrade i kotla. Niže su opisana djelovanja postavljenih pregrada s jedne, dvije, tri i četiri strane transformatora.

Što se tiče gušenja zvuka pri prolazu kroz materijal pregrade, iskustvom se došlo do grubog pravila, da sam zid treba prigušivati zvuk barem za 10 dB više nego što se traži od oklapanja. Prigušenje zvuka u samom materijalu zapreke od 25 dB relativno se lako postiže, što je za praksu dovoljno; npr. cementni zid debljine 5—8 cm dovoljan je za tu svrhu. Također mogu poslužiti i željezne ploče, koje pri debljini od 4 mm prigušuju 32 dB [3]. Prigušenja zvuka kod zida od opeke, debljine 11 cm i 23 cm iznose pri 100 Hz — 31 dB i 34 dB [6].

Povećani zvučni pritisak (»build-up« efekt) u prostoru između zapreke i kotla uzrokom je povećanoj buci pa je slabije djelovanje zapreke. Nastaje uslijed višestrukih refleksija zvuka o tvrde



Sl. 12. Polarni dijagrami isijavanja osnovne frekvencije kod 125 MVA — modela transformatora. Udaljenost mikrofona od centra transformatora odgovara udaljenosti 25 m kod stvarnog transformatora. Visina mikrofona iznad zemlje odgovara 2 m (a) i 6,5 m (b). Mjereno pri ravnoj frekventnoj karakteristici instrumenta.

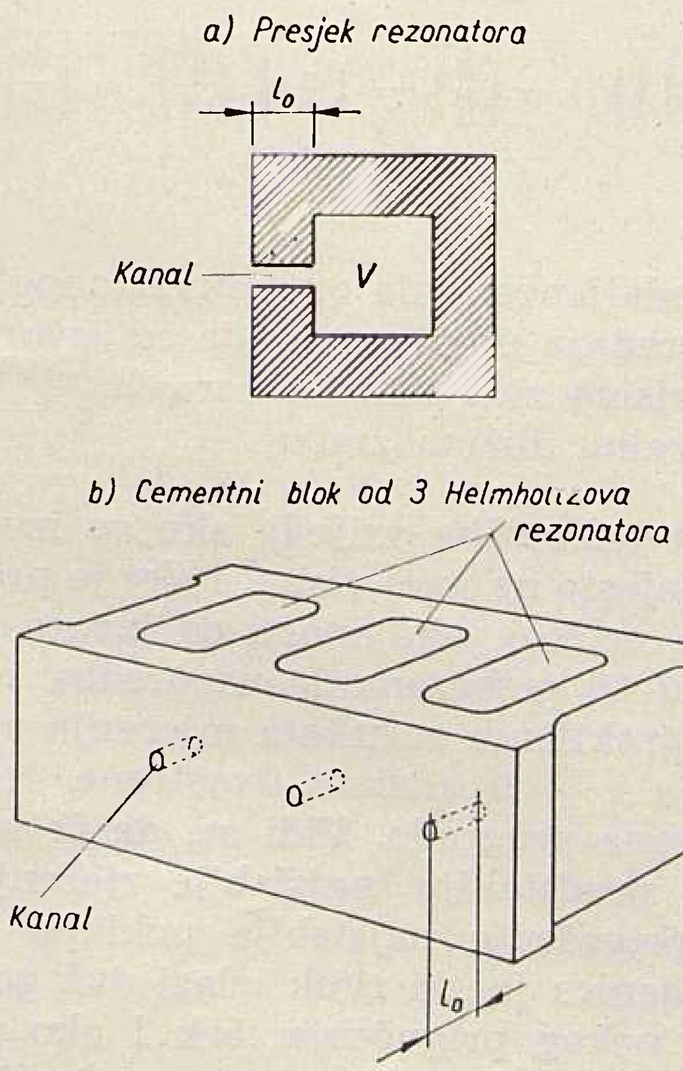


Sl. 13. Polarni dijagram isijavanja osnovne frekvencije i ukupne buke. Udaljenost mikrofona iznosi 25 m, a visina nad zemljom 2 m *a)* 1,5 MVA-model, *b)* 10 MVA-model

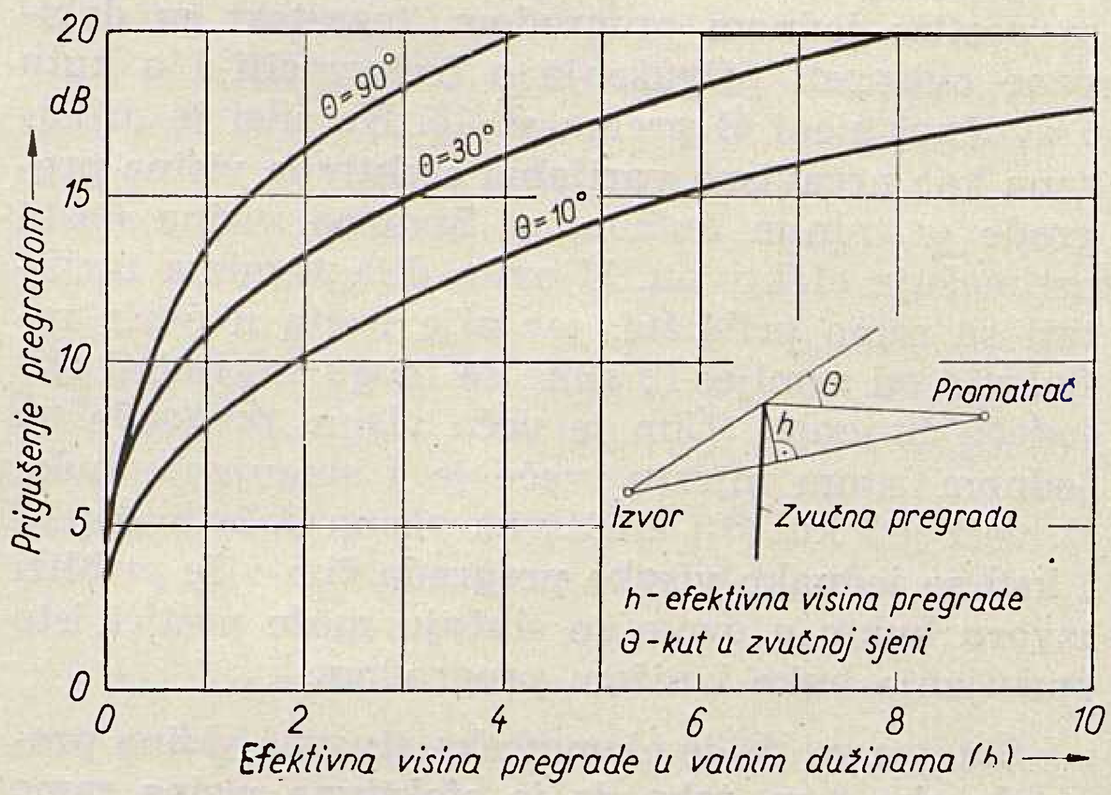
zidove pregrade i kotla, a ovisi o udaljenosti obojeg, kao i o tome s koliko je strana transformator zaštićen. Praktički može pritisak narasti do 6 dB u odnosu na neoklopljenu izvedbu. Kod četverostrane pregrade može iznositi 3 do 6 dB, kod trostrane 2,5 do 4 dB i kod dvostrane 0,5 do 4 dB (sl. 16), što ovisi o udaljenosti *S* pregrade od kotla. Ova su mjerenja vršena na visini od 0, 1,5 i 3 m nad zemljom, a kao vrijednost zvučnog pritiska dana je njihova srednja vrijednost. I ostali uvjeti mjerenja provedeni su u skladu s propisima-NEMA tj. mikrofon udaljen 30 cm od kotla i na nekoliko metara uokrug modela, tako da je rezultat srednja vrijednost više mjerenja. Veličine pojačanog zvučnog pritiska dobivene su usporedbom zvučnih pritisaka bez pregrade i s pregradom.

Nepoželjna pojava pojačanog zvučnog pritiska može biti ublažena upotrebom visokoporoznog materijala pregrade ili zvučnog apsorbera primijenjenog na unutarnjoj površini pregrade. Jedna model-pregrada bila je izvedena od 2,5 cm debelog sloja PF 615 Fiberglasa na udaljenosti 4,5 cm od površine čvrstog zida. Ekvivalentno djelovanje ovom modelu imao bi pokrivač od staklene vune 18 cm debeo i 30 cm udaljen od čvrste pregrade. Međutim, kako je već spomenuto, ovo je prilično teško čvrsto montirati, pa se stoga praktički jednostavnije i na relativno jeftin način može postići visoka apsorpcija upotrebom Helmholtzovih rezonatora. Naime, zid se ne izvodi od uobičajenih opeka, nego od cementnih blokova, tako formiranih da predstavljaju, prema određenim pravilima, konstruirane šuplje prostore (rezonatore). Za apsorpciju određene frekvencije postoji određena veličina rezonatora. Izgled takvog elementa zida od tri rezonatora prikazan je na sl. 14.

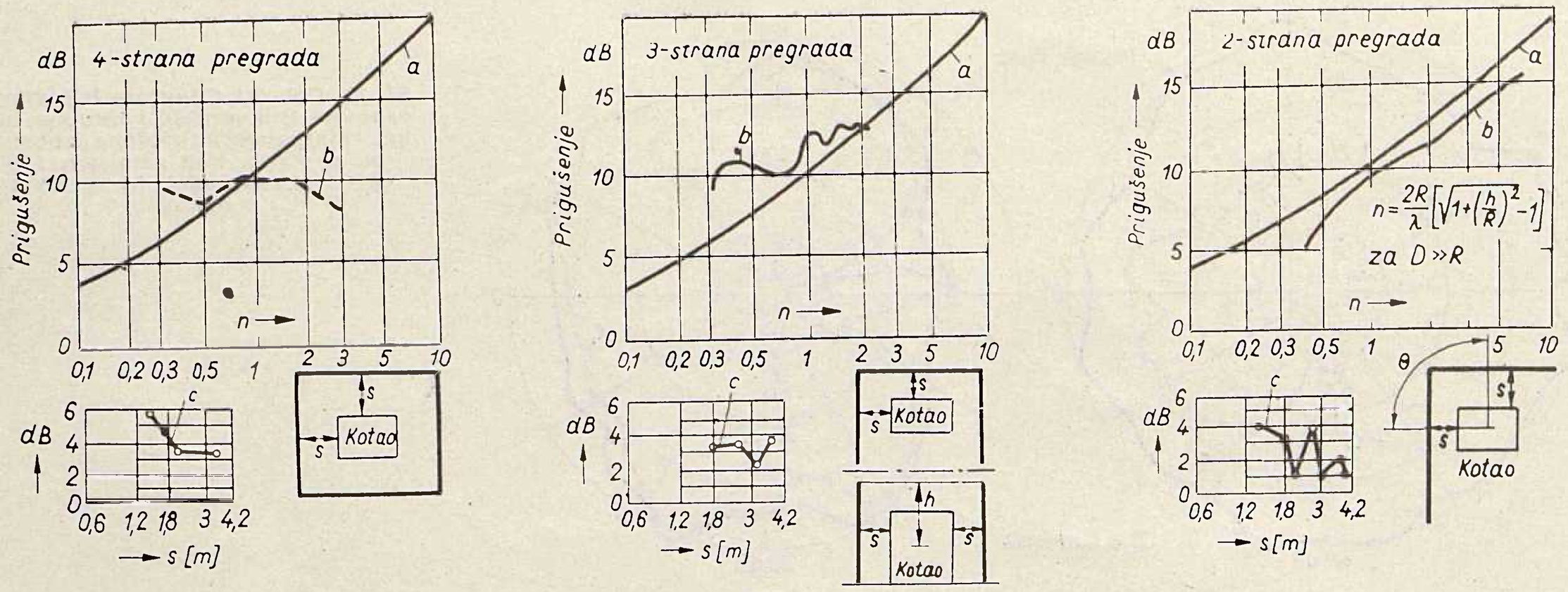
Postavljanje pregrada oko izvora buke osniva se na pomalo netačnoj pretpostavci, da će se stambeni objekti naći u zvučnoj sjeni, slično kao što bi se našli u svjetlosnoj sjeni, a sam zvuk bi bio usmjeren pregradom iznad objekta. Međutim, praktički postoji odstupanje od gornje pretpostav-



Sl. 14. Helmholtzov rezonator
a) presjek, b) cementni blok triju rezonatora



Sl. 15. Prigušivanje zvuka zasjenjivanjem preprekom ovisi o efektivnoj visini (odn. o frekvenciji) i o kutu u zvučnoj sjeni



Sl. 16.

1) Prigušivanje zvuka 4-stranom pregradom
a — teoretska krivulja,
b — podaci mjerenja,
c — vrijednost pojačanog zvučnog pritiska unutar zaštitne pregrade u ovisnosti o udaljenosti s

2) Prigušivanje zvuka 3-stranom pregradom
a — teoretska krivulja,
b — podaci mjerenja,
c — vrijednost pojačanog zvučnog pritiska unutar pregrade

3) Prigušivanje zvuka 2-stranom pregradom
a — teoretska krivulja,
b — podaci mjerenja,
c — vrijednost pojačanog zvučnog pritiska unutar pregrade

ke zbog velike valne dužine zvučnih valova. Naime, svjetlosni valovi zbog svoje neobično male valne dužine, u odnosu na veličinu pregrade, ne pokazuju pojavu savijanja, nego se šire pravocrtno. Kod zvučnih je valova valna dužina mnogo veća, pa dolazi do difrakcije oko pregrade, što dovodi do smanjenja efikasnosti pregrade. Uz pretpostavku brzine zvuka u uzduhu od 344 m/sek i osnovne frekvencije u buci transformatora 100 Hz (najveća po amplitudi), valna dužina ovog tona iznosi $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{344}{100} = 3{,}44$ m. Da bi pregrada bila što efikasnija, potrebno je, da su joj dimenzije mnogostruke u odnosu na valnu dužinu. Praktički je to vrlo teško postići. Viši pak harmonici relativno su bolje zasjenjeni zbog njihove sve više frekvencije. No zasjenjivanje sve viših harmonika sve je manje važno, jer su sve slabiji po glasnoći.

Što se pak tiče veličine prigušenja zvuka koje se postiže jednom pregradom, teoretski su dobivene ovisnosti prigušenja o frekvenciji i o kutu u zvučnoj sjeni Θ prema sl. 15. Na slici je prikazana kao nezavisna varijabla efektivna visina pregrade u valnim dužinama. Stvarna visina dosta nadmašuje efektivnu. U ovim dijagramima rezultati su samo približni, jer nije uzeta u obzir refleksija od zemlje. Iz slike se mogu zaključiti slijedeće činjenice. Čim je veća visina pregrade na jednom istom mjestu, veće je i smanjenje buke tj. veći je i kut Θ i efektivna visina h. Isto vrijedi i kad se jednako visoka pregrada čim više približi izvoru buke; u ovom se slučaju može postići isto smanjenje buke i nižom pregradom.

Smatra se, da je ekonomska stvarna visina pregrade oko 6 m, tako da je efektivna visina samo oko 2,4 m, što iznosi otprilike 0,7 od valne dužine tona od 100 Hz. Obično se grade zidovi na dvije ili tri strane transformatora, da se smanje utjecaji difrakcije oko rubova zida. Kako se s praktičnim pregradama dobiju gušenja zvuka do 10 dB, zvučna izolacija samog zida ne mora stvarati veće prigušenje od 20—25 dB, a to je lagano postići i tankim zidom od opeke. Često se sam zid prevuče materijalom koji apsorbira zvuk od 100 Hz. Ovo će smanjiti refleksiju zvuka, no mjera nije nužna u praksi.

Prigušenje zvuka vanjskim pregradama također su teoretski računali Fehr i Wells uzimajući u obzir i difrakciju oko rubova, slično kao kod svjetlosti. Dali su ovisnost o bezdimenzionalnoj veličini n, koja je dana izrazom

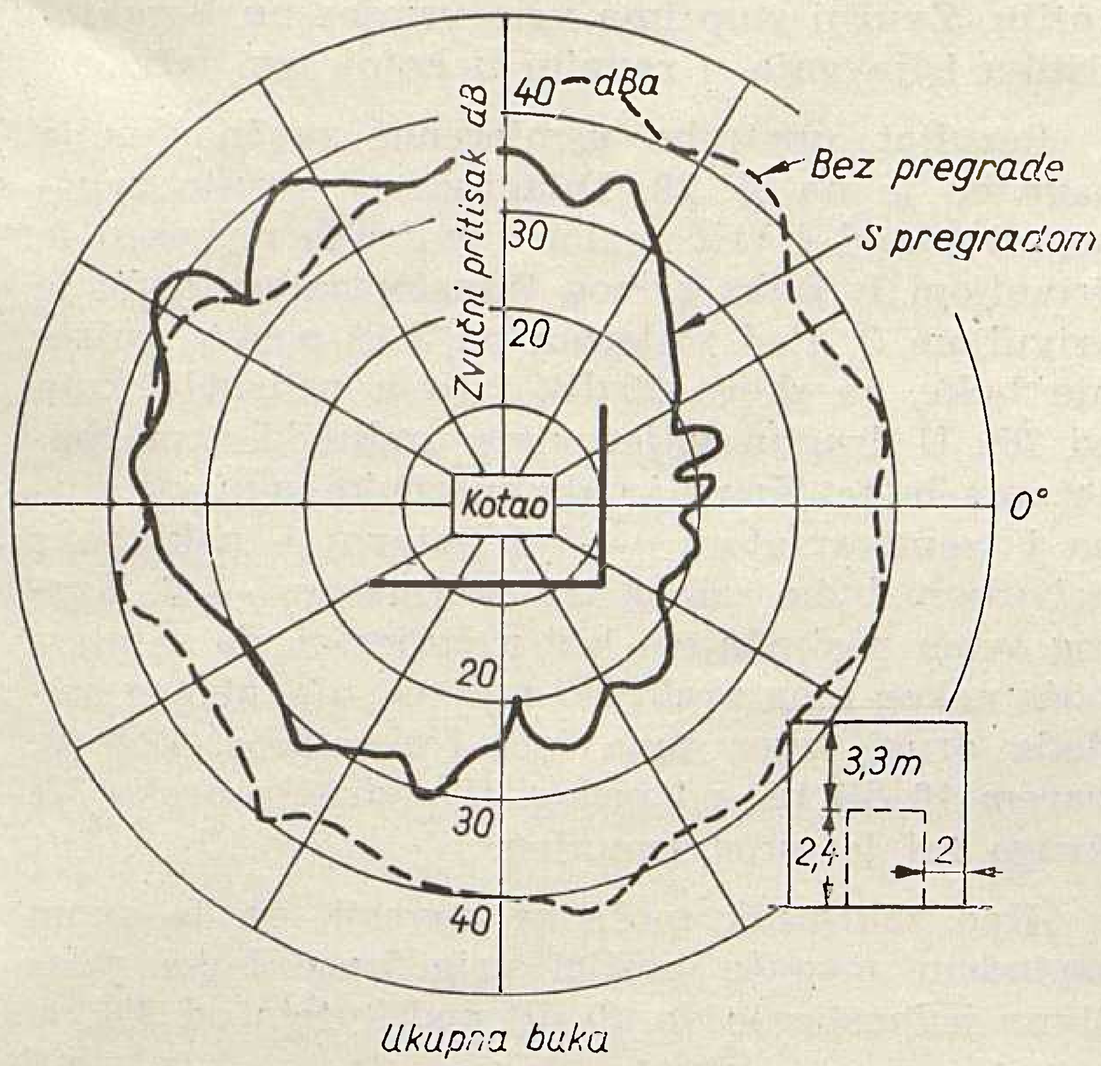
$$n = \left(\frac{2R}{\lambda}\right)\left(\sqrt{1+\left(\frac{h}{R}\right)^2} - 1 + \sqrt{\left(\frac{D}{R}\right)^2 + \left(\frac{h}{R}\right)^2} + \frac{D}{R}\right)$$

gdje je

D — udaljenost zida od promatranog mjesta
R — srednja udaljenost zida od izvora zvuka
h — visina zida iznad izvora
λ — valna dužina zvuka

Gornja jednadžba vrijedi, ako su izvor i promatrano mjesto na istoj visini, i ako je promatrano mjesto na velikoj udaljenosti od izvora i pregrade. U slici 16 prikazana je usporedba teoretskog računa i praktičnih rezultata mjerenja prigušenja (krivulje a i b) u slučaju dvostrane, trostrane i četverostrane pregrade. Vidi se, da četverostrana pregrada predstavlja najslabije rješenje, jer se stvarno prigušenje najslabije poklapa s teoretskim. Činjenica je, da zvuk izlazi duž gornjeg otvora bez nekog prigušenja, čak i ako se izvede oblaganje pregrade apsorpcionim materijalom. Pri tom je prigušenje relativno neovisno o visini pre-

Sl. 17. Utjecaj dvostrane pregrade na raspodjelu zvučnog polja kod 1,5 MVA transformatora. Udaljenost mikrofona od središta kotla 25 m, a visina nad zemljom 2 m



grade. Stoga je efekt visine pregrade na prigušenje zvuka na većim udaljenostima od transformatora zanemariv. Bolje slaganje teorije s praksom važi u slučaju trostrane i dvostrane pregrade. Kod trostrane se naročito poklapa za veće vrijednosti n, što odgovara visini pregrade od 3 m iznad vrha transformatora. Najbolje poklapanje važi kod dvostrane pregrade, i to u širem području vrijednosti n. Prema gornjem je, stoga, preporučljiva upotreba 2- i 3-strane pregrade, pogotovo jer se pravilnom primjenom apsorpcionih materijala može posve ukloniti efekt pojačanja zvučnog pritiska, što kod četverostrane pregrade nije moguće.

Na sl. 17 prikazan je utjecaj 2-strane pregrade na izgled zvučnog polja. Na strani pregrade prigušenje buke je očito, dok na suprotnoj strani dolazi i do pojačanja buke.

2.3. Poništavanje zvuka

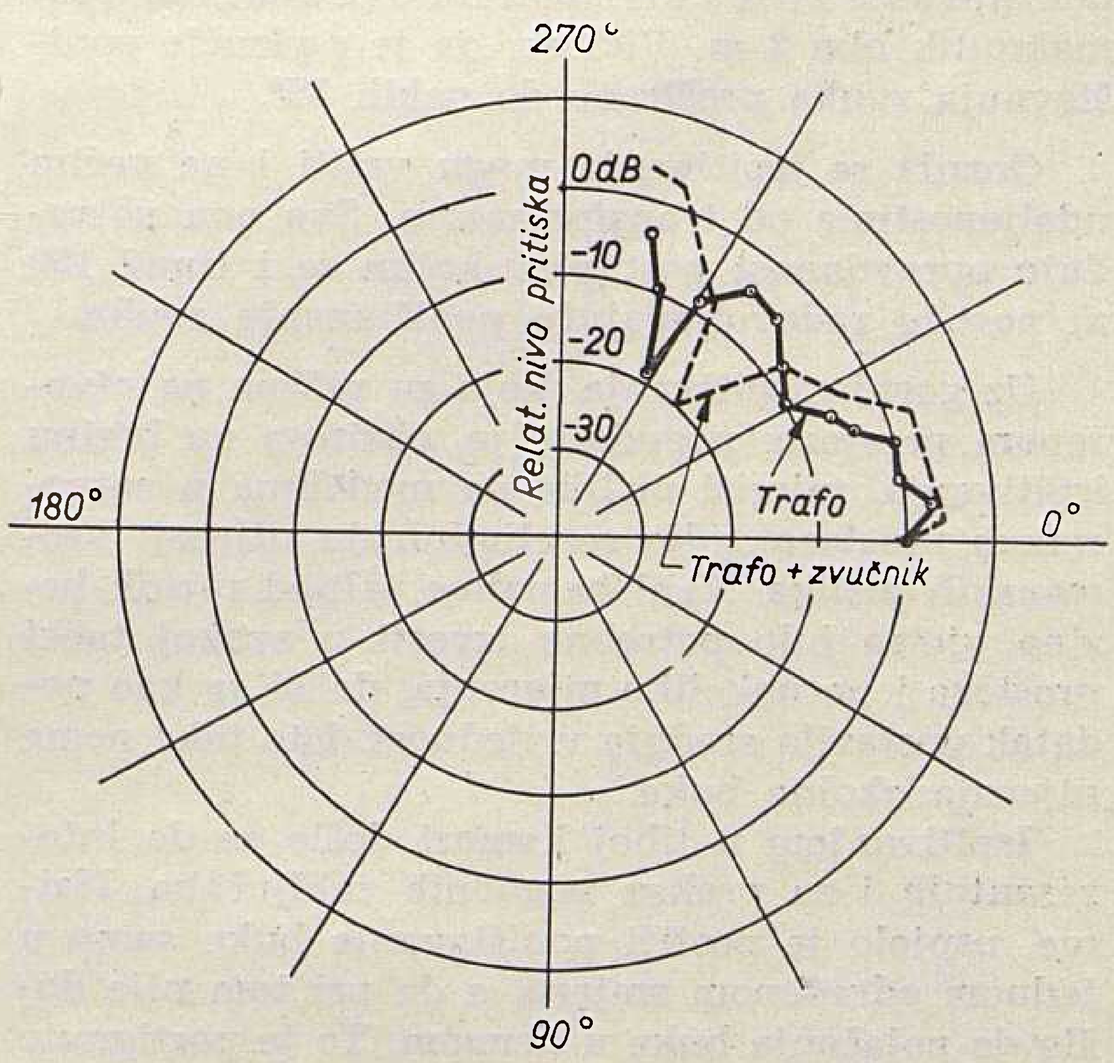
Jedan od interesantnijih načina sprečavanja buke je poništavanje postojeće buke dodavanjem novog zvučnog polja takvih amplitudnih i faznih odnosa, da se superpozicijom oba zvučna polja ukidaju u nekim tačkama prostora. Uređaji za to sastoje se od jednog do četiri zvučnika, koji reproduciraju zvukove frekvencija harmonika sadržanih u buci. Nedostatak ovog postupka sastoji se u tome, što je moguće postići prilično smanjenje buke samo u određenom području, omeđenom kutom do otprilike 35°, dok u nekim drugim smjerovima može doći i do povećanja buke. Metoda nije pogodna tamo, gdje se želi smanjenje buke u svim smjerovima. Prednost pak metode leži u nekoliko puta nižoj cijeni u odnosu na metodu postavljanja uobičajenih zvučnih pregrada. Potrebna električna snaga za pogon zvučnika iznosi čak i ispod 1 W.

U svrhu objašnjenja ovog postupka nužna je pretpostavka, da se transformator smatra tačkastim izvorom zvuka, tj. da se svakim udvostručavanjem udaljenosti od njega postigne sniženje nivoa za 6 dB. Na udaljenosti većoj od nekoliko najvećih dimenzija transformatora, taj je uvjet praktički ispunjen. Ako se uz neki izvor zvuka postavi još jedan izvor, prostorna će raspodjela ukupnog zvučnog polja ovisiti o udaljenosti među izvorima d i o faznom kutu između parcijalnih zvučnih pritisaka Φ. Odabiranjem određenih vrijednosti ovih parametara može se postići smanjenje buke u nekom željenom smjeru.

Kako je potrebno postići poništenje svakog harmonika sadržanog u buci transformatora, to i zvučnik treba da bude izvor odgovarajućih frekvencija. Za napajanje zvučnika služi uređaj koji se sastoji iz punovalnog ispravljača kao izvora potrebnih harmonika.

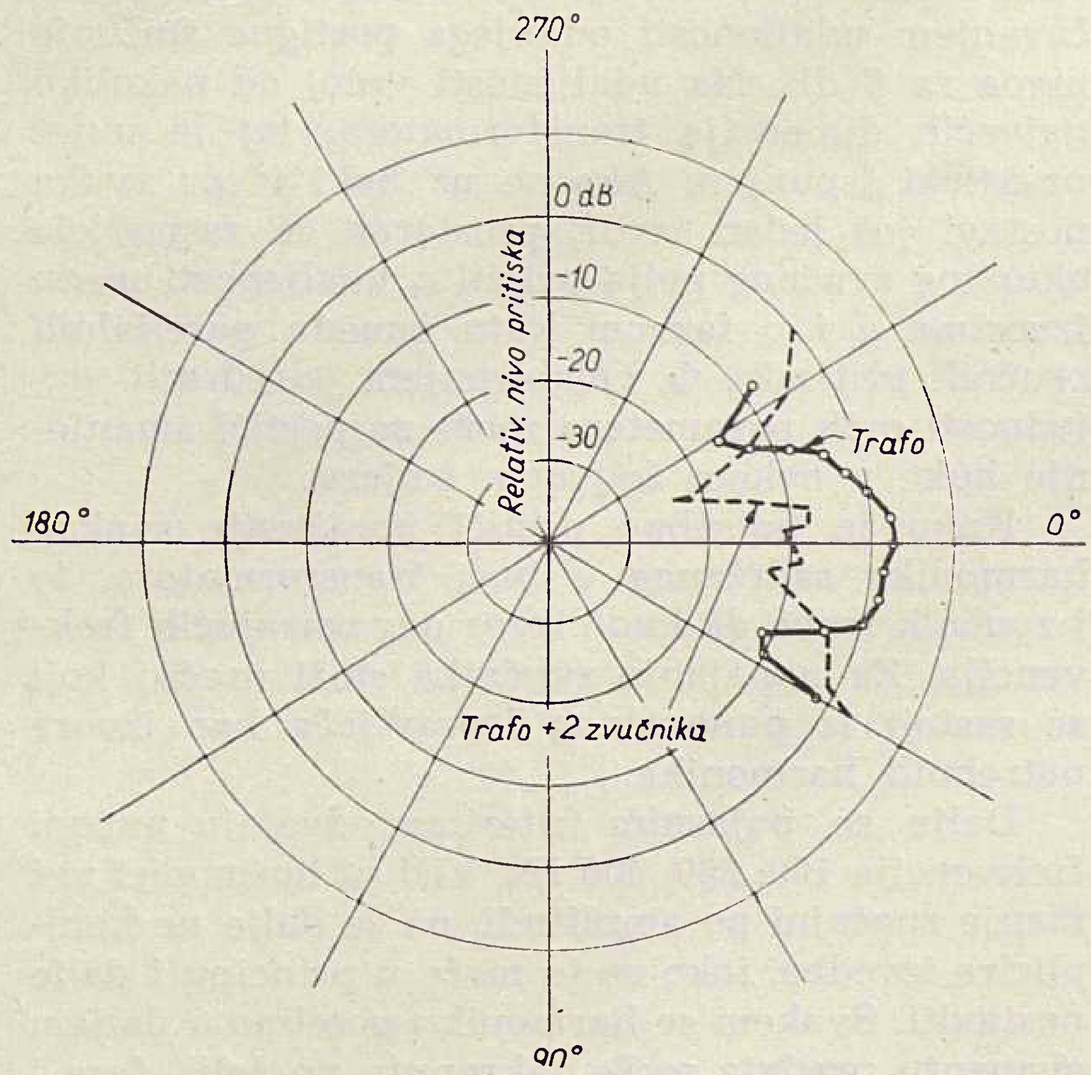
Dalje se pojasnim filterima odvajaju naponi frekvencija 100, 200, 400 Hz. Viši su harmonici već manje značajni po amplitudi, pa se dalje ne komplicira izvedba, iako se to može u principu i dalje nastaviti. Svakom se harmoniku posebno u daljem elementu uređaja može zakrenuti, po želji, faza i regulirati amplituda. Svi harmonici se iza toga zbroje i pojačaju u pojačalu snage za napajanje zvučnika. Postoje i uređaji, kojima je izvor harmonika mjerna sonda tj. pretvarač mehaničkih vibracija u električke: pick-up, koja se prisloni na kotao transformatora i šalje napone potrebnih frekvencija. Tako otpada ispravljač.

Zvučnik se može postaviti neposredno uz kotao, a mikrofonom se na nekoj udaljenosti mjeri zvučni pritisak s uključenim i isključenim zvučnikom. Analizatorom zvuka, koji slijedi iza mikrofona, selekcionira se iz buke signal od 100 Hz, a zakretačem faze i regulatorom amplitude istog harmonika (100 Hz) naravna minimalni intenzitet buke na ispitivanom mjestu pri uključenom



Sl. 18. Dijagram isijavanja transformatora pri postupku poništavanja zvuka pomoću jednog zvučnika

Sl. 19. Poništavanje zvuka pomoću dva zvučnika razmaknuta 2 m. Postupak je efikasan unutar područja do nekih 35°



zvučniku. Na sl. 18 dane su vrijednosti buke uz uključeni zvučnik za uže područje kutova oko transformatora. Lijepo se vidi smanjenje buke (do 15 dB) u jednom smjeru (pod —45°), odnosno povećanje u drugim smjerovima. Isti se postupak provede i za druge harmonike. Smanjenje nivoa zvuka kreće se u granicama 15 do 35 dB, što ovisi o brzini vjetra u pojedinim momentima.

Nešto se bolji rezultati dobiju upotrebom dvaju zvučnika, koji se spojeni na isti izvor. Uz malo eksperimentiranja moguće je postići najpovoljniji razmak između oba zvučnika, da se dobije maksimalno prigušenje. U sl. 19 prikazan je slučaj poništavanja zvuka pri upotrebi dva zvučnika razmaknutih oko 2 m. Vidi se, da je područje poništavanja zvuka prošireno do nekih 35°.

Gornja se ispitivanja mogu vršiti i na većim udaljenostima od transformatora. Sva ona potvrđuju opravdanost postupka, kojim se i iznad 150 m postiže zadovoljavajuće poništavanje zvuka.

Uz gornja ispitivanja, koja su vršena na otvorenom prostoru, pogodnije je, obzirom na brzinu ispitivanja, mjeriti prilike na modelima u zatvorenom prostoru, gdje se eliminiraju utjecaji vremenskih prilika. Vani bi naime uslijed raznih brzina vjetra bilo potrebno izvesti u svakoj tački prostora i po nekoliko mjerenja, da bi se kao podatak dostavila srednja vrijednost. Isto tako nema utjecaja okolne buke.

Ispitivanjem u tihoj komori došlo se do interesantnih i za praksu pogodnih zaključaka. Naime, uspjelo je postići poništavanje buke samo u jednom određenom smjeru, a da pri tom nije došlo do pojačanja buke u drugom. To je postignuto upotrebom zvučnika koji zrače usmjereno, a ne jednoliko po čitavom prostoru. Takvo svojstvo ima tzv. zvučni stup, koji se sastoji od niza manjih zvučnika, naslaganih jedan do drugoga u dužu kutiju. Zvučni stup ima vrlo usmjerenu karakteristiku isijavanja u ravnini u kojoj sam leži.

Rezultat upotrebe usmjerenog zvučnog polja naveden je na sl. 20. Dijagram isijavanja zvučnog stupa od 4 vrlo malena zvučnika prikazan je krivuljom 1. Buka samog transformatora dana je krivuljom 3. Pod smjerom od 270° postoji sniženje buke, za skoro 25 dB, i to u području kuta od 26°. U drugim smjerovima praktički nema povećanja buke. Krivulja ukupne buke zvučnog stupa i transformatora — 2 gotovo se poklapa s krivuljom buke samog transformatora — 3. Razlog ovom posljednjem leži u činjenici, da se glasnoća nekog tona praktički ne povisuje, ako se pridoda drugi izvor tona iste frekvencije, koji je barem 10 dB tiši od prvog. U području preko 3/4 kruga taj je uvjet ispunjen.

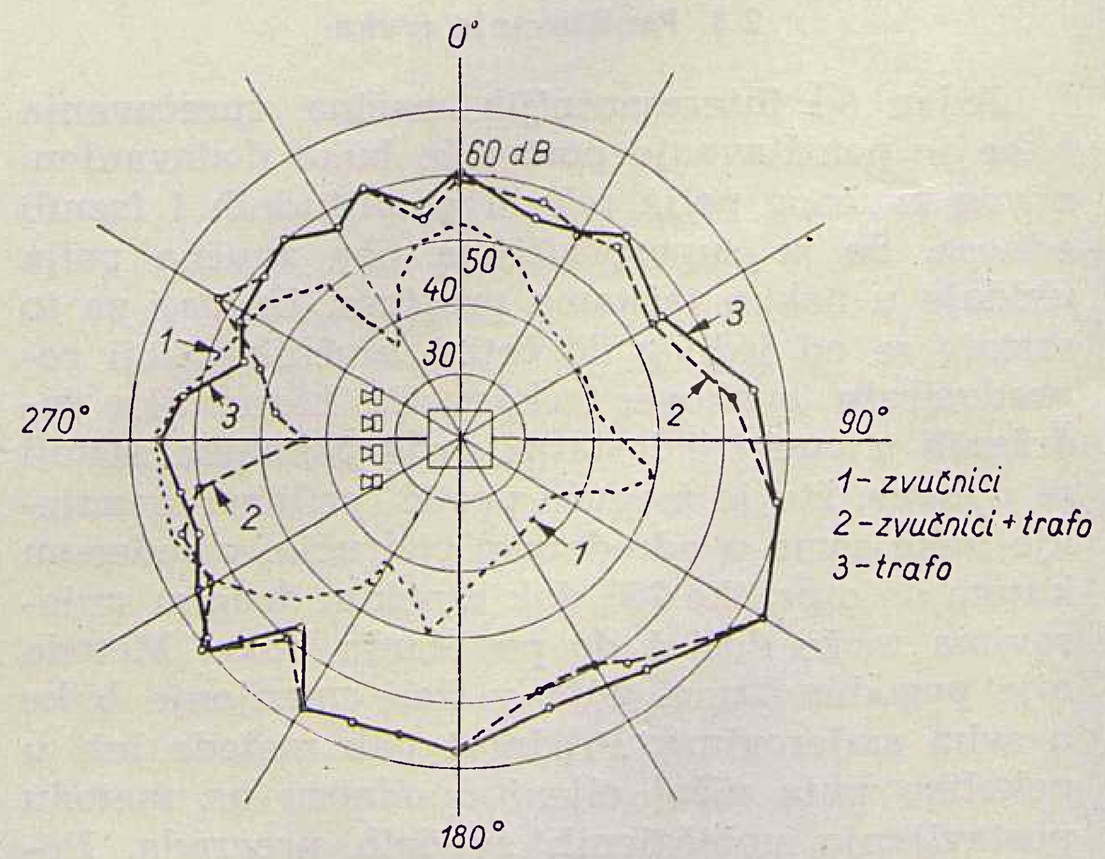
Kao zaključak može se navesti, da je ovom metodom moguće postići prigušenje buke relativno jednostavno do 20 dB pod kutom od 30°.

Ako se ne upotrijebi usmjereni izvor zvuka, dolazi do povećanja buke u nekim smjerovima. Usmjerenim izvorom uklanja se taj nedostatak. Cijena potrebnih uređaja mala je u usporedbi s cijenom drugih postupaka jednakog efekta.

U primjeni ove metode postoje neke poteškoće. Npr., ako se i transformator i pojačalo sa zvučnikom napajaju iz istog izvora, tada promjena napona od 10 % izaziva promjenu glasnoće zvučnika za 1 dB, a kod transformatora promjenu buke od 3 dB. Osim toga, ako se nalazi niz transformatora na okupu, onda se na svaki mora postaviti posebni zvučnik, osim ako nisu toliko zbijeni, da se mogu smatrati jednim velikim transformatorom.

3. Zaključak

U vezi predlaganja najpogodnijih metoda ublaživanja buke transformatora, nužno je naglasiti,



Sl. 20. Dijagram isijavanja transformatora pri postupku poništavanja zvuka pomoću zvučnog stupa

da u slučaju veće buke niti jedna od navedenih metoda ne rješava problem sama. Obično je potrebno kombinirati nekoliko postupaka, jer svaki ima i prednosti i nedostataka. Ako je efikasan, tada je obično neekonomičan i obratno, pa treba odabrati kompromisno rješenje između efikasnosti i ekonomičnosti. Npr., smanjenje indukcije, koje dovodi do prigušenja nivoa zvučnog pritiska od 10 dB, može se još smatrati ekonomičnim budući da povećanje transformatora u svrhu održavanja iste snage ne predstavlja mnogo veće povećanje njegove cijene. No, prigušenje nivoa zvučnog pritiska od 20 dB zahtijevalo bi neekonomično povećanje cijene transformatora ili smanjenje nominalne snage. Prema tome je potrebno uzeti u obzir još neku drugu metodu za ublaživanje buke. Obično je pogodno uz upotrebu neke metode za ublaživanje buke u samom transformatoru upotrijebiti i neku od metoda za smanjenje buke na putu od transformatora do prijemnog mjesta.

Literatura

[1] C. M. Harris: *Handbook of Noise Control, Mc Graw-Hill,* 1957.

[2] A. T. Edwards: *Transformer Noise Problem-Performance of Acoustic Treatments and Vibration Isolators;* Trans. AIEE 76 (1957), part III, str. 1185—1191.

[3] E. Reiplinger: *Möglichkeiten weiterer Geräuschbekämpfung bei Grosstransformatoren;* ETZ—A 81 (1960), str. 102—108.

[4] M. W. Schulz, W. J. McNutt: *A Way to Get Low Sound Levels in Large Power Transformers — Preassembled Enclosures;* Trans. AIEE 76 (1957), part III, str. 1365—1370.

[5] W. B. Conover, R. J. Ringlee: *Recent Contributions to Transformer Audible Noise Control;* Trans. AIEE 74 (1955), part III, str. 77—90.

[6] C. M. Brownsey, I. Glover, G. B. Harper: *Transformer* Noise Limitation, CIGRE 1956, (ref. 108).

[7] E. Tobin: *Study of the Noise Problems of Transformers,* CIGRE 1956, (ref. 109).

[8] R. J. Ringlee: *Transformer Acoustical Studies with Scale Models,* CIGRE 1956, (ref. 128).

[9] M. Samardžija: *Buka transformatora u beogradskom naselju,* Elektroprivreda 15 (1962), br. 11—12, str. 527—530.

[10] A. W. Benoit, R. T. Hemmes, M. W. Schulz: *An Anechoic Chamber for Noise Tests on Large Power Transformers;* Trans. AIEE 74 (1955), part III, str. 50—56.

[11] M. Vujnović: *Problem postojeće buke transformatorskih stanica kao i njeno ublaživanje,* Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963.

Naslov pisca: Momir Vujnović, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37/I

INVESTICIONE I TROŠKOVNO-ENERGETSKE VRIJEDNOSTI AKTUELNIH HIDROELEKTRANA U PROJEKTU

Radoslav Planić, Zagreb

Na temelju proizvodnje energije i pokrivanja snage u prosječnom kritičnom razdoblju, te izazvanih investicija i godišnjih troškova proizvodnje, utvrđene su investicije i troškovno-energetske vrijednosti aktuelnih hidroelektrana u projektu, predloženih za pokrivanje jugoslavenskih potreba godine 1968. do 1970.

DK 621.311.21.001

Uvod

Naporima na polju izgradnje elektroenergetskih postrojenja uspjelo je u socijalističkoj Jugoslaviji do danas stvoriti, skromnim sredstvima, određenu elektroenergetsku bazu privrede i društvenog života, odvajajući za te svrhe [1] 3,18 do 2,22 % od svog godišnjeg malog narodnog dohotka. S tako niskim relativnim sredstvima razvijene zemlje tek kompletiraju svoje elektroenergetske sisteme, dok su za stvaranje baze trebale znatno veća sredstva od onih, s kojima je to uspjelo postizavati u Jugoslaviji.

Stalan nedostatak sredstava za postepenu sistematsku izgradnju elektroenergetskih izvora pridonosio je, da se odlukama o investiranju pristupalo povremeno, nakon relativnog vremenskog mirovanja.

Prva prilika, da je bilo moguće donositi odluke na temelju razmatranja znatnijeg broja idejnih projekata pružila se u proljeće godine 1957, za svrhe pokrivanja potreba godine 1964.

Nakon toga se pristupilo gradnji hidroelektrane Split i hidroelektrana na Trebišnjici, za prve polovice projektiranog kapaciteta, te Toplane Zagreb.

Nagli potrošak električne energije iznad predviđanja planskih organa uzrokovao je, da je 1959. donesena odluka o izgradnji hidroelektrana Bajina Bašta, Senj i Globočica, a nedugo zatim odluka o izgradnji termoenergetskih postrojenja Kosovo I, Lukavac I i Toplana Beograd i Ljubljana. U jesen 1962. pokazala se potreba za donošenje odluka o investiranju u izvore za pokriće manjka u prvom redu razdoblja 1966. do 1967., a zatim onog 1968. do 1970. i nakon toga.

U krilu koordinacionih tijela Zajednice jugoslavenske elektroprivrede razmatranja pokrića ovih potreba započela su u jesen te godine metodološkim pripremama i pregledima prvih projekata. Vrste predloženih projekata za pokriće potreba navedenih razdoblja bile su prema svojoj namjeni u odnosu na sirovinsku bazu i postojeća hidro i termoenergetska postrojenja, slijedeće:

Projekti početnog iskorištenja vodnih snaga odnosno termobaza: hidroelektrana Rijeka, Potpeć, Bočac, Prača, Zur, Andrijevo, Oborovac, Rama, Gradec i Ključ, a od termoelektrana: Plomin, Morava, Negotino, Oslomej i Plevlje;
Projekti nizvodnih stepenica djelomično ili uzvodno potpuno izravnatih vodotoka i daljnje

iskorištenje termobaza: hidroelektrana I i II, Varaždin—Brezje, Varaždin—Ormož, Krško, Vrhovo, Salakovac, Grabovica, Špilje, Štrbački Buk i termoelektrana Šoštanj B, Zenica, Trbovlje II i Obrenovac;

Projekti čelnih i uzvodnih stepenica na djelomično iskorištenim vodotocima: hidroelektrana Dubravica, Višegrad, Buk Bijela, Đale, Konjic, Šipovo, Tara—Morača, Komarnica, Trnovo i Orlovac;

Projekti energetskog i melioracionog korištenja voda: hidroelektrana Tikveš i Kalimanci;

Projekti proširenja postojećih postrojenja: hidroelektrana Sklope, Šarske vode, Mavrovo II, Split II, a od termoelektrana: Lukavac (u pogledu pomoćnih objekata), Kakanj (u pogledu glavnog pogonskog objekta) i Kosovo (u pogledu dovoda rashladne vode).

U početnom stupnju korištenja narodnog bogatstva Jugoslavije u vodnim snagama i fosilnim gorivima razumljivo je, da je veoma veliki broj projekata, koji su po svojim obilježjima i po rokovima izgradnje prikladni za pokriće pokazanog manjka energije.

Koordinacioni organi jugoslavenske elektroprivrede završili su opsežan rad naturalnog i valutarnog snimanja pojedinih hidro- i termoenergetskih projekata, uz istovremeno utvrđivanje kriterija za ocjenu njihovog boniteta.

Na temelju takvog rada bilo je olakšano organima privrede i kreditiranja da donesu prve odluke o daljnjoj izgradnji.

Tako su za pokriće manjka prvog razdoblja koncem godine 1963. donesene odluke o izgradnji hidroelektrana Rama, Rijeka, Potpeć, Drava I, Špilje i Tikveš, a naskoro zatim za termoelektrane Plomin, Morava i Trbovlje II.

U pogledu daljnjeg razmatranja u odnosu na predložene projekte potrebno je napomenuti slijedeće:

Najveću moguću pouzdanost pokrivanja svakodnevnih potreba za snagom i energijom daju termoelektrane. Zalihe fosilnih goriva u svijetu i kod nas su tolike, da osiguravaju opskrbu potrošača za nekoliko desetaka puta duži rok, nego što je vijek trajanja postrojenja, pa s obzirom na izbor energetskih izvora za proizvodnju električne energije, dvojba u konačnost zaliha fosilnih goriva ne može imati utjecaj kod odluke. Ako se još uvaži znatna mogućnost proizvodnje energije iz danas poznatih nalazišta urana, onda su zalihe goriva još znatno veće.

Snaga termoelektrane praktički stoji uvijek na raspolaganju. Termoelektrane mogu na bilo kojem mjestu i u bilo koje vrijeme proizvesti potrebnu snagu i energiju, pa se pomoću proizvodnje termoelektrana može osigurati kontinuirana opskrba potrošača bez pomoći drugih izvora.

Nasuprot tomu hidroelektrane su vezane na neposredno područje vodotoka, te imaju ograničenu snagu, određenu prirodnim uvjetima (pad i količina vode), a mogućnost proizvodnje ovisna je o utjecajima izvan elektrane, radi promjenljivosti prirodnog protoka vode.

Da bi se izravnale razlike između potrebne i raspoložive energije, prilazi se reguliranju prirodnih protoka akumulacionim bazenima. Međutim, radi tehničkih poteškoća, nije moguće ostvariti tolike akumulacione bazene, koji bi uskladili mogućnost proizvodnje i potrebe potrošača.

Opskrbu električnom energijom nije dakle moguće osigurati samo izgradnjom hidroelektrana, već treba osim hidroelektrana graditi i termoelektrane sa svrhom, da svojom energijom dopune manjkove, koji nastupaju radi promjena mogućnosti proizvodnje hidroelektrana.

Energetske su prednosti na strani termoelektrana, a hidroelektrane mogu te prednosti ugroziti u mjerama postignutih ekonomskih koristi.

Svako povećanje potrošnje može se zadovoljiti izgradnjom novih i povećavanjem instaliranih snaga postojećih termoelektrana. S druge strane, povećanje potrošnje može se zadovoljiti izgradnjom novih hidroelektrana i manjim brojem termoelektrana, budući da hidroelektrane nisu u mogućnosti svojim rasporedom proizvodnje podmiriti u potpunosti potrebe za snagom i energijom.

Tako i ovog časa prevladava među organima privrede i kreditiranja misao da je najsigurnije izravnanje proizvodnje i osiguranje potrošnje ono, što ga pružaju termoelektrane i akumulacione hidroelektrane.

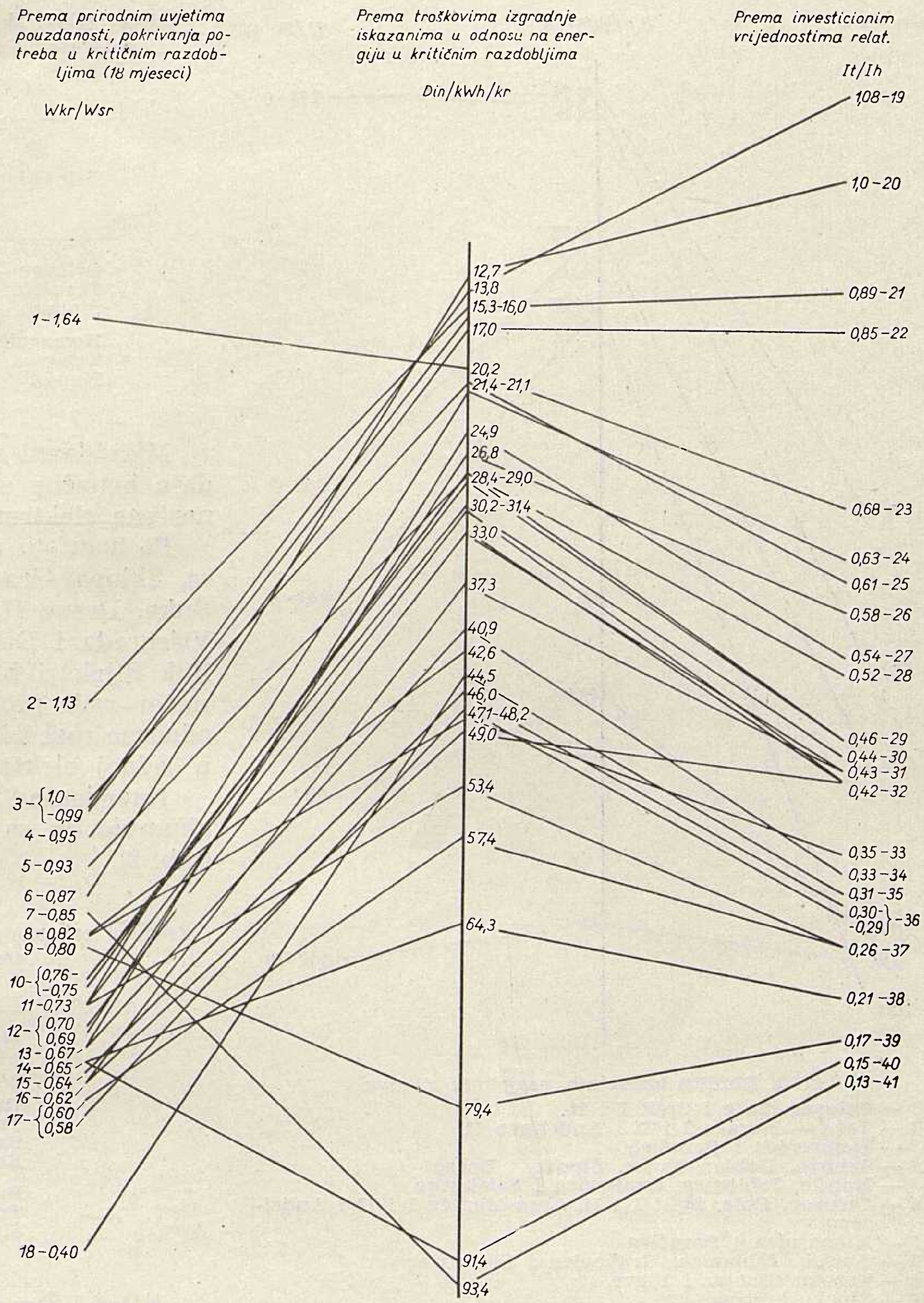
U pogledu izgradnje termoelektrana i njihovih prednosti iznosi se da su termoelektrane jeftinije, da je rok izgradnje kraći, a investicije efikasnije, te da se sredstva brže obrću.

Istovremeno iskrsava misao o potrebi čuvanja zaliha ugljena za plemenitije tehnološke procese u kemijskoj industriji, javlja se stalna neizvjesnost u pogledu cijene goriva, koje predstavlja polovični udio u bruto produktu proizvodnje termoenergije. Potonje okolnosti došle su do izražaja u razmatranju unutar jugoslavenske elektroprivrede gdje je prevladao kriterij, da pri izboru treba nastojati, kako današnji uslovi dobave ne bi bili odobreni radi svojih niskih investicija, a uz eventualnu skupu proizvodnju. Istovremeno je napomenuto, da prednost treba dati onoj varijanti, koja za najkraći broj godina uštedom u troškovima eksploatacije može refundirati razliku u visini investicija u odnosu na druge varijante.

Sam stupanj iskorištenja vodnih snaga iznosi danas u Jugoslaviji 29 % od čega je 14 % u eksploataciji a 15 % u izgradnji. Radi kompleksnosti obilježja hidroenergetskih projekata, iz opsežnog razmotrenog materijala ovdje se prikazuju njihove investicije i troškovno-energetske vrijednosti, kao i odnosne vrijednosti poznatih projekata i postojećih postrojenja na pojedinim slivovima. Snimanje boniteta termoenergetskih projekata (specifični potrošak, cijena goriva, specifična investicija, investicije u rudokope i sl.) ne zahtijeva tako opsežne analize u tom pogledu.

Sl. 1. Bonitet aktuelnih pojedinačnih hidroenergetskih projekata, mjeren po investicijama

1 — Orlovac
2 — Tara — Morača I i II
3 — Đale, Perućica nakon Komarnice i Split I i II nakon Orlovca
4 — Tara — Morača I
5 — Obrovac
6 — Sklope
7 — Šipovo
8 — Gradec
9 — Komarnica
10 — Grabovica i Krško
11 — Vrhovo, Andrijevo i Trnovo
12 — Štrbački buk, Bočac i Salakovac
13 — Višegrad i Drava II
14 — Ključ i Konjic
15 — Varaždin
16 — Buk Bijela i Žur II
17 — Prača i Dubravica
18 — Kalimanci
19 — Split I i II nakon Orlovca
20 — Sklope
21 — Tara — Morača I i II
22 — Tara-Morača I i Perućica nakon Komarnice
23 — Orlovac
24 — Andrijevo
25 — Đale
26 — Salakovac
27 — Višegrad
28 — Obrovac bez Brnićeva
29 — Krško i Grabovica
30 — Štrbački buk
31 — Buk Bijela i Žur II
32 — Vrhovo i Bočac
33 — Gradec
34 — Drava II
35 — Kalimanci
36 — Varaždin i Dubravica
37 — Trnovo i Prača
38 — Konjic
39 — Komarnica
40 — Ključ
41 — Šipovo



Da bi bilo moguće snimiti investicione i troškovno-energetske vrijednosti slivova, bilo je uz vrijednosti aktuelnih projekata potrebno prikazati i bonitet elektrana, koje su u pogonu.

Bonitet prema prirodnim uvjetima

Temeljna strana boniteta pojedinih hidroenergetskih postrojenja je u prirodnim uvjetima.

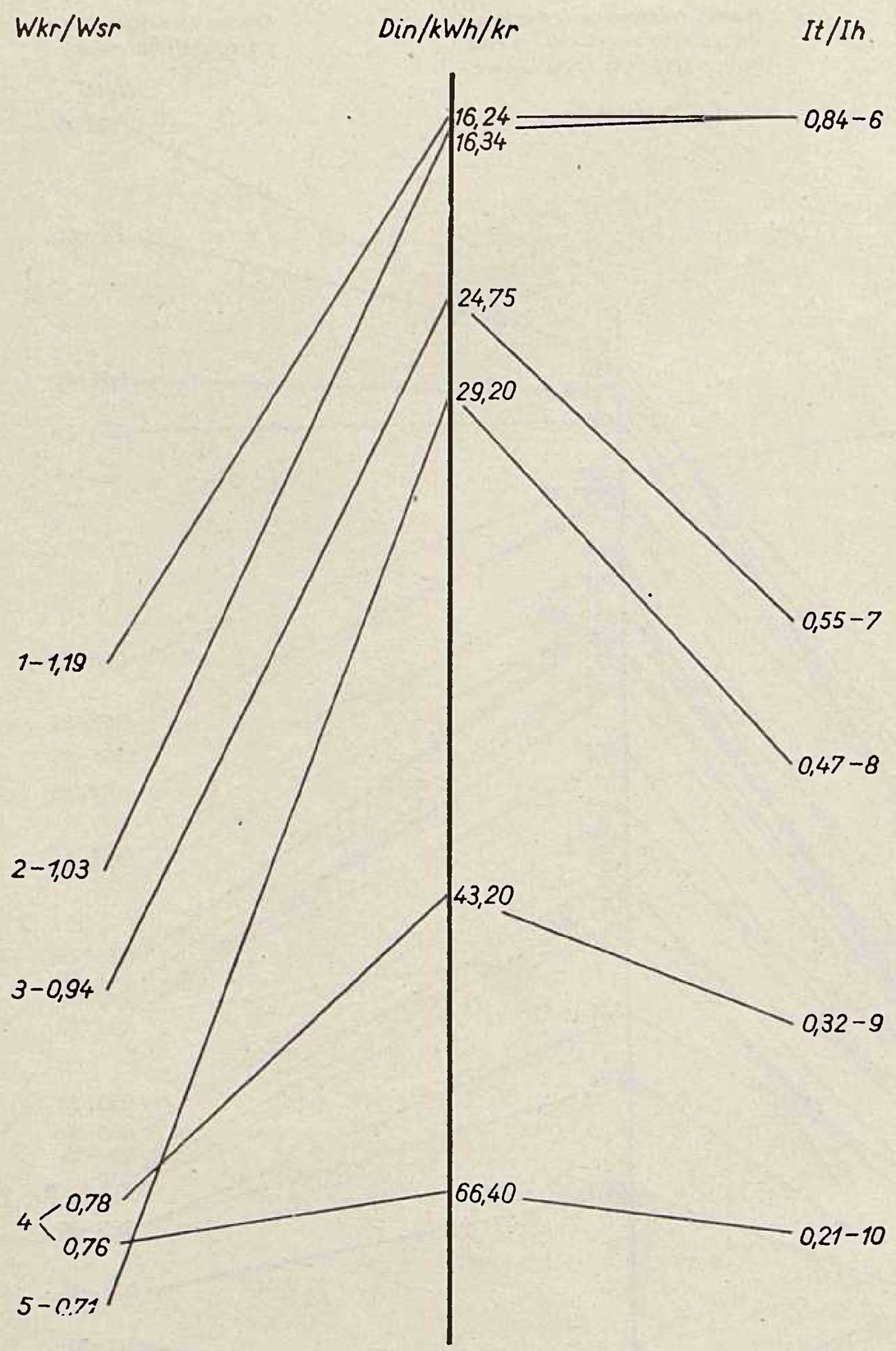
Pod tim se razumijeva geološki sastav, koji uvjetuje veličinu zahvata, te količina, intenzitet oborina i pad.

S obzirom da predloženi projekti, i hidroenergetski projekti općenito, u određenoj mjeri zadiru u privredni život, komunikacije i naselja, to iznesenu zasadu treba razumjeti, da je bonitet pojedinog postrojenja jednak koncepciji projekta u pogledu usvojenih kota zahvata i opsega potapanja kultura i imovine, puštajući pri tome po strani sredstva, koja treba investirati za tu svrhu.

Kao izraz prirodnog boniteta služi stupanj pouzdanosti pokrivanja potreba za energijom odnosno snagom u kritičnim razdobljima (W_{kr}), postavljen u odnos naprama proizvodnji u srednjoj hidrološkoj godini (W_{sr}). Što je veća korisna zapremnina i time vezani veći elasticitet rada akumulacije, opisani odnos je to povoljniji.

Među iskazanim podacima (sl. 1) boniteta prema prirodnim uvjetima od 29 hidroenergetskih projekata, 7 od njih su čelne akumulacije sa širom namjenom. To su Buško Blato (Orlovac), Bakovića Klisura (Tara—Morača), Buk Bijela (veća vrijednost bez prevođenja), Šavnik (Komarnica), Konjic, Bovec (Trnovo) i Šipovo.

Vrijednosti koje su iskazane kod čelne akumulacije i elektrana, daju nepotpunu predodžbu boniteta, jer ne obuhvaćaju cjelokupan efekat rada akumulacije.



Sl. 2. Bonitet aktuelnih projekata slivova

1 — Orlovac, Đale i Split I i II
2 — Tara — Morača I i II i Andrijevo II
3 — Komarnica i Perućica
4 — Trnovo, Doblar, Plave, Šipovo i Bočac
5 — Konjic, Jablanica, Grabovica i Salakovac
6 — Orlovac, Đale, Split I i II, Tara-Morača I i II i Andrijevo
7 — Komarnica i Perućica
8 — Konjic, Jablanica, Grabovica i Salakovac
9 — Trnovo, Doblar i Plave
10 — Šipovo i Bočac

Gdje je dakle bilo raspoloživih elemenata, pokazani su utjecaji izgradnje čeličnih elektrana na nizvodne režime.

Na taj način pokazan je utjecaj izgradnje hidroelektrane Orlovac u širem slivu Cetine na hidroelektranu Đale, na postojeći Split i na projekt konačne izgradnje; utjecaj projekta Tara-Morača I i II etapa na izgradnju hidroelektrane Andrijevo, utjecaj Komarnice na Perućicu, Konjica na Jablanicu, Grabovicu i Salakovac, utjecaj Trnova na postojeće elektrane Doblar i Plave, zatim mali utjecaj Šipova na postojeće elektrane Jajce I i II i na projekat Bočac na Vrbasu (sl. 2).

Slično je i sa Buk Bijelom u I i II varijanti i sa njenim utjecajima na nizvodne elektrane, koje će biti potrebno prikazati na sličan način, kad podaci budu raspoloživi.

Ovi utjecaji čelnih elektrana na bonitet slivova vidljivi su iz tablice 1.

Utjecaj čelnih akumulacija u projektu na bonitet nazivne elektrane, u usporedbi sa utjecajem na čitav sliv

Tablica 1

Hidroelektrana	Bonitet prema prirodnim uvjetima	
	Nazivna elektrana u projektu	Projekat sliva
Orlovac	1,64	1,19
Tara-Morača	1,13	1,03
Šipovo	0,85	0,76
Komarnica	0,80	0,94
Trnovo	0,73	0,78
Konjic	0,65	0,71

Mjerodavni su boniteti projekata slivova, koji daju konačne efekte, dok je podatak o bonitetu nazivne elektrane važan radi usporedbe.

Po bonitetu prema prirodnim uvjetima Obrovca, Sklopa, Gradeca, Krškog, Vrhovog, Štrbačkog Buka, Drave II, Ključa, Varaždina, Žura, Prače, Višegrada i Dubravice (do časa obrade utjecaja Buk Bijele) i Kalimanaca, iskazani podaci su konačni radi protočnog karaktera ovih elektrana odnosno radi iskorištenja čitave vodne snage sliva u jednoj elektrani (Obrovac, Žur, Ključ, Prača).

Navedenih 7 čelnih akumulacija jesu istodobno akumulacije sa najvišim relativnim volumenom (tab. 2).

Relativni volumen akumulacije 7 čelnih zahvata, namijenjene proizvodnji električne energije

Tablica 2

Hidroelektrana	%
Orlovac	89,7
Tara-Morača	110,7
Kalimanci	59,3
Konjic	23,7
Buk Bijela	15,7—18,5
Trnovo	33,4
Šipovo	37,9

Ključ i Žur su pri tom — usprkos znatnom volumenu akumulacije — ovaj čas ostavljeni po strani, jer po predloženim projektima sliv još nije obrađen.

Sama kritična razdoblja kao jedna od komponenata za utvrđivanje boniteta ustanovljena su prema vladajućem kriteriju pod uvjetom, da električnom energijom bude osigurano 90 % od 360 razmatranih hidroloških mjeseci (potpuno osiguranje od 0 do 90 % krivulje trajanja potrebne termoenergetske dopune). U preostalih 10 % mjeseci vršit će se redukcije pojedinih kategorija potrošača.

Savezno s tim treba napomenuti, da je racionalno provesti rad velikih zahvata, koji imaju mogućnost korisnog akumuliranja iznad 40 % godišnjeg dotoka na način, da ostvare što veću proizvodnju u razdobljima, koja se pokazuju kao kritična prema pogonu postojećih i danas poznatih izvora energije g. 1969., kao i u mjesecima VII do X tokom godine [5]. To je ekonomski opravdana distinkcija od načina pražnjenja za akumulacije sa godišnjim dotokom ispod 40 %.

Bonitet prema troškovima izgradnje

U pravilu će ostvarenje pojedinih hidroenergetskih projekata potvrditi vrijednost, koju oni imaju prema prirodnim uvjetima. Tek kod težih uvjeta izvedbe zahvata i čeličnih elektrana dolazi do primjetnog opadanja investicionog boniteta u odnosu na bonitet prema prirodnim uvjetima. Ovo posebno vrijedi za projekte hidroelektrana Orlovac, Šipovo, Komarnica i Konjic.

Orlovac je derivaciono postrojenje šireg sliva Cetine koje obiluje mnogim skupim objektima. Naročito treba spomenuti oko 70 km različitih kanala, nasutu branu od 340.000 m³ na akumulaciji Sturla i nasip od 2,4 milijuna kubika na akumulaciji Buško Blato.

Šipovo je akumulaciono-pribransko postrojenje na Plivi, 14 km od njenog izvora. Naročito značajni objekt je lučno gravitaciona brana visine 118 m, zapremnine 416.000 m³.

Komarnica je akumulaciono-derivatno postrojenje s lučnom branom visine 200 m i sa 12,1 km tunela.

Konjic, također ima lučno-gravitacionu branu. Njena je visina 133 m, sa zapremninom od 516.000 m³. Ovo je postrojenje akumulaciono pribransko.

S druge pak strane snimanjem cjelokupnog efekta projekta sliva Orlovac—Split (Cetina), Komarnica—Perućica (Zeta) i Konjic—Salakovac (Neretva), efekti sadržani u pripodnim uvjetima čelnog projekta dolaze do izražaja u slivu.

Za Šipovo i Bočac ovo vrijedi u manjoj mjeri. Glavne investicione značajke promatranih hidroelektrana dane su u tab. 3.

Bonitet prema troškovima izgradnje izražen je investicionim količnicima.

Uz investicioni količnik na bazi proizvodnje u srednjoj hidrološkoj godini (W_{sr}), koji je danas vladajući investicioni pokazatelj, uveden je u ovo razmatranje količnik energije u razdobljima utvrđenim kao kritičnim za pogon 1969. (W_{kr}). U svrhu praćenja, u kojem je odnosu investicioni količnik (W_{kr}) naprama onom (W_{sr}) promatra se energija kritičnih razdoblja sa energijom u srednjoj hidrološkoj godini, svedeno na 12 mjeseci.

Investicioni količnici za promatrane elektrane dani su u tablici 4.

Investicione količnike možemo svrstati u tri skupine.

I Skupina nižih investicionih količnika u kritičnom razdoblju naprama onima u srednjoj hidrološkoj godini:

Tara—Morača I i II etapa ima veoma povoljan investicioni količnik kritičnog razdoblja u odnosu na onaj srednje hidrološke godine radi prednosti rada godišnje akumulacije i radi povoljnih uvjeta izvedbe.

Kao što je navedeno, pri Orlovcu su neobično opsežni radovi na dovodu. Radi toga se u grubom može računati da od din/kWh 19,6 — u kojoj visini je godišnji kritični investicioni količnik niži od onog u srednjoj hidrološkoj godini — Din/kWh 9,2 otpada na prednosti rada godišnje akumulacije, a Din/kWh 10,4 na natprosječne teške uvjete, pod kojima se to postizava.

Investicione značajke pojedinih projekata

(u odnosu na prirodne uvjete)

Tablica 3

Orlovac	Znatne investicije u zahvat i čelnu elektranu
Tara-Morača I i II et.	Povoljni uvjeti za izvedbu zahvata i čelne elektrane
Đale	Relativno znatne investicije u zahvat
Perućica nakon Komarnice	Isti red veličine investicija i efekata
Split I i II nakon Orlovca	Racionalno investiciono korišćenje znatnih efekata reguliranih voda uzvodnih elektrana
Tara Morača I et.	Povoljni uvjeti za izvedbu zahvata i čelne elektrane
Obrovac	Relativno znatne investicije u dovodni tunel
Sklope	Znatni efekti uz male investicije u pribransku elektranu
Šipovo	Znatne investicije izvedbe zahvata i čelne elektrane
Gradec	Znatne investicije izvedbe elektrane
Komarnica	Znatne investicije izvedbe zahvata i čelne elektrane
Grabovica	Racionalno investiciono korišćenje znatnih efekata reguliranih voda uzvodnih elektrana
Krško	Jeftina izvedba protočne elektrane bez zahvata
Vrhovo	Jeftina izvedba protočne elektrane bez zahvata
Andrijevo	Racionalno investiciono korišćenje znatnih efekata reguliranih voda na uzvodnom i vlastitom zahvatu
Trnovo	Znatne investicije u zahvat u čelnu elektranu
Štrbački Buk	Jeftina izvedba protočne elektrane bez zahvata
Bočac	Isti red veličine investicija i efekata
Salakovac	Racionalno investiciono korišćenje znatnih efekata reguliranih voda uzvodnih elektrana
Višegrad	Racionalno investiciono korišćenje znatnih efekata reguliranih voda uzvodnih elektrana
Drava II	Isti red veličine investicija i efekata
Ključ	Znatne investicije izvedbe zahvata
Konjic	Isti red veličine investicija i efekata
Varaždin	Isti red veličine investicija i efekata
Buk Bijela	Isti red veličine investicija i efekata
Žur I etapa II	Isti red veličine investicija i efekata
Praćak	Isti red veličine investicija i efekata
Dubravica	Niske investicije u odnosu na efekte
Kalimanci nakon natapanja	Niske investicije u elektroenergetski dio kombiniranog postrojenja

Investicioni količnici pojedinačnih hidroenergetskih postrojenja u projektu na bazi količine energije u kritičnim razdobljima i u srednjoj hidrološkoj godini

Tablica 4

Hidroelektrana	Investicioni količnik prema količ. energije			Relativni volumen akumulacije	Odnos instaliranog prema srednjem god. protoku
	u 18 kritičnih mjeseci	u 12 kritičnih mjeseci	u sred. hidrološkoj godini		
	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh	% god.	Q_i/Q_{sr}
Sklope	12,7	19,2	*15,9*	19,0	1,65
Split I i II nakon Orlovca	13,8	20,7	*20,5*	41,9	1,87
Tara Morača I i II etapa	15,3	22,9	*25,9*	110,7	2,15
Perućica nakon Komarnice	16,0	24,0	*23,7*	3,4	1,31
Tara Morača I etapa	17,0	25,4	*24,2*	46,0	1,21
Orlovac	20,2	30,4	*50,0*	89,7	2,01
Đale	21,4	32,2	*32,6*	41,8	1,68
Andrijevo II nakon Tare-Morače	22,1	33,2	*24,4*	11,0	1,81
Višegrad nakon Kokin Broda	24,9	37,4	*24,8*	2,4	1,34
Salakovac nakon Rame i Konjica	26,0	39,0	*27,7*	5,3	1,97
Krško	28,4	42,7	*33,2*	0	1,24
Obrovac bez Brnićeva	28,5	42,8	*37,8*	5,6	1,67
Grabovica nakon Rame i Konjica	29,0	43,7	*33,4*	6,8	1,91
Vrhovo	31,4	47,2	*35,4*	0	1,31
Štrbački buk	31,4	47,2	*34,3*	0,1	1,27
Bočac nakon Šipova	33,0	49,6	*34,7*	21,3	2,5
Buk Bijela (bez prevođenja)	33,0	49,6	*29,2*	15,7	1,90
Drava II	40,9	61,5	*40,9*	0,2	1.39
Gradec nakon Šarskih voda i Tikveša	42,6	64,0	*51,5*	5,6	1,52
Kalimanci nakon natapanja	44,5	66,8	*29,6*	30,8	1.57
Varaždin (76,8 MW)	46,0	69,1	*44,3*	0.04	1,33
Dubravica nakon Kokin Broda	47,1	70,7	*40,7*	9,2	1.59
Žur I etapa II	49,0	73,5	*35,3*	25,8	2,03
Trnovo	53,4	80,1	*58,2*	33,4	2,60
Prača	57,4	86,3	*51,6*	0,6	1,39
Konjic	64,3	96,6	*62,0*	23,7	2,81
Komarnica	79,4	118,0	*94,2*	59,3	2,81
Ključ	91,4	137,2	*86,9*	52,4	1.70
Šipovo	93,4	140,4	*130,0*	37,9	2,08

II Skupina izjednačenih investicionih količnika

Izjednačene investicione količnike imaju slijedeći projekti:

	Investicioni količnik Din/kWh
Split I i II etapa	20,7 : 20,5
Perućica nakon Komarnice	24,0 : 23,7
Tara-Morača I etapa	25,4 : 24,2
Đale	32,2 : 32,6

Relativni volumen vlastitih i uzvodnih akumulacionih projekata kreće se od 29,4 do 46,0 %.

Ovaj znatni volumen i postignuti efekti na Splitu I i II etapa, Perućici i Đalama u vrijeme najvećih potreba uzrokom su izjednačenosti investicionih količnika.

Kod Tare—Morače to se također očituje u I etapi vlastite akumulacije.

III Investicioni količnici kritičnog razdoblja pretežnog dijela 23-ju neimenovanih projekata su viši od onih u srednjoj hidrološkoj godini.

Razlika se kreće od Din/kWh/g 3,3 (Sklope) do Din/kWh/g 50,0 (Ključ).

Problem prijenosa energije iz energetskih suficitarnih područja

Iskazani investicioni količnici mijenjaju se u određenoj mjeri za hidroenergetske projekte u suficitarnim energetskim područjima za investicije prijenosa na udaljenost iznad 200 km pod naponom 220 kV. Pri tomu je izostavljen 110 kV prijenos energije u okolna područja. Uključujući pripadajuće 220 kV investicije uz pojedinačne izvore u energetski suficitarnim područjima, pokazuje se promjena investicionih količnika prema tab. 5.

Velike akumulacije i njihove elektrane ostaju u granicama visokih vrijednosti. Prijenos ne utječe na stupanj njihovog boniteta prema troškovima izgradnje.

Isto vrijedi i za bonitet slivova uz ogradu, da se bonitet Komarnice i Perućice — uključujući prijenos — poklapa s bonitetom elektrana u slivu Neretve, čija proizvodnja i snaga mogu biti prenesene putem 110 kV prijenosnog napona, pa ih ovdje iskazane prijenosne investicije ne opterećuju.

Relativne investicione vrijednosti

Ove vrijednosti pokazuju odnos investicija u hidroenergetske projekte prema investicijama u termoenergetske projekte (uključivo proširenja i otvaranja rudnika) iste instalirane snage, s kojom pojedine hidroelektrane mogu pokriti potrebe za snagom u kritičnom razdoblju.

Hidroelektrana Split I i II etapa je 8 % jeftinija od odgovarajuće termoelektrane snage 229 MW, koliko konačna izgradnja Splita nakon izgradnje HE Orlovac može pokriti snage u kritičnom razdoblju (vidi desnu kolonu sl. 1.).

Slično je i s projektom Sklope kao pribranske elektrane uz branu Kruščica, kao sezonski zahvat HE Senj.

Investicije u odgovarajuće termoelektrane su 11 do 15 % niže negoli investicije u Taru—Moraču

Hidroelektrane u suficitarnim energetskim područjima i utjecaj 220 kV prijenosa na stupanj njihovog boniteta

Tablica 5

Hidroelektrana	Snage namijenjene prijenosu 220 kV	Investicije za prijenos	Energija namijenjena 220 kV prijenosu	Proizvodnja u kritičnom razdoblju	Investicioni količnik prijenosa proizvodnje u kritič. razdoblju		Invest. količnik franko kritična potrošnja
	MW	10^8 Din	GWh	GWh	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh
Split I i II nakon Orlovca	300	7,8	1000	3.011	2,6	13,8	16,4
Tara—Morača I et.	200	7,8	1000	1.943	4,0	17,0	21,0
Tara—Morača I i II et.	400	10,2	1500	2.925	3,5	15,3	18,8
Perućica nakon Komarnice	200	7,8	1500	2.256	3,5	16,0	19,5
Orlovac	200	7,8	800	2.166	3,6	20,2	23 8
Andrijevo II et.	120	4,2	500	562	7,5	22,1	29,6
Buk Bijela (bez prev.)	300	7,8	1500	1.382	5,6	33,0	38,6
Dubravica	300	7,8	1500	1.365	5,7	47,1	52,8
Žur I et. II	100	4,2	400	502	8,4	49,0	57,4
Konjic	100	4,2	350	395	10,6	64,3	74,9
Komarnica	90	4,5	300	360	11,6	79,4	91,0
Orlovac i Split I i II	500	16,6		5.177	3,2	16,2	19,4
Tara—Morača I i II i Andrijevo	520	15,4		3.487	4,4	16,3	20.7
Komarnica i Perućica	290	12,3		2.616	4,7	24,8	29,5

I i II etapa, odnosno sama I etapa, kao i investicije u Perućici u konačnoj izgradnji nakon Komarnice.

Za sam Orlovac se pokazuje da su investicije u odgovarajuću termoelektranu 32 % niže negoli investicije u ostvarenje ovog značajnog hidroenergetskog projekta.

Niz postepeno opada do zahvata i čelne elektrane Šipovo sa relativnom investicionom vrijednošću od 0,13.

Nakon kumuliranja aktuelnih projekata po slivovima postizavaju se slijedeći jedinstveni pokazatelji boniteta o relativnim investicionim vrijednostima (sl. 2).

Projekti slivova Orlovac do Split I i II etapa, te Tara—Morača i Andrijevo II etapa su u normali sa vrijednošću od 0,84.

Komarnica i Perućica pokazuju se sa jedinstvenom vrijednošću od 0,55. Relativna investiciona vrijednost Konjica, Jablanice, Grabovice i Salakovca iznosi 0,47, a Trnova, Doblara i Plave 0,32. Na kraju niza su Šipovo i Bočac sa vrijednošću od 0,21.

Relativna troškovno-energetska vrijednost u odnosu na investicionu vrijednost

Potreba što efikasnijeg ulaganja i štednje u investicijama nije jedini razlog, da se bonitet hidroelektrana ovdje mjeri prema investicionim vrijednostima.

Uspoređivanjem investicionih sa troškovno-energetskim vrijednostima ovih 29 hidroenergetskih projekata nađena je korelacija njihovih investicionih sa troškovno-energetskim vrijednostima.

Ovo sažeto pokazuje zaključni prikaz parametara prema tab. 6 i sl. 3. Faktor povećanog relativnog izraza troškovno-energetskih nad investicionim vrijednostima iznosi u ponderu 3,35, a u rasponu od 2,40 do 4,55. To znači da su troškovi proizvodnje u razmatranju hidroelektrana 140 do 355 % niži od godišnjih troškova proizvodnje u odgovarajućim termoelektranama.

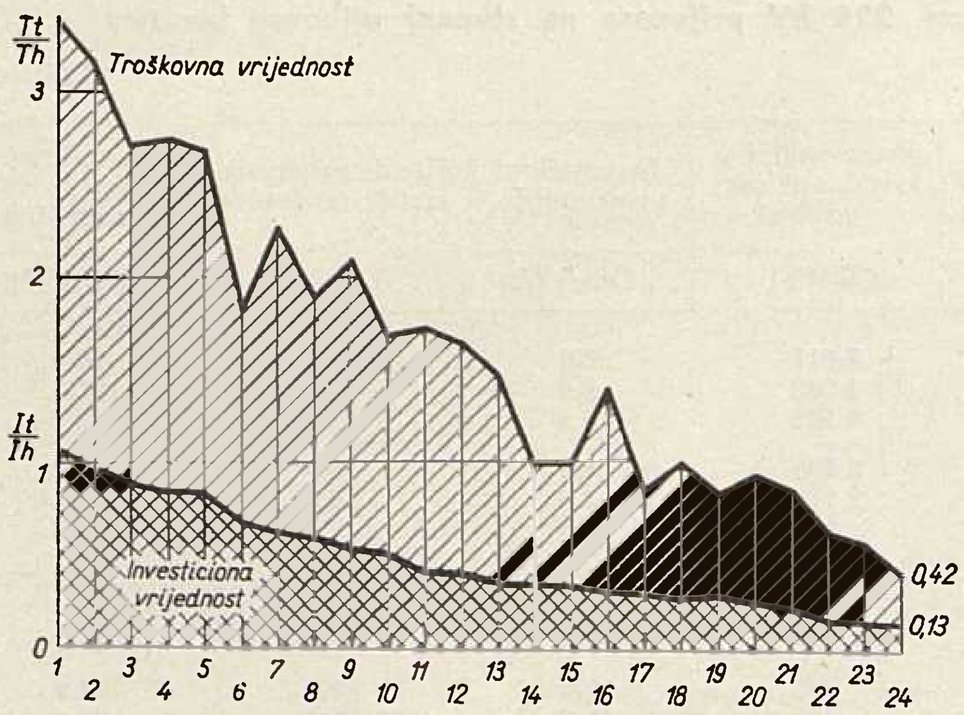
Gorivo odnosno troškovi rada termoelektrana su glavni uzročnik, da je izraz troškovnih vrijednosti iskazan sa multiplikatorom 3,4 u odnosu na investicije vrijednosti. Na samo gorivo otpada multiplikator 2,55 ili 75 % od ukupnog.

Ovo se naročito očituje na ekstremnim primjerima Orlovac i Kalimanci. Prvo postrojenje može u cijelosti iskoristiti godišnju proizvodnju za kritične potrebe, što uzrokuje visoku investicionu vrijednost postrojenja i nisku troškovno-energetsku (faktor 2,40) vrijednost. Obratno, Kalimanci su prvenstveno namijenjeni natapanju. Mala im je mogućnost pokrivanja snage i energije u kri-

Usporedba relativnih investicionih sa troškovno-energetskim vrijednostima i godinama refunda akumulacionih elektrana

Tablica 6

Hidroelektrana	Relativna investiciona vrijednost	Relativna troškovno-energetska vrijednost	Godine za nadoknadu razlike u investicijama uštedom u gorivu sa aktualizacijom godina
Split I i II nakon Orlovca	1,08	3,42	0
Sklope	1,00	3,20	0
Tara-Morača I i II etapa	0,89	2,72	1,0
Tara-Morača I etapa	0,85	2,75	1,3
Perućica nakon Komarnice	0,85	2,68	1,3
Orlovac	0,68	1,83	4,1
Andrijevo II nakon Tare-Morače	0,63	2,28	3,6
Đale nakon Orlovca	0,61	1,91	5,4
Višegrad nakon Kokin Broda	0,54	2,10	4,7
Obrovac bez Brnićeva	0,52	1,67	6,5
Buk Bijela bez prevođenja	0,43	1,74	7,6
Žur I etapa II	0,42	1,67	10,1
Vrutok nakon Šarskih voda	0,35	1,0	37,6
Raven nakon Šarskih voda	0,35	1,02	36,0
Kalimanci nakon natapanja	0,31	1,41	9,9
Dubravica nakon Kokin Broda	0,29	1,03	17,0
Trnovo	0,26	0,96	33,0
Konjic	0,21	0,88	41.7
Komarnica	0,17	0,65	119,0
Ključ	0,15	0,59	100,3
Šipovo	0,13	0,42	



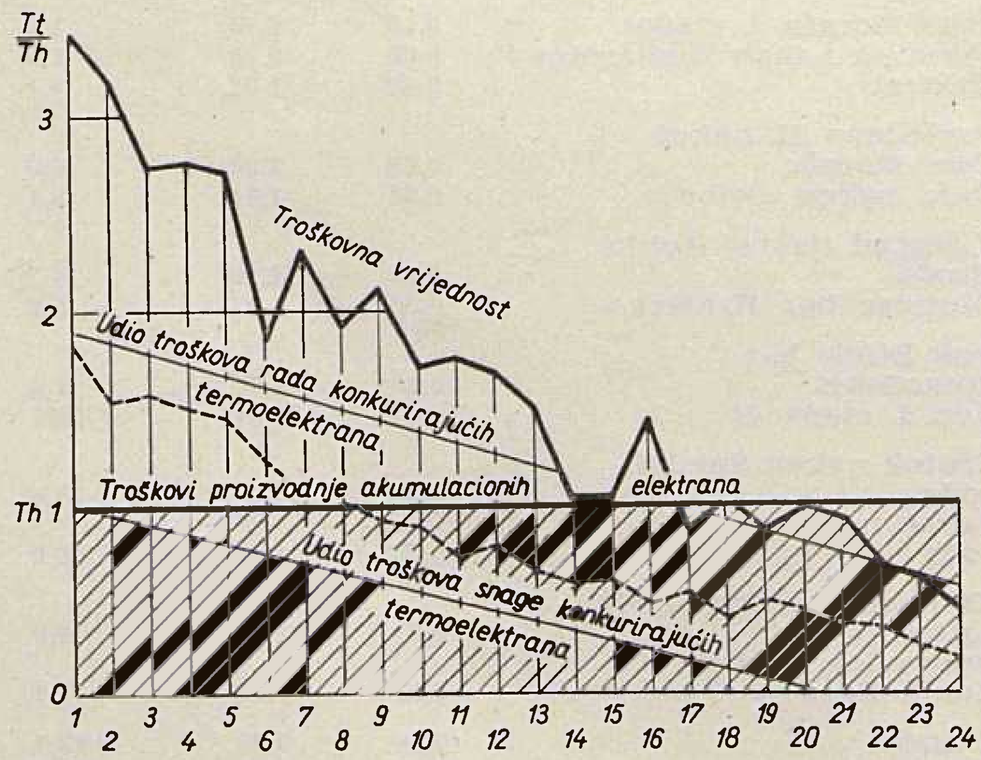
Sl. 3. Troškovna i investiciona vrijednost projekata akumulacionih elektrana

1 — Split I, II nakon Orlovca
2 — Sklope
3 — Tara — Morača I i II
4 — Tara — Morača I
5 — Perućica nakon Komarnice
6 — Orlovac
7 — Andrijevo II nakon T — M
8 — Đale nakon Orlovca
9 — Višegrad
10 — Obrovac bez Brnićeva
11 — Buk Bijela
12 — Žur I, etapa II
13 — Buk Bijela nakon T—M
14 — Vrutak nakon Šar. voda
15 — Raven nakon Šar. voda
16 — Kalimanci nakon natap.
17 — Vrutak
18 — Dubravica
19 — Raven
20 — Trnovo
21 — Konjic
22 — Komarnica
23 — Ključ
24 — Šipovo

tičnom razdoblju, što uzrokuje nisku investicionu i ekstremno visoku relativnu troškovnu vrijednost (faktor 4,55).

Udjeli troškova snage i troškova rada, projicirani na troškovno-energetsku vrijednost hidroelektrana

Ovdje se daje prikaz udjela troškova snage i troškova rada konkurirajućih termoelektrana u



Sl. 4. Udjeli troškova snage i troškova rada u troškovnoj vrijednosti akumulacionih elektrana (brojke 1—24 znače isto kao u sl. 3)

troškovno-energetskim vrijednostima akumulacionih elektrana. Grafički ove udjele prikazuje dijagram sl. 4.

Godišnji troškovi proizvodnje pretežnog dijela hidroelektrana su niži od godišnjih troškova konkurirajućih termoelektrana. Godišnji pak troškovi projekta Tara—Morača I i II etapa, Perućice nakon Komarnice, Orlovca, Splita I i II etapa, Đala i Sklopa niži su štoviše od samih troškova snage konkurirajućih termoelektrana. Osvrtom na to, ovdje su vidljive ukupne uštede u gorivu.

Godišnji troškovi proizvodnje projekta Višegrad, Obrovac (Bez Brnićeva), Buk Bijela (bez i sa prevođenjem), Žur I etapa II, Vrutok i Raven nakon dovoda Šarskih voda, Kalimanci nakon natapanja i Dubravica niži su od godišnjih troškova snage i troškova rada konkurirajućih termoelektrana.

Obuhvaćenje čitavog sliva u jednu troškovno-energetsku vrijednost ovaj se nalaz bitno poboljšava. Ovo posebno vrijedi za Konjic i Komarnicu, a dobrim dijelom i za Trnovo.

Isto takav prikaz moguće je dati i za prednosti i troškovne osobine protočnih hidroelektrana.

Zaključak

Koliko god ova akcija predlaganja projekata nije bila redovita djelatnost elektroprivrednih stručnjaka, nego je izazvana energetskom nuždom, ona ima pozitivan značaj, da je pospješila projektne razrade proizvodnih postrojenja i analitički pridonijela daljnjem usavršavanju projektiranja u pravcu traženja najekonomičnijih rješenja.

Razmatrani projekti obuhvaćaju znatan dio neiskorištenih vodnih snaga Jugoslavije.

Nastojanje je bilo, da budu snimljene njihove energetske osobine i vrijednosti, postignute uz današnju projektnu koncepciju.

Promatrano sa stanovišta iskazivanja visina vrijednosti, skuplje građenje koje se javlja, mijenjat će visinu investicionog količnika, ali će investicione i troškovne-energetske vrijednosti ostajati neizmijenjene.

Ove vrijednosti ostaju obilježja pojedinih projekata i za kasnija razdoblja nakon godine 1970, budući da utvrđeni hidrološki mjeseci potrebne termoenergetske dopune, odnosno kritičnog razdoblja prema iskustvu ostaju u veličini od 80 % konstantni.

Jedino bi neočekivani porast troškova rada (cijene goriva) preko granica sistematskog opadanja specifičnog potroška goriva mogao pridonijeti da se troškovno-energetske vrijednosti pojedinih hidroenergetskih projekata pokažu još povoljnijima od iskazanih, no takav ishod ne bi trebalo smatrati kao povoljan zaključak ovih razmatranja.

Naslov pisca: Radoslav Planić, dipl. ing. ec., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

Literatura na str. 47 dolje

NEKE OSOBINE DNEVNIH DIJAGRAMA OPTEREĆENJA

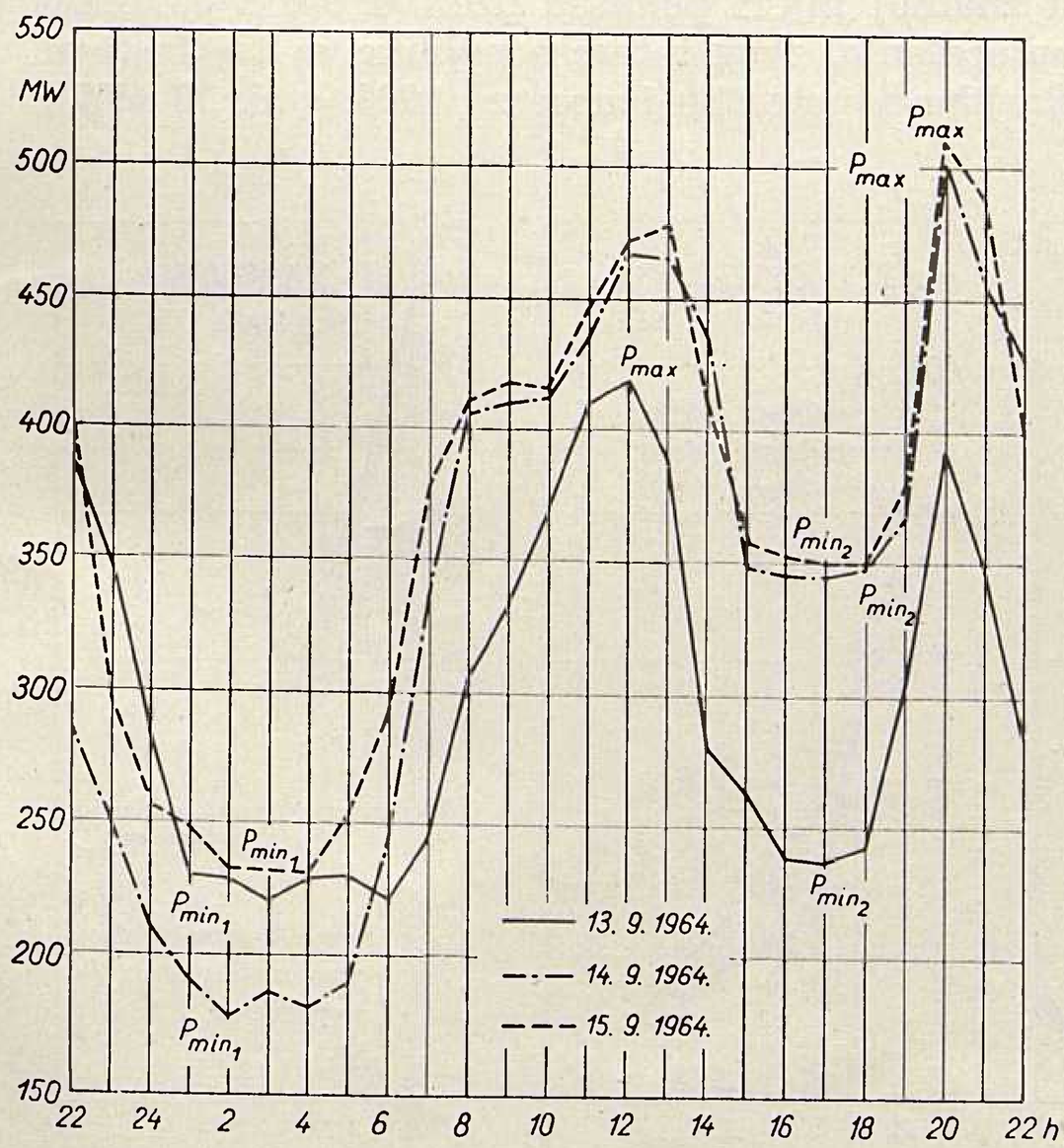
Herbert Praznik, Zagreb

Dnevni dijagram opterećenja se mijenja s obzirom na dan u tjednu i godišnje doba. No osim ovih periodičkih promjena poseban utjecaj imaju također i naročiti događaji u životu stanovništva, koje sistem snabdijeva.
S nekoliko primjera ilustriran je u članku utjecaj nekih posebnih događaja na dnevnom dijagramu opterećenja u 1963. i 1964. godini.

DK 621.3.016.3

Dnevni dijagram opterećenja je osnova za upoznavanje potreba i zahtjeva potrošača i kao takav osnova za izradu voznog reda elektrana. Za opskrbu potrošača kvalitetnom električnom energijom od velike je važnosti, da je vozni red pravilno sastavljen. Vozni red elektrana je u stvari plan ulaska i izlaska elektrana u pogon i iz pogona, raspored opterećenja pojedinih agregata, kao i plan razmjene sa susjednim područjima. Ovako definiran vozni red možemo ujedno shvatiti kao dnevni dijagram predviđanja opterećenja. Dnevni dijagrami nisu po danima identični, već se njihov oblik mijenja iz dana u dan. Međutim, oni tokom pojedinih dana u tjednu pokazuju izvjesne sličnosti (sl. 1). Isto tako postoje izvjesne sličnosti oblika dijagrama opterećenja, ako usporedimo iste dane u tjednu ili mjesecu raznih godina; to je tzv. zakon sličnosti. Može se pretpostaviti, da će se ta sličnost u istim uvjetima i nadalje održati. Međutim, ovu sličnost mogu remetiti neki stalni ili povremeni događaji kao: provođenje redukcija zbog manjka energije koji je uzrokovan bilo kakvim razlogom, ulazak u pogon ili izlazak iz pogona nekog specijalnog potrošača, promjena tarife ili kvar neke elektrane ili prijenosnog voda i sl.

Sl. 1. Dnevni dijagrami opterećenja elektroenergetskog sistema Hrvatske za 13, 14. i 15. 9. 1964.



Na slici 1 prikazani su dnevni dijagrami opterećenja za 3 dana u mjesecu rujnu i to nedjelja 13. 9, ponedjeljak 14. 9. i utorak 15. 9. Ostali dani u tjednu nisu prikazani, jer se opterećenje ne razlikuje bitno od onoga u utorak (vidi tab. 1). Iznimka je subota, kad se pomalo već osjeća uvođenje 42-satnog radnog tjedna. Vidimo, da je opterećenje nedjeljom znatno niže od onog u radnim danima, što je i normalno, jer ne radi velik dio industrije i privrede. Također vidimo, da je vršno opterećenje pomaknuto i da nastupa u 12 sati, dok je tokom tjedna u 20 sati. Dijagram opterećenja za ponedjeljak bitno se razlikuje od opterećenja ostalih radnih dana tokom noći, jer je to još u stvari noć od nedjelje. (Iz tablice 1 vidljivo je da se opterećenje pojedinih radnih dana bitno ne razlikuje).

Tablica 1

Dan u tjednu	Datum	Dnevni potrošak MWh			P_{min}		P_{max}	
		noć	dan	Σ	MW	sat	MW	sat
Nedelja	13. 9.	1958	5025	6983	220	4	421	12
Ponedjeljak	14. 9.	1657	6647	8304	178	2	510	20
Utorak	15. 9.	2064	6592	8656	230	4	506	20
Srijeda	16. 9.	1999	6598	8597	208	3	505	20
Četvrtak	17. 9.	2026	6608	8634	220	3	505	20
Petak	18. 9.	2023	6667	8690	211	4	485	20
Subota	19. 9.	2022	6436	8458	227	3,4	501	20
Nedjelja	20. 9.	1882	5001	6883	208	4	422	12

Godišnje doba također utječe na oblik dnevnog dijagrama opterećenja. Dijagram opterećenja ljetnog dana znatno se razlikuje od onog zimi, što se vidi iz slike 2.

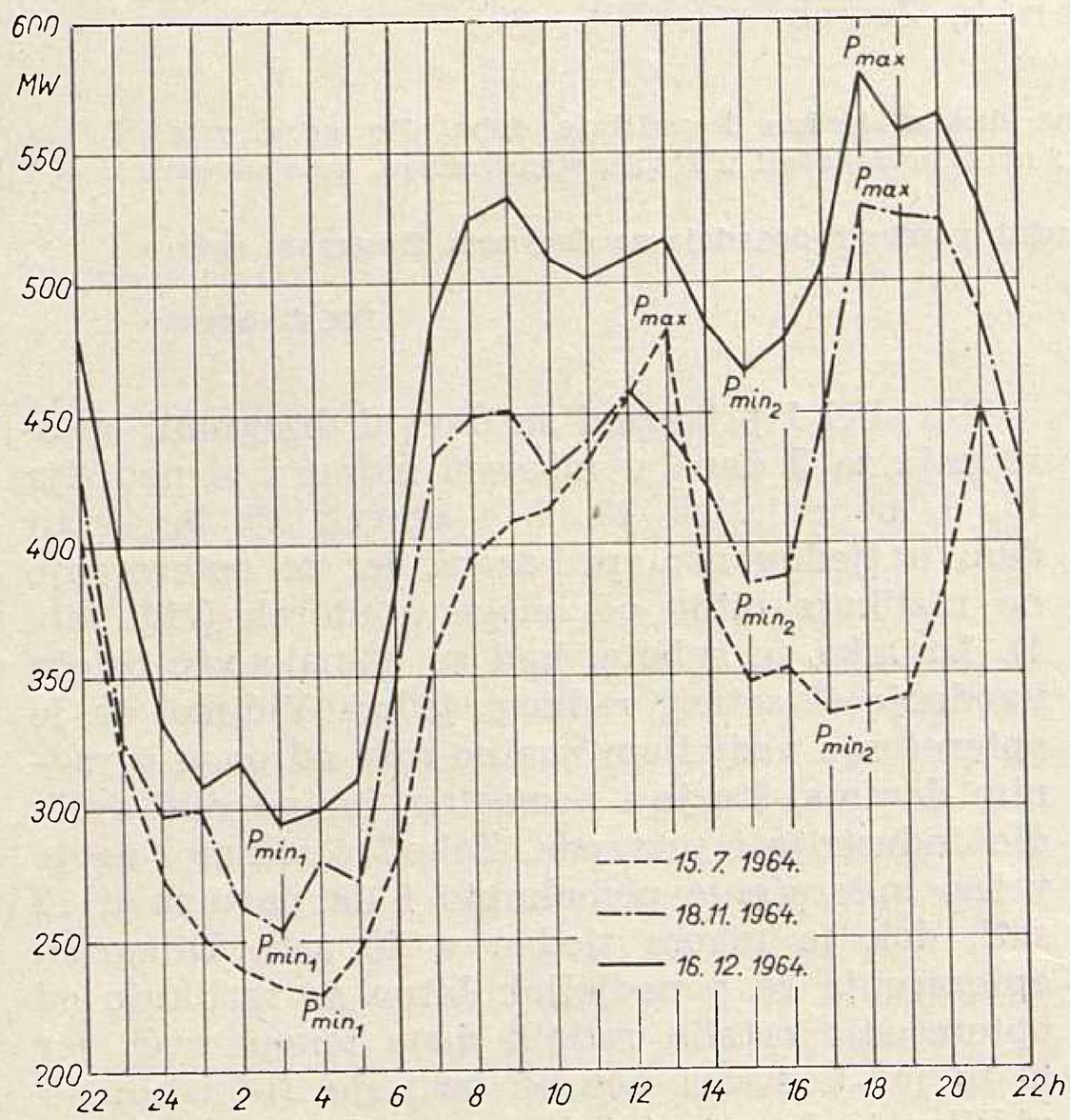
Treba napomenuti, da se svi podaci, koji se ovdje u primjerima navode odnose na područje cijele Hrvatske, a uzeti su iz izvještaja, kojima raspolaže dispečerska služba ZEPH-a u Zagrebu.

Za dnevni dijagram opterećenja karakteristične su slijedeće veličine:

Maksimalno opterećenje — P_{max} [MW]
Minimalno opterećenje — P_{min} [MW]
Energija proizvedena u toku dana — W [MWh.]

Sa stanovišta dispečerske službe razlikujemo ostvareni dijagram opterećenja i dijagram predviđanja opterećenja, koji je u stvari vozni red. Dijagram predviđanja opterećenja izrađuje se vodeći računa o sličnosti odgovarajućih dijagrama opterećenja iz prethodnih dana i prethodnih godina (ovdje uz odgovarajući stepen porasta opterećenja). U obzir se uzimaju i moguće promjene koje bi mogle utjecati na dijagram, kao što su eventu-

Sl. 2. Dnevni dijagrami opterećenja elektroenergetskog sistema Hrvatske za karakteristične srijede 15. 7, 18. 11, i 16. 12. 1964.



Tablica 2

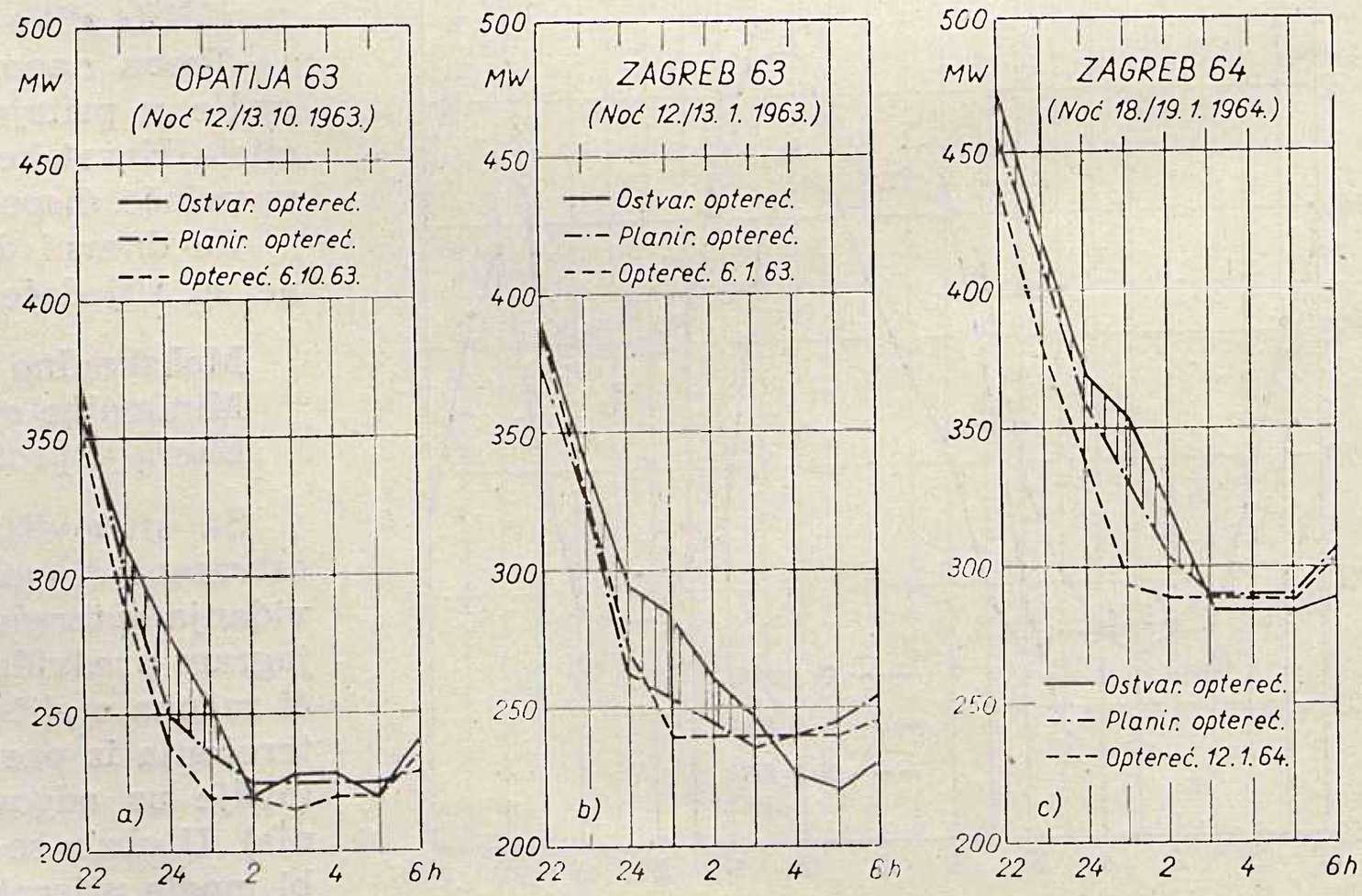
Datum	Dnevni potrošak MWh			P_{min}		P_{max}	
	Noć	dan	Σ	MW	sat	MW	sat
15. 7.	2141	6300	8441	230	4	473	13
18. 11.	2308	7209	9517	255	3	529 (redukcije 375 MWh)	18
16. 12.	2447	8315	10762	295	3	580	18

alni ulazak i izlazak iz pogona specijalnih potrošača, npr. tvornice karbida i aluminija, željezare, cementare i druge. Nastoji se voditi računa i o utjecajima meteoroloških prilika, a ponekad i o priredbama koje se prenose putem radija i televizije.

Ovdje ćemo u nekoliko primjera iz godina 1963. i 1964. prikazati kako mogu neki elementi, koje je vrlo teško statistički obuhvatiti, bitno utjecati na dnevni dijagram opterećenja. Tako na primjer, znatne promjene u dnevnom opterećenju izazivaju nagle promjene vremena kao što su: zahlađenja ili zatopljenja, nešto manje promjene izazivaju nagla naoblačenja ili razvedravanja, jer su uglavnom obuhvaćena manja područja. Razni prijenosi priredaba putem radija i televizije mogu također znatno utjecati na dnevno opterećenje. Ovdje treba izričito napomenuti, da ove promjene u ukupnom dnevnom potrošku možda i ne iznose mnogo, ako dnevno ostvarenje promatramo kao ukupno proizvedenu količinu energije, ali su te promjene u snazi znatnije i mogu u pojedinim momentima, kao što je vršno opterećenje, biti i od presudne važnosti za kvalitet energije.

Slika 3 prikazuje dijagram opterećenja Hrvatske za noć od 12/13. 10. 1963, to je bio zadnji dan festivala Opatija 63. Crtkani dijagram daje ostvarenje za noć subota/nedjelja tjedan dana ranije, koji je služio kao osnova za planiranje očekivanog opterećenja. Linija tačka-crta je planirano (očekivano) opterećenje. Vidimo, da je planer uzeo u obzir izvjesno povećanje tereta. Međutim, ostvarenje je u prvim noćnim satima znatno veće, jer se priredba nešto otegla. Razlika planiranog i ostvarenog opterećenja iznosi u 23 h 10 MW, u 24 h 30 MW, a u 01 h 18 MW. Treba uzeti u obzir, da su to srednja satna opterećenja, a da su ostvarene razlike u stvari znatno veće. Najveća razlika u snazi iznosila je 12 %, što je znatno.

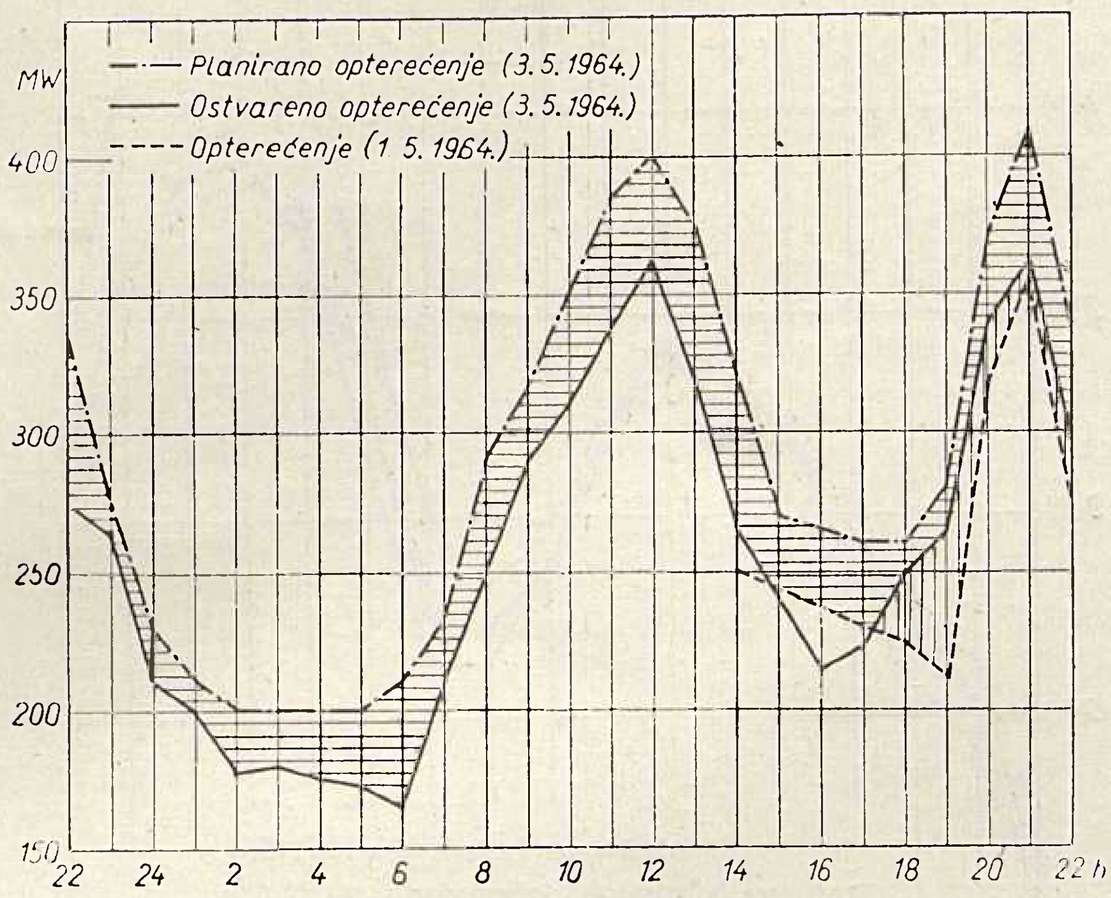
Opterećenje u Hrvatskoj, zadnjeg dana kada je održavan festival zabavnih melodija Zagreb 63. i 64. pokazano je na slici 4. Već je na prvi pogled iz usporedbe obih dijagrama, kako planiranih tako i ostvarenih opterećenja vidljivo, da je planer prilikom planiranja opterećenja za 19. 1. 64. već u znatnoj mjeri pokušao uzeti u obzir povećana opterećenja, zbog interesa publike za taj festival. Razlike u potrošku iznose za 1963. god. 70 MWh,



Sl. 3a. Dnevni dijagram opterećenja elektroenergetskog sistema Hrvatske za noć 12/13. 10. 1964.

ma Hrvatske za nedjelju 3. 5. 1964.

Sl. 4. Dnevni dijagrami opterećenja elektroenergetskog siste-



a u snazi u 24 h 20 MW, u 01 h 32 MW, a u 02 h još uvijek 15 MW. Baš ova priredba se produžila do vrlo kasno u noć, što se i očitovalo na ostvarenom opterećenju. Ovdje iznosi najveća razlika u snazi 32 MW, odnosno 12,8 %.

Zahvaljujući statističkom praćenju i evidenciji izvanrednih opterećenja, planer je očekivao znatnije povećanje opterećenja zadnjega dana festivala Zagreb 64, koji se održao 18. 1. 1964. i ovaj puta razlike nisu tako velike. Razlika između planiranog i ostvarenog potroška za promatrano razdoblje iznosi 46 MWh, a razlika u snazi samo 20 MW, što je 7.8 %.

Nedjelja 3. 5. 1964. može nam poslužiti kao primjer, kako se planer prilikom planiranja opterećenja može znatno precijeniti. Planer je ovom prilikom očekivao, da će zadnjeg dana Prvomajskih praznika biti znatno veće opterećenje, međutim je ostvarenje podbacilo za oko 20 MWh. Znači, održavano je u pogonu nekoliko jedinica rotacione rezerve i do 50 MW, koje su mogle biti obustavljene, pa su se na tim jedinicama mogli izvršiti izvjesni radovi održavanja, koji zbog očekivanog opterećenja nisu bili odobreni. Planirani potrošak iznosio je 6992 MWh, a ostvareni 6170 MWh.

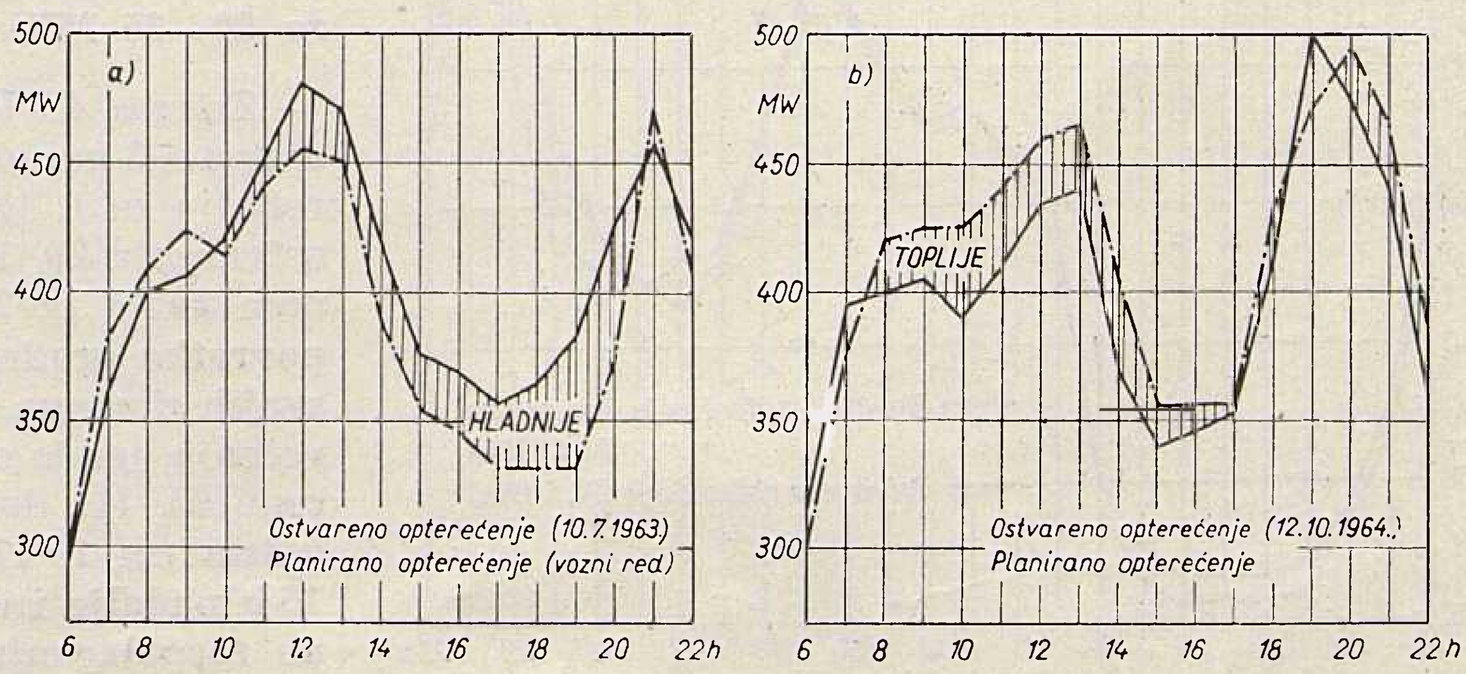
Ostvarenje 3. 5. 64. (sl. 5), je ujedno i primjer koliko interes publike za jednu sportsku priredbu može utjecati na povećanje opterećenja. Tokom cijelog dana do 16 h opterećenje je, kao što se na dijagramu vidi, bilo znatno niže od planiranog. Oko 16,30 h započeo je radio i televizijski prijenos nogometne utakmice Crvena Zvezda — Dinamo. Opterećenje počinje naglo rasti, dok je prije konstantno bilo niže od očekivanog. Ako pretpostavimo, da bi opterećenje zadržalo iznos postignut u 16 h, onda porast do 17 h iznosi 7 MW, a do 18 h 35 MW, dok taj porast od 19 h iznosi čak 48 MW ili, ako pretpostavimo da bi normalni porast iznosio 20 MW, onda ta razlika iznosi samo 28 MW. Uzmemo li u obzir činjenicu, da je 30. 4. u Hrvatskoj bilo prijavljeno 72.292 televizijska aparata, onda taj porast opterećenja i nije tako velik. Kako je planirano opterećenje bilo ionako preplanirano, nije došlo ni do kakvih težih posljedica prilikom zadovoljenja opterećenja.

Kako naglo zahlađenje ili zatopljenje mogu utjecati na promjenu opterećenja, prikazuje slika 6.

Prilikom planiranja opterećenja, koje se je očekivalo za Hrvatsku za 10. 7., pretpostavljalo se je da će vrijeme biti vedro i srazmjerno toplo, kao što je bilo i dan ranije. Tako su temperature u Istri iznosile u TS Raša u 13 h 29 °C, a u TS Rakitju kraj Zagreba 26 °C. Stvarno je dan bio oblačan, jutarnje temperature se nisu bitno razlikovale od onih dan prije, ali su podnevne temperature uz oblačno vrijeme iznosile u Raši 23 °C, a u Rakitju čak 16 °C, ostale temperature prikazane su pregledno u tab. 3. To zahlađenje se odmah odrazilo u ostvarenju dnevnog opterećenja. Iz slike 6a je vidljivo kako je opterećenje od 10 h počelo rasti brže od predviđenog. Tokom popodneva minimum je dostignut u 17 h. Kako je bilo oblač-

Tablica 3

Mjerno mjesto	Temperatura °C					
	9. 7. (četvrtak)			10. 7. (petak)		
	07h	13h	19h	07h	13h	19h
TS Rakitje	21	25	25	18	16	10
Nedeljanec	20	26	26	19	13	11
Matulji	25	26	21	22	22	15
Raša	22	29	25	22	23	18
Pula	23	28	24	24	22	18
Slav. Brod	27	28	24	28	30	16



Sl. 5. Dnevni dijagrami opterećenja elektroenergetskog sistema Hrvatske za 10. 7. i 12. 10. 1964.

Tablica 4

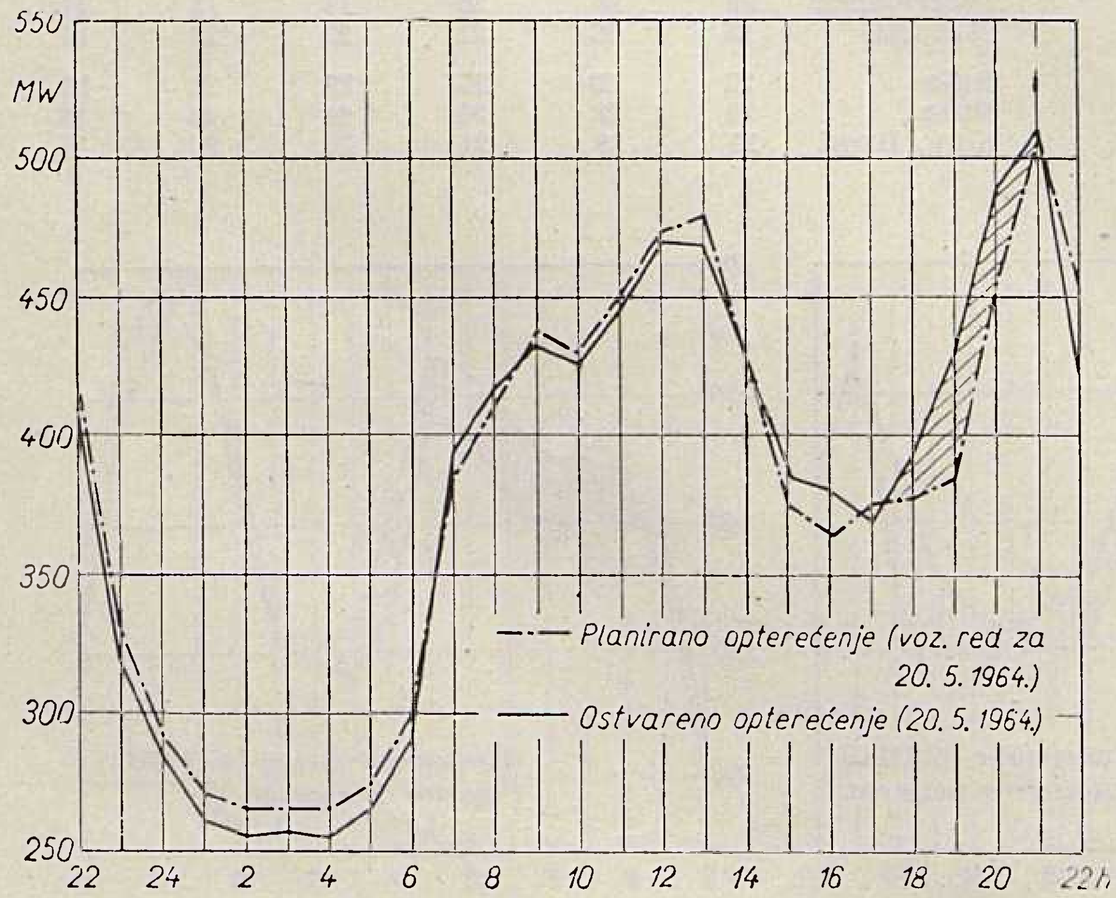
Mjerno mjesto	Temperatura °C					
	10. 10. (subota)			12. 10. (ponedjeljak)		
	07^h	13^h	19^h	07^h	13^h	19^h
TS Rakitje	10	7	6	11	16	10
Nedeljanec	10	10	9	9	16	12
Matulji	12	10	10	13	16	13
Raša	13	14	12	15	18	15
Pula	15	13	13	15	18	15
Slav. Brod	14	17	11	14	19	18

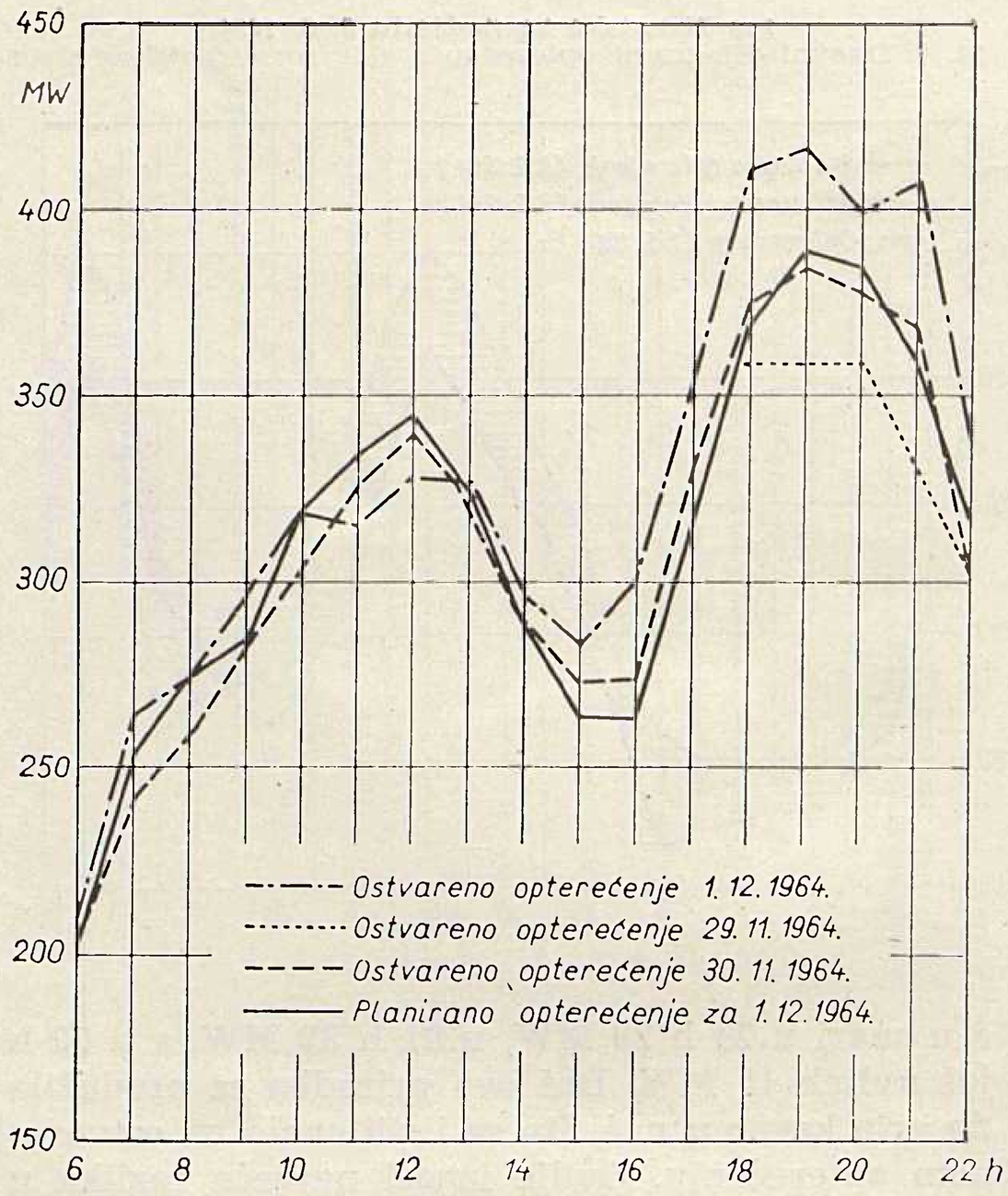
no, opterećenje je počelo ranije rasti i bilo je znatno veće od planiranog, čak i do 50 MW u vrijeme između 19 i 20 h. Ukupno povećanje potrošnje iznosilo je oko 320 MWh odnosno oko 8,5 % dnevnog opterećenja zap. Hrvatske.

Sličan primjer prikazuje i slika 6b, samo što je ovdje dijagram planiranog opterećenja za Hrvatsku predviđen za oblačno vrijeme. Tokom jutra je došlo do razvedravanja i zatopljenja na području Istre, Primorja i sjeverozapadne Hrvatske, što je uvjetovalo sniženje opterećenja za 15—30 MW u vremenu od 07 do 17 h. Nastupanjem mraka ovo se sniženje postepeno gubi. Ovdje je razlika između voznog reda i ostvarenog potroška oko 200 MWh ili oko 5 % dnevnog opterećenja zap. Hrvatske.

Na slici 7 imamo prikazan dijagram opterećenja za dan 20. 5. 1964. Ovdje je dan dijagram opterećenja za područje cijele Hrvatske, za cijeli dan, kako bi se ujedno na jednom primjeru ilustriralo, kakove su u normalnim uvjetima razlike voznog reda (planiranog opterećenja) i ostvarenog opterećenja. Vidimo, da su razlike upravo minimalne. Utoliko je očitije povećanje opterećenja, do kojeg je došlo iza 17 h, zbog naglog naoblačenja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Opterećenje je u 18 h za 15 MW, u 19 h za 45 MW veće, a u 20 h razlika je još uvijek 34 MW. Vršno opterećenje je

Sl. 6. Dnevni dijagrami opterećenja elektroenergetskog sistema Hrvatske za 20. 5. 1964.





Sl. 7. Dnevni dijagrami opterećenja elektroenergetskog sistema Hrvatske za vrijeme praznika Dana Republike 1964.

praktično jednako predviđenom. Ukupno povećanje potroška iznosi oko 95 MWh. Ta razlika u cjelokupnom dnevnom opterećenju od oko 7500 MWh ne iznosi više 1,27 %, ali po angažiranoj snazi razlika je u 19h 11,2%, a tada je angažiranost snage ionako već u porastu.

To dovodi zbog neplaniranog brzog porasta opterećenja, do izvjesnog pada frekvencije (49, 6 Hz), jer nisu pravovremeno stavljeni u pogon agregati u nekim hidroelektranama, koji su zbog akumulacije bili u vremenu od 14.00 h—18,30 h isključeni.

Ovaj prikaz završit ćemo primjerom, kako je teško ocijeniti opterećenje na dane državnih praznika. Slika 8 prikazuje ostvarenje opterećenja za Hrvatsku na Dan Republike 1964. godine. Ostvarenje opterećenja na dane 29. i 30. 11. približno je isto, jedino je u večernjem vrhu opterećenje 29. 11. niže od onog koje je ostvareno 30. 11 64. za 20—35 MW.

Znamo, da je 1964. godine Dan Republike imao u stvari 3 neradna dana. Prilikom planiranja opterećenja za 1. 12., koje je vršeno 30. 11., a na bazi ostvarenja 29. 11., planirano je opterećenje uglavnom kao i za 29. 11 uz pretpostavku, da će zbog povratka građana, koji su ove dane proveli izvan svojih domova doći do izvjesnog povećanja opterećenja, jer je ono u planiranom okviru već ostvareno 30. 11., dok iz ostvarenja opterećenja za Hrvatsku za 1. 12. vidimo, da ono počinje rasti od 15 h nadalje i da iznosi 20—35 MW. Kako je bilo na raspolaganju dovoljno rotirajuće rezerve, nije

bilo nikakvih naročitih problema prilikom zadovoljenja ovih potreba.

Iz ovih nekoliko primjera smo vidjeli da se u pravilu dnevno opterećenje u elektroenergetskom sistemu, može predvidjeti na osnovu usporedba karakterističnih veličina P_{max}, P_{min} i W, ali da se pri tom mora još uzeti u obzir i sličnost dnevnog dijagrama opterećenja, prema ostvarenju iz niza prethodnih godina i dana. Osim toga neminovno je potrebno voditi računa o meteorološkim prilikama, kao i o raznim prijenosima javnih, sportskih i drugih priredbi, naročito ako ih uz radio prenosi i televizija. Ne treba zaboraviti da je 30. 11. na teritoriju Hrvatske, bilo već prijavljeno 86.766 televizora.

Naročito teško je ocijeniti opterećenje na neradne dane, a pogotovo na državne praznike, jer je teško ocijeniti, koji će industrijski potrošači ostati u pogonu i s kojim postotkom će u opterećenju učestvovati ostala potrošnja.

Da bi se potrošači opskrbili kvalitetnom električnom energijom, potrebno je uz dovoljan raspoloživ kapacitet elektroenergetskog sistema, voditi računa i o njegovom pravovremenom angažiranju, a to je moguće jedino ozbiljnim prilaženjem izradi planiranog dnevnog opterećenja, odnosno voznog reda elektrana.

Naslov pisca: Herbert P r a z n i k, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

RAZVOJ ELEKTRIČNE MREŽE GRADA SLAVONSKOG BRODA

Ivan J a n i ć, Zagreb

Daje se idejno rješenje mogućnosti razvoja električne mreže grada Slavonskog Broda za perspektivu od cca 30 godina. Slavonski Brod bi tada imao oko 65 000 stanovnika i 19 600 kućanstava. Rezultat analize konzuma pokazuje da bi potrošnja električne energije iznosila 196 000 MWh, a vršno opterećenje 46 MW. Predviđa se rekonstrukcija postojećih transformatorskih stanica 110/30 kV Podvinje i 30/10 (6) kV »Đuro Đaković« kao i izgradnja triju novih transformatorskih stanica 35/10 kV.

DK 621 316

U v o d

Geografski položaj i saobraćajne veze grada Sl. Broda

Grad Slav. Brod nalazi se na lijevoj obali rijeke Save na polovici puta između Zagreba i Beograda.

Na desnoj obali Save nasuprot Slav. Brodu nalazi se grad Bos. Brod sa oko 8000 stanovnika koji, premda čini cjelinu sa Slav. Brodom, administrativno-teritorijalnom podjelom spada u kotar Doboj odnosno u SR Bosnu i Hercegovinu.

Slav. Brod se također nalazi uz cestu I reda i željezničku magistralu Zagreb-Beograd.

Do izgradnje željezničke pruge Šamac-Sarajevo glavni grad SR Bosne i Hercegovine Sarajevo bilo je povezano Zagrebom i Beogradom željezničkom prugom uskog kolosijeka Slav. Brod—Sarajevo. Poslije puštanja u promet pruge normalnog kolosijeka Šamac—Sarajevo dio pruge uskog kolosijeka na dijelu Slav. Brod—Derventa—Doboj ostao je i dalje u upotrebi.

Područje i stanovništvo

Grad Slav. Brod je upravno, prosvjetno, kulturno i zdravstveno središte istoimene općine (cca 100 000 stanovnika). Međutim Slav. Brodu gravitira i dio susjednog područja SR Bosne i Hercegovine.

Područje grada Slav. Brod iznosi oko 24 km², a imao je na dan popisa 1961. godine 28 729 stanovnika i 8 952 kućanstva, odnosno 3,21 stanovnika po kućanstvu.

Grad Slav. Brod ima industrijsko obilježje. U njemu se nalazi jaka Industrija šinskih vozila, industrijskih i energetskih postrojenja i čeličnih konstrukcija »Đuro Đaković«.

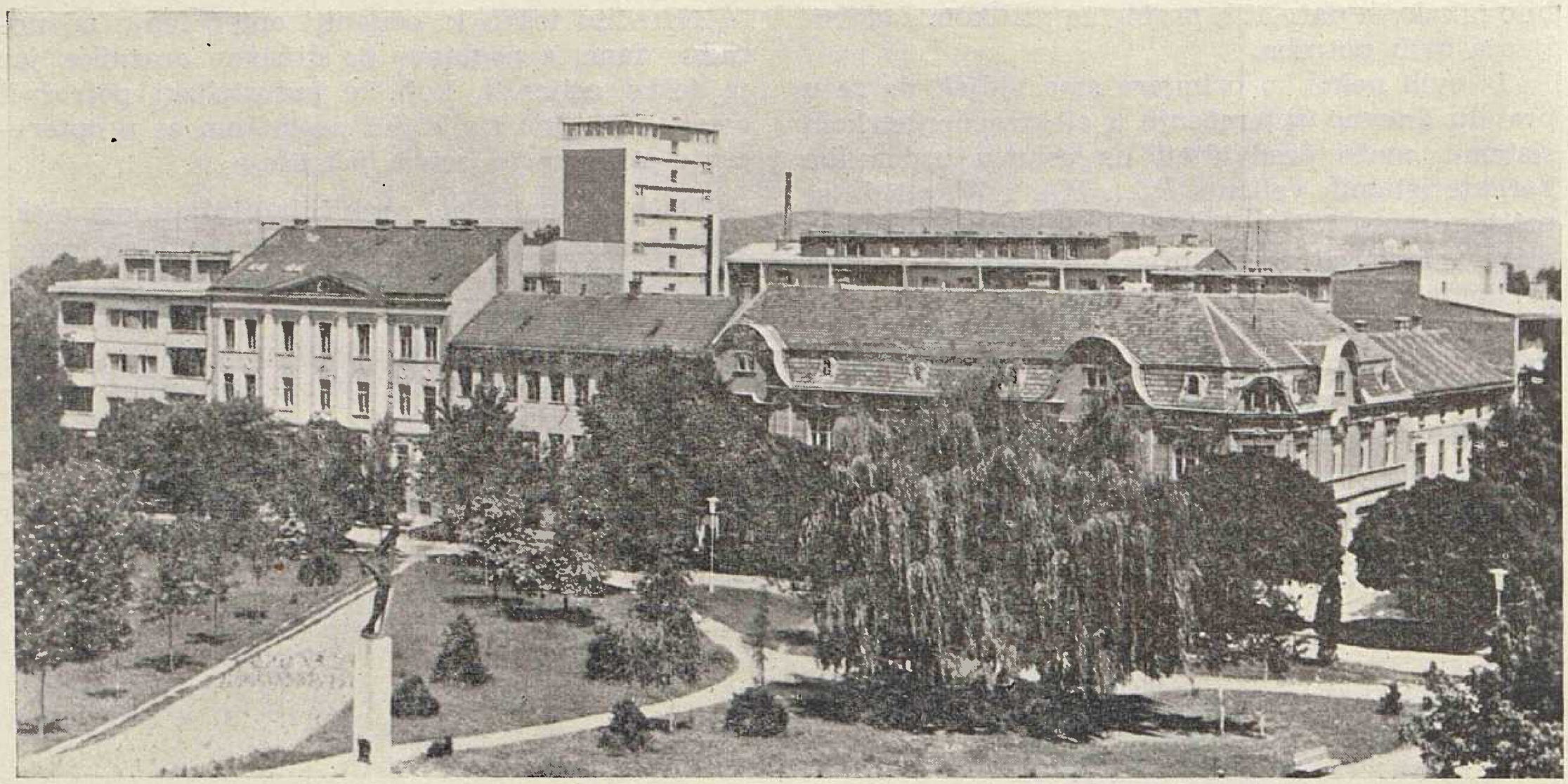
Stanovništvo Slav. Broda se nakon rata brzo povećava, što je vidljivo iz zadnja tri popisa stanovništva.

Godina	Broj stanovnika	Broj kućanstava	Broj stanovnika po kućanstvu
1948	16 824	5 568	3,02
1953	21 858	6 923	3,16
1961	28 729	8 952	3,21

Porast stanovništva od 1948. do 1961. iznosi 70,9 % a od 1953. do 1961. godine 31,4 % što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom porastu od 4,2 % odnosno 4,1 %.

Razvoj i sadašnje stanje

Slav. Brod je do izgradnje transformatorske stanice 110/30 kV odnosno 30/10 (6) kV u Slav. Brodu dobivao električnu energiju iz Prve jugoslavenske tvornice vagona, strojeva i mostova d.d.



Sl. 1. Slavonski Brod

(19. 2. 1922), odnosno sadašnje tvornice »Đuro Đaković«, putem trofazne mreže 3 kV, 50 Hz i transformatorskih stanica 3/0,4 kV.

Prva akcija za elektrifikaciju grada Slav. Broda bila je 1923, kada se 19. II osniva »Dioničko društvo za elektrifikaciju Broda« sa 20 članova utemeljitelja. Nakon pripremnih radova sklopljen je 27. IX 1926. godine ugovor za sprovedbu elektrifikacije između tvrtke »Siemens« iz Zagreba i tadašnjeg Gradskog poglavarstva.

»Gradska električna centrala« odnosno električna mreža puštena je pod napon 4. V 1927. Kako je već rečeno, električna energija dobavljala se iz tadašnje Tvornice vagona, strojeva i mostova, d. d. preko transformatora 500/3 000 V snage 275 kVA. Sagrađene su i četiri transformatorske stanice 3/0,4 kV s ukupno instaliranom snagom od 300 kVA.

Godine 1949. GNO Slav. Brod sagradio je vlastitu gradsku elektranu. Ona je imala dva dizelska motora po 360 KS i dva trofazna generatora po 300 kVA, a bila je udaljena od TE »Đuro Đaković« cca 300 m zračne linije i smještena zapadno od željezničke stanice. Elektrane su bile vezane paralelno kabelom 3 kV. Osim industrijske elektrane u tvornici »Đuro Đaković« snage 3 200 kW, postojale su u to doba još dvije industrijske elektrane: DIP Slavonija, snage 610 kW i Ložionica snage 90 kW.

Godine 1956. sagrađen je vod 110 kV na betonskim stupovima Doboj—Slav. Brod. 3 x 210 mm² Ač + 70 mm² Če ukupne duljine cca 60 km i transformatorska stanica 110/30 kV Slav. Brod (Podvinje). Vod 110 kV s presjekom 3 x 210 mm² Ač + 50 mm² Če nastavio se dalje do Osijeka gdje je izgrađena TS 110/30 kV Brijest. Svi ovi objekti pušteni su u pogon 11. XI 1956. god.

Godine 1957. izgrađeni su slijedeći vodovi 30 kV na betonskim stupovima s pripadnim stanicama: TS 110/30 kV Slav. Brod — TS 30/10 (6) kV Slav. Brod (Đuro Đaković), 3 x 70 mm² Cu, 2,7 km (dio 30/6 kV za industriju »Đuro Đaković« pušten je u pogon 1959); TS 110/30 kV Slav. Brod-TS 30/10 kV Slav. Požega 3 x 120 mm² Ač + 35 -TS 30/10 Nova Gradiška 3 x 120 mm² Ač, 56 km.

Godine 1959. izgrađen je vod 30 kV na čeličnim rešetkastim stupovima TS 110/30 kV Slav. Brod—TS 30/10 (6) kV Bos. Brod 3 x 120 mm² Ač + 35 mm² Če, 12,8 km, a iste godine izgrađena je također i TS 30/10 kV Batrina i umetnuta u vod 30 kV Slav. Brod—Nova Gradiška.

Godine 1960. izgrađen je vod 30 kV na betonskim stupovima TS 110/30 kV Slav. Brod—TS 30/10 kV Đakovo, 3 x 95 mm² Ač + 35 mm² Če, duljine 38 km. Iste godine prešao je pod napon 30 kV postojeći vod 10 kV na drvenim stupovima Bos. Brod—Derventa, 3 x 35 mm² Ač duljine 19,8 kilometara.

Godine 1964 puštena je u pogon nova transformatorska stanica 30/10 kV Bos. Brod, koja je sagrađena cca 1 km istočno od bivše transformatorske stanice 30/10 kV.

Elektrifikacija okolnog područja Slav. Broda počela je praktički godine 1958. Krajem 1963. bilo je na okolnom području Slav. Broda 28 transformatorskih stanica 10/0,4 kV široke potrošnje s ukupno instaliranom snagom od 2,2 MVA.

Slav. Brod dobiva električnu energiju iz transformatorske stanice 110/30 kV Slavonski Brod koja je smještena u Podvinju na sjeveroistoku grada. Ona je projektirana za instaliranu snagu od 2 x 20 MVA, a sada ima instaliran trofazni regulacioni transformator 110/31,5 kV 16/20 MVA, s

opsegom regulacije ± 8 x 1,5 %. Stanica je projektirana s dvostrukim sabirnicama 110 i 30 kV sa 6 polja 110 kV i 7 vodnih polja 30 kV. Na nju je sada priključeno ukupno 6 transformatorskih stanica 30/10 (6) kV s ukupno instaliranom snagom od 24,5 MVA. To su stanice: »Đuro Đaković« 10,86 MVA, Slav. Požega 3,5 MVA, Batrina 1,6 MVA, Đakovo 2,14 MVA, Bosanski Brod 5 MVA i Derventa 2,5 MVA.

Stanica 30/10 (6) kV »Đuro Đaković« snabdijeva osim grada i šire područje Slav. Broda koje doseže na istoku do Donjih Andrijevaca i Čajkovaca, a na zapadu do Lužana i Bečića.

Gradska visokonaponska mreža izvedena je pretežno kao nadzemna mreža. Ukupna duljina mreže 10 kV iznosi 32,4 km, od čega na nadzemnu mrežu otpada 27,9 km, a na kabelsku 4,5 km. Duljina kabelske mreže 6 kV iznosi 3,8 km.

Nadzemna mreža 10 kV izvedena je s različitim presjecima od 3 x 16 mm² Ač i 3 x 16 mm² Cu do 3 x 50 mm² Ač odnosno 3 x 50 mm² Cu, kabelska mreža s kabelima NKBA 3 x 16 mm² do 3 x 70 mm².

Na području grada Slav. Broda postoji ukupno 39 transformatorskih stanica 10 (6)/0,4 kV, s ukupno instaliranom snagom od 25 760 kVA. Od toga su 32 distributivne transformatorske stanice 10/0,4 s ukupno instaliranom snagom od 10 475 kVA, dok je 7 industrijskih stanica.

Ukupna duljina niskonaponske mreže u Slav. Brodu iznosi 103 km, od čega na nadzemnu mrežu otpada 96,5 km, a na kabelsku mrežu 6,5 km.

Industrija »Đuro Đaković« posjeduje vlastitu termoelektranu koja služi za vlastite potrebe. U elektrani su sada instalirana četiri turboagregata s ukupno 5500 kW, odnosno 7625 kVA. Zbog nedovoljnog učina kotlova maksimalna moguća snaga elektrane iznosi oko 3 MW.

Ukupna potrošnja električne energije na području Slav. Broda iznosila je 1963. godine 25 826 MWh, od čega na mrežu elektroprivrede otpada 21 730 MWh.

Ukupna proizvodnja i nabava električne energije iznosila je 1963. godine 29 030 MWh, od čega je termoelektrana »Đuro Đaković« proizvela 4 820 MWh.

Od ukupne potrošnje električne energije na sam grad Slav. Brod otpada 23 687 MWh odnosno 91,6 %.

Struktura potrošnje grada Slav. Broda bila je slijedeća

Kućanstvo	4 800 MWh
Ostala malopotrošnja	2 700 MWh
Velepotrošnja	16 187 MWh
Ukupno	23 687 MWh

Od velepotrošača odskače industrija »Đuro Đaković«, koja je u godini 1963. imala ukupnu potrošnju od 9 942 MWh, a vršno opterećenje 3 264 kW.

Ukupno vršno opterećenje transformatorske stanice 30/10 (6) kV »Đuro Đaković« iznosilo je 1963. godine 7,2 MW, a samog grada na istom nivou oko 6,2 MW.

Dok upotrebno vrijeme vršnog opterećenja cijelog područja iznosi 3 590 h/god, upotrebno vrijeme vršnog opterećenja grada Slav. Broda iznosi 3 820 h/god.

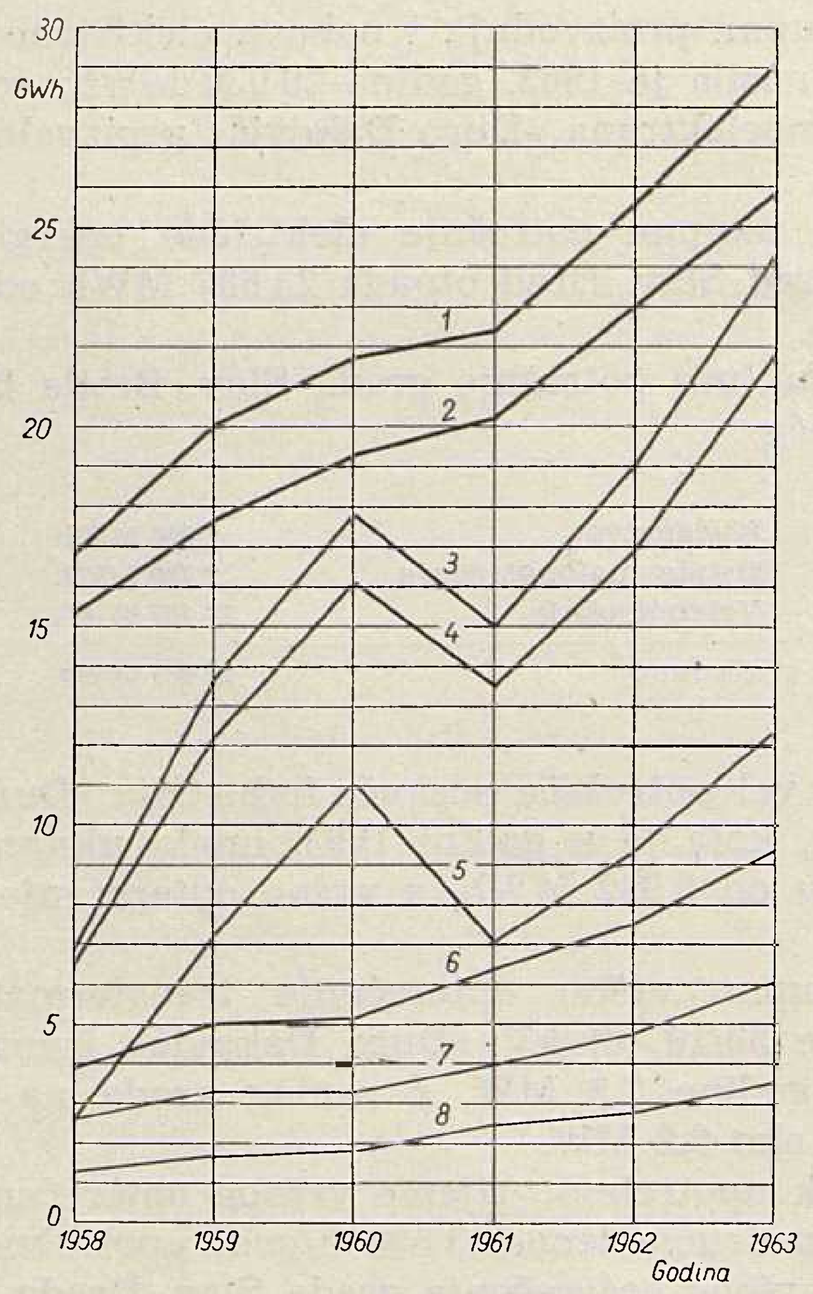
Vršno opterećenje TS 110/30 kV Slav. Brod iznosilo je iste godine 14,9 MW, odnosno uz prosječni faktor snage cos φ = 0,86, 17,3 MVA.

Prosječni godišnji eksponencijalni prirast nabavljene električne energije iz mreže (bez industrije »Đuro Đaković«) od 1928. do 1963. iznosio je p = 13,2 %.

Ako se raščlani protekli period na prijeratni od 1928. do 1940. zatim od 1941. do 1945. i poslijeratni od 1946. do 1963, dobiju se slijedeći prosječni godišnji eksponencijalni prirasti:

1928.—1940. (12 godina) . . . . p = 4,3 %,
1940.—1946. (6 godina) . . . . p = 11,7 %,
1946.—1963. (17 godina) . . . . p = 20,4 %.

Sl. 2. Most preko Save u Slavonskom Brodu



Sl. 3. Razvoj potrošnje i nabave električne energije na području Sl. Broda od 1958. do 1963.

1 — ukupna nabava i proizvodnja TE »Đuro Đaković«
2 — ukupna potrošnja; 3 — ukupna nabava iz mreže;
4 — ukupna potrošnja iz mreže; 5 — velepotrošnja iz mreže;
6 — široka potrošnja; 7 — kućanstva; 8 — ostala malopotrošnja

Kako se vidi vrlo je veliki prirast nabavljene električne energije za protekli 35 godišnji period, a naročito veliki u poslijeratnom periodu od 1946. do 1963.

Razvoj potrošnje i nabave električne energije na području Slav. Brod od 1958. godine do 1963. godine prikazan je na sl. 3.

Prosječni godišnji eksponencijalni prirast za ukupnu nabavu električne energije uključivši i proizvodnju TE »Đuro Đaković« za period od 1958. do 1963. iznosi 11,7 % dok za ukupnu potrošnju iz distributivne mreže za isti period iznosi 27,3 %.

Iz toga slijedi da se industrija »Đuro Đaković« sve više orijentira na nabavu električne energije iz distributivne mreže.

Kako je elektrifikacija okolnog područja Slav. Broda počela praktički tek godine 1958, a za godinu 1963. se može uzeti da je vanjsko područje sudjelovalo sa cca 20 % ukupnog konzuma iz mreže, dobiveni prirasti potrošnje električne energije odnose se praktički i na grad Slav. Brod.

Godine 1963. iznosila je na području Slav. Broda specifična potrošnja električne energije u kućanstvu 560 kWh/kuć, a specifična široka potrošnja 871 kWh/kuć. Za sam grad Slav. Brod iznosila bi specifična potrošnja električne energije u kućanstvu 624 kWh/kuć, a specifična široka potrošnja 882 kWh/kuć. Godine 1963. iznosio je udio potrošnje električne energije u kućanstvu u ukupnoj širokoj potrošnji 64 %, a isti udio imala je i velepotrošnja u ukupnoj potrošnji.

Osvrt na idejnu regulacionu osnovu generalnog urbanističkog plana

Kao osnova za procjenu perspektivnog konzuma i oblikovanje perspektivne mreže služila je nadopunjena idejna regulaciona osnova generalnog urbanističkog plana Slavonskog Broda. Ova osnova daje osnovne smjernice za prostorni razvoj grada za narednih 30 godina.

Predviđaju se dvije industrijske zone: sjeverna industrijska zona gdje se nalazi »Đuro Đaković« i »Slav. Partizan« i istočna industrijska zona gdje se već nalazi pilana DIP-a »Slavonija« i Impregnacija. Predviđa se potpuno preseljenje DIP-a u istočnu industrijsku zonu. U istočnoj zoni predviđa se izgradnja mlinske industrije, klaonice i hladnjače, pristaništa i remontne radionice kao i rezervat za novu industriju.

Širenje grada predviđa se na istoku, kao i na zapadnoj strani uz Savu.

Nadopunom idejne regulacione osnove generalnog urbanističkog plana predviđaju se i dvije veće stambene zone na sjeveru Slav. Broda sa cca 15 000 stanovnika.

Ukupno se na stambenoj površini Slav. Broda od cca 600 ha predviđa oko 65 000 stanovnika i 19 600 kućanstava.

Perspektivni razvoj konzuma

Procjena perspektivnog konzuma dat će se za period od oko 30 godina, koliko se prosječno uzima i trajnost električne mreže. Taj period je također uzet kod urbanističkog plana razvoja grada Slavonskog Broda.

Procjena konzuma vršena je posebno za

1) široku potrošnju i
2) velepotrošnju

Široka potrošnja

U grupu »široka potrošnja« uvrštene su slijedeće kategorije potrošača:

a) kućanstva,
b) poslovne prostorije,
c) društvene prostorije,
d) motori i aparati (obrt),
e) javna rasvjeta.

Jedna je od karakteristika konzuma široke potrošnje, da je konzum rasprostranjen po čitavoj gradskoj površini. Zbog toga je konzum grupe široke potrošnje sveden na kućanstvo kao najrasprostranjenijeg i najvažnijeg predstavnika ove potrošačke grupe.

Kod procjene perspektivnog konzuma široke potrošnje uzeto je u obzir da će u promatranom periodu standard stanovništva znatno porasti.

U daljnjem razmatranju podijeljen je konzum široke potrošnje na konzum u kućanstvu i na konzum u ostaloj širokoj potrošnji.

U slijedećoj tablici dana je pretpostavljena struktura priključne vrijednosti i potrošnje elek-

trične energije prosječnog kućanstva. Kod toga je uzeto u obzir da ni u promatranom periodu sva kućanstva neće imati sva predviđena trošila. U strukturi je predviđeno električno kuhanje i priprema tople vode, ali ne i električno grijanje stana, osim dodatnog grijanja, odnosno grijanja u prelaznom razdoblju.

Struktura priključne vrijednosti i potrošnje električne energije prosječnog kućanstva

Tablica 1

Red. broj	Naziv trošila	Priključna vrijednost W	Potrošnja el. energ. kWh/god	Upotrebno vrijeme h/god
1	Žarulje	800	320	400
2	El. štednjak (5000 W × 0,3)	1 500	450	300
3	El. kuhalo (2000 W × 0,6)	1 200	360	300
4	El. bojler za kupaonicu (1500 W × 0,4)	600	300	500
5	El. bojler za kuhinju (1200 W × 0,33)	400	120	300
6	El. peć (2000 W × 0,7)	1 400	1400	1 000
7	Infra-grijač (1000 W × 0,5)	500	70	140
8	Stroj za pranje rublja s motorom i el. grijačem (2000 W × 0,3)	600	90	150
9	El. glačalo	1 000	100	100
10	El. hladnjak (120 W × 0,5)	60	180	3 000
11	El. usisač (200 W × 0,5)	100	10	100
12	El. laštilica (200 W × 0,5)	100	10	100
13	Elektroakustički aparati	200	160	800
14	Ostali el. aparati	200	30	150
	Ukupno	8 660	3 600	415

Struktura priključne vrijednosti i potrošnje električne energije prosječnog kućanstva prema vrsti primjene električne energije prikazana je u tablici 2.

Struktura priključne vrijednosti i potrošnje električne energije prosječnog kućanstva prema vrsti primjene električne energije

Tablica 2

Red. broj	Vrst primjene el. energije	Priključna vrijednost W	Potrošnja el. energ. kWh	Upotrebno vrijeme h/god
1	Rasvjeta	800	320	400
2	El. kuhanje	2 700	810	300
3	El. grijanje vode	1 000	420	420
4	El. grijanje prostorija	1 900	1 470	774
5	Ostali elek. aparati	2 260	580	257
	Ukupno	8660	3600	415

Iz tablice 2 se vidi da bi od ukupne potrošnje električne energije prosječnog kućanstva otpalo na električno grijanje i kuhanje 2 700 kWh odnosno 75 %, a na rasvjetu i ostale električne aparate 900 kWh odnosno 25 %.

Prosječno vršno opterećenje jednog kućanstva je manje od njegove priključne vrijednosti.

Faktor potražnje, tj. omjer između vršnog opterećenja i priključne vrijednosti, kreće se obično između $f_p = 0{,}4 - 0{,}8$. Kod toga se manje vrijednosti faktora potražnje odnose na veće priključne vrijednosti i obratno.

Za grad Slav. Brod odabran je faktor potražnje $f_p = 0{,}58$. Prema tome prosječno vršno opterećenje jednog kućanstva iznosi

$$P_1 = 0{,}58 \cdot 8\,660 \text{ W} = 5\,000 \text{ W}.$$

Zbog neistovremenosti nastupa vršnih opterećenja pojedinih kućanstava, ukupno vršno opterećenje znatno je manje od sume pojedinih vršnih opterećenja. U ovom slučaju može se primijeniti izraz

$$k_n = k_\infty + (1 - k_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}$$

gdje je k_n udio u vršnom opterećenju n potrošača. Faktor k ovisi o karakteru potrošača.

U našem slučaju odabrana vrijednost $k_\infty = 0{,}2$. Prema tome imamo za faktor istodobnosti izraz

$$k_\infty = 0{,}2 + \frac{0{,}8}{\sqrt{n}}$$

Faktor istodobnosti k_n iz početka brzo opada s porastom broja kućanstava, a kasnije ostaje gotovo jednak i teži svojoj graničnoj vrijednosti. Na primjer za 200 kućanstava koliko otprilike dolazi na jednu transformatorsku stanicu 10/0,4 kV, specifično opterećenje kućanstva iznosi cca 1,3 kW/kuć. Uz zanemarenje gubitaka u mreži, specifična potrošnja električne energije u kućanstvu je jednaka na svim naponskim nivoima i iznosi 3 600 kWh/kuć. god. Prema tome upotrebna vremena vršnog opterećenja su obrnuto proporcionalna specifičnim opterećenjima.

U ostaloj širokoj potrošnji u koju spada konzum za poslovne i društvene prostorije, motore i aparate te javnu rasvjetu, dobivena je specifična potrošnja od 1 200 kWh/kuć. Kod ostale široke potrošnje faktor istodobnosti je znatno manje promjenljiv u odnosu na broj potrošača. Za grad Slav. Brod uzeto je da se specifično opterećenje ostale potrošnje kreće oko 300 W/kuć.

Prema prije navedenom ukupni specifični konzum široke potrošnje bio bi 3 600 kWh/kuć, god. + + 1 200 kWh/kuć. god. = 4 800 kWh/kuć. god.

S obzirom na predviđeni broj domaćinstava ukupni konzum široke potrošnje u Slav. Brodu iznosio bi 94 100 000 kWh/god.

Za proračun električne mreže odabrana su za pojedine naponske nivoe slijedeća specifična opterećenja široke potrošnje:

niskonaponska mreža	1,9 kW/kuć.
TS 10/0,4 kV	1,6 kW/kuć.
vod 10 kV	1,5 kW/kuć.
TS 35/10 kV, viši nivoi	1,4 kW/kuć.

Prema tome, ukupno vršno opterećenje široke potrošnje na nivou stanica 35/10 kV odnosno stanica 110/35 kV iznosila bi za gradsko područje 27 400 kW a upotrebno vrijeme vršnog opterećenja 3 430 h/god.

Ukupno povećanje široke potrošnje iznosi 12,5 puta, što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 8,8 %.

Podaci o velepotrošačima dobiveni su najvećim dijelom na terenu od samih potrošača, zatim od Narodnog odbora općine Slav. Brod kao i od projektanata pojedinih novih objekata, a manjim dijelom su i procijenjeni.

Od velepotrošača u Slavonskom Brodu odskače Industrija šinskih vozila, industrijskih i energetskih postrojenja i čeličnih konstrukcija »Đuro Đaković« koja se nalazi preko željezničke pruge na sjevernom dijelu Slav. Broda. Perspektivni razvoj ove tvornice ukazuje na daljnje povećanje kapaciteta. Tvornica »Đuro Đaković« snabdijeva se iz postojeće transformatorske stanice 30/10 (6) kV čiji dio 6 kV služi samo za potrebe tvornice »Đuro Đaković« uključivši i tvornicu »Slavonski Partizan«. Sada je instaliran jedan transformator 30/6 kV snage 4 MVA, a stanica je predviđena za dva takova transformatora. Tvornica za svoju proizvodnju troši pretežno električnu energiju, dok se toplinska energija troši samo za grijanje.

Instalirana snaga tvornice iznosi sada 14,1 MW, a vršno opterećenje oko 3 200 kW. Već 1966. iznosila bi instalirana snaga tvornice »Đuro Đaković« cca 20 MW, a vršno opterećenje 7,8 MW. Za dalju perspektivu se predviđa da bi tvornica »Đuro Đaković« dosegla vršno opterećenje od 9 MW, s potrošnjom električne energije od 36 000 MWh.

Od ostalih potrošača treba spomenuti tvornicu »Slavonski Partizan« koja se nalazi na sjeveru od tvornice »Đuro Đaković« i DIP »Slavoniju«. Godine 1963. iznosila je potrošnja električne energije tvornice »Slavonski Partizan« oko 1 500 MWh, a vršno opterećenje oko 350 kW. »Slavonski Partizan« je do sada dobivao električnu energiju preko kabela 6 kV iz tvornice »Đuro Đaković« i svoje transformatorske stanice 6/0,4 kV instalirane snage 500 kVA, dok se ubuduće predviđa direktno napajanje sa dva kabela 10 NKBA 3 x 95 mm² iz postojeće stanice 30/10 kV. Potrošnja električne energije iznosila bi već 1965. oko 15 200 MWh, a vršno opterećenje 3 800 kW.

DIP »Slavonija« imala je 1963. potrošnju električne energije od 3 102 MWh i vršno opterećenje od 930 kW. Do 1970. predviđaju se u novoj industrijskoj zoni kod impregnacije, slijedeći pogoni DIP-a:

Pogon	Instalirano kW
Pilana	550
Tv. namještaja	905
Parketarija	295
Kotlovnica	50
Ukupno	1 800
Vršno opterećenje	1 100

Na starom mjestu ostao bi samo pogon furnira sa šper pločama i panel pločama s instaliranom snagom od 1150 kW, te ostalim uređajima s instaliranom snagom od 500 kW. Ukupno vršno opterećenje na starom mjestu iznosilo bi 1 000 kW. Poslije 1970. predviđa se kompletan pogon DIP-a u novoj industrijskoj zoni s potrošnjom električne energije od oko 8 400 MWh i vršnim opterećenjem od 2 100 kW.

Za rezervat industrije koji se nalazi na istoku Slav. Broda predviđa se vršno opterećenje od 5 000 kW.

Algebarska suma vršnih opterećenja velepotrošača iznosi 29,4 MW. Uzevši u obzir i faktor istodobnosti od 0,75, ukupno vršno opterećenje velepotrošača iznosilo bi 22 MW, a potrošnja električne energije velepotrošača 102 020 MWh, s upotrebnim vremenom vršnog opterećenja od 4 640 h/god.

Kako je velepotrošnja u Slav. Brodu 1963. iznosila 16 187 MWh, to ukupno povećanje iznosi 6,3 puta, što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 6,3 %.

Iz prethodnog izlaganja slijedi da bi za Slav. Brod iznosila potrošnja električne energije i vršno opterećenje kao što je navedeno u tablici 3.

Energetska rekapitulacija

Tablica 3

Redni broj	Vrst potrošnje	Potrošnja el. energije MWh	Vršno opterećenje kW
1	Kućanstvo	70 560	20 100
2	Ostala široka potrošnja	23 520	7 300
	Široka potrošnja (1+2)	94 080	27 400
3	Velepotrošnja	102 020	22 000
	Sveukupno (1+2+3)	196 100	49 400

Uz faktor istodobnosti između velepotrošnje i široke potrošnje od 0,93 ukupno vršno opterećenje Slav. Broda iznosilo bi 46 MW, upotrebno vrijeme vršnog opterećenja 4 260 h/god., a prividna snaga, računana sa cos φ = 0,90, 51 MVA.

Učini li se usporedba sa sadašnjim stanjem, izlazi da će se ukupna potrošnja električne energije povećati 8,3 puta što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 7,3 %, a vršno opterećenje 8,2 puta, što odgovara istom prirastu.

Ukupna specifična potrošnja električne energije (bez gubitaka) iznosila bi oko 3 000 kWh/stanovnika god. ili 10 000 kWh/kućanstvu god., a ukupno specifično opterećenje 708 W/stanovniku ili 2 350 W/kućanstvu.

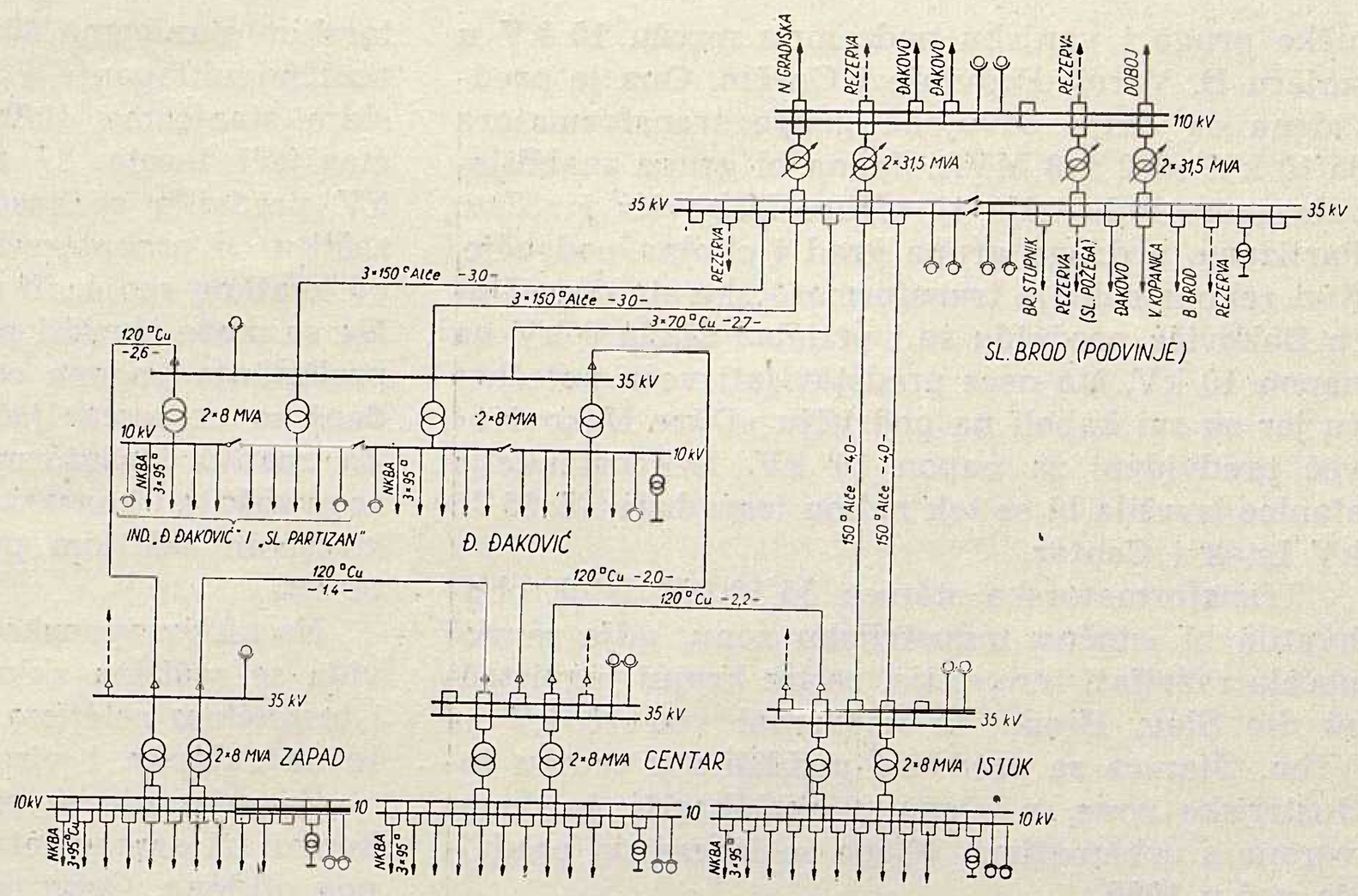
Perspektivni razvoj mreže

Pojna tačka područja

Ukupno perspektivno opterećenje Slav. Broda, uzevši u obzir gubitke iznosilo bi 53 MW, odnosno uz cos φ = 0,90 60 MVA, s ukupnom potrošnjom električne energije od 221 400 MWh, dok bi ukupno opterećenje šireg područja Slav. Broda iznosilo 95 MW, odnosno uz cos φ = 0,9 106 MVA.

Predviđa se da se ova snaga dobiva iz postojeće transformatorske stanice 110/30 kV Slav. Brod (Podvinje) koja će se morati rekonstruirati jer je građena za snagu 2 x 20 MVA. Postojeća transformatorska stanica Slav. Brod ima dovoljno uvjeta za proširenje, te će se moći relativno lako rekonstruirati na veću snagu. TS 110/35 kV Slav. Brod bit će priključena na buduću TS 220/110 kV Đakovo s dva voda 110 kV.

Sl. 4. Osnovna shema mreže 35 kV grada Slav. Broda (buduće stanje)



Situacija buduće mreže 110 i 35 kV na energetskom području TS 110/35 kV Slav. Brod prikazana je na sl. 2.

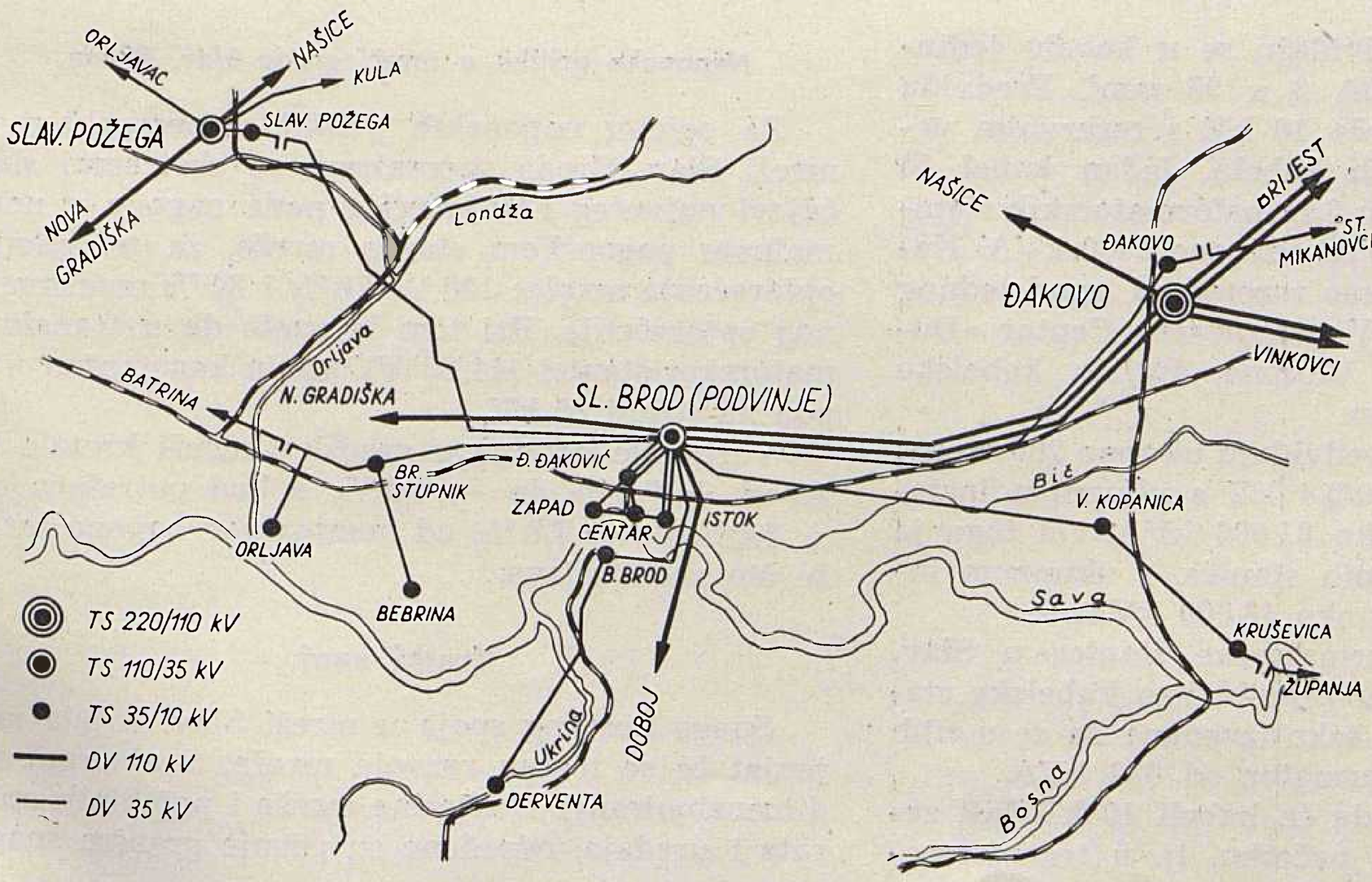
Mreža 35 kV

Osnovna shema buduće mreže 35 kV u Slav. Brodu prikazana je na sl. 4. Rješenje mreže je provedeno sa standardnim naponom 35 kV, na koji će uskoro prijeći postojeća mreža 30 kV. Gradska mreža 35 kV predviđena je djelomično kao kabelska, a djelomično kao nadzemna mreža. Predviđa se radijalan pogon mreže sa mogućnosti prespajanja u transformatorskim stanicama 35/10 kV.

Za novu buduću mrežu 35 kV u Slav. Brodu odabrani su jedinstveni presjeci i to za nadzemnu mrežu 3 x 150 mm² Ač, a za kabelsku mrežu NHEKBA 3 x 120 mm². Ukupna duljina nadzemne mreže 35 kV u Slav. Brodu bila bi 16,7 km, a kabelske mreže 8,2 km. Prema tome ukupna duljina mreže 35 kV u Slav. Brodu iznosila bi 24,9 km.

U Slav. Brodu se predviđaju ukupno 4 transformatorske stanice 35/10 kV: »Đuro Đaković« 4 x 8 MVA, Istok 2 x 8 MVA, Centar 2 x 8 MVA i Zapad 2 x 8 MVA. Od ovih postoji sada samo stanica Đuro Đaković, koja će se morati rekonstruirati da odgovara budućoj namjeni. Ukupna instalirana snaga transformatorskih stanica 35/10 kV iznosila bi 80 MVA. Sve transformatorske stanice 35/10 kV predviđene su s jednakim transformatorima od 8 MVA.

Transformatorska stanica 35/10 kV »Đuro Đaković« obuhvatila bi područje sjeverno od željez-



Sl. 5. Mreža 110 i 35 kV na energetskom području transformatorske stanice 110/35 kV Slavonski Brod

ničke pruge i vanjsku nadzemnu mrežu 10 kV u smjeru B. Varoš, Podvinje i Garčin. Ona je predviđena sa dvije odvojene grupe transformatora 35/10 kV od 2 x 8 MVA. Jedna bi grupa snabdijevala samo industriju tj. »Đuro Đaković« i »Slav. Partizan«, a druga grupa grad i okolno područje. Kod rekonstrukcije transformatorske stanice »Đuro Đaković« predviđa se i prijelaz dijela 6 kV na napon 10 kV, što neće predstavljati veću poteškoću jer su svi kabeli na području »Đure Đakovića« već predviđeni za napon 10 kV. Rekonstrukcija stanice izvršila bi se tek nakon izgradnje TS 35/10 kV Istok i Centar.

Transformatorska stanica 35/10 kV Istok obuhvatila bi istočnu industrijsku zonu, gdje se već počela razvijati industrija, zatim krajni jugoistočni dio Slav. Broda, te nadzemni vod 10 kV za Vrbu. Stanica se predviđa približno u centru industrijske zone, a njena mikrolokacija je dogovorena s urbanistima. Njena se izgradnja predviđa već u 1965.

Transformatorska stanica 35/10 kV Centar obuhvaća centralni dio grada južno od željezničke pruge. Njena lokacija je odabrana prema prijedlogu urbanista. Premda stanica nije u strogom centru svog područja, ona se ipak može dosta dobro uklopiti u distributivnu mrežu 10 kV.

Transformatorska stanica 35/10 kV Zapad obuhvaća odvojeno područje zapadno od uskotračne željezničke pruge Slav. Brod—Doboj i predviđa se da se najkasnije izgradi. Njena lokacija nije tačno određena, a predviđa se da se uglavnom smjesti u centru tog područja.

Sve nove stanice su predviđene s dvostrukim sabirnicama 10 kV, a Centar i Istok i s dvostrukim sabirnicama 35 kV.

Mreža 10 kV

Konfiguracija mreže 10 kV razrađena je samo za izgrađeno područje grada. Za ostala područja određen je samo potreban broj transformatorskih stanica 10/0,4 kV.

Vodovi 10 kV predviđaju se u kabelu jedinstvenog presjeka NKBA 3 x 95 mm². Predviđa se radijalan oblik mreže 10 kV s rezervnim vezama između susjednih kabela. Jedan kabel 10 kV napajao bi u pravilu 6 transformatorskih stanica 10/0,4 kV po 400 kVA, odnosno 2400 kVA. Kabeli 10 kV služit će i kao rezerva za ispad jednog transformatora 35/10 kV u stanicama: Centar, »Đuro Đaković« i Istok. Ukupna duljina kabelske mreže iznosila bi 81 km.

U Slav. Brodu se predviđaju ukupno 203 transformatorske stanice 10/0,4 kV s ukupnom instaliranom snagom od oko 81 000 kVA. Od toga je 108 javnih distributivnih stanica, s ukupnom instaliranom snagom od oko 43 000 kVA.

Sve javne transformatorske stanice u Slav. Brodu predviđaju se u pravilu kao kabelske stanice koje trebaju biti tako izvedene da se u njih može smjestiti transformator od 630 kVA.

Kako se predviđa da će kabeli 10 kV biti zaštićeni samo na svom početku, tj. u transformatorskim stanicama 35/10 kV, to se za njihovo hotimično uklapanje i isklapanje u transformatorskim stanicama 10/0,4 kV predviđaju samo rastavljači tereta. U transformatorskom polju 10 kV predviđa se rastavljač tereta s relejima za zaštitu od preopterećenja i osiguračima za zaštitu od kratkog spoja, ili alternativno učinska sklopka. Da se može izvršiti pregled rastavljača tereta bez prekidanja pogona ostalog dijela stanice, predviđeni su uz rastavljače tereta i obični rastavljači. Za zaštitu transformatora predviđa se Buchholzova zaštita i kontaktni termometar zajedno s nadstrujnom zaštitom pomoću releja na rastavljaču tereta.

Na niskonaponskoj strani transformatora predviđa se zaštitna sklopka opremljena nadstrujnim i termičkim relejima ili alternativno tropolna polužna sklopka i visokoučinski osigurači.

Za mjerenje se predviđa voltmetar s preklopkom i tri ampermetra s pokazivačima maksimalnog otklona. Osim ovih mjerenja predviđeno je i mjerenje potrošnje električne energije za javnu rasvjetu.

Broj niskonaponskih strujnih krugova će se mijenjati u ovisnosti o smještaju i opterećenju. U stanici je predviđeno najviše 10 niskonaponskih strujnih krugova i to 8 za distribuciju, a 2 za javnu rasvjetu.

Osiguranje niskonaponskih izlaza predviđa se pomoću visokoučinskih osigurača koji se mogu vaditi odgovarajućom ručkom i na taj način odijeliti dotični strujni krug od napona.

Osvrt na niskonaponsku mrežu 380/220 V

Nova niskonaponska gradska mreža 380/220 V predviđena je u pravilu kao radijalna kabelska mreža s mogućnosti prespajanja s jedinstvenim presjekom kabela NKBA 4 x 70 mm². Međutim predviđa se i mogućnost da izvjesni dijelovi niskonaponske mreže, naročito na periferiji, budu izvedeni i kao nadzemna mreža.

Naponske prilike u mreži grada Slav. Broda

Za ocjenu naponskih prilika u perspektivnoj mreži Slav. Broda promatrani su ekstremni slučajevi najvećeg i najmanjeg pada napona u normalnom pogonskom stanju mreže, za tri stanja opterećenja mreže: 100 %, 70 % i 30 % maksimalnog opterećenja. Pri tom je uzeto da u transformatorskoj stanici 110/35 kV vlada konstantan napon na strani 35 kV.

Varijacije napona u gradskoj mreži kretale bi se od + 7,9 % do — 4,0 %, a kod potrošača od + 7,6 % do — 7,0 %, od nominalnog napona mreže što zadovoljava.

Kratki spoj

Snage kratkog spoja u mreži Slav. Broda mijenjat će se tokom razvoja mreže. S obzirom na dimenzioniranje električne mreže i pojedinih aparata i uređaja, određene su gornje granice snaga

kratkog spoja koje se mogu očekivati u perspektivnoj električnoj mreži. Proračun je proveden za početne i trajne snage i struje kratkog spoja.

Račun kratkog spoja proveden je za dvije alternative: za slučaj da u TS 110/35 kV rade paralelno dva transformatora po 31,5 MVA i za slučaj da u TS 110/35 kV rade paralelno tri transformatora po 31,5 MVA.

U prvom slučaju u transformatorskim stanicama 35/10 kV zadovoljavaju sklopke 35 kV od 400 MVA, a u drugom slučaju od 600 MVA. U jednom i drugom slučaju sklopke 10 kV moraju biti snage 200 MVA.

Etapna izgradnja

Etapna izgradnja mreže 110 kV i 35 kV razrađena je za šest etapa razvoja s vremenskim razdobljima od pet godina.

U I. etapi se predviđa instaliranje još jednog transformatora od 20 MVA u TS 110/35 kV Slav. Brod, jer je vršno opterećenje stanice već 1963. iznosilo 17,3 MVA.

Također se predviđa kompletiranje transformatorske stanice »Đuro Đaković« s još jednim transformatorom od 4 MVA 35/6 kV za potrebe istoimene industrije.

Zbog djelomičnog preseljenja i gradnje nove industrije u istočnoj industrijskoj zoni, predviđa se izgradnja nove transformatorske stanice 35/10 kV Istok i pripadnog nadzemnog voda 35 kV na čelično rešetkastim stupovima 3 x 150 mm² Ač duljine 4 km.

Transformatorska stanica 35/10 kV Istok predviđena je za konačnu izgradnju s transformatorima od 2 x 8 MVA, međutim u I etapi se predviđaju dva transformatora po 4 MVA.

U I etapi se također predviđa prijelaz s napona 30 kV na napon 35 kV.

Aproksimativni troškovi

Aproksimativni troškovi računani su samo za nove objekte visokonaponske mreže. U troškovniku nisu obuhvaćene industrijske stanice 10/0,4 kV niti provizoriji.

Ukupni troškovi za izgradnju visokonaponske mreže u Slav. Brodu iznosili bi oko 3,3 milijarde dinara

Od ukupnih troškova otpala bi 23,7 % na mrežu 110 kV, 27,5 % na mrežu 35 kV i 48,8 % na mrežu 10 kV.

U mrežu 35 kV i 10 kV trebalo bi uložiti u I etapi u periodu 1964—1968. oko 390 000 000 dinara, odnosno prosječno 78 000 000 dinara godišnje.

Literatura

I. Janić, *Osnovno rješenje električne mreže grada Slavonskog Broda, I i II dio.* Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1964.

Naslov pisca: Ivan Janić, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

IZMJENA NAMOTA NA GENERATORU I U HE »N. TESLA«

Žarko Petrović, Zagreb

DK 621.313.12

Uvod

Nakon višegodišnjeg rada na čitavom nizu gradilišta puštena je u pogon HE »Nikola Tesla« 25. V 1952.

Međutim, već 1959 godine, tačnije 13. V 1959. došlo je do prvog proboja statorskog namota, dakle već nakon 7 godina rada. U to vrijeme se pomišljalo, da je ovaj defekt slučajan na nekom slabom mjestu izolacije ili je pak nastao uslijed enormnog napona bilo pogonskog prenapona ili pak atmosferskog prenapona nastalog od atmosferskih pražnjenja.

Obzirom da se u kasnijim godinama iz godine u godinu broj proboja povećavao, već nakon četvrtog proboja izvađen je jedan štap i otpremljen u tvornicu R. Končar na ispitivanje i detaljnu analizu. Ispitivanja su pokazala, da se radi o starenju izolacije i da je opravdano očekivati još veći broj proboja, te da je nužno poduzeti radikalnije mjere za rješenje ovog problema. Zaključeno je, da je najispravniji put prematanje statora tj. kompletna izmjena statorskog namota, što je i izvedeno u toku ljeta 1964.

Statistika kvarova

Da bi se imao bolji uvid u poteškoće sa ostarjelom izolacijom navodimo redoslijed defekata na generatoru I.

Prvi proboj je bio, kako je već ranije rečeno, 13. V 1959. Drugi je uslijedio 29. VIII 1961., a ostali su dolazili ovim redom: 12. I 1962., 3. X 1962., 1. I 1963., 15. I 1963., 10. IV 1963., 8. V 1963., XII 1963., 9. III 1964., 17. IV 1964. i 12. V 1964. Ukupno je bilo 12 proboja statorskog namota. Iz statistike opisa ovih proboja može se konstatirati slijedeće:

a) Uglavnom su svi proboji nastajali u periodu X mjesec — V mjesec sa izuzetkom proboja od 29. VIII 1961.

b) Skoro svi defekti su nastali na gornjem sloju namota i to na mjestu prelaza iz utora na glavu namota.

c) Proboji su slijedili jedan za drugim u sve kraćim vremenskim razmacima, tako da su u 1964 god. nastajali svaki mjesec.

Kasniji razvoj događaja je potpuno potvrdio predviđanja koja su bila definirana nakon ispitivanja štapa u tvornici »Rade Končar« poslije četvrtog proboja. Tada je, kako je već uvodno napomenuto, konstatiran prvi razlog defekata i ukazano na činjenicu, da će starenje izolacije biti još ubrzano, te da će i defekti uslijediti češće, a time u vezi pogonska sposobnost agregata iz godine u godinu zadavati sve više briga.

Zbog specifične uloge HE »Nikola Tesla« u mreži nije se smjelo dozvoliti, da agregat svaki mjesec po 2—3 dana stoji zbog popravka, te je odlučeno, krajem 1962 godine, da se statorski namot obnovi što je i ugovoreno sa tvornicom »Rade Končar«.

O uzrocima ranog starenja izolacije ovdje neće biti govora, jer je to već obrađeno u Energiji broj 11—12 od 1963 god. člankom ing Nikole Bilčara »Stanje izolacije na generatorima HE »Nikola Tesla« i kontrola izolacije u pogonu«. Detaljniji rezultati ispitivanja stanja izolacije su također ilustrirani u pomenutom članku iz kojih se vidi da je izolacija u takovom stanju, da ju je bez odlaganja potrebno zamijeniti.

Koncepcije projektiranja novog namota

Kod određivanja koncepcija novog namota projektant je imao zadatak da riješi nekoliko problema koji su bili odlučni za izbor novog namota:

1. Trebalo je što je moguće tačnije zadržati električne karakteristike stroja, jer se ni regulacioni ni uzbudni sistem, kao ni rashladni sistem nisu mijenjali, a odabrani su na bazi karakteristika koje je dao stari namot statora.

2. Mijenjati vrstu vodiča sa ranije izoliranih žica emajl-lakom na goli bakar.

3. Odlučiti što je povoljnije, da li petljasti namot kao da sada ili ići na valoviti koji bi bio nešto povoljniji — težinski, a i koncepciono.

4. Mijenjati sistem slaganja vodiča u štap sa sistema »PUMGE« na sistem »ROEBLE« kakav je danas moderniji i tehnološki usavršen u tvornici »Rade Končar«.

5. Zbog izmjene vrste žica i sistema štapa trebalo je smanjiti presjek svitka, a da se pri tome ne mijenja znatno termička slika stroja.

Razmatrajući gornje probleme projektant je uzeo sva ova pitanja u obzir i dao konačnu koncepciju namota, koja se sastoji u ovom:

1) Sistem namota je zadržan petljasti. Bilo bi povoljnije ići na valoviti namot radi manjeg broja međuveza (samo 3 međuveze i 6 izvoda), kojih kod petljastog ima mnogo više. Međutim se javlja problem dužina glava namota, a time u vezi i prostor u oklopu generatora, takozvani »istak« bi bio premalen. Posebno bi bio problem učvršćenja glava namota koji se bitno mijenja. Smanjenje prostora bi imalo utjecaja i na reaktancije generatora, dok proširenje oklopa ne bi bilo moguće izvesti radi uzbudnog stroja i ležajeva. Na ovaj način su u dobroj mjeri osigurane slične električne karakteristike generatora.

2) Projektant je promijenio sistem štapa i sa starog sistema PUMGE prešao na sistem ROEBLE. Ovo je učinjeno iz slijedećih razloga.

a) sistem ROEBLE omogućava preplet dionih vodiča u štapu, na taj način smanjuje gubitke stroja iz razloga što se smanjuju rasipni tokovi utora, a time i potiskivanje struje vodiča prema vani. Ovaj sistem prepleta utječe i na smanjenje vrtložnih struja u štapu, povoljniji raspored i iznos induktiviteta, jer svaki dioni vodič u utoru u dužini utora prođe sve položaje, slično kao i kod prepleta vodova.

b) Mijenjanjem koncepcije sistema štapa na sistem ROEBLE povećala se visina štapa za jedan dioni vodič (dodatni sloj nastao zbog pretpleta) koji je nametnuo problem smještaja 2 štapa u isti utor (dvoslojni namot). Nadalje, prelazom sa izoliranih dionih vodiča na goli bakar, trebalo je kod slaganja štapa ubaciti međuslojne izolacione umetke od 0,2 mm debljine s kojim je faktor punjenja postao nešto manji nego kod sistema PUMGE, jer se izolacioni sloj dionih vodiča povećao. Ovi razlozi su naveli projektanta da ide na smanjenje ukupnog presjeka štapova za cca 6 %. Da ne bi zbog toga došlo do problema povećanja gubitaka i tim u vezi konačnih temperatura stroja kod nominalnog tereta, trebalo je kontrolirati da li se smije izvesti ovo smanjenje. Račun je pokazao da u generatoru ima toliko rezerve, te da ovo smanjenje neće remetiti toplinsku sliku niti gubitke, a što se i pokazalo kod završnih ispitivanja.

c) Za novi namot upotrebljena je izolacija klase B na bazi šelak — mikafolija za utorski (»peglani«) dio dok su glave oblagane mika-vrpcom i vezane kompaund-lakom, a završni sloj je izrađen staklenom vrpcom i lakom.

Radovi na izmjeni namota

Agregat je obustavljen 14. VII 1964. i 15. VII 1964. je započela njegova demontaža. Sa izvođačem je bilo dogovoreno, da se cijeli posao s ispitivanjem ima obustaviti za 70 dana. Namot je bio dopremljen 10 dana prije početka radova na teren. Da bi se mogao posao pratiti i obaviti u ovako kratko vrijeme, razrađen je detaljan gantogram po fazama radova, koji je također načinjen prije početka radova u pripremnoj fazi.

Radovi na izmjeni namota su tekli potpuno po predviđenom programu bez naročitih poteškoća, a obavljali su se u elektrani. U toku radova odstupilo se jedino od predviđenog programa utoliko, što je bilo potrebno izvaditi sa ležišta obje polovice statora. Ovo je učinjeno radi toga, da bi se lemljenje spojeva moglo obavljati u boljem položaju

Karakteristike generatora I prije i poslije prematanja

Tablica 1

Mjerenje	Stari namot (100)	Novi namot	Indeks razlike
Otpori	U – X = 0,01022 U – Y = 0,01012 W – Z = 0,01012	U – X = 0,0118 V – Y = 0,0118 W – Z = 0,01185	115 118,5 118,5
Reaktancije	X_d = 147 % X_q = 88 %	X_d = 149,5 % X_p = –	101,5 Nisu mjerene
Naponi	U_n = 10,5 kV I_{mo} = 230 A	U_n = 10,5 kV I_{mo} = 226 A	98,5
Opterećenje P_n, U_n, cos φ = 0,8	In = 1925 A I_m = 503 A	I_n = 1925 A I_m = 537 A	106,2
Opterećenje P_n, U_n, cos φ = 1	I_n = 1925 A I_m = 382 A	In = 1925 A I_m = 390 A	102
Kratki spoj	I_k = In I_{mk} = 292 A	I_k = In I_{mk} = 294	101
Grijanje uz nom. teret	t = 17° C T = 75° C T = 58° C	t = 28° C T = 77,5° C T = 49° C	86
Kratkospojni omjer	$\frac{I_{mo}}{I_k}$ = 0,77	$\frac{I_{mo}}{I_k}$ = 0,779	101

polovice statora, i da se ubrzaju radovi na lemljenju. Nadalje je duže trajalo sušenje namota od predviđenog. Razlog za produženje sušenja je prije svega jako velika količina neisparenih otapala u izolaciji, kao i količina vlage, a osim toga nastale su komplikacije sa termosondama u samom toku sušenja, pa ih je trebalo zamijeniti novima.

Generator je konačno osušen i ispitan 1. X 1964. godine i sinhroniziran na mrežu u redovan pogon.

Karakteristike generatora s novim namotom

Prije ulaska generatora u redovan pogon izvršena su na njemu detaljna ispitivanja i iz rezultata tih ispitivanja učinjen je ispitni protokol.

Obzirom na već ranije rečeno, da je kod projektiranja bila želja pokušati da se zadrže čim sličnije električne karakteristike stroja, a da se kod izmjene namota ipak izvedu neke konstruktivne izmjene o kojima je već bilo riječi, bit će interesantno usporediti neke podatke, iz kojih će se moći ocijeniti da li je i konstrukcija uspjela.

Usporedili smo podatke iz protokola starog i novog namota i u priloženoj tablici su uneseni rezultati.

Uspoređujući gornje rezultate vidi se da je predviđanje projektanta sasvim uspjelo i da se vrijednosti praktički podudaraju sa nekim minimalnim odstupanjima.

Obzirom na činjenicu da je izmjenom sistema štapa smanjen presjek u odnosu na prvobitno rješenje, podaci koji su dobiveni pokazuju da su karakteristike stroja veoma slične prethodnoj koncepciji namota.

Možda se stiče dojam da je rezultat nelogičan: konačna temperatura stroja, koja je ostala manja nego prije prematanja, iako je ukupni presjek bakra smanjen za oko 6 %. Međutim razlog je u tome što je izvršena mala rekonstrukcija hlađenja generatora tj. rashladne baterije su drugačije povezane na sistem rashladne vode i time je hlađenje postalo nešto intenzivnije.

Naslov pisca: Žarko Petrović, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

Rasklopna postrojenja napona 110 kV tzv. klasičnog tipa, tj. sa sabirnicama (redovito dvostrukim) i jasnom podjelom na polja, dobro su nam poznata. Karakteristika je svih postrojenja toga tipa, da posjeduju dobru pogonsku, a isto tako i dobru remontnu elastičnost. Ako remontna elastičnost katkada u praksi ne zadovoljava, to treba obično pripisati nedovoljno dimenzioniranoj mreži upće, a ne samo nedovoljnom opsegu postrojenja. Mana opisanog klasičnog tipa rasklopnog postrojenja je relativno visoka cijena zbog velikog broja potrebnih rasklopnih elemenata, mjernih transformatora itd.

Dobro je poznato, da su takva »uredno« osnovana postrojenja preuzeta od tehnički razvijenih zemalja srednje Evrope, uglavnom od Njemačke, odnosno od zemalja koje su tehnički i ekonomski bile pod uplivom ili su tijesno sarađivale s Njemačkom. Francuska je dala svoj doprinos u razvoju postrojenja, pošto je uvela »miješane faze«, ali u načelu je ipak ostala vjerna »urednom« postrojenju.

U međuvremenu su se u ostalom dijelu svijeta — da navedemo samo Englesku i USA — uz postrojenja sa sabirnicama razvijala i postrojenja drugih tipova. Kao prototip tih drugih tipova može se uzeti »stanica s tri sklopke«, toliko česta u britanskoj mreži. Stanica s tri sklopke, koja u standardnoj izvedbi ima dva dalekovodna priključka na strani višeg napona i dva transformatora, imala bi u klasičnoj izvedbi sa sabirnicama jednu sklopku više (2 dalekovodne + 2 transformatorske = 4), odnosno 5 sklopaka, ako bi se uzelo još i spojno polje zbog eventualnih dvostrukih sabirnica.

Posljednjih nekoliko godina javlja se i u Njemačkoj, domovini »urednog« rasklopnog postrojenja, tendencija ka stanicama jednostavnije osnove. Predlažu se čak stanice s ekstremno jednostavnim postrojenjem višeg napona. Na sl. 2, 3 i 4 prikazane su neke takove stanice, uključujući i način njihovog uklapanja u postojeću mrežu (priključak na postojeće postrojenje transformatorske stanice klasičnog tipa ili na postojeći dvostruki dalekovod). Sl. 1. prikazuje klasično rješenje. Dužina priključnog dalekovoda utječe na sistem zaštite.

Bilo bi međutim potpuno pogrešno zaključiti, da se u slikama 2, 3 i 4 krije ključ za jeftino oblikovanje mreže i za velike uštede. Prije primjene prikazanih ekstremno jednostavnih stanica mora se strogo provjeriti, jesu li ispunjeni određeni uvjeti. Ti su uvjeti vezani uz:

gustoću konzuma,
postojanje rezerve u snazi transformacije na promatranom području,
mogućnost, da mreža nižeg napona preda dovoljno energije u dio mreže, koji je ostao bez dijela napajanja.

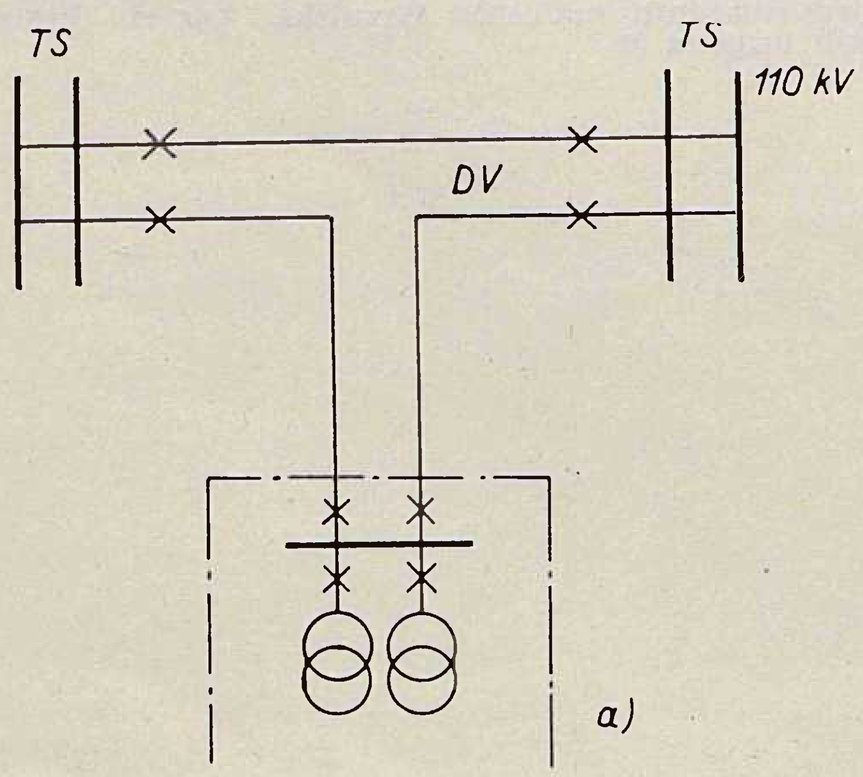
Strogost navedenih zahtjeva je potpuno razumljiva, ako se uzme u obzir, da kod shema po sl. 2, 3 i 4 ispad jednog dalekovoda neminovno dovodi do ispada jedne transformatorske jedinice iz pogona, što kod klasičnog tipa stanice nije slučaj.

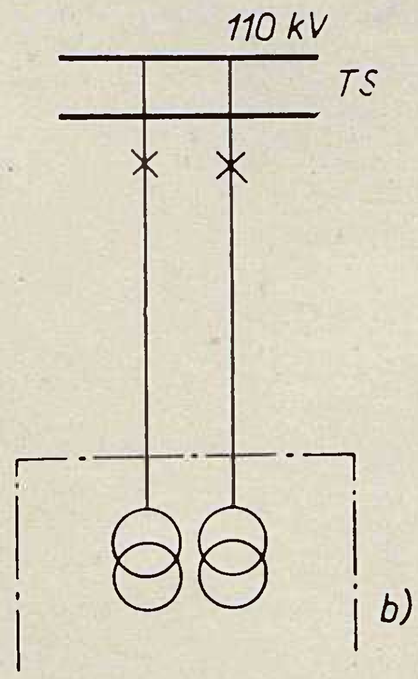
Kao prvu aproksimaciju može se postaviti pravilo, da će manji broj dobro opremljenih stanica i veći broj jednostavnih stanica moći približno jednako zadovoljiti potrošače elektroenergijom određene kvalitete.

Investicioni troškovi i troškovi pogona su osnovni faktori, koji će utjecati na izbor jednog ili drugog tipa mreže.

Jasno je, da se izraziti minimumi troškova kod osnivanja mreže ne mogu očekivati, ako je kvaliteta isporučene energije unaprijed zadana i konstantna.

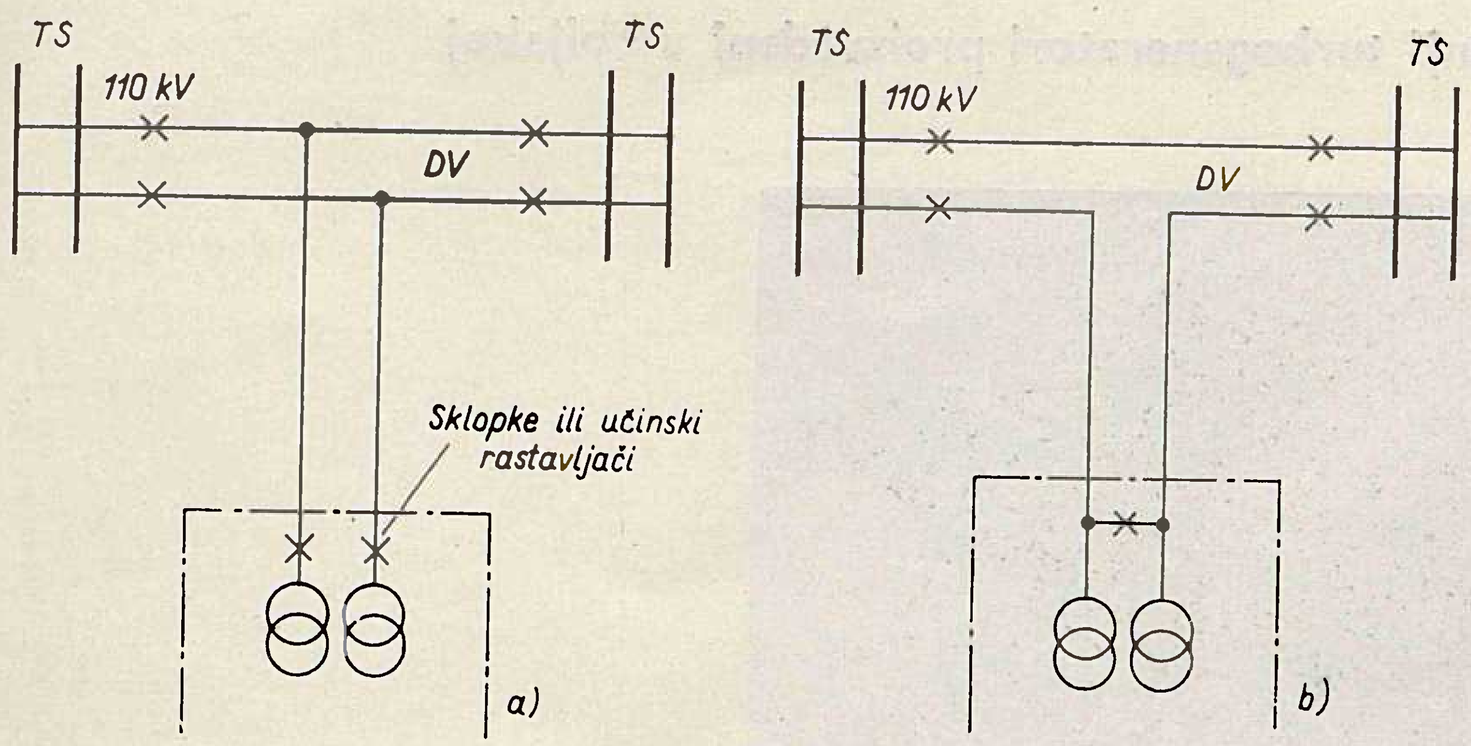
Daljnja mogućnost smanjenja troškova električnih mreža leži u eliminaciji jednog naponskog nivoa u ljestvici 110 — 35 — 10 — 0,4 kV. Prema njemačkim izvorima, to bi bio napon 30 odnosno 35 kV. Nakon eliminacije tog napona, za gradska je područja prikladniji niz 110 — 10 — 0,4 kV, a za seoska 110 — 20 — — 0,4 kV. Uz zadovoljavanje stanovitih uvjeta (uglavnom postojanja određene gustoće konzuma), uštede se kreću do 25 %, pa i više. Sa stanovišta broja napona u standardnom nizu (gledano u svjetlu naših standarda) nije postignuto ništa, jer je broj ostao isti, tj. 110 — 20 — 10 — 0,4 kV. Naprotiv, ako se uzme da stanoviti broj 35 kV mreža ne bi mogao odumrijeti, imamo jedan napon više, tj. 110 — 35 — 20 — — 10 — 0,4 kV.





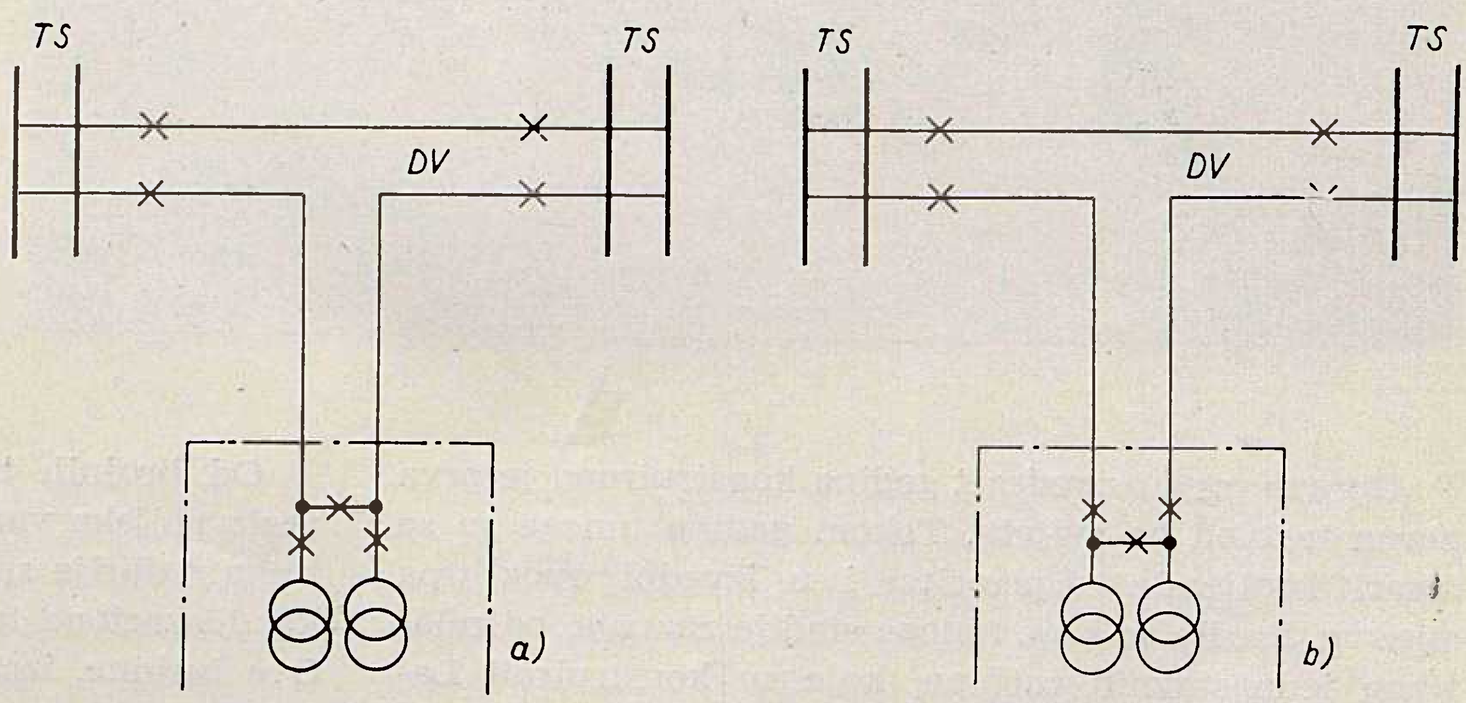
Sl. 1a. Stanica klasičnog tipa, priključena kao umetnuta. Učinske sklopke označene su križićem

1b. Blok spoj



Sl. 2a. Dvostruki otcjep

2b. Umetnuta stanica



Sl. 3. Dvije varijante (a i b) umetnute stanice sa 3 sklopke.

Nije teško prihvatiti tvrdnju, da su troškovi mreže s 3 naponska nivoa niži od troškova mreže s 4 naponska nivoa. Teže je prihvatiti tvrdnju, da dodavanje jednog napona standardnom nizu ne umanjuje ekonomski efekt prvonavedenog smanjenja troškova. Rješenje je opet u gustoći konzuma. Ako industrija može dati određeni proizvod iz reda elektroopreme uz nisku cijenu zahvaljujući određenoj količini koja opravdava serijsku, odnosno automatiziranu proizvodnju, onda se mora pretpostaviti da će mreža apsorbirati te proizvode. Jaka mreža, koja se brzo širi, može dakle apsorbirati dovoljno komada od svakog tipa proizvoda, pa je i veći broj tipova moguće ekonomično proizvoditi. Zaključak je, da jaka mreža može imati bogatiji niz standardnih napona, a da ne ugrozi tekovine koje pruža standardizacija, ali će pri tome jedna mreža promatrana zasebno postati i ostati ekonomična, ako iz standardnog niza napona odabere u određenim uslovima što manji broj naponskih stepenica.

Eliminacija jedne stepenice u nizu napona, konkretno stepenice 35 (30) kV, ekonomična je, prema njemačkim izvorima, kod gustoće opterećenja veće od 50 kVA/km².

Karlo Ožegović, dipl. ing.

Literatura sa strane 30

Literatura

[1] O. Gros, *Neke osnovne postavke politike investiranja u elektroenergetiku,* Energija, 13 (1964), br. 1—2.

[2] H. Požar, *Veličina izgradnje hidroelektrana* (I dio) *Hidroelektrane i opskrba električnom energijom,* Elektroprivreda, 9 (1956) br. 2.

[3] H. Požar, *Energetska vrijednost hidroelektrana,* Elektroprivreda, 16 (1963) br. 2.

[4] B. Udovičić, *Kritični period u 1969. godini,* Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, 1963.

[5] H. Požar, *Raspored proizvodnje u hidroelektranama na Cetini i HE Rama, uz dosljednu primjenu kriterija Jugela,* Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963.

[6] H. Požar, B. Udovičić, *Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije,* (dodatni elaborati) Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963. (6 knj.)

[7] H. Požar, J. Keglević, *Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije uz korišćenje akumulacija po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana,* Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963. (6 knj.).

[8] H. Požar, *Usporedba energetske vrijednosti hidroelektrana na Trebišnjici s nekim drugim hidroelektranama,* Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1962.

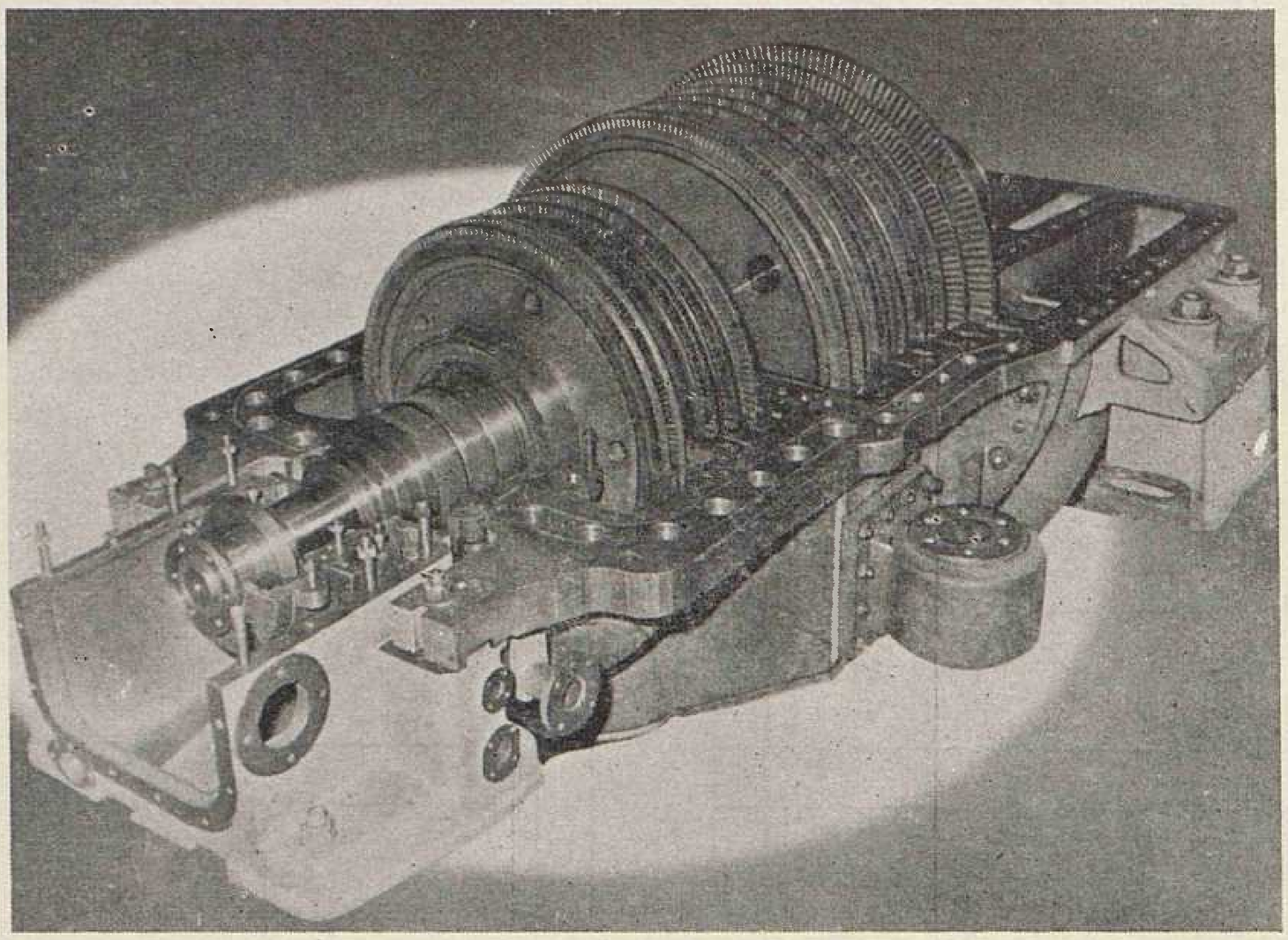
[9] M. Boll, *Tables numériques universelles,* Dunod, Paris, 1949.

[10] *Izvještaj ekonomske radne grupe,* (I deo) *Hidroelektrane,* Koordinacioni odbor Upravnog odbora Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, Maribor, 1963.

[11] H. Požar, *Daljnje energetsko korištenje voda u slivu rijeke Cetine* (obrada prema kriteriju Jugoslovenske investicione banke), Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1964.

[12] H. Požar, J. Keglević, *Punjenje i pražnjenje akumulacionih bazena hidroelektrana,* Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963.

Mali i srednji turbogeneratori proizvedeni u Poljskoj



Sl. 1. Mala protutlačna turbina

Upravo pred osamdeset godina konstruirana je prva parna turbina na svijetu. Tokom godina mnoge su se stvari izmijenile u principu i u izvedbi ovog tipa opreme. Prošlo se kroz mnoge stadije razvoja, od relativno jednostavnih turbina, koje su konstruirali Laval i Parsons do savremenih, visokoučinskih jedinica, čija snaga dostiže do nekoliko stotina tisuća konjskih snaga. Kao pogonski stroj turbina je zamijenila gotovo sve parne strojeve s klipovima, zbog svoje veće snage i visokog broja kretaja. Kao pogon za električne generatore parna turbina je još uvijek nezamjenjiva.

Bez obzira na svoju veličinu, parna turbina je precizan stroj. Uz ogromne rotirajuće mase, broja okretaja do mnogo tisuća okretaja u minuti, te velikih obodnih brzina i najmanja pogreška ili izbacivanje iz ravnoteže dovodi do vibracija, koje u slučaju rezonancije mogu dovesti čak do iskrivljavanja jedinica.

Zbog ovih činjenica, izgradnja turbina je posao koji zahtijeva veliko iskustvo, snažnu tehničku osnovu, te dugogodišnju tehničku tradiciju. Proizvodnja turbina, njihova veličina i kvalitet su, da tako kažemo, slika nivoa industrijskog razvoja zemlje. Također treba naglasiti, da je proizvodnja turbina posao, kojim se bave samo zemlje s najvećim dostignućima u industriji. Među njima je također i Poljska.

Tvornica strojeva ZAMECH u Elbagu počela je s proizvodnjom tek 1952, ali budući da je postigla izvanredno dobre rezultate u izgradnji malih i srednjih turbina nakon relativno kratkog vremena, počela je da proizvodi jedinice do 125 MW, a nakon vrlo kratkog pokusnog vremena proizvodnje, čak i veće (do 200 MW). U početku se proizvodnja turbina u Poljskoj bazirala potpuno na stranim (britanskim i švedskim) licencijama, ali danas, domaće izvedbe osvajaju sve više i više mjesta u ukupnoj proizvodnji.

Od brojnih turbina i turbogeneratora koje je izvezla poljska vanjskotrgovinska firma «Elektrim Ltd.« treba najprije spomenuti male i srednje industrijske i kondenzacione turbine i turbogeneratore (do 30 MW). Ove turbine, izrađene na osnovu visoko normiranih i jedinstvenih nacrta, mogu se podijeliti u 4 osnovne grupe:

— protutlačne turbine
— protutlačne turbine s oduzimanjem
— kondenzacione turbine
— kondenzacione turbine s oduzimanjem

U svim ovim grupama, kao osnovni tip odabrane su jednodjelne turbine. Međutim, u ovisnosti o tipu, snazi i početnim i krajnjim parametrima izvode se i dvodjelne konstrukcije. Da bi se dobile turbine za konstantne i varijabilne brzine, s najvećim mogućim toplinskim elasticitetom i snagom, kao princip odabrane su turbine s reduktorom i rasporedom turbinskih lopatica za kočenje.

Parametri turbina mogu unutar većih granica biti podešeni prema željama kupaca. Četiri osnovne grupe parametara, koje se baziraju na standardnim parametrima, su tipične:

90 atm kod 500 °C
64 atm kod 485 °C, ili 465 °C
35 atm kod 435 °C
24 atm kod 380 °C

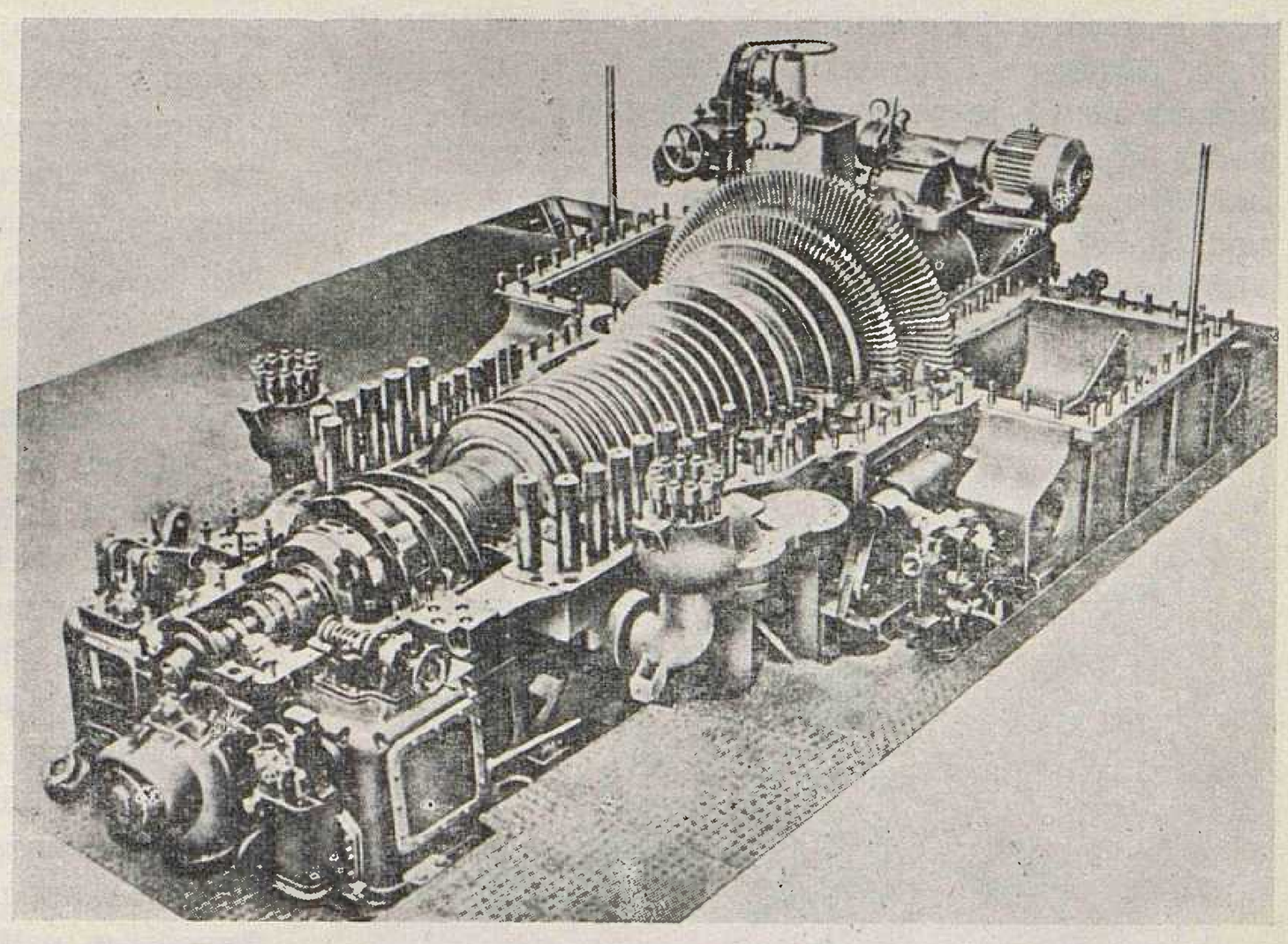
Tlak od 90 atm i temperature pregrijane pare od 500 °C su uglavnom gornje granice za male i srednje turbine. Protutlačni parametri i parametri oduzimanja mogu u granicama od 1,2 do 30 atm biti podešeni za potrebe kupaca, međutim oni ovise u izvjesnoj mjeri o potrošnji turbina koja se kreće od 20 do 120 tona na sat.

Kao tipičan kondenzacioni parametar odabrana je vrijednost od 0,05 do 0,1 atm, s mogućnošću smanjenja na vrijednost 0,035 atm uz neznatno ograničenje maksimalne snage. Temperatura vode može biti unutar granica od 150° do 200° C već prema želji kupca.

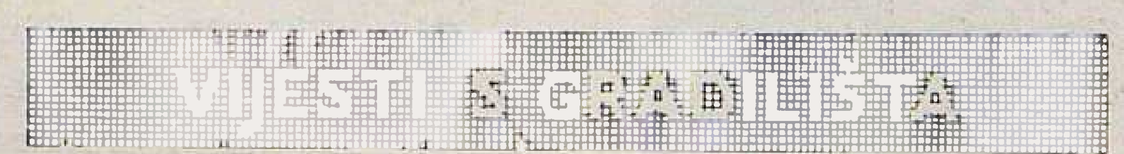
Protutlačne turbine (sl. 1) grade se u pet tipičnih veličina (P-08, P-2, P-3, P-6 i P-12), za maksimalne snage od 0,8 do 12 MW. Broj okretaja ovih turbina je 10.000 o/min za tipove P-08 i P-2, 12.500 o/min za P-3, 9.500 o/min za P-6, 7.500 o/min za P-12. Kondenzacione turbine se grade u dvije veličine (K-5 i K-8) za maksimalne snage, dakle 5 i 8 MW i kondenzacione turbine s oduzimanjem također u dvije veličine, UK-8 za maksimalnu snagu 8 MW i UK-12 za maksimalnu snagu 12 MW.

Konstrukciona rješenja generatora, određenih za rad s naprijed spomenutim turbinama baziraju se na principu kontinuiranog pokrivanja snaga unutar granica od 0,5 do 12 MW kod faktora snage od 0,7 do 0,9 i nazivnih napona na izvodima 400, 3.300, 6.300 ili 10.500 volta.

U bliskoj budućnosti gradit će se i generatori s tropskom izvedbom. Specifična potrošnja pare kreće se od 11,12 do 13,1 kg/kWh za turbogeneratore P-08 do P-6 i 12 kg/kWh za turbogenerator P-12, specifična potrošnja topline za turbogeneratore s kondenzacionim turbinama 35 atm/435°C je 3100 kcal/kWh za jedinicu od 3 MW i 3220 kcal/kWh za jedinice od 6 MW. Mali i srednji industrijski protutlačni i kondenzacioni turbogeneratori iz serije TN, TP, TK koji se sada proizvode i izvoze u zemlje kao što su Indija, Sovjetski Savez, Čehoslovačka i druge, privukli su pažnju kupaca i stručnjaka širom svijeta. Obzirom na veliki broj okretaja (do 12.500 o/min) i izvedbu s reduktorom, postoji mogućnost da se zadovolje zahtjevi kupaca. Detaljne informacije o tehničkim karakteristikama i parametrima industrijskih malih i srednjih turbina i turbogeneratora, te o neuobičajeno pogodnim rokovima isporuke može se dobiti od vanjskotrgovinske firme »Elektrim«, Warszawa Czackiego 15/7, koja je jedini izvoznik opreme ovog tipa.



Sl. 2. Srednja industrijska tubina



Nova prijenosna postrojenja u SR Hrvatskoj

Na području SR Hrvatske u 1964. godini izgrađen je i pušten u pogon veći broj prijenosnih postrojenja. Od značajnijih objekata treba istaknuti:

Dalekovod 110 kV Varaždin — Čakovec, dužine 14,0 km, izveden čelično-rešetkastim stupovima, tipa »Jela«. Sredinom godine potpuno je završena gradnja te je nakon tehničkog pregleda puštanje u pogon izvršeno koncem srpnja 1964. Za sada dalekovod radi pod naponom 30 kV dok opterećenje područčja Čakovec ne bude zahtijevalo gradnju transformatorske stanice 110/35 kV, kada će dalekovod biti stavljen pod napon 110 kV.

Dalekovod 2 x 110 kV Mraclin — Rakitje, dužine 34,9 km, s čelično-rešetkastim stupovima, tipa »Dunav«, završen je u prvom tromjesečju 1964. i pušten u pogon s jednom trojkom.

U ovoj se godini nastavljaju radovi na dalekovodnim poljima u TS Rakitje, pa se očekuje da bi

mogli biti dovršeni u drugom tromjesečju 1965. kada bi se u pogon mogla pustiti i druga trojka dalekovoda.

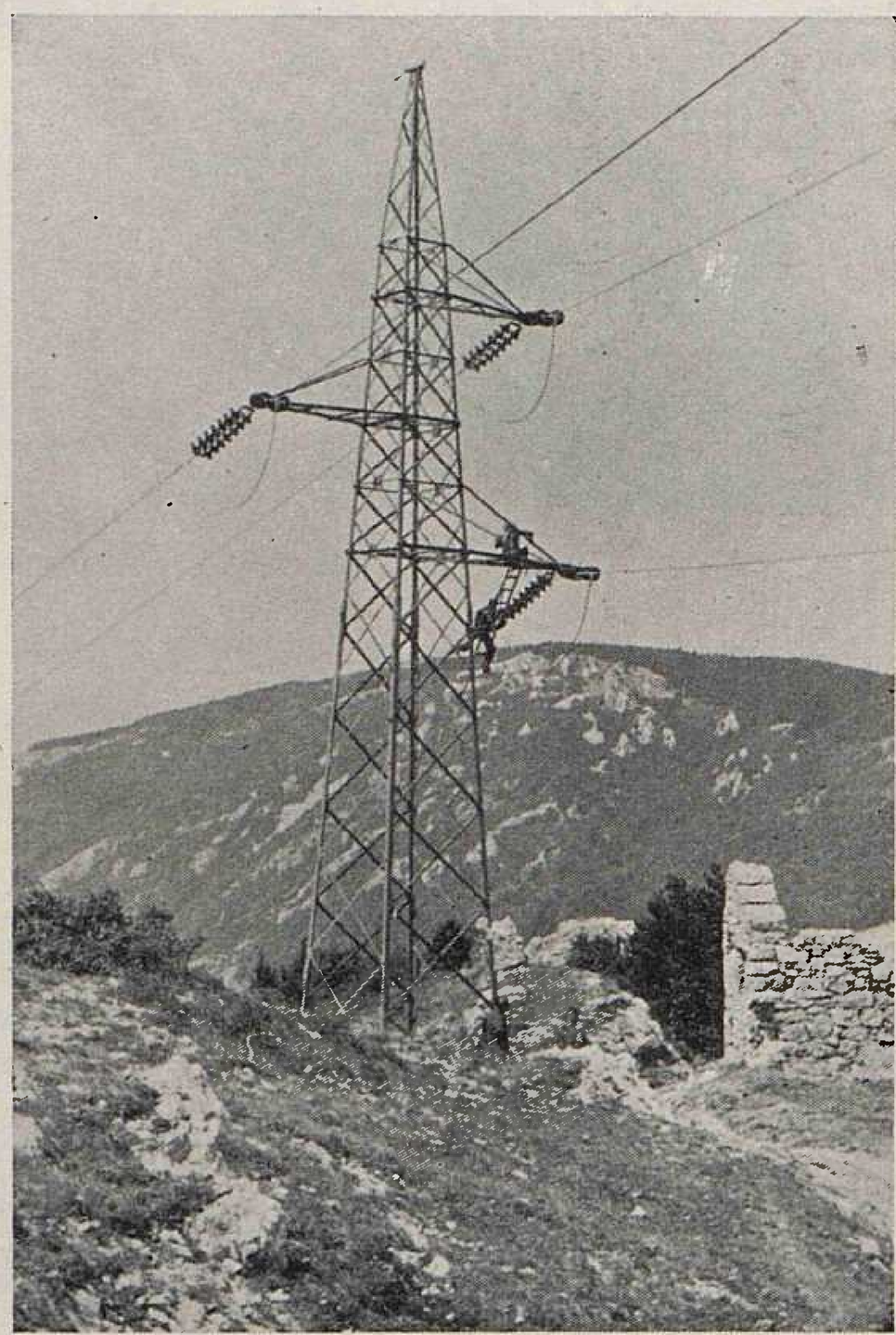
Dalekovod 110 kV Matulji — Raša (II), dužine 39,6 km, izveden je također s čelično-rešetkastim stupovima tipa »Jela«. Građevni i montažni radovi završeni su još koncem 1963, ali zbog lošeg vremena nije mogao biti održan tehnički pregled tako da je dalekovod bio pušten u pogon tek 22. veljače prošle godine.

Dalekovod 110 kV Otočac — Lički Osik, dužine 33,3 km, završen je, a tehnički je pregled održan 11. studenog 1964. Međutim uporabna dozvola nije izdana, dok se ne uklone neki nedostaci (loša kvaliteta betona nekih temelja, križanje dalekovoda s TT-linijama).

Za dalekovodno polje 110 kV u HE Senj naručena je domaća oprema i ugovorena montaža. Uvozna oprema nije još ugovorena. U travnju ove godine bit će završeno dalekovodno polje, pa će dalekovod moći bibiti pušten pod napon 110 kV (sada je dionica Senj-Otočac u pogonu pod naponom 35 kV).

Nadalje u prošloj godini u pogonu je novoizgrađeni dalekovod Zabok — Strmec, dužine 7,3 km, za čiju je gradnju i opremu uloženo oko 65 milijuna dinara. Građevne i montažne radove na ovim dalekovodima izvelo je poduzeće »Dalekovod«, koje je također izradilo čelično-rešetkaste stupove u svojim mehaničkim radionicama. Jedino su stupovi za dalekovod 110 kV Otočac—Lički Osik izrađeni u kooperaciji »Dalekovoda« i »Energoinvesta« iz Sarajeva.

Ukupne investicije na novu mrežu dalekovoda 110 kV u SR Hrvatskoj iznose oko 940 milijuna dinara.



Dalekovod 110 kV Otočac — Lički Osik

Transformatorske stanice 110/30(35) kV

Od novih transformatorskih stanica u 1964. godini su u pogonu:

Transformatorska stanica 110/35 kV Dubrovnik (Komolac) i dalekovod 110 kV Ston — Dubrovnik na kojoj je završena izgradnja kompletnog 110 kV postrojenja za I etapu, te je izgrađeno provizorno (vanjska montaža) 35 kV rasklopno postrojenje tako da je transformacija mogla biti puštena u pogon 31. srpnja 1964.

Transformatorska stanica 110/30 kV Zabok, u pogonu je od 25. svibnja prošle godine. U toku ove godine izvršit će se još neki sitniji montažni radovi, koji nisu mogli biti završeni u planiranim rokovima radi nedostataka opreme.

U transformatorskoj stanici 110/35 kV Buje, koja je u provizornom pogonu 50 kV od godine 1960. u toku prošle godine izvršena je zamjena postojećeg transformatora 50/30 kV, 10 MVA, s regulacionim transformatorom 10 MVA, 110/35 kV i na taj je način početkom srpnja izvršen prijelaz na 110 kV i 35 kV napon u području Buja.

Transformatorska stanica 110/30 kV Karlovac, radovi na I etapi su završeni te je objekt nakon tehničkog pregleda stavljen u pogon 3. srpnja 1964. Projekt kompletne I etape je završen te će se, čim budu odobrena sredstva, moći započeti s gradjom 30 kV postrojenja.

U transformatorskoj stanici 110/35 kV Osijek, zamijenjen je transformator 20 MVA, 110/35 kV s jednim od 31,5 MVA, 110/35 kV u listopadu 1964. a tom prilikom izvršen je i djelomičan prijelaz na 35 kV u području Osijeka.

Transformatorska stanica 110/35 kV Lički Osik, završeni su građevni radovi i izvršen je tehnički pregled. Montaža nije izvršena prema ugovorenom roku (XII-1964.) radi zakašnjenja isporuke opreme kao i shema križanja.

S obzirom na zakašnjenje radova na 110 kV dalekovodnom polju u HE Senj predviđeno je da se stanica stavi privremeno pod napon 35 kV i koristi regulacioni transformator u svrhu poboljšanja naponskih prilika u Lici.

Za gradnju i opremu novih transformatorskih stanica 110/35 (30) kV, koje su puštene u pogon 1964. godine, ukupne investicije iznose oko 850 milijuna dinara.

Investiciona sredstva bila su osigurana iz fondova Jugoslavenske investicione banke, iz fondova republike, kotara, komuna i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. U financiranju izgradnje transformatorskih stanica učestvovale su i saobraćajne organizacije sa 45 milijuna dinara i to za transformatorsku stanicu 110/30 kV Karlovac, te industrija oko 71,5 milijuna dinara za transformatorsku stanicu 110/35 kV Lički Osik.

I. R.

Petnaestogodišnjica »Elektroprojekta«

Koncem prošle 1964. godine proslavilo je poduzeće »Elektroprojekt« iz Zagreba 15-godišnjicu svog osnutka i djelovanja.

Nagli razvoj industrije, obnova i unapređenje privrede, nametnuo je u poslijeratnom razdoblju potrebu izgradnje hidro i termoelektrana i usporedo s time osnivanje projektnih organizacija.

Rješenjem vlade FNRJ 1949. godine osnovano je poduzeće za projektiranje hidroelektrana i za istražne radove »Hidroelektroprojekt«. Čim je objavljen Zakon o upravljanju državnim privrednim poduzećima članovi kolektiva izabrali su svoj prvi Radnički savjet 1950. preko koga preuzimaju upravu poduzeća u svoje ruke. Godine 1951. poduzeće prelazi iz savezne u republičku nadležnost.

U cilju unapređenja projektiranja Radnički savjet usvaja vrlo značajnu odluku o izgradnji vlastitog hidrotehničkog laboratorija. Za izgradnju i opremu laboratorija kolektiv je izdvajao godinama znatna vlastita financijska sredstva.

Na prijedlog Radničkog savjeta vlada NRH rješenjem od 6. veljače 1952. odobrila je poduzeću da promijeni ime u »Elektroprojekt« — poduzeće za projektiranje elektroenergetskih postrojenja.

U 1954 pojavljuje se »Elektroprojekt« na investicionim radovima u inozemstvu, gdje uspješno primjenjuje i proširuje stečeno iskustvo. U svom daljnjem razvoju poduzeće proširuje djelatnost na radove vodogradnje tj. na vodoprivedne osnove, melioracije, regulacije vodotoka, odvodnje, opskrbu vodom, plovne puteve i luke s odgovarajućim objektima iz niskogradnje i visokogradnje.

Prateći perspektivni razvoj izvora elektroenergije organi poduzeća 1960. godine odlučuju da se poduzeće počne baviti i projektiranjem termo-nuklearnih postrojenja.

Formirana je posebna grupa stručnjaka koja će rješavati problematiku projektiranja i izgradnje nuklearnih elektrana.

Koristeći iskustvo stečeno na dotadašnjim radovima Radnički savjet donosi 1960. odluku o proširenju djelatnosti na isporuku kompletnih postrojenja na bazi kooperacije uključujući tu projektiranje, isporuku cjelokupne opreme, izgradnju, nadzor, montažu i puštanje postrojenja u pogon.

Poduzeće je otpočelo rad sa 45 službenika i radnika. Danas kolektiv zapošljava 180 stručnjaka, od toga 71 inženjera, 53 tehničara, 16 tehničkih crtača, te 40 radnika i službenika zaposlenih u komercijalnom i administrativnom sektoru kao i u pomoćnim djelatnostima.

Djelovanje poduzeća u proteklih 15 godina može se podijeliti na dva razdoblja:

— od svoga osnutka 1949. do 1954. poduzeće radi isključivo na energetskim objektima u zemlji,

— od 1954. do danas poduzeće izvodi radove ne samo u zemlji nego i za inozemne investitore.

U zemlji su vršeni projektantski radovi na osnovnim i najvažnijim energetskim objektima SR Hrvatske kao i na nekim objektima u drugim republikama. Većina projektiranih objekata stavljena je već u pogon.

Ukupno su projektirane 24 hidroleektrane s instaliranom snagom od 1,300.000 kW i godišnjom proizvodnjom od preko 5 milijardi kWh. Najveće od tih hidroelektrana su: HE »Nikola Tesla« Vinodol, HE Gojak, HE Peruća, HE Split, HE Senj, HE Sklope, HE Rijeka, a manje HE Slapovi na Uni, HE Fužine, HE Ozalj II, HE Zavrelje i generalna rekonstrukcija HE Miljacke (Manojlovac).

Projektirano je i 12 velikih termoelektrana od kojih su najznačajnije: TE Jertovec — Konjščina, TE Jugovinil, TE Vlaška, TE Rijeka, TE Osijek, Toplana Zagreb II, a sada se radi na projektima za TE I i II i TE Skopje.

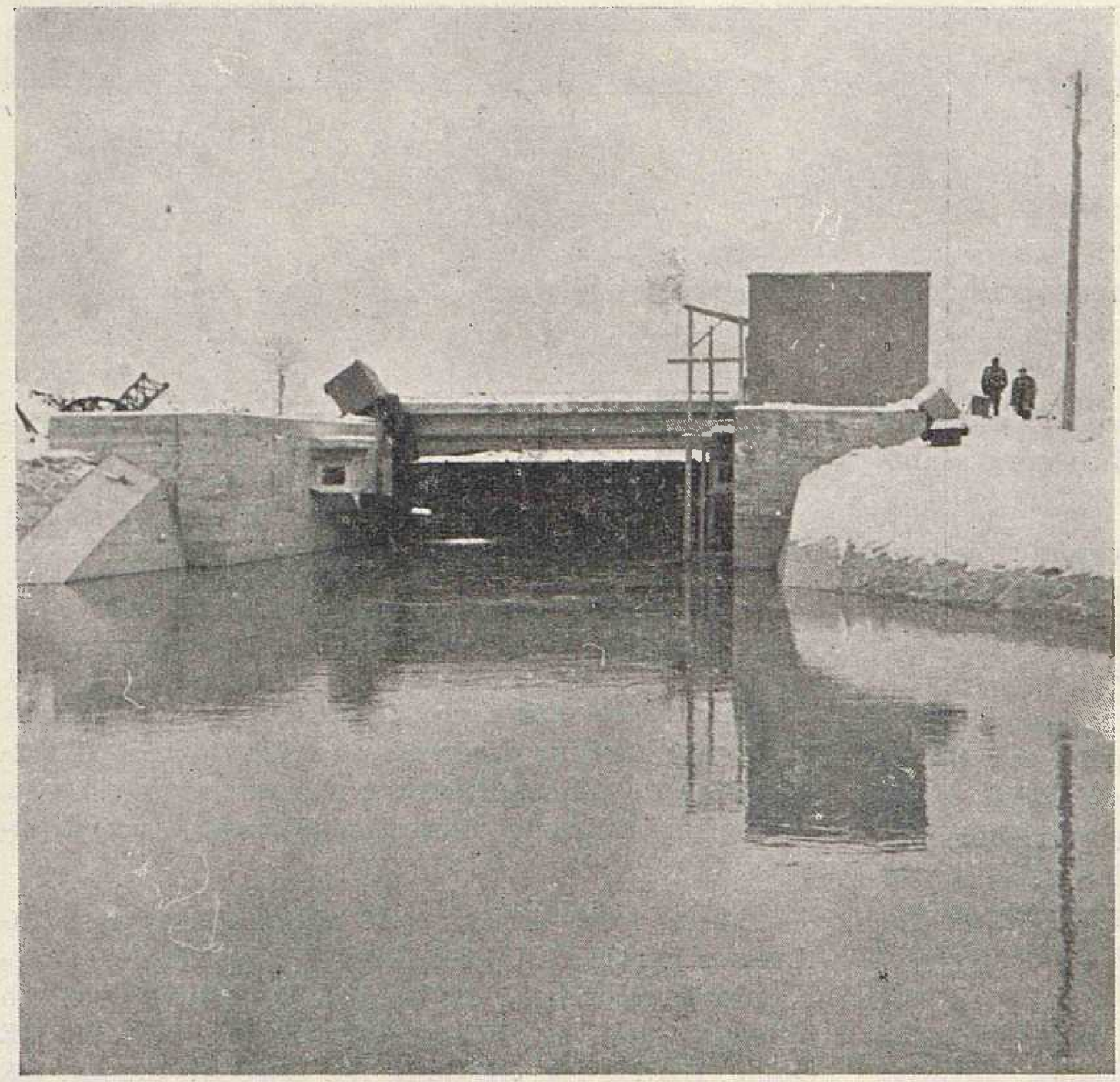
Ovom prikazu treba dodati i preko 40 transformatorskih stanica raznog napona. Projektirana su nadalje energetska postrojenja i rekonstrukcije brojnih industrijskih objekata od kojih treba istaknuti: Šećeranu Županja, DIP Ivangrad, Željezaru Skopje i Željezaru Sisak. U toku je organizacija rada na projektiranju rekonstrukcija tehnološkog pogona nekih industrijskih objekata.

Prvi je put »Elektroprojekt« nastupio na inozemnom tržištu 1954. u Burmi izvođenjem investicionih radova. Već 1955. poduzeće je registrirano za samostalan nastup na izvođenju investicionih radova u inozemstvu.

Odluka organa poduzeća o nastupu na inozemnom tržištu bila je dalekosežnog značaja za daljnji razvoj poduzeća. Poduzeće radi u ovim zemljama: Burma, Libanon, Etiopija, UAR, zatim Bolivija, Indija, Cejlon i Iran.

Za strane investitore do danas su izvršeni slijedeći radovi:

Burma — Izvršeni su istražni radovi i izrađeni glavni projekti za hidroelektrane Zagwui na rijeci Zodji, Washawng, Namsang Hka, zatim projekata melioracija terena na području Washawng, Putao, Prome i Nanlet s branom i sistemom navodnjavanja.



Radovi na brani Šumečica

Etiopija — Projektiranje vodovoda za gradove Addis Abeba, Harar, Nazareth i Debra Marcos. Nadalje projekt i nadzor HE Adola (u izgradnji), HE Tis Abay na Plavom Nilu koja je puštena u pogon krajem 1964. kao i TE Bahr Dar. Izrađen je projekt vodoprivredne osnovne rijeke Wabi Shebelli, te istražni radovi i projekti melioracije i vodoopskrbe u nekoliko oblasti Etiopije.

Iran — Ekonomska studija i projekt za izgradnju vodoprivrednog objekta Mahabad s branom, hidroelektranom i ospkrbom vodom.

Indija — Projekt rekonstrukcije i proširenja TE Kandla.

Projektiranjem u inozemstvu poduzeće je do sada ostvarilo preko 2 milijuna dolara. Suradnja za inozemne investitore nastavlja se, te su za ovu godinu već ugovoreni poslovi u vrijednosti od oko 2,1 milijuna dolara, a u toku je zaključivanje ugovora za daljnjih 5 milijuna dolara.

Za svih 15 godina svoga postojanja »Elektroprojekt« nije nikada došao u financijske teškoće.

Dok je u 1949. godini, kada je poduzeće osnovano, ostvaren ukupan prihod od 36 milijuna dinara, u godini kad slavi 15 godišnjicu opstanka, prihodi iznose 750 milijuna dinara ili preko 20 puta više.

Prosječni osobni neto dohodak iznosio je godine 1963. u jugoslavenskim projektantskim organizacijama po čovjeku 671.000 dinara, a u »Elektroprojektu« 797.000 dinara ili za 19 % više.

Organi upravljanja vodili su računa o jačanju svojih fondova. Na jednog radnika u ostalim jugoslavenskim projektantskim organizacijama otpada po osobi 260 tisuća dinara za fondove poduzeća, a u »Elektroprojektu« 394.000 dinara ili za 51 % više. Od ukupnih poslovnih sredstava kod ostalih projektantskih poduzeća na vlastite fondove u 1963. g. otpalo je 36 %, a u »Elektroprojektu« čak 62 %.

Značajno je istaknuti da projektiranje za inozemne naručioce zauzima sve veći dio kapaciteta poduzeća i sačinjava sve veći dio njegovog ukupnog prihoda. Tako je realizacija od poslovanja sa stranim zemljama u 1961. iznosila 21,5 % ukupne realizacije, u 1962. 27,7% godine 1963. 31,3% a u 1964. blizu 40%. Prema dosad sklopljenim ugovorima udio od poslovanja s inozemstvom za 1965. godinu premašit će 50% ukupnih prihoda poduzeća.

Za dosadašnje polučene uspjehe kolektiv je dobio više zaslužnih priznanja, ali su neka, dobivena u jubilarnoj 1964. godini, od posebnog značaja.

Kod Organizacije Ujedinjenih Nacija u New Yorku poduzeće je registrirano kao inženjersko-konzultantska firma s ovlaštenjem da može sudjelovati u investicionoj izgradnji objekata koji se financiraju iz Specijalnog fonda Organizacije Ujedinjenih Nacija.

Kod Međunarodne banke za obnovu i razvoj u Washingtonu poduzeće je registrirano da može raditi na svim poslovima koje će ova banka kreditirati.

Skupština grada Zagreba dodijelila je »Elektroprojektu« Privrednu nagradu grada Zagreba na ime vanrednih rezultata poslovanja u zemlji i inozemstvu, te za uzornu kadrovsku politiku.

I. R.

Vodovodna mreža kao uzemljivač pogonskog i zaštitnog uzemljenja

Na inicijativu Elektroenergetskog inspektorata SR Hrvatske, a u organizaciji Privredne komore, održano je 25. 11. 1964. godine u Rijeci savjetovanje predstavnika vodovodnih i elektrodistributivnih poduzeća sa područja Hrvatske o temi: »Korištenje vodovodne mreže kao uzemljivača pogonskog i zaštitnog uzemljenja«.

Povećanje stepena elektrificiranosti kućanstava neminovno izaziva i povećanje vršnog opterećenja pojedinog kućanstva, a time i povećanje vršnog opterećenja mreže.

Ovo povećanje opterećenja zahtijeva također odgovarajuće povećanje osigurača, kako kod pojedinih kućnih instalacija, tako i u transformatorskim stanicama na izlazima pojedinih strujnih krugova.

Potreba montaže jakih osigurača, koja je izazvana masovnom upotrebom kućanskih aparata na pogon električnom strujom, nameće zaštitu od previsokog dodirnog napona kao ozbiljan, složen, odgovoran, a često puta i nerješiv problem. Pravilna i sigurna zaštita, naime, zahtijeva momentano i sigurno odvajanje od mreže i napona onog strujnog kruga u kojem se pojavio kvar na bilo kome trošilu ili samom strujnom krugu. Da bi se postigla efikasna zaštita, neophodno je osigurati dovoljno niske prelazne otpore uzemljenja kod pojedinih instalacija, koji će omogućiti pregaranje osigurača u slučaju kvara.

Proračun i izvođenje uzemljenja sa potrebnim kvalitetom i vrijednostima, koji su ovisni o opterećenjima instalacija, neophodno je potrebno podvrći kontroli određenih stručnih organa, jer se radi o zaštiti života širokog broja potrošača električne energije.

Praktična i djelotvorna provedba ove kontrole predstavlja veoma velike poteškoće, a kod široke elektrifikacije ove poteškoće postaju praktički nesavladive, s obzirom na broj priključenih instalacija na javnu mrežu.

S druge strane izvedba zaštitnih uzemljenja s odgovarajućim i potrebnim vrijednostima prelaznog otpora, postaje ne samo složena i skupa, nego često puta i nemoguća, a naročito u područjima sa slabom vodljivošću tla, kao što je kod nas na terenima kraškog područja

Čitava ova problematika i poteškoće oko njenog rješenja uslovile su razlike u provedbi načina zaštite od previsokog dodirnog napona u pojedinim distributivnim područjima. Tako se na nekim područjima kao sistem zaštite primjenjuje zaštitno uzemljenje, na nekima zaštitne sklopke, a na nekima (riječkom i zadarskom) nulovanje.

Uočavanjem i razradom ovog problema došlo se do zaključka da sistem nulovanja predstavlja najjeftinije, nejefikasnije, najsigurnije i u sadašnjim prilikama gotovo jedino moguće rješenje.

Radi toga je republički elektroenergetski inspektorat, kao mjerodavan i odgovoran, pokrenuo akciju za jednoobrazno rješenje pitanja zaštite od previsokog dodirnog napona na teritoriju čitave republike, i to primjenom sistema nulovanja, uz upotrebu vodovodne mreže kao efikasnog uzemljivača.

Poticaj za ovaj način zaštite kao koristan, efikasan i ekonomičan, pružila je prvenstveno potreba stranih zemalja, kao i uspješna praksa na kraškom terenu riječkog distributivnog područja, koja se sa pozitivnim rezultatima provodi već preko deset godina.

Na spomenutom savjetovanju svestrano je razmotren problem zaštite od previsokog dodirnog napona, te je uglavnom proizašlo slijedeće:

Efikasna i ekonomična zaštita protiv previsokog dodirnog napona, u današnjem i budućem obimu elektrificiranosti kućanstava, može se postići jedino nulovanjem.

Gradske vodovodne mreže, kao velike čelične mase razgranate pod zemljom na širokom području, predstavljaju veoma povoljan uzemljivač električne mreže. Izbjegavanje vodovodne mreže kao uzemljivača predstavlja u praksi velike poteškoće, jer je u gradovima teško zadovoljiti propise odvajanja i izoliranja uzemljenja električne mreže od dodira i utjecaja vodovodne mreže na ova uzemljenja.

Za sada potrošači samovoljno i nekontrolirano uzemljuju svoje instalacije na vodovodnu mrežu priključkom na najbližu vodovodnu cijev u vlastitom stanu.

Ovaj način uzemljenja prouzrokuje smetnje za vodovodnu mrežu. Smetnje se naročito uočavaju prilikom popravaka ili izmjene vodomjera ovakove instalacije u slučaju kada je istovremeno kvar na nekom od uzemljenih električnih trošila, jer se radi prekinutog spoja instalacije, na koju je provedeno uzemljenje, sa vodovodnom mrežom, stavlja radnike vodovoda u mogućnost premoštenja dijelova cijevi, između kojih se pojavljuje nedozvoljeno visoka razlika potencijala.

U pogledu utjecaja električne mreže na vodovodnu, u slučaju pravilnog uzemljenja na nju, ne dolazi do nikakovih štetnih posljedica za vodovodnu mrežu.

Dosadašnja praksa riječkog područja, kao izrazito kraškog terena, pokazala je dobre rezultate s uzemljenjem na vodovodnu mrežu.

Iz svih ovih razloga su se prisutni složili i zaključili, da se u punoj mjeri počne sa sistematskom provedbom uzemljenja električne mreže na vodovodnu mrežu.

Izvođenje ovih uzemljenja moraju preuzeti na sebe distributivna poduzeća električne energije, koja će ujedno na sebe preuzeti obavezu o kvalitetnom i stručnom izvođenju ovih uzemljenja, te upravama vodovoda prijavljivati mjesta priključka radi unošenja u dokumentaciju.

Detaljna uputstva o korištenju vodovodnih mreža treba donijeti u vidu propisa ili ozakonjenog pravilnika, a za posao oko izrade i donošenja ovog pravilnika je zadužen republički elektroenergetski inspektorat.

Ante Primožić, dipl. ing.

Ing. Božidar Filipović 70-godišnjak

U drugoj polovici 1964. navršio je 70 godina naš istaknuti elektroprivredni stručnjak i višegodišnji urednik našeg časopisa ing. Božidar Filipović.

Ing. Filipović rođen je 1894. u Petrinji. Osnovnu školu i realnu gimnaziju završio je u Zagrebu 1912. Upisuje se na Visoku tehničku školu, elektrotehnički odjel, u Brnu, ali kako je u to buknuo Prvi svjetski rat, prekida studije i odlazi u vojsku, gdje ostaje do sloma Austrougarske monarhije, i dospijeva u talijansko zarobljeništvo. Iza toga nastavlja studije u Brnu i diplomira 1921. Od 1921. do 1934. zaposlen je u poduzećima Munja i Jug. Ganz d. d. u Zagrebu. Od 1934. do 1941. radi u bivšoj Električnoj centrali grada Zagreba kao šef Odjela brojila i mreže. Za vrijeme Drugog svjetskog rata izvodi kao ovlašteni elektroinženjer projekte industrijskih elektrana do 1945. kada se ponovno vraća u Električnu centralu kao rukovodilac statističke službe, kalkulacija i tarifne politike u opskrbi električnom energijom. Godine 1946. dolazi na rad u Elpoh, zatim u Minel, pa u Generalnu direkciju elektroprivrede Hrvatske, gdje kao šef, odnosno načelnik odjela, rukovodi radovima na unapređenju električnog gospodarstva. Godine 1953. dolazi u Institut za elektroprivredu u Zagrebu, gdje radi (od 1963. dalje kao honorarni saradnik) i danas na stručnim i naučnim radovima iz područja električnog i energetskog gospodarstva.

Ing. Filipović slovi kao marljiv i vrlo uporan stručni radnik, koji je do sada objavio blizu 60 stručnih radova, od kojih je dvadesetak objavljeno u stručnoj štampi. Dugo je godina bio glavni urednik našeg časopisa »Energija«, kome je bio i pokretač. U njemu je, kako znamo, objavljen i velik broj njegovih studija s područja elektroprivrednog gospodarstva.

Jedan od najznačajnijih uspjeha bio mu je regulacija tarifa električne energije i primjena jedinstvenog tarifnog sistema na cijelom teritoriju Jugoslavije, koji je bio proveden 1957. Od njegovih značajnijih objavljenih studija, spominjemo samo neke:

— Elektrifikacija i nacionalna ekonomija, 1929.
— Važnost električne energije za nacionalnu privredu, 1938.
— Gospodarski, tehnički i psihološki preduvjeti za elektrifikaciju sela, 1939.
— Plan uvođenja novog tarifnog sistema, 1953.
— Studija o tržnim cijenama električne energije 1954.
— Proizvodnja i potrošnja el. energije u SFRJ u god. 1952.
— Jedinstvene tarife za električnu energiju, 1953.
— Kalkulacija proizvodnih i transportnih troškova električne energije za potrebe Yougelexporta, 1954.
— Princip valorizacije električne energije, 1956.
— Jedinstvene prodajne cijene u elektroprivredi, 1957.
— Die Elektrizitätswirtschaft Jugoslawiens, 1958.
— Savremena tarifa električne energije, 1962.
— Metodologija kalkulacije graničnih troškova u elektroprivredi za potrebe tarifiranja, 1962.
— Planiranje dugoročnog razvoja elektroprivrednog bruto produkta, 1962.
itd. itd.

Ing. Filipović bio je i aktivni društveni radnik. Prije rata u akademskom društvu »Jugoslavija« u Brnu, u GEC kao sportski radnik (predsjednik »Šparte«), a od 1921. do danas u Društvu inženjera i arhitekata odnosno DIT-u, gdje i sada aktivno surađuje u stručnim odborima i u upravi, ne samo u Zagrebu, nego i u jugoslavenskim okvirima u Beogradu.

Svom dugogodišnjem uredniku i suradniku naše uredništvo iskreno čestita jubilej!

Prof. ing. Vladimir Žepić

O prof. ing. Žepiću i njegovu radu naš je list svojedobno donio iscrpan prikaz i to povodom njegova odlaska u mirovinu 1961. Umirovljenje ga, međutim, nije spriječilo, da i nadalje živo i aktivno sudjeluje, kao vanjski saradnik i stručni savjetnik u elektroprivredi Hrvatske.

Prije kratkog vremena navršio je i prof. Žepić 70. godinu života, pa je red, da ga se i naše uredništvo, u kom još i danas obavlja dužnost urednika rubrike za stranu stručnu literaturu, posebno sjeti i iskreno mu čestita. Prof. ing. Žepić je poznati stručni i kulturni radnik, čija se suradnja i danas visoko cijeni, kako u Društvu inženjera i tehničara, kome je bio jedan od osnivača, tako i u društvu »Nikola Tesla«, Svjetskoj konferenciji za energiju i dr.

S obzirom na njegov elan i njegovu vitalnost uvjereni smo, da ćemo o njemu i njegovu radu imati prilike još pisati.

Redakcija »Energije«

Iscrpljenje zaliha urana u godini 19??

Najnovija razmatranja raznih institucija i stručnih foruma o svjetskim rezervama urana, kao dugoročnog izvora kalorija za proizvodnju električne energije, jasno postavljaju znak pitanja u pogledu dana konačnog iscrpljenja nalazišta uranovog oksida, koja bi se još mogla razumno koristiti. Taj dan možda je bliže nego što to mnogi vjeruju.

Na primjer, direktor odjeljenja za sirovine Komisije za atomsku energiju SAD izjavio je, da rezerve urana u SAD iznose oko 159.000 tona, a i te se godišnje smanjuju za oko 6.000 tona. Na taj način — ne uračunavši dodatna još neotkrivena nalazišta — sada poznate rezerve iscrpit će se negdje oko 1975—1980.

Na trećoj internacionalnoj konferenciji OUN za miroljubivo korištenje atomske energije, izneseno je u jednom referatu, da svjetske rezerve uranovog oksida iznose oko 600.000 tona, a svjetske godišnje potrebe da će iznositi 20.000 do 30.000 tona do 1975. godine, a 40.000 do 60.000 tona do 1980. godine. Prema tome, ako bi se otkrivanjem daljnjih novih nalazišta, do 1975. godine mogao zadržati ukupan iznos rezervi od oko 600.000 tona, svjetske zalihe iscrpit će se do 1992. godine.

Dva kanadska eksperta su na istoj konferenciji naveli, da sadanje stvarne i sigurno predvidive rezerve urana uz cijenu od 11—45 dolara/kg dosižu 400.000 tona, a pretpostavljaju da će oko milijun tona biti još otkriveno. Isti eksperti navode, da se sadanje stvarne i sigurno predvidive rezerve torija kreću oko 950.000 tona. Ove brojke ne samo da podstiču na razmišljanje, nego ukazuju na to, da je zaista potrebno svim silama raditi na usavršavanju praktičnog rješenja tehnologije oplodnih reaktora (bridera).

Manje pesimističan je šef britanskog istražnog centra u Harwellu, koji je izjavio da su Englezi uspjeli ekstrahirati uran iz morske vode, zasad doduše u maloj količini uz predvidivu cijenu od 35 dolara po kilogramu. Uz pretpostavku približno jednolične raspodjele urana po svim oceanima, sa oko 3,3 miligrama u toni morske vode, moglo bi tu biti teoretski raspoloživo oko 4.500 milijuna tona tog elementa za potrebe čovječanstva, naravno uz uvjet da će ono biti u stanju da savlada ogromne tehnološke i ekonomske probleme, koji su neizbježivi kod takvog načina dobivanja urana. Možda će oceani, sada predviđeni kao budući izvori hrane, biti također i izvori topline za čovječanstvo, da bi ono moglo dalje živjeti.

(Prema »Energy International« br. 2, 1965)

Vinko Horvat, dipl. ing.

Elektroprivreda SR Njemačke u 1963.

Prema statističkom izvještaju Odjela za elektroprivredu Saveznog ministarstva za privredu SR Njemačke proizvedeno je u 1963. godini ukupno 147,27 TWh prema 135,44 TWh električne energije iz 1962. Elementi elektroenergetske bilance za 1963. prikazani su na tablici 1.

Elektroenergetska bilanca SR Njemačke za 1963.

Tablica 1

Izvori	TWh	Potrošnja	TWh
1. Hidroelektrane	12,38	1. Vlastiti potrošak elektrana	9,88
2. Termoelektrane	134,89	2. Crpnja vode	1,69
3. Proizvodnja	147,27	3. Gubici u mreži	9,44
4. Uvoz	6,36	4. Ukupno	21,01
		5. Industrija	
		a) iz javne mreže	57,04
		b) iz vlastitih elektrana	29,94
		6. Saobraćaj	
		a) iz javne mreže	4,61
		b) iz vlastitih elektrana	0,15
		7. Javni uređaji	5,88
		8. Poljoprivreda	2,76
		9. Kućanstvo	18,35
		10. Trgovina i obrt	10,00
		Svega	149,74
		11. Izvoz	3,89
	153,63		153,63

U pokriću bruto energije od 153,63 TWh sudjelovali su slijedeći nosioci i izvori energije:

hidroenergija	8,1 %
mrki ugljen	25,9 %
kameni ugljen	52,5 %
loživo i dizel ulje	5,9 %
plin	3,0 %
ostali oblici energije	0,5 %
uvoz	4,1 %
Ukupno	100 %

Od ukupno bruto energije proizvedeno je 60,8 % u javnim elektranama, 37,8 % u industrijskim elektranama i 1,4 % u elektranama saveznih željeznica. U proizvodnji termoelektrana od 134,89 TWh sudjelovala je pokusna nuklearna elektrana Kahl s 57 GWh. Uvoz i izvoz električne energije prikazani su na tablici 2.

Glavni uvoznik električne energije u SR Njemačku je Austrija koja je sa SR Njemačkom izgradila i nekoliko dvovlasničkih elektrana na graničnim rijekama. Sve države uvoznice električne energije u SR Njemačku — osim Danske i DR Njemačke — članice su međunarodne unije za koordinaciju proizvodnje i prenosa električne energije UCPTE. Danska je članica NORDEL-a (skandinavska asocijacija za koordinaciju proizvodnje i prenosa električne energije — članice su: Danska, Finska, Norveška, Švedska i Island) a DR

Pregled uvoza i izvoza električne energije SR Njemačke 1963. u GWh

(bez količina razmjene za potrebe Saveznih željeznica)

Tablica 2

Država	1962			1963		
	Uvoz	Izvoz	Saldo	Uvoz	Izvoz	Saldo
1. Austrija	2.410,7	634,2	+ 1.776,5	2.184,0	717,8	+ 1.466,2
2. Švicarska	1.981,0	1.613,0	+ 368,0	2.948,8	1.975,5	+ 973,3
3. Francuska	386,5	5,0	+ 381,5	149,0	201,1	— 52,1
4. Luksemburg	55,5	74,1	— 18,6	463,0	627,5	— 164,5
5. Belgija	194,1	64,9	+ 129,2	144,7	107,3	+ 37,4
6. Nizozemska	280,5	48,9	+ 231,6	255,3	101,9	+ 153,4
7. Danska	149,9	2,7	+ 147,2	71,2	4,8	+ 66,4
8. DR Njemačka	14,1	0,1	+ 14,0	16,1	0,3	+ 15,8
Ukupno	5.472,3	2.442,9	+ 3.029,4	6.232,1	3.736,2	+ 2.495,9

Njemačka je članica SEV-a (Sovjet ekonomičeskoj vzajmopomošči — članice su: Bugarska, Čehoslovačka, DR Njemačka, Mađarska, Poljska, Rumunjska, SSSR i NR Mongolija). SEV ima svoju centralnu elektroenergetsku dispečersku službu u Pragu.

Na dan 31. decembra 1963. SR Njemačka je raspolagala snagom elektrana od 34.037 MW. Pregled prvih snaga prema vrsti pogona i pripadnosti prikazan je na tablici 3.

Pregled snaga elektrana SR Njemačke na dan 31. XII 1963.

Tablica 3

	Javne elektrane MW	Industrijske elektrane MW	Savezne željeznice MW	Ukupno MW
1. Hidroelektrane	3.164	300	120	3.566
(od toga protočne)	(1.789)	(300)	(61)	(2.150)
2. Termoelektrane				
a) na mrki ugljen	5.608	1.095	—	6.703
b) na kameni ugljen uključivo i one s mješov. loženjem	11.541	8.770	304	20.615
c) na loživo ulje plin i ostalo	758	2.395	—	3.153
Ukupno	21.071	12.560	406	34.037

Prirast snaga elektrana u 1963. iznosi 2.000 MW od kojih 1.900 MW kod javne elektroprivrede i 900 MW kod industrije.

Specifični potrošak električne energije po stanovniku (zajedno s gubicima električne energije u mreži) ostvaren je s 2494 kWh. Pregled specifičnog potroška električne energije po stanovniku u 1962. i 1963. godini prikazan je na tablici 4.

Pregled specifičnog potroška električne energije po stanovniku SR Njemačke u 1962. i 1963. godini

Tablica 4

	Ukupna potrošnja s gubicima u mreži GWh	Broj stanovnika u hiljadama	Specifični potrošak kWh/stanovnik
1962.	128.001	55.074	2.324
1963.	138.171	55.411	2.494
Porast	10.170	337	170
%	+ 7,95	+ 0,61	+ 7,3

Najveći porast specifičnog potroška električne energije po stanovniku ostvaren je na području Schleswig-Holsteina s 9,5 % (potrošnja 3.108 GWh, broj stanovnika 1,315.000) a najmanji porast s 4,6 % na području Hamburga (potrošnja 3.800 GWh, broj stanovnika 1,851.000). Najniži specifični potrošak ima Schleswig-Holstein s 1.315 kWh po stanovniku a najviši Nordrhein-Westfalen s 3.764 kWh po stanovniku (potrošnja 61.274 GWh, broj stanovnika 16,280.000).

Javna elektroprivreda SR Njemačke (samo poduzeća EVU) predala je 1963. svojim potrošačima 93.024,5 GWh i ostvarila za tu predaju ukupni prihod od 9.152,2 milijuna DM. Realizacija javne elektroprivrede SR Njemačke u posljednje četiri godine prikazana je na tablici 5.

Realizacija javne elektroprivrede SR Njemačke za period 1960. do 1963.

Tablica 5

		1960	1961	1962	1963
Specijalni ugovorni potrošači					
Realizacija	10^6 DM	3.737,3	3.931,2	4.169,4	4.462,8
Predaja	GWh	51.189,5	53.423,8	57.157,9	60.914,8
Prosj. cijena realizacije	Pf/kWh	7,30	7,36	7,29	7,27
Potrošači na koje se primjenjuje Tarifa					
Realizacija	10^6 DM	3.588,4	3.956,2	4.344,7	4.725,4
Predaja	GWh	22.340,8	25.160,0	28.584,1	32.109,7
Prosj. cijena realizacije	Pf/kWh	16,06	15,72	15,21	14,72
Potrošači ukupno					
Realizacija	10^6 DM	7.325,7	7.887,4	8.514,1	9.152,2
Predaja	GWh	73.530,3	78.583,8	85.706,0	93.024,5
Prosj. cijena realizacije	Pf/kWh	9,96	10,04	9,93	9,84

Osnovne grupe potrošača u SR Njemačkoj su: industrija, saobraćaj, javni uređaji, poljoprivreda, kućanstvo, trgovina i obrt. Svaka od ovih grupa potrošača može biti specijalni ugovorni potrošač i potrošač po Tarifi električne energije. Po specijalnim ugovorima javna elektroprivreda je predala 65,5 % a po Tarifi 34,5 % svoje raspoložive energije za potrošače. Industrija, saobraćaj i javni uređaji preuzimaju pretežni dio svojih potreba po specijalnim ugovorima. Od ukupno predane električne energije javne elektroprivrede preuzeli su po specijalnim ugovorima: industrija 99,3 %, saobraćaj 97,7 %, javni uređaji 80,5 %, poljoprivreda 2,6 %, kućanstvo 0,2 %, trgovina i obrt 9,0 % svojih potreba, dok su po kondicijama Tarife

električne energije preuzeli: industrija 0,7 %, saobraćaj 2,3 %, javni uređaji 19,5 %, poljoprivreda 97,4 %, kućanstvo 99,8 % i trgovina i obrt 91 % svojih potreba.

Predaja električne energije po specijalnim ugovorima omogućuje javnoj elektroprivredi SR Njemačke realizaciju njene proizvodnje po stabilnijoj cijeni. Kao što je iz podataka tablice 5 vidljivo, prosječna cijena realizacije po specijalnim ugovorima koleba vrlo malo. Ona je uglavnom stabilna i zaštićuje elektroprivredu od prelijevanja ostvarenog viška rada njenim potrošačima. Suprotno tome, situacija realizacije za energiju predanu potrošačima po kondicijama Tarife nije povoljna. Prosječna cijena realizacije po Tarifi opada progresivno jer se nivo tarifnih stavova ne prilagođuje tržnim kretanjima cijena tako kao elementi i kondicije specijalnih ugovora o isporuci električne energije.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Elektroprivreda Austrije u 1963.

Proizvodnja svih elektrana Austrije u 1963. (javnih, industrijskih i ÖBB) ostvarena je s 18.440 GWh ili za 3,6 % više od proizvodnje u 1962. Potrošnja električne energije u zemlji iznosila je 16.747 GWh ili za 7 % više od prethodne godine.

Struktura izvora električne energije u 1962. i 1963. godini prikazana je na tablici 1.

Struktura ukupne proizvodnje, uvoza i izvoza električne energije Austrije u GWh

Tablica 1

	1962	1963	Stopa rasta
1. Javna elektroprivreda uključivo kupnja od industrije	14.902	15.463	3,8%
2. Proizvodnja industrijskih elektrana bez prodane količine javnoj elektroprivredi	2.376	2.521	6,1%
3. Savezne željeznice (ÖBB)	529	456	—13,8%
Proizvodnja ukupno	17.807	18.440	3,6%
4. Uvoz	718	972	35,4%
5. Izvoz	2.817	2.665	— 5,4%
Bruto energija	15.708	16.747	6,6%

U tome su proizvodnja, uvoz i izvoz električne energije javne elektroprivrede (EVU) ostvareni ovako:

1. Hidroelektrane	10.750	10.640	— 1,0%
2. Termoelektrane	4.152	4.823	15,5%
Proizvodnja ukupno	14.902	15.463	3,5%
3. Uvoz	686	931	36,0%
Raspoloživo	15.588	16.394	5,0%
4. Izvoz	2.746	2.601	— 6,5%
5. Predano ÖBB	315	422	34,0%
Bruto energija	12.527	13.371	6,7%

Zbog nepovoljnih hidroloških prilika u 1963. godini izvoz električne energije je opao u odnosu na 1962. Ostvaren je s 2665 GWh prema 2817 GWh iz 1962. Izvezeno je u:

SR Njemačku	2242 GWh
Čehoslovačku	215 GWh
Italiju	180 GWh
Jugoslaviju	28 GWh
Ukupno	2665 GWh

Uvoz električne energije u 1963. porastao je za 35,4 % u odnosu na 1962. Ostvaren je s 972 GWh prema 718 GWh iz 1962. Struktura uvoza ostvarena je ovako:

SR Njemačka	726 GWh
Švicarska	111 GWh
Jugoslavija	90 GWh
Čehoslovačka	38 GWh
Italija	7 GWh
Ukupno	972 GWh

Od ukupne potrošnje goriva za proizvodnju električne energije u termoelektranama otpada u 1963. godini na kameni ugljen 3,8%, na mrki ugljen 47,9%, na loživo ulje 23,7%, na zemni i industrijske plinove 24,6%. Dio utrošenog goriva uvezen je iz inozemstva i to: kamenog ugljena 74 % i loživog ulja 26 %. Hidrološke prilike bile su loše. Protoke vode bile su ispod višegodišnjeg prosjeka naročito prvih mjeseci 1963. Godišnji koeficijent proizvodnje svih hidroelektrana iznosio je 0,945. Najniža vrijednost ostvarena je mjeseca februara s 0,631 a najviša mjeseca aprila s 1,073.

Specifični potrošak ukupne električne energije porastao je 1963. na 2335 kWh po stanovniku prema 2204 kWh iz 1962. Specifični potrošak električne energije po stanovniku bez potroška energije za crpnju vode u hidroelektranama porastao je od 2095 na 2218 kWh po stanovniku.

Struktura potrošnje električne energije na mreži javne elektroprivrede prikazana je na tablici 2.

Struktura potrošnje električne energije na mreži javne elektroprivrede Austrije u GWh

Tablica 2

	1962	1963	Stopa rasta
1. Kućanstvo	2.107	2.316	10,0%
2. Obrt	1.493	1.615	8,0%
3. Poljoprivreda	351	389	11,0%
4. Industrija	5.468	5.670	3,8%
5. Javni uređaji	344	389	13,1%
6. Saobraćaj (bez ÖBB)	227	236	4,0%
7. Vlastiti potrošak	395	455	15,0%
8. Gradilišna elektrana	53	56	5,7%
9. Crpnja vode	776	841	8,4%
10. Gubici u prenosu	1.222	1.317	7,3%
11. Ostali gubici	87	87	0,0%
Ukupno	12.527	13.371	6,7%

Potrošak električne energije važnijih industrija na mreži javne elektroprivrede Austrije u GWh

Tablica 3

Industrijske grane	1962	1963	Stopa rasta
Metali	1.404,2	1,412,1	0,5%
Kemija	945,2	1,020,4	8,0%
Željezare	651,4	670,6	3,0%
Papir	337,1	345,9	2,5%
Cement	217,9	244,8	12,5%
Željezna i metalna roba	183,2	189,1	3,1%
Tekstil	174,1	180,0	3,5%
Razni rudnici	180,0	168,3	— 6,5%
Proizvodnja vozila	130,0	125,0	— 4,0%
Ugljenici	107,2	113,6	6,0%
Kamen i zemlja	110,1	103,2	— 6,5%
Drvo	92,1	94,8	3,0%

U neto potrošnji električne energije 1963. (bez vlastitog potroška i gubitaka energije u mreži) kućanstvo je sudjelovalo s 20 % a industrija s 49,3 %. Potrošak električne energije važnijih industrija prikazan je na tablici 3.

U vezi nepovoljnih hidroloških prilika održano je nekoliko savjetovanja elektroenergetskih dispečera i energetičara na kojima su raspravljene mjere koje treba poduzeti. Razmotrena je i predvidiva energetska situacija naredne godine.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Zaostajanje cijena električne energije u Austriji

Prema poslovnom izvještaju Verband der Elektrizitätswerke Österreich za 1962. godinu cijene električne energije u Austriji porasle su, u odnosu na svoj nivo iz 1938. godine, preko 2 puta. Istovremeno su troškovi života (četveročlane radničke obitelji) porasli preko 8 puta a cijene na veliko industrijske proizvodnje čak preko 11 puta. Kretanje indeksa ovih cijena u toku posljednjih 10 godina prikazuju podaci tablice 1.

Indeksi troškova života, cijena na veliko industrijske proizvodnje i cijena električne energije u Austriji

Tablica 1

Godine	Indeksi troškova života	Indeksi cijena na veliko industrijske proizvodnje	Indeksi cijena električne energije
1938	100	100	100
1952	695	913	237
1953	658,4	909	226
1954	683	952	221
1955	688	1020	214
1956	712	1041	210
1957	727,6	1059	213
1958	744,3	1023	228
1959	752,5	1048	237
1960	767,4	1044	237
1961	791,9	1088	239
1962	830,6	1119	239
1963 (mart)	849,2	1123	239

U razdoblju od 1952. do 1956. godine nivo cijena električne energije Austrije čak je i opadao dok su pri tome cijene industrijske proizvodnje a i troškovi života rasli. Nakon 1956. nivo cijena električne energije postepeno raste (ali u stalnom sve većem zaostajanju za porastom ostalih cijena) tako, da tek 1960. dostiže svoj nivo iz 1952. godine.

Veličinu izdataka potrošača kućanstava Austrije za električnu energiju, duhan i alkoholna pića pokazuju podaci tablice 2.

Izdaci za električnu energiju u kućanstvima Austrije ne iznose ni 10 % izdataka za duhan i alkoholna pića. Pri tome se cijene duhana i alkoholnih pića normalno akomodiraju tržnim kretanjima i rastu gotovo slobodno dok su cijene električne energije često stopirane (1959. do uključivo 1960. i 1961. do 1963.) i stalno zaostaju za ostalim cijenama. Posredstvom zamrznutih i devalviranih cijena električne energije (slaba akumulativnost elektroprivrede) te njihovim stalnim zaostajanjem za kretanjem ostalih cijena, elektroprivreda konstantno prelijeva (zamagljeno i neracionalno) veliki dio efekta svoje povećane produktivnosti potrošačima električne energije. S druge strane, elektroprivreda nema dovoljno sredstava za financiranje svoje proširene reprodukcije. Ovaj manjak sredstava pokriva jednim dijelom nacionalnim elektroenergetskim zajmovima koje uglavnom upisuju potrošači električne energije. Na taj način se elektroprivredi vraća jedan dio od nje prelivenog viška proizvoda ali po cijeni kamata čime se samo povisuju troškovi proizvodnje. Kad bi se cijene električne energije ažurno prilagođavale tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede ne bi dolazilo do raskoraka između vlastite i realizirane cijene a efekti veće produktivnosti ostajali bi elektroprivredi za financiranje njenih neto investicija. Time bi se povećao i stupanj autofinanciranja proširene reprodukcije.

Izdaci kućanstava Austrije za električnu energiju, duhanske proizvode i alkoholna pića od 1954. do 1962. u milijunima šilinga

Tablica 2

Godine	Izdaci kućanstava Austrije za:			
	Električnu energiju	Duhanske proizvode	Alkoholna pića	Duhanske proizvode i alkoholna pića ukupno
1954	540	2055	4178	6233
1955	584	2211	4526	6737
1956	590	2394	4807	7201
1957	650	2492	5604	8096
1958	750	2589	6394	8983
1959	885	2671	6477	9148
1960	970	2813	6975	9788
1961	1050	3266	7427	10693
1962	1150	. . .	8052	. . .

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Austrija povisuje cijene električne energije

Pokrajinskim elektroprivrednim poduzećima Austrije (Landesgesellschaften) odobreno je povišenje cijena električne energije s važnošću od septembra 1963. godine.

Odobreno povišenje cijena različito je za pojedine pokrajine i pojedine grupe potrošača električne energije.

Elektroprivredno poduzeće za Korušku (Kärntner Elektrizitäts AG »KELAG«) sa sjedištem u Klagenfurtu povisuje cijene električne energije potrošačima na koje se primjenjuje Tarifa s 5,8%, preprodavačima s 5,3 %, ostalim izvanrednim potrošačima s tipiziranim cijenama s 2,5 % i ostalim izvanrednim potrošačima s netipiziranim cijenama s 2,3 %.

Elektroprivredno poduzeće za Gornju Austriju (Oberösterreichische Kraftwerke AG »OKA«) sa sjedištem u Linzu povisilo je cijene električne energije potrošačima na koje se primjenjuje Tarifa s 4 %, preprodavačima s 4,1% i ostalim izvanrednim potrošačima s 3,9 %.

Elektroprivredno poduzeće za pokrajinu Salzburg (Salzburger AG für Elektrizitätswirtschaft »SAFE«) sa sjedištem u Salzburgu povisilo je cijene električne energije potrošačima na koje se primjenjuje Tarifa s 3,9%, preprodavačima s 1,6 do 2,9% i ostalim izvanrednim potrošačima s 1,9 do 3,6 %.

Cijena električne energije povisila su i gradska elektroprivredna poduzeća i to:

Gradsko elektroprivredno poduzeće Klagenfurt povisilo je cijene potrošačima na koje se primjenjuje Tarifa električne energije s 1,2 % a izvanrednim potrošačima s 0,4 %.

Gradsko elektroprivredno poduzeće Linza povisilo je cijene potrošačima na koje se primjenjuje Tarifa električne energije s 2,4% a preprodavačima s 1,4%.

Gradsko elektroprivredno poduzeće Salzburg povisilo je cijene električne energije širokoj potrošnji za 1,3 %.

Glavni pokrajinski gradovi imaju veći intenzitet potroška električne energije odnosno veći stupanj produktivnosti investicija pa vjerojatno i niži manjak realizacije.

Ostalim pokrajinama (Vorarlberg, Tirol, Štajerska, Donja Austrija) i gradu Beču, koji ima status pokrajine, odobreno je povišenje cijena električne energije u istom omjeru.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Plan izgradnje i proizvodnje hidroelektrana Švicarske do 1969/70.

Prema godišnjem izvještaju Ureda za energetiku Saveza švicarskih kantona za 1962/63 hidrološku godinu (Eidgenössische Amt für Energiewirtschaft) plan izgradnje i proizvodnje hidroelektrana Švicarske razvijat će se do 1969/70 hidrološke godine ovako:

	Instalirana snaga 31. decembra	Mogućnost akumulacije	Prosjek moguće proizvodnje		
			Zima	Ljeto	Ukupno godina
	MW	GWh	GWh	GWh	GWh
Stanje 1962/63	6.960[1]	5.220	10.854[2]	12.880	23.730
1963/64	530	540	660	420	1.080
1964/65	530	500	640	900	1.540
1965/66	180	120	250	410	660
1966/67	260	260	360	240	600
1967/68	440	380	470	490	960
1968/69	420	440	660	770	1.430
1969/70	70	150	140	20	160
Stanje 1969/70	9.390[3]	7.610	14.030	16.130	30.160
Ukupni prirast u odnosu na 1962/63	2.430[4]	2.390	3.180	3.250	6.430
%	35	46	29	25	27
Prosječni godišnji prirast	347	341	455	465	920

1) Osim toga još 200 MW termoelektrana do 1964/65 a od 1965/66 na dalje 350 MW.
2) Osim toga još 100 do 200 GWh termoenergije svake zime do 1964/65 a od 1965/66 na dalje 500 do 600 GWh.
3) Od toga su akumulacione hidroelektrane 6.370 MW a protočne 3.020 MW.
4) Od toga su akumulacione hidroelektrane 1.680 MW a protočne 750 MW.

Prema nekim prognozama Švicarske se ocjenjuje da hidroelektrane neće 1967/68 moći više pokriti potrebe potrošača električne energije u zemlji. Radi toga se predlaže da se do 1973. godine izgradi odgovarajući broj konvencionalnih termoelektarna na loživo ulje i ugljen. Smatra se da će već 1973. godine nuklearne elektrane dati ekonomičniju proizvodnju.

Energetska potrošnja Švicarske pokriva se danas ovim oblicima primarne energije: 52 % razne frakcije destilacije nafte, 20 % ugljen i plin, 4 % drvo i 24 % vodne snage. Dakle, hidroenergija sudjeluje samo s 24 % u strukturi potrošnje primarne energije Švicarske. Hidroenergija i drvo jedini su domaći oblici primarne energije. Radi toga Švicarska mora podmiriti uvozom 72 % svojih energetskih potreba.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Elektroprivreda jugoistočne Azije

Prema stanju iz 1961. zemlje jugoistočne Azije raspolagale su s oko 33 GW elektrana i proizvodnjom od oko 154 TWh električne energije. Raspored snaga i proizvodnje po pojedinim zemljama ovog regiona prikazan je na tablici 1.

Instalirana snaga, proizvodnja i specifični potrošak električne energije zemalja jugoistočne Azije prema stanju iz 1961. godine

Tablica 1

Zemlje	Instalirana snaga elektrana				Proizvodnja u	Specifični potrošak po stanovniku
	Parne	Hidro	Dizel	Ukupno		
	MW	MW	MW	MW	MWh	kWh
Afganistan	5	48	6	59	123	9
Burma	57	84	49	190	287	15
Brunei	—	—	3	3	8	122
Kambodža	3	—	24	27	74	13
Ceylon	12	55	27	94	311	31
Formoza	380	538	5	923	4.071	372
Malezija	398	30	85	513	1.977	173
Hong Kong	365	—	—	365	1.542	493
Indija	2.464	2.390	330	5.184	19.664	45
Indonezija	25	168	118	311	1.220	13
Iran	84	77	189	350	805	37
Japan	10.146	12.575	34	22.755	116.809	1.188
Južna Koreja	222	143	1	366	1.773	71
Laos	—	—	5	5	8	3
Nepal	—	3	3	6	11	1
Pakistan	340	253	94	687	1.819	19
Filipini	288	290	74	652	2.555	90
Tailand	135	—	130	265	602	22
Južni Vijetnam	49	4	49	102	329	23
Ukupno	14.973	16.658	1.226	32.857	153.988	164

Uslijed pomanjkanja izvora konvencionalnih goriva i uslijed kroničnog manjka deviznih sredstava mnoge zemlje jugoistočne Azije bile su primorane izgrađivati svoj hidroenergetski potencijal. Hidroenergetski potencijal ovih zemalja iznosi, prema grubim procjenama, 121 GW. Smatra se da bi detaljnija istraživanja dala veće vrijednosti. Japan je sa svojih 12,6 GW hidroelektrana izgradio samo 37% svog sigurnog hidroenergetskog potencijala. Filipini samo 13 %, Južna Koreja samo 10 % i Formoza samo 9 %. Sedmu po veličini hidroelektranu u svijetu HE Janhee gradi Tailand sa snagom od 560 MW. Druga po veličini hidroelektrana ovog regiona je indijska hidroelektrana Bhakrawer snage 450 MW. Veći dio hidroelektrana su akumulacionog tipa. Značajan je i Mekong-Projekt na kojem radi veliki broj eksperata u okviru ECAFE (Economic Commission For Asia and the Far East). Mekong je granična rijeka Tailanda, Laosa i Kambodže. Energetski potencijal Mekonga ocijenjen je s više hiljada MW.

Oko 80% elektroprivrednih poduzeća ovog regiona nalazi se u privatnim rukama.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Elektroprivreda Finske. Prosječna godišnja stopa rasta potrošnje električne energije Finske iznosila je u periodu od 1945. (2.307 GWh) do 1962. godine (11.300 GWh) 9,7 %. To je 2,5 % iznad godišnje stope rasta za desetgodišnje udvostručenje potrošnje. Specifični potrošak električne energije po stanovniku iznosi 2555 kWh. Pretežni dio, odnosno 80 % proizvodnje daju hidroelektrane. Ekonomski iskoristivi hidroenergetski potencijal Finske procijenjen je s 18 TWh godišnje proizvodnje od čega je izgrađeno samo oko 50 %.

Dvije trećine hidroenergetskog potencijala Finske nalazi se u sjevernim područjima a jedna trećina na jugu. Budući da se glavni potrošački centri električne energije nalaze na jugu Finske to će se u prvom redu izgrađivati hidroenergetski potencijal južnih područja.

Austrija stavlja pod napon svoj prvi 380 kV vod. U 1963. je izgrađen a 5. januara 1964. stavljen u pokusni pogon prvi 380 kV vod Verbundgeselschafta AG Wien između TS Westtirol kod Ötztala (Austrija) i TS Vöhringen u regionu Ulm kod Füssena (SR Njemačka). Duljina austrijske trase iznosi 47 km i predstavlja nastavak dalekovoda 220 kV napona na trasi HE Kaprun — TS Zell am Ziller — TS Westtirol. Preko ovog dalekovoda SR Njemačka povlači viškove hidroenergije iz nedavno stavljene u pogon hidroelektrane Aschach na Dunavu i hidroelektrane Kanautal s područja Ötztaler Alpa koja je dovršena jeseni 1964. Izgradnjom ovog dalekovoda, koji privremeno radi s 220 kv naponom, Austrija će povećati razmjenu električne energije ne samo sa SR Njemačkom već i s ostalim zemljama-članicama UCPTE.

Televizijski telefon za poslovne svrhe. Na londonskj izložbi »Racionalizacija biroa« prikazan je televizijski telefon. Za vrijeme razgovora partner se vidi na 48 cm ekranu.

Zajam Svjetske banke elektroprivredi Perua. Za proširenje elektrifikacije na području Lime zaključen je zajam između Svjetske banke i države Peru u iznosu od 15 milijuna dolara SAD. Korisnik zajma je elektroprivredno poduzeće Empresas Electrica Asociades. Sredstvima ovog zajma izgradit će se dodatnih 120 MW u elektrane koje se već izgrađuju za snagu od 240 MW zajmom iz 1960. u iznosu od 25 milijuna dolara SAD.

Snaga nuklearnih elektrana SAD. Snaga nuklearnih elektrana SAD iznosila je krajem 1963. godine 1 GW. U izgradnji odnosno u tzv. čvrstom planu nalazi se daljnjih 2 GW. SAD proizvode 36 % svjetske proizvodnje električne energije snagom elektrana koja čini 34 % ukupne snage elektrana svijeta. Stanovništvo SAD je pri tome samo 6 % svjetskog stanovništva.

Energija nuklearnih elektrana u SR Njemačkoj. Predviđa se da će 1975. udio električne energije nuklearnih elektrana SR Njemačke iznositi 10 % u strukturi ukupne proizvodnje električne energije te da će proizvodnja nuklearnih elektrana biti već 1970. konkurentno sposobna.

Suradnja Francuske i SR Njemačke na području naučnoistraživačkog rada. Sporazumom između francuskog ministra za naučna istraživanja, atomska i svemirska pitanja M. Gastona Palewskog i ministra za naučna istraživanja SR Njemačke Hansa Lenza, zaključena je suradnja ovih država na području naučnoistraživačkog rada. S tim u vezi oformljena je 1964. godine radna grupa za nuklearnu energiju. Kasnije će se oformiti studijske grupe za izgradnju reaktora, za ekonomičnu opskrbu energijom i za svemirsku tehniku.

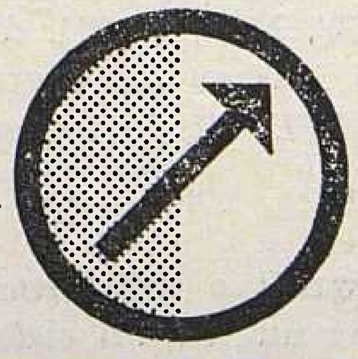
Jedna milijarda dolara za nuklearna istraživanja. Šest država članica EURATOM izdalo je u toku 1963. za nuklearna istraživanja, na nacionalnoj i međunarodnoj osnovi, ukupno oko jednu milijardu dolara SAD.

Termoelektrana snage 3 GW u Velikoj Britaniji. Velika Britanija planira izgradnju termoelektrane snage 3 GW kod West Ridinga.

Electricité de France u 1962. U toku 1962. godine proizvedeno je 82,3 u odnosu na 76,5 milijarda kWh električne energije iz 1961. Prema tome, stopa rasta proizvodnje ostvarena je sa 7,4 % što predstavlja tek 0,2 % više od stope rasta desetgodišnjeg udvostručenja potrošnje. Stopa rasta potrošnje električne energije Francuske dosta je niska s obzirom na mali specifični potrošak električne energije po stanovniku od 1800 kWh, koji je ispod prosjeka Zapadne Evrope. Investirano je 2740 milijuna F pretežno u termoelektrane. U pogon je stavljeno 644 MW termoelektrana u odnosu na 227 MW hidroelektrana. Proizvodnja je time povećana za 522 GWh. Na kraju 1962. u izgradnji je bilo 3280 MW termoelektrana, 860 MW nuklearnih elektrana i hidroelektrana s predvidivom prosječnom godišnjom proizvodnjom od 6130 GWh, među kojima i HE Rance na bazi energije plime i oseke. Izgrađeno je i 74 km vodova 380 kV napona, 647 km 225 kV napona i 26 km 150 kV napona.

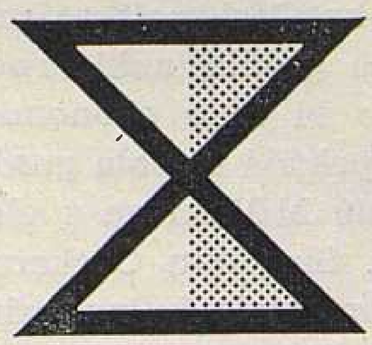
Na početku 1963. godine instalirana snaga hidroelektrana iznosila je 11.300 MW prema 12.330 MW termoelektrana. Ovaj odnos će se u toku narednih godina znatno izmijeniti jer je EdF odlučila izgrađivati sve više 600 MW turboagregata.

Stručni sajam i kongres



13.–19. oktobar 1965

INTERKAMA DÜSSELDORF



donose na području tehnike merenja i automatnosti sa posebnim obzirom na elektroniku, pneumatiku i hidrauliku medjunarodne ponude za sva industriska područja i celokupno istraživanje.

Auskunft: Nordwestdeutsche Ausstellungs- und Messegesellschaft mbH –NOWEA–, 4 Düsseldorf 10, Messegelände, Tel.: 44041, Telex: 08584853

Osnovan je »SUDEL« južna regionalna grupa za koordinaciju proizvodnje i prenosa električne energije. Predstavnici elektroprivreda Austrije, Italije i Jugoslavije osnovali su 22. aprila 1964. na sastanku u Ljubljani Južnu regionalnu grupu za koordinaciju proizvodnje i prenosa električne energije koja nosi naziv »SUDEL«. Zadatak SUDEL-a je optimalno iskorištenje postojećih i budućih kapaciteta proizvodnje i prenosa električne energije a naročito viškova hidroenergije udruženih članova. Članovi osnivači su:

Predstavnici iz Austrije: Richard Exner, Franz Hintermayer, Aleksander Kothbauer i Erich Werner.

Predstavnici iz Italije: Franco Ariatti, Piero Facconi, Roberto Marin i Giovani Zambler.

Predstavnici iz Jugoslavije: Dušan Čučković, Vekoslav Korošec, Radivoje Marković i Vladimir Šlebinger.

Za predsjednika SUDEL-a izabran je Radivoje Marković dipl. ing., generalni direktor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, a za potpredsjednika dipl. ing. Franz Hintermayer, generalni direktor Verbundgesselschaft-a AG Wien i Dott. Ing. Prof. Roberto Marin, generalni direktor ENEL-SADE (Ente Nazionale Energia Elettrica — Società Adriatica di Elettricità). Sekretarijat SUDEL-a sa sjedištem u Ljubljani povjeren je Dr. Šenku iz Elektrogospodarske skupnosti Slovenije.

Isto kao što se UFIPTE (Union Franco-Ibérique pour la Production et le Trasport de l'Electricité) pridružio 1961. UCPTE-u, pridružit će se i SUDEL, kako bi svoj rad mogao uskladiti s ciljevima tog udruženja. S tim u vezi SUDEL će sudjelovati i u radnim grupama UCPTE (radne grupe za termoelektarne, hidroelektrane i za pogon interkoneksije proizvodnje) a osnivat će i svoje vlastite radne grupe za rješenje posebnih pitanja.

Nakon osnivačke skupštine SUDEL je održao svoju prvu radnu sjednicu na kojoj je razmotrena energetska situacija zemalja-članica, dogovoreno povećanje razmjene električne energije a raspravljena su i pitanja frekvencije, opterećenja, regulacije i izgradnje spojnih vodova.

Proizvodnja električne energije u Švedskoj 1963. Prema poslovnom izvještaju Hidroelektrične uprave Švedske potrošnja električne energije u 1963. (bez izvoza) ostvarena je po stopi rasta od 7,7 % s 39.020 prema 36.650 GWh iz 1962. Instalirana snaga elektrana povećana je 1963. sa 605 MW od kojih 480 MW u hidro a 125 MW u termoelektranama. Najveća novoizgrađena elektrana je hidroelektrana Messaure od 252 MW na rijeci Lule. U izgradnji je peti 380 kV vod u srednje-švedskom konzumnom području. Gradi se i 250 kV vod istosmjerne struje između Švedske i Danske prenosnog kapaciteta 250 MW. Većina elektroprivrednih poduzeća prešla je na novu tarifu s povećanom cijenom za snagu i sniženom cijenom za radnu energiju. Elektroprivreda Švedske dobila je porezne povlastice što je utjecalo na sniženje cijene električne energije.

Britanska firma AEI ispituje turboagregate do 1 GW. Na svom novom ispitnom području britanska firma AEI kod Manchestera ispituje turboagregate do 1 GW.

Elektrifikacija željeznica SR Njemačke. 1949. godine bilo je elektrificirano samo 3500 km željezničkih pruga u SR Njemačkoj. Do 1964. elektrificirano je daljnjih 1500 km. U programu je elektrifikacija novih 2951 km a u tzv. perspektivnom planu još 1879 km željezničkih pruga.

Elektrifikacija željeznica Francuske. Početkom 1964. Francuska je imala 64 % elektrificiranih željeznica s 1930 električnih lokomotiva prema 910 lokomotiva od prije 10 godina. Investicionim planom za 1964. predviđen je bio iznos od 1,6 milijarda F za unapređenje i daljnju elektrifikaciju željeznica.

SR Njemačka ima u pogonu i izgradnji 21 atomski reaktor. Od 21 atomskog reaktora SR Njemačke u pogonu i izgradnji je 17 manjih koji uglavnom služe za istraživanja.

Proizvodnja električne energije na području EEZ. Neto proizvodnja električne energije Evropske ekonomske zajednice (EEC — Europen Economic Community) u 1963. ostvarena je s 334.308 GWh prema 309.276 GWh iz prethodne godine. Najveći proizvođač električne energije u toj zajednici je SR Njemačka s ostvarenom proizvodnjom u 1963. od 137.388 GWh prema 126.564 GWh iz prethodne godine.

Nalazište zemnog plina u Nizozemskoj. Zalihe zemnog plina u sjevernom dijelu Nizozemske kod Groningena iznose prema zadnjim procjenama oko 1100 km^3 ili 1100 milijarda m^3. To je treća procjena. Prva procjena, data u vrijeme prvih bušenja, predvidila je zalihe sa 400 km^3. Nakon daljnjih istražnih bušenja procjena zalihe plina povećana je na 800 km^3. Zalihe zemnog plina Nizozemske prema zadnjoj procjeni od 1100 km^3 veće su od zaliha utvrđenih na nalazištima zemnog plina Sahare a tek nešto manje od zaliha najvećeg nalazišta zemnog plina u svijetu u Kazakstanu u SSSR-u.

SSSR isporučuje parne turbogeneratore Indiji. Lenjingradsko poduzeće za željezo i elektroopremu isporučuje Indiji više parnih turbogeneratora i to: osam agregata od po 500 MW u 1964. dva agregata po 100 MW i dva po 75 MW su još u gradnji i konačno tri agregata po 120 MW bit će isporučena za elektranu Bhakra-Nangal.

Sir John Cockcroft o uvjetima ekonomične proizvodnje energije iz nuklearnih elektrana. Cijena električne energije nuklearnih elektrana zavisi od veličine instalirane snage — izjavio je britanski istraživač i nobelovac Sir John Cockcroft na univerzitetu u Kielu — pa stoga treba graditi nuklearne elektrane od 500 MW i više kako bi dale ekonomičniju proizvodnju. Evropa bi u perspektivi trebala graditi nuklearne elektrane čak do 2000 MW snage s električnom mrežom 1000 kV napona. Sir John Cockcroft smatra nadalje da će se u novom stoljeću na principu fisije atoma proizvoditi preko 50 % one količine energije koju danas daje ukupna svjetska proizvodnja ugljena.

Da. Fe.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica UDK ili DK) i prilagođeni za izrezivanje i ljepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 621.3.003.12
Kosten und Wirtschaftlichkeit bei der Verwerdung elektrischer Energie
G. Hugel
ETZ-B 17 (1965) br. 4, 77—79.

DK 621.3.004.6
Vermeidbare Schäden in elektrischen Anlagen
H. Tillmanns
ETZ-B 17 (1965) br. 2, 29—31.

DK 621.3.011.1
K voprosy o rasčete perehodnyh processov v linejnyh cepjah pri ljubyh kommutacijah
O. M. Bogatyrev
Električestvo 85 (1965) br. 2, 67—70.

DK 621.3.015
Opredelenie statističeskih kriteriev kačestva naprjaženija
Ja. D. Barkan
Električestvo 85 (1965) br. 2, 11—15.

DK 621.3.015
Tehniko-ekonomičeskaja ocenka celesoobraznosti regulirovanija naprjaženija v električeskih setjah
N. A. Meljnikov
Električestvo 85 (1965) br. 2, 1—6.

DK 621.3.016.3
Einfluss der ungleichmässigen Belastung auf Spannungsverhältnisse in Niederspannungsnetzen
E. Herzog
Energetyka (Polj.) 19 (1965) br. 2, 45—46.

DK 621.3.017.2
Opredelenie častičnyh udeljnyh poter' na modeli seti postojannogo toka
G. M. Pavlov
Električestvo 85 (1965) br. 1, 18—22.

DK 621.3.051.24.022
Direkte Ermittlung der Strom- und Spannungsverteilung auf Starkstrom-Ringleitungen
A. Weinmann
E. u. M. 82 (1965) br. 2, 72—75.

DK 621.3.064.1
Maximale Kurzschlussströme bei unsymetrischen Fehlern
H. Požar
E. u. M. 82 (1965) br. 2, 75—77.

DK 621.3.077.8
Prodoljnaja emkostnaja kompensacija dlja regulirovanija napraženija v vysokovoljtnyh raspredeliteljnyh setjah
G. H. Pobulj
Električeskie stancii 36 (1965) br. 3, 60—63.

DK 621.31
Linni elektroperedači sverhvysoko naprjaženija v SSSR
V. V. Burgsdorf
Električestvo 85 (1965) br. 1, 7—14.

DK 621.31
Uslovija primenenija nesinhronnyh vključenii v energosistemah
L. G. Mamikonjanc
Električestvo 85 (1965) br. 1, 14—17.

DK 621.31
Development in power engineering
C. H. Flurscheim
Proc. IEE, Power, 112 (1965) br. 1, 55—61.

DK 621.31 : 620.9.338
Elektrizitätswirtschaft heute und morgen
P. Denzel
BWK 17 (1965) br. 1, 32—36.

DK 621.31.003.13(430)
Die Kohlenpreisklausel der Strompreisformeln
W. Strahringer
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 1, 1—4

DK 621.311 : 338.984
Metodika planirovanija raboty energosistem
E. G. Ryžikova
Električeskie stancii 36 (1965) br. 3, 41—42.

DK 621.311 : 621.438
Die Elektroenergieerzeugungskosten in Gasturbinenkraftwerken
H. Schellenberg
Energietechnik 15 (1965) br. 2, 79—84.

DK 621.311 : 622.613.135
Begrenzug der Staubemission aus Grosskraftwerken -Vorschlag für Begrenzungsvorschrift
W. Kluge
Energietechnik 15 (1965) br. 2, 72—79.

DK 621.311(73)
Die Zukunft der amerikanischen Elektrizitätswirtschaft
K. Schröder
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 4, 81—86.

DK 621.311 : 339.45
Statističeskoe prognozirovanie grafikov električeskoj nagruzki energosistem
T. G. Privalova
Električeskie stancii 36 (1965) br. 1, 52—55.

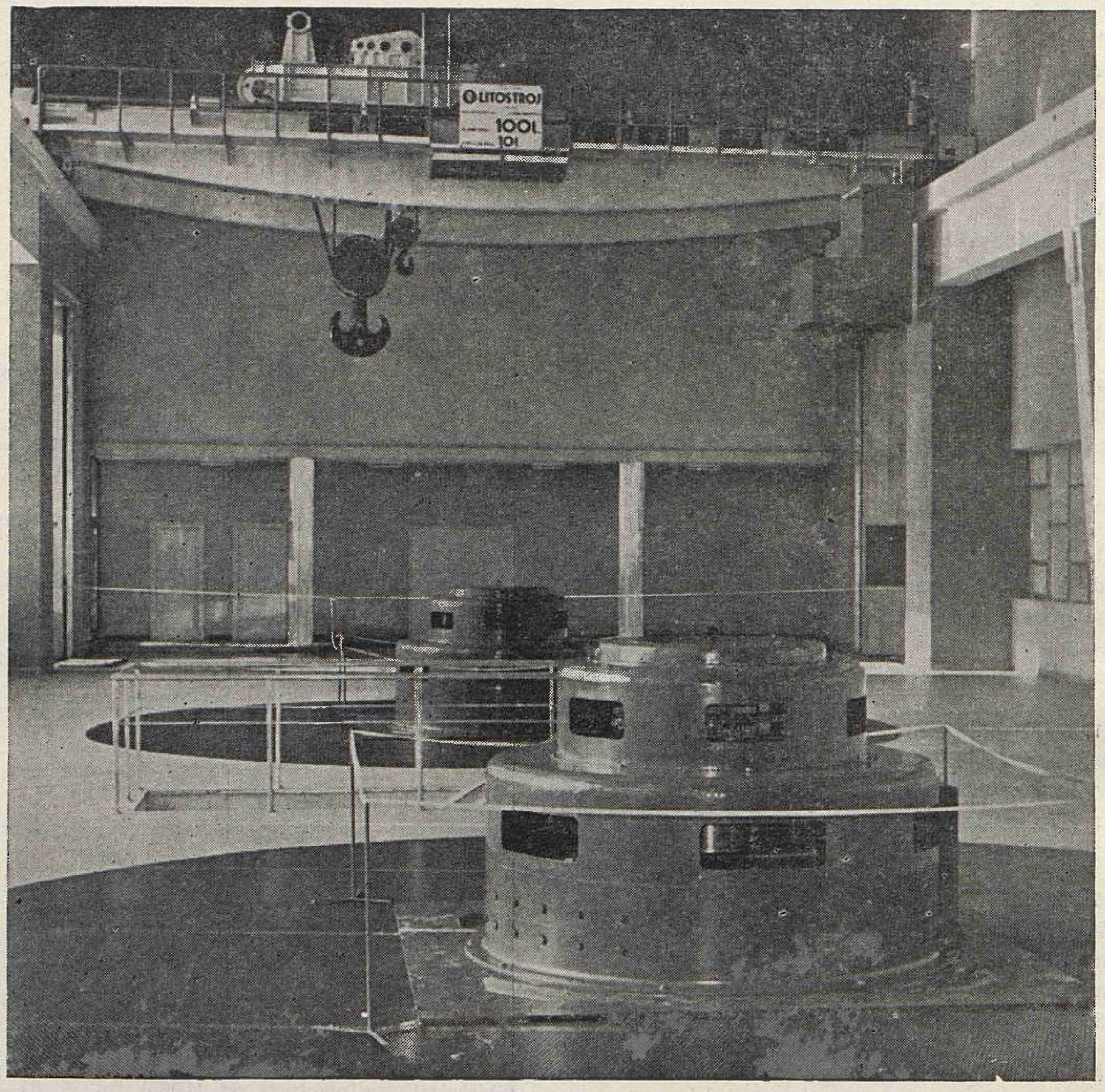
DK 621.311.003.1(430)
Untersuchung über die Kosten des Energietransportes
E. Reuter
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 2, 36—40.

»ELEKTROOPSKRBA«

PODUZEĆE ZA NABAVKE ELEKTROPRIVREDE NR HRVATSKE

ZAGREB, GUNDULIĆEVA 32, TELEFON 34-641

Dobavlja kompletnu strojarsku i elektroopremu za hidroelektrane iz domaće proizvodnje i uvoza



Do sada smo opremili slijedeće hidroelektrane:

HE NIKOLA TESLA • HE GOJAK • HE PERUĆA • HE SPLIT

Opremamo **HE SENJ**

DK 621.311.008
Möglichkeiten zur Verbesserung der Planung beim Bau von Kraftwerken
W. Lorenz
Energietechnik 15 (1965) br. 1, 14—17.

DK 621.311.016.332
Beeinflussung der Belastungsspitzen
Z. Gideva
E. u. M. 82 (1965) br. 2, 65—72.

DK 621.311.1
Die Hochspannungsnetze Schwedens und des Kontinents werden verbunden
G. Meissel
ETZ-B 17 (1965) br. 1, str. 14.

DK 621.311.21
Nekotorye novye principy postroenija glavnyh shem električeskih soedinenij gidroelektrostancij
B. S. Uspenskij

DK 621.311.4
500-kV-Umspannwerke in der Sowjetunion
G. Albrecht
Energietechnik 15 (1965) br. 2, 85—90.

DK 621.311.42.001.2
Die Planung von 380/220-kV-Umspannwerken
F. Parschalk
BBC-Nachrichten 47 (1965) br. 3, 119—133.

DK 621.311.426
Entwicklung einer neuartigen Ortsnetzstation
E. Moser
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 1, 25—28.

DK 621.311.49.621.3
O primenenii shem mnogougoljnikov na naprjaženii 500 kV
V. I. Tell'
Električeskie stancii 36 (1965) br. 3, 50—51.

DK 621.313
Steigerung von Qualität und Betriebssicherheit elektrischer Grossmaschinen
W. Dreher
Bull. Oerlikon (1965) br. 360, 1—14.

DK 621.313 : 061.3
Groupes turbo-alternateurs de grande puissance de construction française
RGE 49 (1965) br. 2, 101—113.

DK 621.313.12 : 621.316.925.1
Zaščita generatorov ot vseh vidov povreždenij obmotki statora s pomoščju differencijaljnyh transformatorov toka
A. A. Veremeeva
Električeskie stancii 36 (1965) br. 2, 40—44.

DK 621.313.322—81
Vključenie turbogeneratora moščnostju 200 Mvm v set' metodom samosinhronizacii
E. G. Kašarskij
Električeskie stancii 36 (1965) br. 2, 33—34.

DK 621.313.322—81 : 621.3.013.62
O haraktere samovozbuždenija sinhronnyh mašin pri emkostnoj nagruzke
D. A. Gorodskij
Električestvo 85 (1965) br. 1, 65—66.

DK 621.314 : 621.3.042.2.048.2
Die Isolierung von Elektroblechen
A. Mühlinghaus
ETZ-B 17 (1965) br. 3, 49—51.

DK 621.314 : 621.3.042.2
Vlijanie davlenija i deformacii izgiba na magnitnye svojstva transformatornoj stali
I. Ja. Ejngorn
Električestvo 85 (1965) br. 2, 70—73.

DK 621.314.2
Neue Grundsätze der Betriebsführung von Leitungstransformatoren
L. Wojnarowski
Energetyka (Polj.) 19 (1965) br. 2, 24—25.

DK 621.314.2.001.1
Zur Theorie des Transformators
K. Schlosser
BBC-Nachrichten 47 (1965) br. 1, 30—44.

DK 621.314.2.064.015.38
Überspannungen beim dreiphasigen Ausschalten von leerlaufenden oder induktiv belasteten Transformatoren
T. Heinemann
ETZ-A 86 (1965) br. 4, 97—102.

DK 621.314.21
Discussion on High-voltage power-transformer insulation
Proc. IEE, Power, 112 (1965) br. 1, 119—123.

DK 621.314.21.004
Operation of transformers at high temperatures
E. A. Hornsby
Proc. IEE, Science, 112 (1965) br. 3, 586—589.

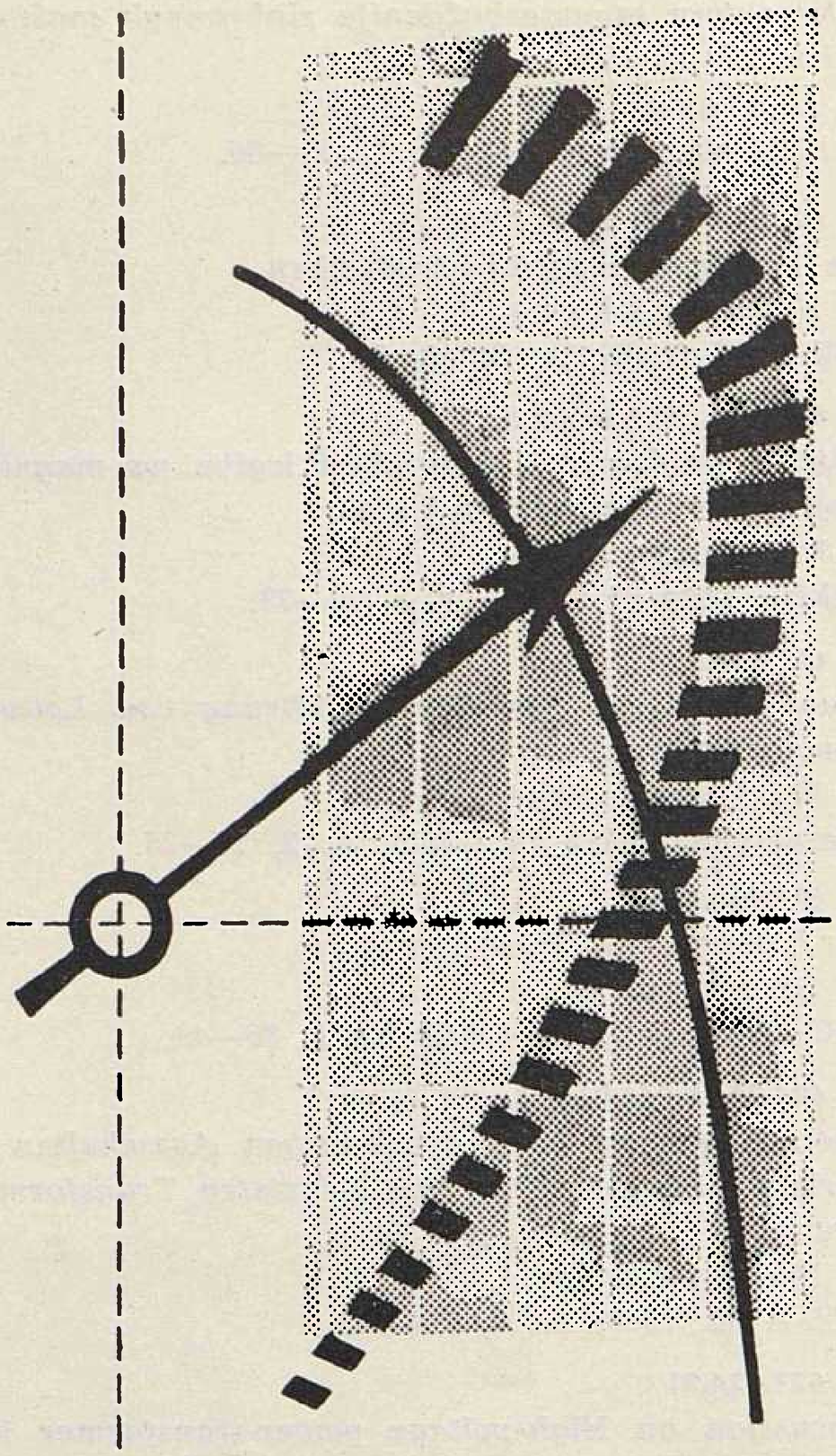
DK 621.314.21.004
L'échauffement des enroulements des transformateurs dans l'huile
E. di Pierro
RGE 49 (1965) br. 1, 45—53.

DK 621.314.21.015.334
Stossbeanspruchung von Hoch-und Höchstleitungstransformatoren
M. Skála
Energetika (ČSR) 15 (1965) br. 2, 65—69.

DK 621.314.57 : 621.317.373
Näherungsverfahren zur Berechnung des Verschiebungsfaktors und der Blindlast an der Sammelschiene eines Stromrichters
F. Mikulaschek
ETZ-A 86 (1965) br. 5, 144—148.

DK 621.315
Nomogramma dlja proverki termičeskoj ustojčivosti provodnikov elektroustanovok
Ju. F. Belousov
Energetik 13 (1965) br. 3, 32—33.

Ivan Šimurina



TESLA PREMA

Aparati za laboratorijska mjerenja, regulaciju, automaciju i meteorologiju, svijetom poznatih maraka:

REGULA — mjerne sprave za regulaciju i automaciju
PREMA — brojila za plin i vodu
TESLA — elektronski mjerni aparati
METRA — klasične mjerne sprave i mjerne sprave za meteorologiju

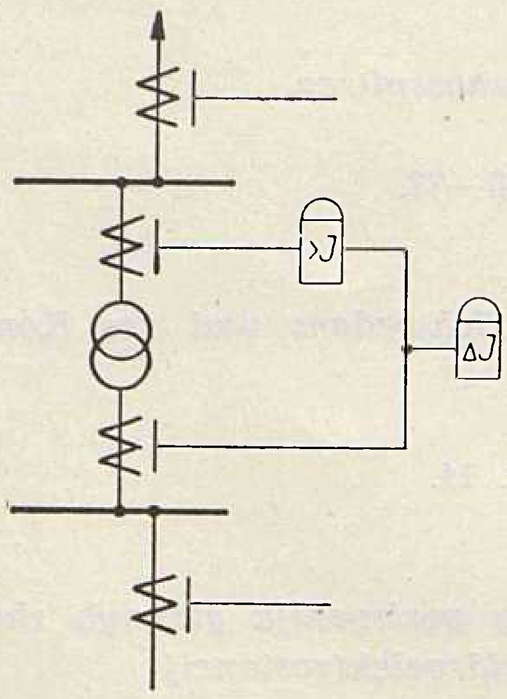
Izvozi

KOVO

Praha — Čehoslovačka

Zastupnik za SFRJ: KONTINENTAL, Beograd, Terazije 27/III
Zagreb, Proleterskih brigada 60

Što vrijede zaštitni uređaji, ako nisu ispravni?



Zato Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, objavljeni u Sl. listu FNRJ od 6. 2. 1957. u točci 3. 5. 4. nalažu: *Djelovanje zaštite ispituje se za vrijeme pogona mjesečno, ako za to postoje uvjeti; u protivnom jedamput godišnje.*

Čime ispitivati releje?

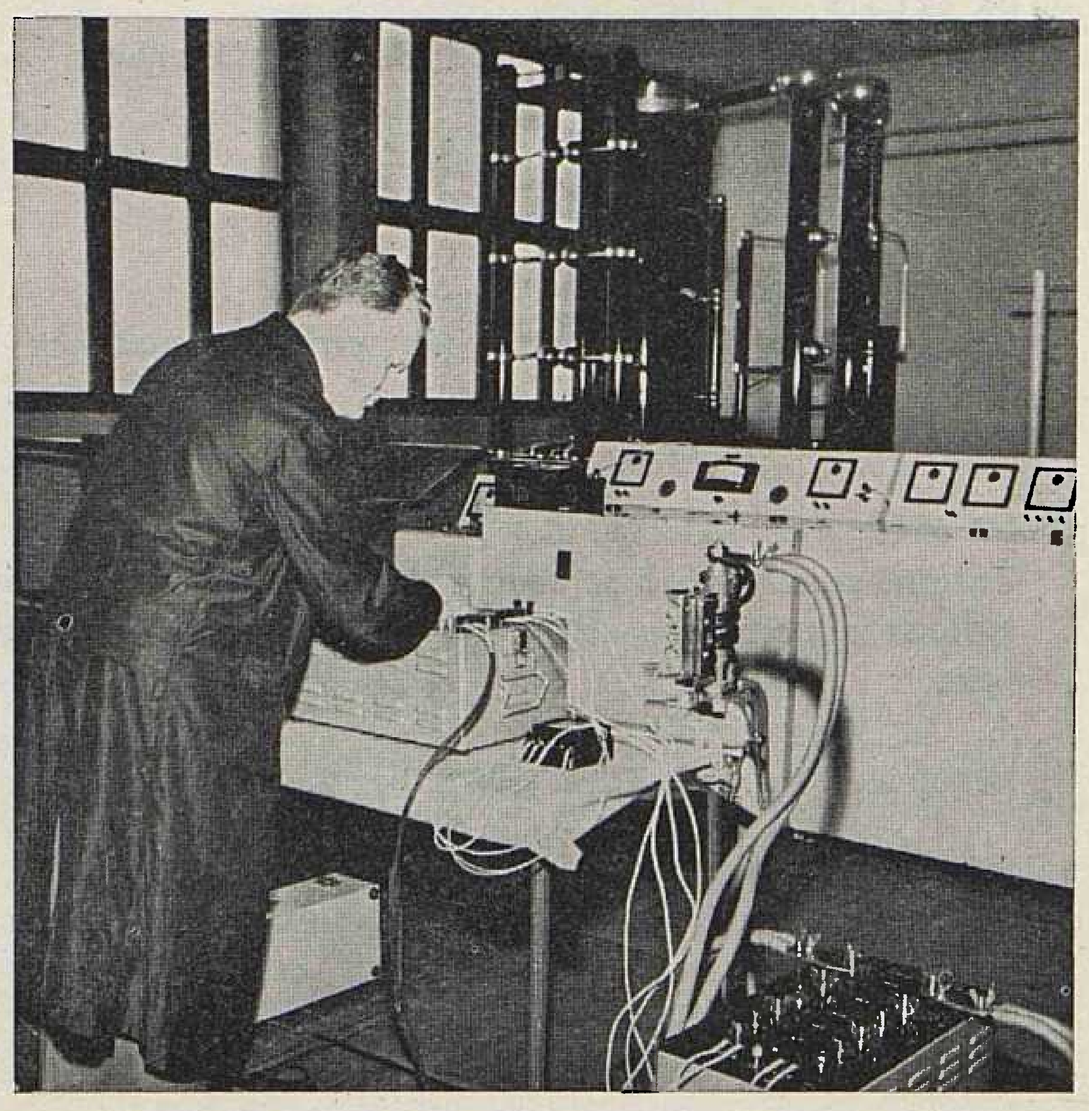
Domaće uređaje za ispitivanje releja izrađuje Institut za elektroprivredu u Zagrebu.

Dvije serije uređaja već se nalaze u eksploataciji kod distributivnih poduzeća. Pomoću ovog uređaja mogu se ispitivati primarni i sekundarni nadstrujni releji te njihovi vremenski članovi.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA, a maksimalna trajna struja 1000 A.

Narudžbe šaljite na naslov:
INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37, p. p. 451.

Uređaj za ispitivanje releja I R — 2 S u eksploataciji.



STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE STUDENI I PROSINAC 1964.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. 1964.	196.057	65.926	1.220	13.278	197.277	79.204	— 48.376	92.259	— 140	320.224
2. 1964.	144.860	74.022	1.472	14.970	146.332	88.992	7.178	24.343	— 306	266.539
3. 1964.	212.955	58.396	2.236	17.598	215.191	75.994	— 17.846	26.199	— 4.249	295.289
4. 1964.	216.089	36.113	2.042	16 238	218.131	52.351	— 24.455	49.506	— 13.840	281.693
5. 1964.	188.812	41.432	1.265	16.688	190.077	58.120	17.377	10.986	413	276.973
6. 1964.	126.411	39.154	880	18.948	127.291	58.102	53.744	21.306	— 180	260.263
7. 1964.	66.991	63.541	908	17.522	67.899	81.063	69.788	42.810	61	261.621
8. 1964.	80.253	73.476	679	17.403	80.932	90.879	69.682	26.566	12	268.071
9. 1964.	105.605	70.324	1.075	28.316	106.680	98.640	51.312	12.238	554	269.424
10. 1964.	175.179	33.567	2.097	26.416	177.276	59.983	46.119	13.053	— 9.552	286.879
11. 1964.	223.164	26.909	1.828	20.920	224.992	47.829	16.413	14.841	— 9.366	294.709
12. 1964.	272.005	30.450	2.289	23.196	274.294	53.646	867	20.447	— 6.075	343.179
Ukupno 1. — 12. 1964.	2,008.381	613.310	17.991	231.483	2,026.372	844.803	241.803	354.554	— 42.668	3,424.864

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1964.

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	15.968	18.457	106.565	72,7	93, 8	81,5	28,2	31,4	—	—
		Gojak	48,0	32.486	28.792	187.194	160,0	204,0	105,6	94,0	81,0	—	—
		Ozalj	5,1	—	—	11.530	—	—	46,2	—	—	—	—
		Kraljevac	67,0	15.768	35.989	110.362	—	174,7	92,2	32,6	72,2	—	—
		Peruća	42,0	220	15.229	94.185	—	—	64,0	—	48,5	—	—
		Split	224,0	144.327	158.273	1,350.055	248,2	111,0	94,5	89,0	94,6	—	—
		Manojlovac	20,5	14.395	15.265	127.483	215,0	108,2	97,5	98,0	99,0	—	—
		Jaruga	5,5	—	—	21.007	—	—	51,0	—	—	—	—
	TE	Zagreb — TO	64,0	17.065	17.624	373.510	44,7	55,7	99,5	38,2	37,0	3.060	29.50
		Zagreb	17,0	—	—	9.199	—	—	109,0	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	7.006	11.291	161.288	42,8	70,2	103,1	26,9	42,1	4.283	4.507
		Vlaška	8,0	1.593	1.535	35.858	41,0	38,9	145,0	27,6	25,0	6.017	6.042
		Rijeka	7,2	—	—	29.284	—	—	663,6	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	778	2.309	32.650	56,1	165,8	173,9	6,3	18,7	—	—
		Sladorana, Županja	3,6	2.565	—	7.576	99,8	—	97,4	98,9	—	—	—
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1.527	2.667	23.430	84,0	212,6	108,8	35,3	59,7	—	—
		Željezara, Sisak	5,5	3.194	3.345	36.339	86,4	105,0	93,7	80,6	78,0	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim iskazan je u odnosu na 1963. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1964.

Elementi energetske bilance	Studeni		Prosinac		Od početka god.		Indeks 1963 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Studeni	Prosinac	Od početka god.
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	248.828	71,0	302.455	74,9	2,577.486	65,8	141,3	111,4	92,4
Proizvodnja industrijskih elektrana	22.748	6,5	25.485	6,2	250.484	6,4	104,5	148,6	120,7
Ukupna proizvodnja na generatoru	271.576	77,5	327.940	81,1	2,827.970	72,2	138,0	113,4	94,3
Nabava elektr. energ. od susjed. zaj.	79.371	22,5	76.445	18,9	1,086.737	27,7	65,3	88,7	114,7
Nabava elektr. energije od inozemstva	—	—	—	—	4.399	0,1	—	—	13,5
Ukupno raspoloživa el. energija	350.947	100,0	404.385	100,0	3,919.106	100,0	110,0	106,5	98,5
Vlastiti potrošak elektrana u sistemu	5.127	1,4	6.479	1,6	81.558	2,1	65,4	68,4	101,2
Vlastiti potrošak industrij. elektrana	2.274	0,6	2.548	0,5	25.048	0,6	104,5	147,0	121,3
Ukupno raspoloživo na pragu elektr.	343.546	98,0	395.358	97,9	3,812.503	97,3	111,6	108,0	98,1
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	—		—		(19.766)	(0,5)	—	—	—
(Prag elektrana u sistemu)	(328.322)		(381.488)		(3,609.628)	(92,2)	(114,5)	(108,2)	(97,8)
Gubici prijenosa u sistemu	15.224	4,8	13.870	3,4	183.109	4,6	156,6	128,7	(81,7)
Gubici razvoda u sistemu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna prodaja el. energije potrošaču	328.322	93,2	381.488	94,3	3,629.394	92,5	110,0	106,7	102,2
Od toga:									
Prodano susjednim zajednicama	48.117	13,7	56.137	13,8	492.563	12,5	125,6	106,2	81,8
Prodano inozemstvu	9.366	2,6	6.075	1,5	45.037	1,1	180,7	64,8	47,3
Industrija vlastita opskrba	20.474	5,7	22.937	5,6	225.339	5,7	102,1	147,4	121,0
Potrošači u sistemu	250.365	71,2	296.345	73,5	2,866.455	73,2	106,4	106,0	107,4
Struktura potrošnje u sistemu. Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta poslovnih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta društvenih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Motori i aparati	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poljoprivredni motori	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Javna rasvjeta	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preprodavaoci	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna potrošnja na malo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vodovod	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gradska električna vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna komunalna potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ugljenokopi	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tvornica cementa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ostala veća potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrokemije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrometalurgije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod ostalih	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna ostala velepotrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Karbid	5.183	1,5	13.400	3,3	107.176	2,7	57,1	131,3	80,0
Aluminij	8.437	2,4	9.030	2,2	116.778	3,0	54,5	57,6	61,0
Ostala elektrokemija	6.598	1,8	7.586	1,9	61.056	1,5	183,3	223,5	148,7
(Ukupna elektrokemija)	(20.218)	(5,7)	(30.016)	(7,4)	(285.010)	(7,2)	(71,6)	(81,7)	(77.6)
Ferolegura el. metalurgije	9.278	2,6	9.980	2,4	76.471	2,0	129,1	212,7	80,2
Elektrotoplina	2.638	0,7	2.634	0,6	30.938	0,8	118,6	113,0	88.5
Željeznička elektr. vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melioracija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna specijalna velepotrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1964.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	11. 1964.	1162	831	331	222	26	115	148	171	94	165	63	37	—	120	—
	12. 1964.	1236	866	371	270	30	117	147	163	105	153	79	38	9	123	—
Indeks na bazi	11. 1963.	112	144	72	209	42	172	88	80	76	316	65	131	—	108	—
	12. 1963.	101	118	76	128	59	115	85	103	75	141	66	117	152	100	—

Proizvodnja ugljena za mjesece studeni i prosinac 1964.
Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1963 = 100		
		Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	69.380	67.920	783.570	108,1	100,5	92,0
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	3.500	5.000	55.791	66,3	98,6	86,2
	Rudnik Pregrada	5.675	6.011	76.546	91,4	83,9	99,2
	Ostali	5.954	6.285	71.113	98,5	97,8	112,2
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	14.910	14.459	170.138	98,2	102,5	103,2
	Dalmacija: Rudnik Siverić	7.100	7.344	96.871	84,4	88,2	93,0
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.796	1.521	23.811	60,2	48,7	69,9
	Svega mrki	38.935	40.620	494.270	87,5	91,2	96,2
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	28.600	32.950	362.927	91,5	103,5	95,8
	Zagorski rudnici, Konjščina	9.908	11.058	120.763	100,6	120,5	92,8
	Rudnik lignita Poljanica	4.285	4.800	59.642	90,5	226,5	92,1
	Ostali	1.745	2.155	21.175	110,5	150,7	96,2
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	7.236	8.211	90.518	102,7	108,9	88,2
	Ostali	6.609	6.961	72.114	168,4	171,5	146,5
	Ostala područja	1.345	1.925	15.975	144,6	186,5	155,9
	Svega lignita	59.729	68.060	743.104	100,7	119,0	98,1
	Ukupno sve vrste ugljena	168.044	176.600	2,020.944	100,0	104,3	95,2

NAPOMENA: 1 Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1964.

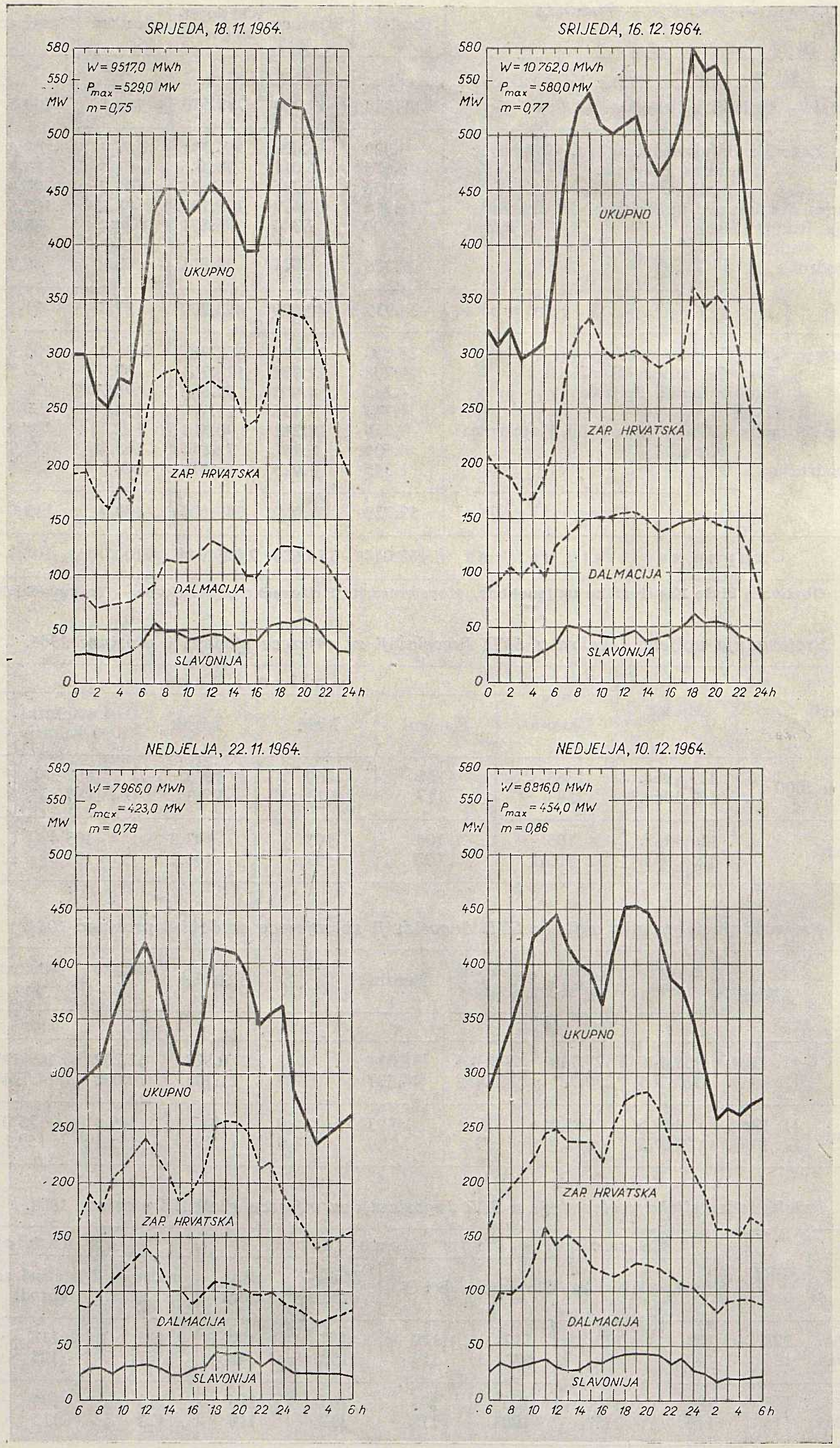
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	11. 1964.	2363	108	860	1395	1852	100
	12. 1964.	2543	117	913	1513	1997	105
Indeks na bazi	11. 1963.	103	108	103	103,3	103,4	95
	12. 1963.	105,1	107	103,1	106,2	105,0	111,7

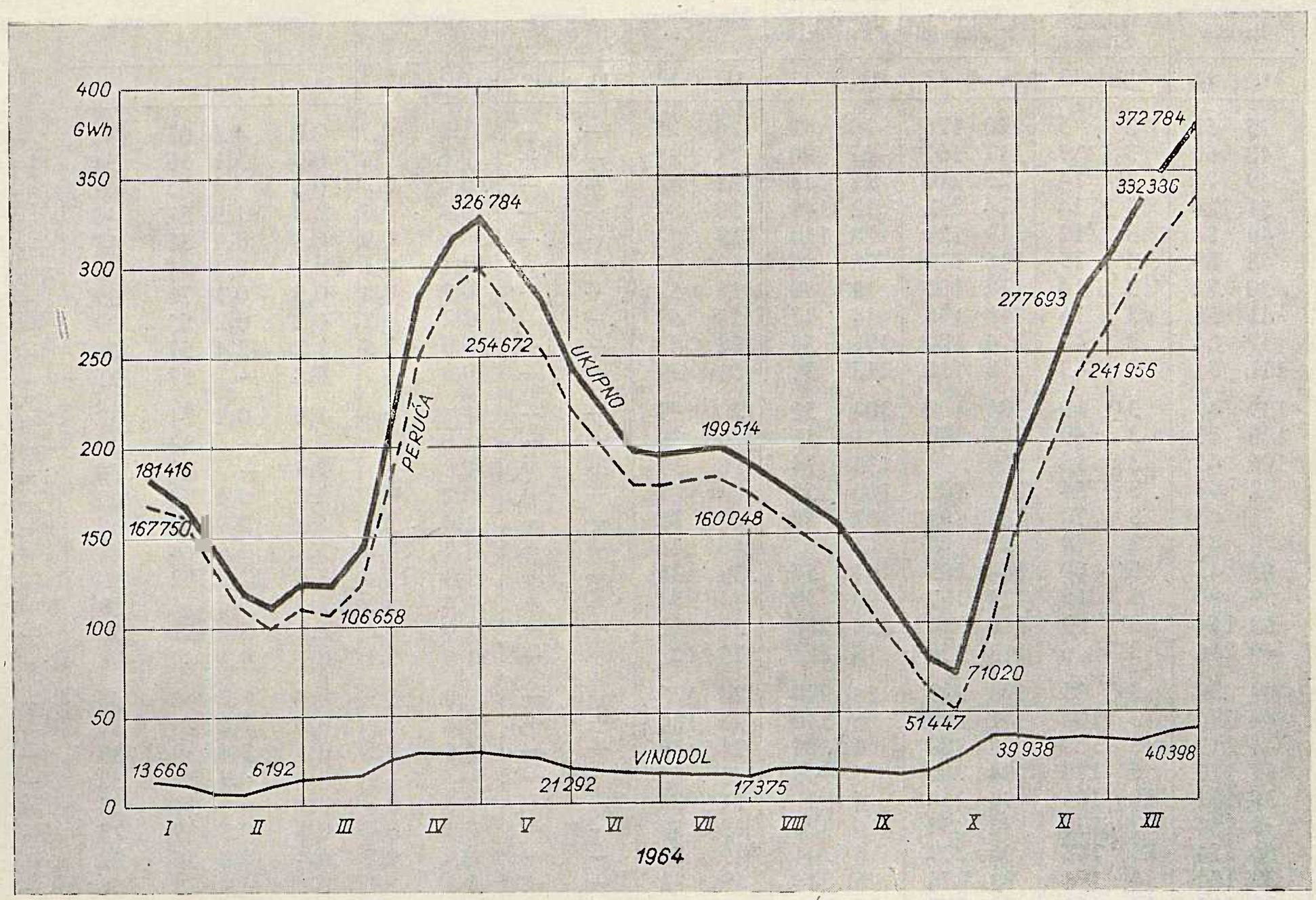
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1964.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivo ulje	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	11. 1964.	159.145	27.799	202.104	35.033	1.042	6.878	62.252	10.639	69.981
	12. 1964.	182.005	30.981	240.498	44.507	1.302	11.733	70.003	14.794	88.813
Indeks na bazi	11. 1963.	109,6	165,0	129,0	109,3	114,0	84	119,4	125,0	179,0
	12. 1963.	127,5	140,9	159,0	149,0	171,0	128,5	152,1	159,1	190,9

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1964.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
11. studeni 1964.	123	129	122	117	120	117	132	127	118	130
12. prosinac 1964.	135	143	139	123	129	132	148	167	125	136
11. studeni 1963.	108	104	119	105	103	105	116	111	104	113
12. prosinac 1963.	118	119	127	108	118	123	116	123	115	119


SRIJEDA, 18. 11. 1964.
W = 9517,0 MWh
P_{max} = 529,0 MW
m = 0,75
MW
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
SRIJEDA, 16. 12. 1964.
W = 10 762,0 MWh
P_{max} = 580,0 MW
m = 0,77
NEDJELJA, 22. 11. 1964.
W = 7966,0 MWh
P_{max} = 423,0 MW
m = 0,78
NEDJELJA, 10. 12. 1964.
W = 8816,0 MWh
P_{max} = 454,0 MW
m = 0,86



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece studeni i prosinac 1964.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1963.		I — XII mj. 1964. prema I — XII mj. 1963.		12 mjeseci 1964/63. prema 12 mjeseci 1963/62.	
	studeni %	prosinac %	studeni %	prosinac %	studeni %	prosinac %	studeni %	prosinac %	studeni %	prosinac %
Ukupno SRH	100,0	100,0	102,6	115,6	109,7	108,2	105,2	105,5	104,8	105,5
Direktni potrošači	9,0	10,5	106,3	137,7	63,2	87,1	71,5	72,6	62,0	72,6
Distribucija	75,3	64,9	107,8	101,3	113,6	114,8	111,1	111,4	110,4	111,4
Gubici i ostalo	15,7	14,5	84,3	104,2	146,8	156,9	119,9	117,6	180,6	117,6

Srednji dnevni protoci vode za mjesece studeni (11) i prosinac (12) 1964. (m^3/sek.)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.
1	75	52	3	3	120	126	30	63	26	25	—	—	1,0	4,7	2,0	4,6	63	74	—	—
2	48	60	3	7	117	161	25	90	14	23	—	—	0,6	1,8	0,3	3,1	56	54	—	—
3	49	74	3	14	125	210	27	123	23	63	—	—	0,4	2,7	0,8	1,9	65	47	—	—
4	51	124	3	14	124	232	32	146	20	84	—	—	0,4	0,7	0,3	1,5	51	48	—	—
5	49	84	3	12	119	222	28	130	19	74	—	—	0,6	0,9	0,3	0,9	51	41	—	—
6	48	68	3	15	116	179	28	86	19	61	—	—	0,1	0,4	0,1	0,7	74	41	—	—
7	50	72	3	14	119	150	13	60	18	52	—	—	0,3	0,4	0,3	0,7	71	39	—	—
8	41	58	3	16	111	136	14	47	18	47	—	—	0,2	0,2	0,2	0,2	55	39	—	—
9	137	64	3	42	274	120	171	54	22	47	—	—	1,0	2,5	1,2	2,4	57	36	—	—
10	131	51	3	43	318	115	215	51	51	39	—	—	0,3	—	0,4	—	57	35	—	—
11	139	49	3	49	301	109	204	51	120	39	—	—	1,2	0,4	1,6	0,2	74	32	—	—
12	126	45	3	69	267	104	171	53	120	39	—	—	2,0	—	2,0	—	90	31	—	—
13	106	45	3	16	229	98	133	14	98	39	—	—	1,8	—	2,6	—	90	30	—	—
14	92	43	3	54	207	100	106	59	64	27	—	—	0,2	0,2	2,6	0,4	70	27	—	—
15	71	40	3	70	185	95	82	62	48	27	—	—	1,0	2,7	2,1	2,0	58	33	—	—
16	73	41	3	74	162	94	61	67	46	21	—	—	4,2	4,8	5,3	3,6	114	41	—	—
17	67	42	3	69	144	105	47	57	39	36	—	—	1,9	16,4	3,4	12,5	102	50	—	—
18	59	90	3	15	128	167	29	80	34	54	—	—	1,4	5,5	2,4	5,2	71	59	—	—
19	59	164	3	9	119	310	23	218	29	82	—	—	1,0	6,6	1,2	5,9	51	58	—	—
20	49	216	3	6	113	370	15	275	25	122	—	—	1,6	3,1	0,7	4,4	45	78	—	—
21	49	236	3	35	106	335	18	270	24	125	—	—	0,8	1,9	0,8	3,7	44	56	—	—
22	44	236	3	100	101	330	6	330	23	120	—	—	0,4	1,3	0,3	2,0	40	46	—	—
23	44	217	3	180	98	300	6	325	21	96	—	—	0,6	0,5	0,4	0,4	39	36	—	—
24	37	173	5	185	94	260	6	348	21	85	—	—	—	1,1	—	0,9	39	33	—	—
25	36	152	10	185	94	234	6	321	21	74	—	—	0,3	0,7	0,3	0,9	37	28	—	—
26	38	154	7	170	92	256	6	326	19	69	—	—	0,1	0,7	0,1	0,5	37	25	—	—
27	34	154	13	165	90	279	6	344	19	80	—	—	0,4	0,5	0,4	0,9	36	22	—	—
28	32	154	14	164	83	276	6	334	19	82	—	—	0,1	3,1	0,1	5,9	29	18	—	—
29	29	168	12	163	83	277	6	344	19	110	—	—	0,6	11,2	0,6	21,4	40	109	—	—
30	39	207	3	164	83	336	8	346	18	169	—	—	11,0	3,2	11,0	5,8	50	94	—	—
31		191		159		333		370		135		—		1,9		2,1		55	—	—
M. p[1].	63,4	113,6	4,4	73,6	144	207	50	175,6	35,2	69,2	—	—	1,3	2,5	1,4	2,9	58,5	45,8	—	—

[1] M. p. = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat,* tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač,* direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Boris *Markovčić,* glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes,* direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati,* ing. Vladimir *Štengl,* ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević.* Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec.* Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač.* Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Tehnički urednik: Ivan *Šimurina.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 14 (1965) energija BROJ 3 — 4

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

JEDAN POSTUPAK ZA EKONOMSKO DIMENZIONIRANJE PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Božidar Stefanini, Zagreb

Na temelju kriterija minimuma cijene prijenosa, autor je razradio grafički postupak dovoljno brz i tačan za primjenu u praksi.
Prikazani postupak naročito je prikladan za rješavanje ekonomije prijenosa i odabiranje najpovoljnijeg rješenja u slučaju razmatranja utjecaja različitih parametara prijenosnog sistema npr. vodiča, napona, broja trojki i slično.

DK 621.315.05

Uvod

Ispravno projektirani sistem za prijenos električne energije treba da zadovolji različite tehničke i sigurnosne zahtjeve (mogućnost prijenosa određene snage, ograničenje varijacije napona, sigurnost postrojenja u pogonu u vezi pouzdanosti dobave energije, sigurnost okoline i ljudi od utjecaja visokog napona i slično). Ti zahtjevi predstavljaju donju granicu ispod koje se u dimenzioniranju ne smije ići. S druge strane, što je sistem obilnije dimenzioniran, to će navedeni zahtjevi biti bolje ispunjeni.

Za ispravno projektirani prijenosni sistem postavlja se zbog toga još jedan zahtjev, i to da sistem bude projektiran najekonomičnije što je moguće. Za ekonomsko dimenzioniranje često se koristi kriterij minimuma ukupnih godišnjih troškova, koji se sastoje od troškova ovisnih o uloženom kapitalu i troškova ovisnih o gubicima. No primjena ovog kriterija pretpostavlja da su zadani podaci o energiji, koja se godišnje prenosi, promatranim prijenosnim sistemom.

Da se oslobodimo te pretpostavke, možemo koristiti drugačije formulirani kriterij, tj. da cijena prijenosa bude minimalna. Pri tome ocjenu prijenosa možemo dobiti, ako ukupne godišnje troškove podijelimo s energijom prenesenom kroz godinu dana. Mi ćemo u daljnjemu koristiti ovaj drugi kriterij, pa tako nećemo biti ograničeni u pogledu pretpostavki.

Izbor postupka

Postupak, kako da odredimo minimum cijene prijenosa, može biti različit. Uglavnom ih možemo podijeliti u tri vrste: tabelarni, analitički i grafički.

Tabelarni postupak zahtijeva da se za različito projektirane prijenosne sisteme izračuna cijena prijenosa, rezultati srede u tabeli i odatle izabere rješenje s najnižom cijenom. Ovaj je postupak dakako najpotpuniji i ne zahtijeva nikakva zanemarenja niti pretpostavke. Mana mu je što je potrebno uložiti mnogo vremena da se dođe do rezultata, i što rezultati ne ukazuju na međusobnu funkcionalnu ovisnost. Ovim se postupkom možemo uvijek koristiti, pa da se i ništa više o njemu ne kaže. Zbog toga se ovdje nećemo dalje njime baviti.

Analitički postupak zahtijeva da se postavi matematički izraz za cijenu prijenosa, pa da se onda traži minimum izjednačujući prvu derivaciju s ništicom. Najteže je postaviti dovoljno tačan izraz za cijenu prijenosa u ovisnosti o naponu, presjeku, broju vodova, snazi i tako dalje. Pogotovu ako se radi o složenijem sistemu u koji su uključeni transformatori, rasklopna polja i slično. Zbog toga je potrebno pribjeći mnogim pretpostavkama, pojednostavnjenjima i približnostima, a to dovodi do netačnih i ograničeno upotrebljivih rezultata.

Kod oba gornja postupka možemo se poslužiti grafičkim prikazivanjem, ako želimo povećati preglednost dobivenih rezultata, pa se to redovito i radi. To ukazuje na prednost grafičkog postupka, koji se dakako može koristiti i za samo određivanje minimuma cijene odnosno za izbor ekonomskog rješenja. Grafički postupak sam po sebi nije potpuno tačan (zbog netačnosti crtanja i netačnosti očitavanja), ali to ne smeta jer redovito ni pretpostavke nisu potpuno tačne, a crtež se može nacrtati velik po volji.

Prednosti grafičkog postupka doći će, dakako, do izražaja samo onda, ako pri tome izbjegnemo mane tabelarnog i analitičkog postupka. Treba dakle naći dovoljno brzi put da se dođe do potrebnog crteža za očitanje rezultata, a osim toga ne smijemo u postupak uvesti previše zanemarenja i približnosti. To ćemo pokušati u daljnjem razmatranju.

Osnovna razmatranja

Cijena prijenosa električne energije (kao i ukupni godišnji troškovi) ovisi o velikom broju varijabla, koje mogu biti različite, već prema tome kako je izgrađen prijenosni sistem.

Zbog jednostavnosti počnimo najprije s promatranjem vodova, što pretpostavlja najjednostavniji oblik prijenosnog sistema. Pa i ovdje imamo još uvijek veliki broj varijabla, o kojima ovisi cijena prijenosa. Nastojmo to pojednostavniti tako, da rezultati budu dovoljno tačni i da njihova primjena ne bude ograničena. Pregledajmo najprije onaj dio koji ovisi o uloženoj investiciji.

U prvom redu postoji izvjesni broj varijabla koje se ne mijenjaju kontinuirano: to su broj vodova, napon, te broj, materijal i presjek vodiča. Najbolje je ne postavljati ovisnost o tim varijablama, nego računati s njihovim određenim vrijednostima. Npr. za broj vodova ćemo uzeti 1 ili 2 ili 3, napona 110 kV ili 220 kV ili 380 kV, za broj vodiča 3 (jednostruki vod) ili 6 (dvostruki vod) ili odgovarajući broj kod vodiča u snopu, za materijal ćemo uzeti alučel ili eventualno još neki drugi materijal, a za presjek 240 mm² ili 360 mm² i tako dalje. Tako nismo uveli nikakvu netačnost u računu, a s druge strane nas međuvrijednosti ionako ne interesiraju (npr. broj vodova 2,4 nam ništa ne znači, a napon 263 kV nije standardiziran pa ga nećemo upotrijebiti).

Zatim postoje varijable, čiji utjecaj ne moramo uzeti u račun, ako se zadovoljimo da nam dobiveni rezultati imaju ograničenu vrijednost. Npr. ako želimo ekonomski dimenzionirati prijenos u pogledu broja vodova, napona i presjeka vodiča, onda ćemo izostaviti utjecaj materijala i oblika stupova, zaštitnih užeta, klimatskih prilika, vrste terena i slično. Računat ćemo samo za neke određene uslove (npr. čelični rešetkasti stupovi u obliku jele, jedno zaštitno uže itd.). Dakako da će nam i dobiveni rezultati vrijediti uz ista ograničenja. Ako računamo za neke uobičajene izvedbe i prosječne prilike, onda će nam i rezultati odgovarati tome.

Konačno i godišnju stopu kapitala ne moramo smatrati varijablom, nego uzeti jednu određenu vrijednost koja odgovara konkretnim prilikama.

Pogledajmo nadalje onaj dio cijene prijenosa, koji se odnosi na gubitke. Tu najprije imamo neke varijable koje smo već razmotrili (napon, vodiči). Zatim neke koje opet možemo za promatrani slučaj uzeti da se ne mijenjaju nego imaju određenu vrijednost (npr. specifični otpor vodiča, faktor snage, vrijeme maksimalnog opterećenja, vrijeme maksimalnih gubitaka). Maksimalno opterećenje voda nećemo uzeti da ima određenu vrijednost, jer bi nam to ograničilo mogućnosti razmatranja, nego ćemo naprotiv uzeti da se kontinuirano mijenja, što odgovara stvarnosti.

Matematska podloga

Na temelju prije rečenoga pokušajmo postaviti izraz za cijenu prijenosa, koji će biti po mogućnosti jednostavan, ali ipak još uvijek dovoljno tačan. Zasada će se to odnositi samo na vodove.

Uvedimo slijedeće oznake:

K	uloženi kapital za 1 vod, određenog napona, određenih vodiča, određene izvedbe stupova itd.,	Din/km
k	godišnja stopa kapitala,	1/god
P	maksimalno opterećenje voda,	MW
U	napon voda, linijski,	kV
$\cos\varphi$	faktor snage,	—
R	otpor voda po kilometru, za iste vodiče ako gore,	Ω/km
p	vrijednost gubitaka snage,	Din/god MW
w	vrijednost gubitaka energije,	Din/MWh
t_g	vrijeme maksimalnih gubitaka,	h/god
t_p	vrijeme maksimalnog opterećenja.	h/god

Godišnji troškovi vezani uz uloženi kapital za 1 km voda iznose

$$T_K = K\,k \quad \text{Din/god km}.$$

Godišnji troškovi vezani uz gubitak snage (radi jednostavnosti zanemaren je kapacitet i odvod)

$$T_p = \frac{P^2}{U^2 \cos^2\varphi} R p \quad \text{Din/god km}.$$

Godišnji troškovi vezani uz gubitak energije

$$T_w = \frac{P^2}{U^2 \cos^2\varphi} R\, t_g\, w \quad \text{Din/god km}.$$

Ukupni godišnji troškovi iznose

$$T = K\,k + \frac{P^2}{U^2 \cos^2\varphi} R\,(p + t_g\, w) \quad \text{Din/god km} \qquad (1)$$

Prenesena energija kroz godinu dana jest

$$W = P\, t_g \quad \text{MWh/god}. \qquad (2)$$

Cijenu prijenosa po prenesenom MWh dobijemo ako ukupne godišnje troškove podijelimo s prenesenom energijom, dakle

$$C = \frac{K\,k}{t_p}\,\frac{1}{P} + \frac{R}{U^2 \cos^2\varphi} \cdot \frac{(p + t_g\, w)}{t_p}\, P \quad \text{Din/MWh km}. \qquad (3)$$

Na temelju prijašnjih razmatranja uzet ćemo da su u okviru promatranog slučaja sve veličine konstantne, osim opterećenja voda. U tom slučaju možemo uvesti konstante

$$A = \frac{K\,k}{t_p} \text{ Din/km h}, \tag{4}$$

$$B = \frac{R}{U^2 \cos^2 \varphi} \frac{(p + t_g\, w)}{t_p} \text{ Din/km MW MWh}, \tag{5}$$

i cijenu prijenosa pisati

$$C = \frac{A}{P} + BP \text{ Din/MWh km}. \tag{6}$$

Grafičko prikazivanje

Polazimo od izvedenog izraza za cijenu prijenosa $C = \frac{A}{P} + BP$ gdje su A i B konstante a P je maksimalna snaga prijenosa. Radi lakšeg grafičkog prikazivanja ovog izraza prikazat ćemo ga kao

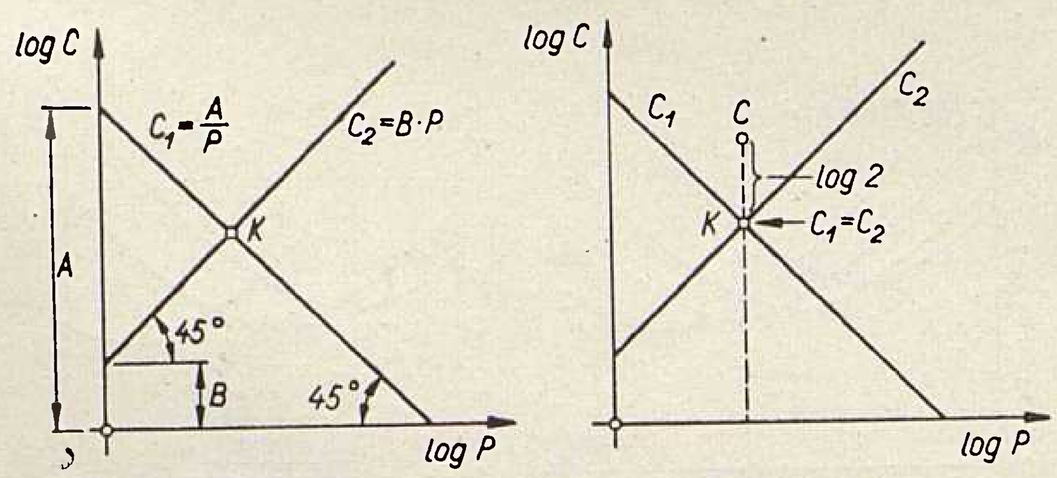
$$C = C_1 + C_2, \tag{7}$$

gdje je

$$C_1 = \frac{A}{P}, \tag{8}$$

$$C_2 = BP \tag{9}$$

Svaki od ovih članova možemo lako prikazati u koordinatnom sistemu s logaritamskim skalama kao što je prikazano na slici 1a.



Sl. 1a. Članovi izraza za cijenu
1b. Konstrukcija krivulje za cijenu

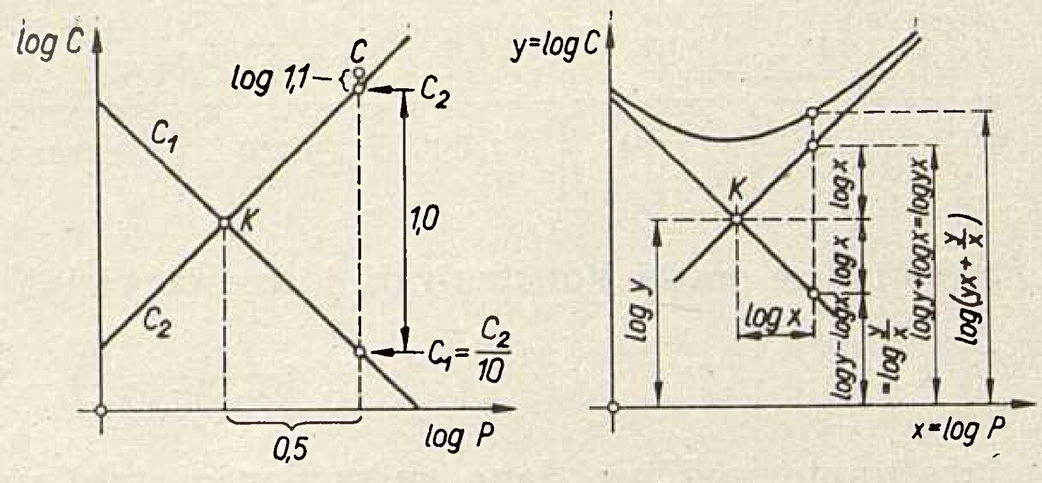
Dobili smo dva pravca nagnuta pod kutem od 45⁰ odnosno 135⁰, koje je lako nacrtati. Ta dva pravca sijeku se u tački K koja predstavlja karakterističnu tačku za taj slučaj prijenosa. Grafički prikaz cijene prijenosa, izraz (6), dobijemo sumiranjem vrijednosti C_1 i C_2. Treba dakle za svaku pojedinu apscisu očitati vrijednosti C_1 i C_2 i to sumirati, pa tu sumu unijeti kao ordinatu u dijagram. (Grafičku sumaciju ne možemo provesti, jer su skale logaritamske!). Ne možemo postupiti jednostavnije. Vrijednost C za apscisu tačke K jednaka je dvostrukoj vrijednosti za tačku K, jer je tu $C_1 = C_2$, slika 1b.

Prema tome vrijednost za C nalazit će se u dijagramu iznad tačke K na razmaku log 2, jer je

$$C = C_1 + C_2 = 2\,C_1,$$

odnosno

$$\log C = \log 2 + \log C_1.$$



Sl. 2a. Konstrukcija krivulje za cijenu
2b. Ordinate krivulje za cijenu

To vrijedi općenito za bilo koje vrijednosti A i B, a dužina log 2 je konstantna za dano mjerilo koordinatnog sistema.

Slično je i s ostalim ordinatama. Npr. za apscisu koja je udaljena za 0,5 (a to je log $\sqrt{10}$) od apscise tačke K, vrijedi $C_1 = \frac{C^2}{10}$, jer je vertikalni razmak između pripadnih tačaka jednak 1 (a to je log 10), sl. 2a.

Prema tome vrijednost za C nalazit će se u dijagramu iznad gornjeg pravca na razmaku log 1,1, jer je za tu apscisu

$$C = C_1 + C_2 = \frac{C_2}{10} + C_2 = 1{,}1\, C_2, \quad \text{odnosno}$$

$$\log C = \log 1{,}1 + \log C_2.$$

To opet vrijedi općenito, a log 1,1 predstavlja opet konstantnu dužinu.

Za apscisu na razmaku 1,0 od tačke K bit će

$$C = \frac{C_2}{100} + C_2 = 1{,}01\, C_2, \quad \text{odnosno}$$

$$\log C = \log 1{,}01\, C_2, \quad \text{itd.}$$

Ako ovako nastavimo dobit ćemo pojedine tačke za vrijednosti C. Krivulja C se očito asimptotski približava pravcima C_1 i C_2.

Imamo li dakle nacrtane pravce za odgovarajuće konstante A i B, to je dijagram za vrijednosti C krivulja koja je uvijek u istom odnosu na nacrtane pravce, i neovisna o konstantama A i B. Za druge konstante A i B dobit ćemo krivulju potpuno istog oblika samo pomaknutu u koordinatnom sistemu. Možemo dakle izraditi šablonu i njome lako crtati krivulju za cijenu prijenosa C za bilo koji slučaj, okarakteriziran konstantama A i B.

Da jedanput zauvijek izračunamo potrebne vrijednosti za izradu šablone poslužimo se podacima unesenim na sl. 2b, koji su evidentni iz same slike. Visina krivulje iznad pravca slijedi iz slike te iznosi

$$\log\left(yx + \frac{y}{x}\right) - \log yx = \log\left(1 + \frac{1}{x^2}\right). \tag{10}$$

Ako koristimo vrijednosti upisane uz logaritamsku skalu, onda apscisi krivulje desno od tačke K odgovara veličina x, a visini krivulje iznad pravca veličina $\left(1 + \frac{1}{x^2}\right)$. Brojčane vrijednosti su izračunate i navedene u slijedećoj tablici:

x	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
$1+\frac{1}{x^2}$	2	1,694	1,391	1,250	1,160	1,111	1,0625	1,040	1,0278	1,0156	1,01

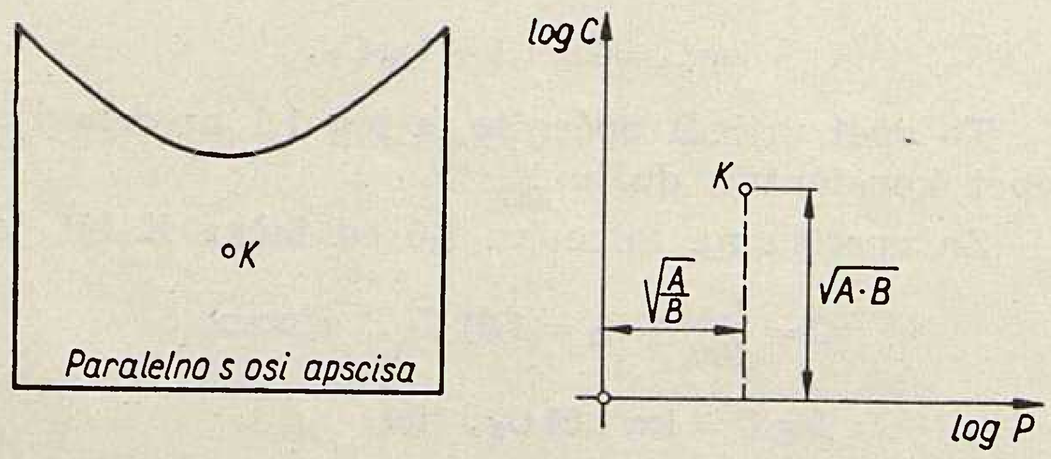
Šablona se može konstruirati i prema visini iznad tačke K. Ta visina očito iznosi:

$$\log\left(yx+\frac{y}{x}\right)-\log y=\log\left(x+\frac{1}{x}\right).$$

Izračunate veličine dane su u donjoj tablici:

x	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
$x+\frac{1}{x}$	2	2,033	2,225	2,5	2,9	3,333	4,25	5,2	6,167	8,125	10,1

Da odredimo položaj šablone u koordinatnom sistemu treba znati položaj pravaca C_1 i C_2. Najlakše je njihov položaj definirati karakterističnom tačkom K, jer oba pravca kroz nju prolaze, i to (kao što znamo) uvijek pod istim nagibom. U stvari, dalje i ne moramo voditi računa o pravcima. Tačka K je dovoljna da definira položaj šablone u koordinatnom sistemu. Šablona se za praktičnu upotrebu može izraditi od celuloida, kao što je prikazano na slici 3a.



Sl. 3a. Šablona za krivulju cijene

3b. Položaj ,karakteristične tačke

Ako je tačka K određena u dijagramu, šablonu treba postaviti tako da se tačka K šablone poklapa s tačkom K u dijagramu, i da baza šablone bude paralelna s osi apscisa.

Krivulju za cijenu prijenosa C možemo zatim ucrtati po šabloni. Ostaje nam još da odredimo položaj tačke K. Za određivanje mjernih koordinata postavit ćemo uvjet $C_1 = C_2$, pa dobijemo

$$\frac{A}{P}=BP$$

Odatle slijedi apscisa

$$P=\sqrt{\frac{A}{B}} \qquad (11)$$

Ako to uvrstimo u izraz (9), dobit ćemo ordinatu

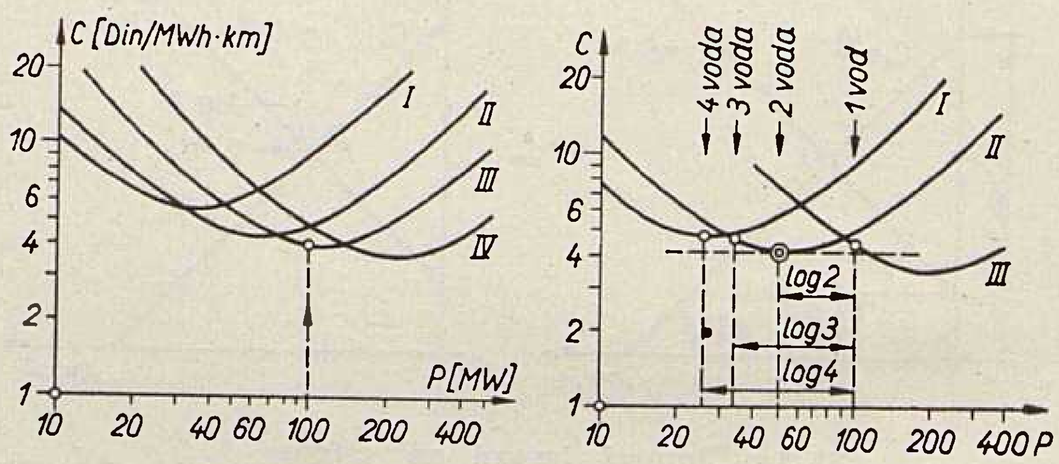
$$C_2=BP=B\sqrt{\frac{A}{B}}=\sqrt{AB} \qquad (12)$$

Prema tome koordinate karakteristične tačke K dane su sa $\sqrt{\frac{A}{B}}$ i $\sqrt{AB}$, slika 3b.

Pomoću opisanog postupka možemo brzo, lako i tačno nacrtati krivulje koje prikazuju cijenu prijenosa za različite slučajeve definirane konstantama A i B.

Korištenje nacrtanih krivulja

Upotreba ovako nacrtanih krivulja za cijenu prijenosa je veoma jednostavna. Treba nacrtati krivulje za različite izvedbe dalekovoda, koje dolaze u obzir. Izvedbe se mogu razlikovati prema naponu, broju trojki, broju vodiča po fazi (ako dolazi u obzir upotreba snopova), materijalu vodiča, presjeku vodiča. Primjer tako nacrtanih krivulja prikazan je na slici 4a.



Sl. 4a. Izbor ekonomske izvedbe

4b. Izbor izvedbe i broja vodova

Za zadanu vrijednost maksimalne snage prijenosa treba povući vertikalu od osi apscisa prema gore. Prva krivulja na koju ta vertikala naiđe daje ekonomsku izvedbu dalekovoda za taj slučaj. Npr. za $P = 100$ MW dobijemo kao ekonomsko rješenje izvedbu III, jer je tada cijena prijenosa najniža. Ovo dakako vrijedi, ako smo unaprijed odlučili da upotrijebimo jedan vod za prijenos te snage.

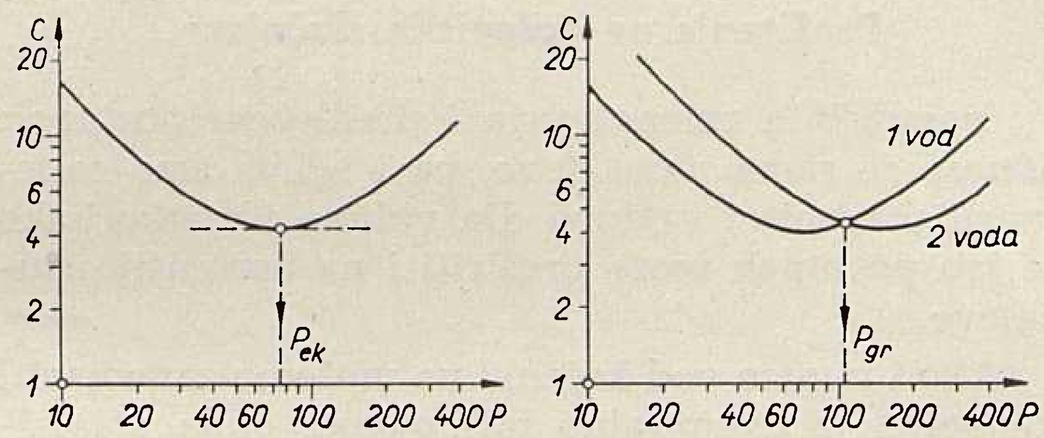
No općenito treba u istraživanje ekonomskog rješenja uključiti i pitanje broja vodova. Da ispitamo cijenu prijenosa, ako upotrijebimo dva voda mogli bismo sve krivulje ponoviti za slučaj dvaju vodova. U stvari, dobili bismo iste krivulje pomaknute udesno za log 2. Zato je jednostavnije ucrtati samo krivulje za po 1 vod i onda u dija-

gramu ucrtati vertikalu za snagu koja je jednaka polovini maksimalne snage (pomaknuta ulijevo za log 2). Kod tri voda treba računati s trećinom maksimalne snage, i tako dalje. To je načinjeno na slici 4b.

U prikazanom slučaju vidimo da će cijena prijenosa s dva voda izvedbe II biti najmanja, pa to predstavlja ekonomsko rješenje.

No posao možemo još dalje olakšati upotrebom jedne nove šablone. Očito je, naime, da je razmak vertikalnih linija uvijek isti u našem koordinatnom sistemu, s logaritamskim mjerilom.

Prema tome, može se izraditi šablona od celuloida s vertikalama na razmaku kao u slici 4b. Dovoljno je vertikalu 1 položiti na zadanu vrijednost P, pa da smo u mogućnosti odmah uočiti koje sjecište vertikala s krivuljama daje najnižu cijenu prijenosa. To sjecište definira broj dalekovoda i njihovu izvedbu.



Sl. 5a. Određivanje ekonomske snage voda

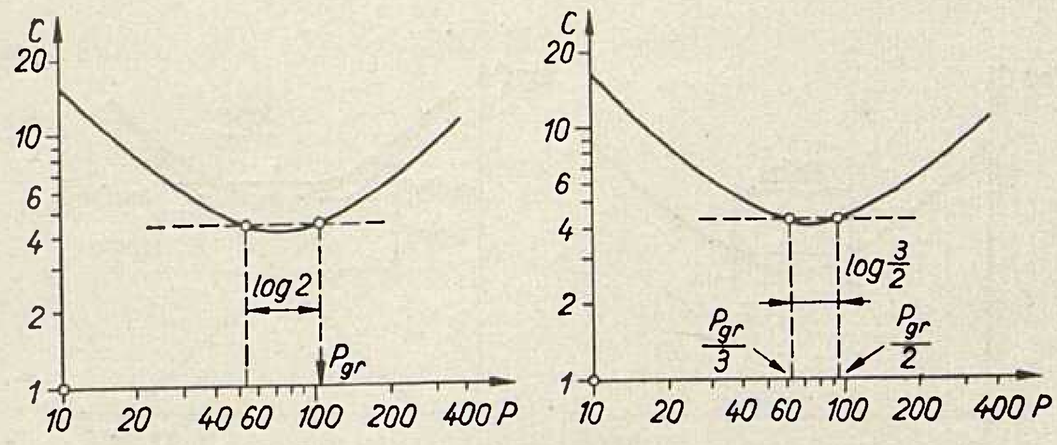
5b. Određivanje granične snage

Nacrtane krivulje mogu se koristiti i za rješavanje daljnjih zadataka. Može se postaviti pitanje, kako se može izgrađeni vod najekonomičnije iskoristiti. U tom slučaju nacrta se krivulja za taj slučaj, slika 5a. Snaga, koja odgovara najnižoj tački krivulje daje odgovor na pitanje. Kod prijenosa tolike maksimalne snage (uz odgovarajuće vrijeme maksimalnog opterećenja i vrijeme maksimalnih gubitaka) bit će cijena prijenosa najniža. Očito je uostalom da za određivanje te snage možemo direktno koristiti izraz (10), ali je to iz dijagrama uočljivije.

Nadalje se može postaviti slijedeće pitanje. Iznad koje snage je ekonomičnije sagraditi 2 voda umjesto 1 voda iste izvedbe. Da nađemo odgovor možemo nacrtati krivulje za slučaj 1 voda i za slučaj 2 voda, sl. 5b. Presjecište krivulja nam daje graničnu vrijednost snage. Za manje vrijednosti ekonomičnije je prenositi s jednim vodom, a za veće s 2 voda. Slično bismo postupili kod prijelaza od 2 voda na 3 voda, itd.

No i ovaj zadatak možemo lakše (iako manje pregledno) riješiti uz pomoć šablone sa slike 4b. Nacrtamo krivulju za 1 vod i pomoću te šablone nađemo dvije tačke na krivulji s istim ordinatama, a na horizontalnom razmaku log 2, slika 6a.

Graničnu snagu za prijelaz od jednog voda na dva voda određuje desna ordinata (a isto tako i lijeva množena sa 3). Slično možemo postupiti za prijelaz od 2 voda na 3 voda, sl. 6b. Graničnu



Sl. 6a. Određivanje granice za 1 ili 2 voda

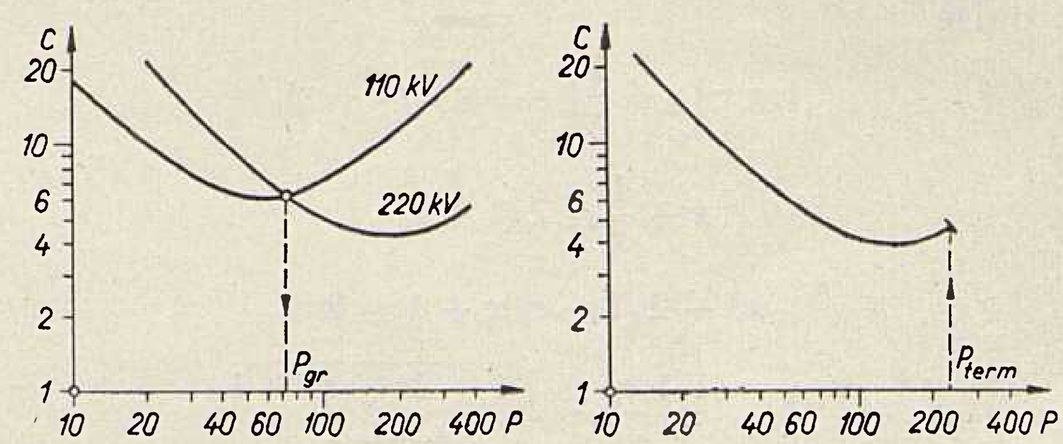
6b. Određivanje granice za 2 ili 3 voda

snagu daje desna ordinata pomnožena sa 2 odnosno lijeva ordinata pomnožena sa 3.

Postupak prema slikama 6a odnosno 6b možemo koristiti samo, ako uspoređujemo različiti broj istih vodova. Inače u analognim slučajevima moramo ipak raditi kao na slici 5b. Npr. ako se pita do koje snage je ekonomičnije raditi s nižim naponom, a od koje je ekonomičnije prijeći na viši napon, crtat ćemo obje krivulje, kao na slici 7a.

Svi opisani slučajevi korištenja nacrtanih krivulja mogu se vrlo brzo i dovoljno tačno provesti uz pretpostavku da raspolažemo logaritamskim papirom u odgovarajućem mjerilu a isto tako i opisanim šablonama, prvenstveno šablonom za crtanje krivulje cijene, a baš u tome, da se uz dovoljnu tačnost rezultata postupak može provesti lako i vrlo brzo, leži prednost predloženog postupka. Prikladno mjerilo za logaritamski papir jest 25 cm za jedinicu. Po potrebi možemo tu logaritamsku skalu prenijeti na papir sa donje skale logaritamskog računala normalne veličine.

Pri crtanju krivulje cijene dobro je voditi računa i o termičkoj granici, pa krivulju ne crtati preko te granice, kao što je prikazano na slici 7b.



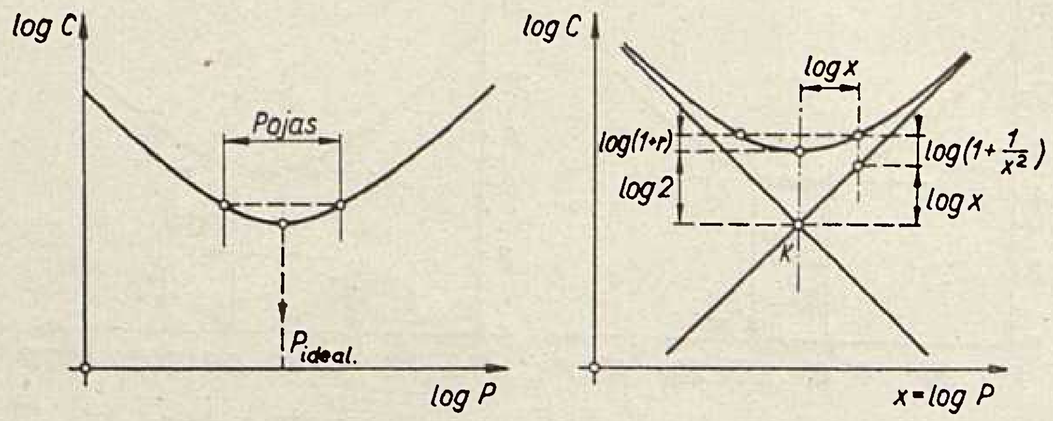
Sl. 7a. Granice za dovode raznih napona

7b. Krivulja do tehničke granice

To nam daje veću preglednost nad situacijom i automatski onemogućuje izbor takvog tehničkog rješenja, gdje bi termička granica bila prekoračena.

Područje tačnosti

Ekonomsko rješenje, dobiveno na opisani način, daje nam dimenzije kojima se treba po mogućnosti što više približiti. No od toga smijemo u izvjesnoj mjeri odstupiti i u jednu i u drugu stranu. Koliko to odstupanje smije biti ovisi ne samo o tome u kojoj mjeri želimo udovoljiti ekonomskom kriteriju, nego i o tačnosti pretpostavki i brojčanih podataka s kojima smo ušli u račun.



Sl. 8a. Pojas dovoljne tačnosti

8b. Određivanje pojasa tačnosti

Gledajući problem na taj način ne treba insistirati na rješenju koje odgovara najnižoj tački krivulje cijene, nego se možemo zadovoljiti pojasom oko te tačke, slika 8a.

Širina pojasa, unutar kojeg možemo smatrati da je zadovoljeno ekonomskom kriteriju minimuma cijene, ovisi o odnosu cijena na rubu pojasa prema minimalnoj cijeni. Taj odnos možemo izraziti postotkom povećanja cijene iznad minimalne i odabrati već prema prilikama sa 3% ili 5% ili slično.

Određivanje širine ovog pojasa je vrlo lako kod crtanja krivulje cijene na logaritamskom papiru. A očevidno i opet je taj pojas isto širok za sve krivulje, te ovisi samo o odabranom postupku. Da jednom zauvijek odredimo ovisnost širine pojasa o toleriranom povišenju cijene prijenosa, pođimo ovim putem. Označimo najprije sa r (bez dimenzije) tolerirano relativno povišenje cijene. Zatim potrebne odnose prikažimo na slici 8b.

Iz slike slijedi

$$\log x + \log\left(1 + \frac{1}{x^2}\right) = \log 2 + \log(1 + r),$$

i dalje

$$\log x\left(x + \frac{1}{x}\right) = \log 2\,(1 + r)$$

$$x + \frac{1}{x} = 2\,(1 + r)$$

$$x^2 - 2\,(1 + r)\,x + 1 = 0$$

$$x_{1,2} = (1 + r) \pm \sqrt{1 + 2r + r^2 - 1}$$

$$x_{1,2} = (1 + r) \pm \sqrt{r\,(2 + r)} \qquad (13)$$

Npr. za $r = 0{,}05$

$$x_{1,2} = 1{,}05 \pm \sqrt{0{,}05 \cdot 2{,}05} = 1{,}05 \pm \sqrt{0{,}1025} = 1{,}05 \pm 0{,}32$$

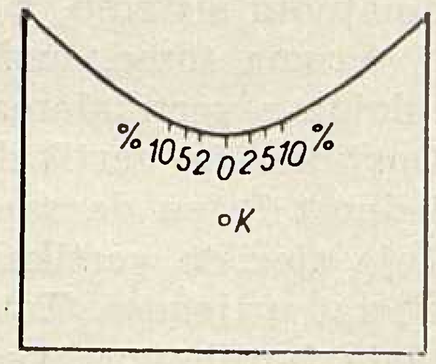
$$x_1 = 1{,}37, \qquad x_2 = 0{,}73$$

Očito je da mora vrijediti $x_1 \cdot x_2 = 1$.

Širinu pojasa za ovaj primjer možemo nacrtati tako da u sredinu krivulje prislonimo oznaku 1 logaritamske skale pa nam oznaka 1,37 daje desnu granicu pojasa, a oznaka 0,73 lijevu granicu pojasa.

Na isti način izračunati su podaci za širinu pojasa kod različitih vrijednosti povećanja cijene. Rezultati su dani u tablici gdje je tolerirano relativno povišenje cijene dano u postocima. Za konstrukciju pojasa u stvari dovoljna nam je jedna vrijednost bilo x_1 bilo x_2, jer je pojas simetrični (v. tablicu na str. 79 dolje).

Najzgodnije je izračunate vrijednosti nanijeti na šablonu, pa se tako može širina pojasa nanijeti na krivulju cijene kod samog crtanja krivulje. Šablona sa ucrtanom širinom pojasa za ove gore izračunate postotke prikazana je na slici 9. Dakako mogu se na šabloni nacrtati samo one širine koje nas interesiraju.



Sl. 9. Šablona sa skalom širine pojasa

Proširenje na općenitije slučajeve

Dosadašnja razmatranja i predloženi postupak odnose se samo na vodove, pa i njima smo zanemarili kapacitet i odvod. Da vidimo ukratko kako se isti postupak može proširiti i na općenitije slučajeve.

Ako i imamo vod kojemu ne možemo zanemariti kapacitet, a eventualno niti odvod, onda približno možemo računati gubitke kao da se sastoje od dva člana. Prvi član odgovara gubicima praznog hoda i daje konstantne troškove kroz godinu dana, dakle samo povećava konstantu A. Drugi član odgovara gubicima opterećenja te ga možemo uzeti proporcionalnog kvadratu struje. Konstanta B ostaje dakle nepromijenjena. Očito je da sada možemo općenito računati cijenu prijenosa po kilometru voda, jer gubici praznog hoda ne rastu linearno s dužinom. Moramo dakle cijeli račun provesti za određenu daljinu prijenosa. Uzimanje kapaciteta (i odvoda) u račun potrebno je naročito kod veoma dugih vodova.

Dalje možemo proširiti prijenosni sistem tako da ne obuhvatimo samo vodove nego i rasklopna postrojenja. Uz pretpostavku da na oba kraja prijenosa postoje raspoložive sabirnice za sve napone treba dodati samo troškove za dalekovodna polja na oba kraja. Ti troškovi ovise dakako o naponu. Opet se samo povećava konstanta A. Ni ovdje ne možemo računati cijenu prijenosa po kilometru, nego za određenu dužinu. Uzimanje dalekovodnih polja u račun potrebno je naročito kod veoma kratkih vodova.

Još jedan korak dalje jest proširenje prijenosnog sistema transformatorima, što je potrebno ako imamo na oba kraja raspoložive samo sabirnice razmjerno niskog napona. U tom slučaju troškovi nabavke transformatora i gubici u željezu povećavaju konstantu A, a gubici u bakru povećavaju konstantu B. Dakako da treba posebno voditi računa o termičkoj granici transformatora.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Božidar Stefanini, Zagreb, Elektrotehnički fakultet, Unska ulica b. b.

SUVREMENE KONCEPCIJE U OBLIKOVANJU VANJSKIH RASKLOPNIH POSTROJENJA 110, 220 i 380 kV

Krunoslav Begović, Zagreb

U članku je provedena tehnička i ekonomska analiza različitih rješenja rasklopnih postrojenja 110, 220 i 380 kV. Pri izboru rješenja dana je prednost evropskim koncepcijama, u prvom redu francuskim i njemačkim. Osim toga uzeta su u obzir naša iskustva u gradnji postrojenja 110 i 220 kV. Na kraju je dan konkretan prijedlog rješenja za naše prilike.

DK 621.316.37

1. Uvod

Rasklopna postrojenja visokih napona su bitni dio mrežnih sistema za opskrbu električnom energijom pa njihovoj izgradnji treba posvetiti veliku pažnju.

Izgradnja sve većih elektrana i prijenosnih sistema uvjetovala je brzi razvoj rasklopnih postrojenja, koja postaju sve veća i značajnija, što dakako uvjetuje i angažiranje znatnih investicionih sredstava. S povišenjem nazivnog napona problemi izgradnje rasklopnih postrojenja postaju sve veći, te se sve više nameće pitanje optimalne ekonomije, koja treba da je u skladu sa zahtjevima pogonske sigurnosti.

Rješavanje ove problematike dovelo je do niza rješenja koja su manje ili više ekonomična, a bazirana su na iskustvu, određenim koncepcijama i — u zadnjoj liniji — na određenoj tradiciji.

Svrha je ove studije da razmotri probleme suvremenih koncepcija u oblikovanju rasklopnih postrojenja prema današnjem stanju tehnike. Pri tomu ćemo se ograničiti na naše standardizirane napone 110, 220 i 380 kV. U našoj zemlji je izgrađeno već niz postrojenja 110 i 220 kV, a u skoroj budućnosti predstoji i izgradnja 380 kV, pa je prema tomu logično da se razmotri upravo ovo područje napona.

Pri izboru rješenja dana je prednost evropskim koncepcijama, prvenstveno francuskim i njemačkim, koje najviše odgovaraju našoj praksi i našim prilikama, odnosno uzeta je u obzir naša praksa i naša iskustva u gradnji rasklopnih postrojenja 110 i 220 kV. Koncepcije postrojenja 380 kV su analogne onima 220 kV.

2. Faktori koji prvenstveno utječu na oblikovanje rasklopnih postrojenja

Na oblikovanje rasklopnih postrojenja prvenstveno utječu ovi faktori:

a) oprema polja i raspored aparata u polju
b) raspored polja s obzirom na sabirnice
c) broj i položaj sabirnica

Kao što je poznato, danas razlikujemo ova tipična polja (sl. 1):

A) — spojno polje
B) — dalekovodno polje
C) — kabelsko vodno polje
D) — polje transformatora
E) — pomoćno spojno polje (uzdužno ili poprečno)
F) — mjerno polje

Današnja polja vanjskih rasklopnih postrojenja izvode se uglavnom sa

— jednim sistemom sabirnica,
— jednim glavnim i jednim pomoćnim sabirnicama (d, sl. 1),
— dvostrukim sabirnicama (a, sl. 1),
— dvostrukim i jednim pomoćnim sabirnicama (e, sl. 1),
— trostrukim sabirnicama (b, sl. 1),
— trostrukim i jednim pomoćnim sabirnicama (c, sl. 1).

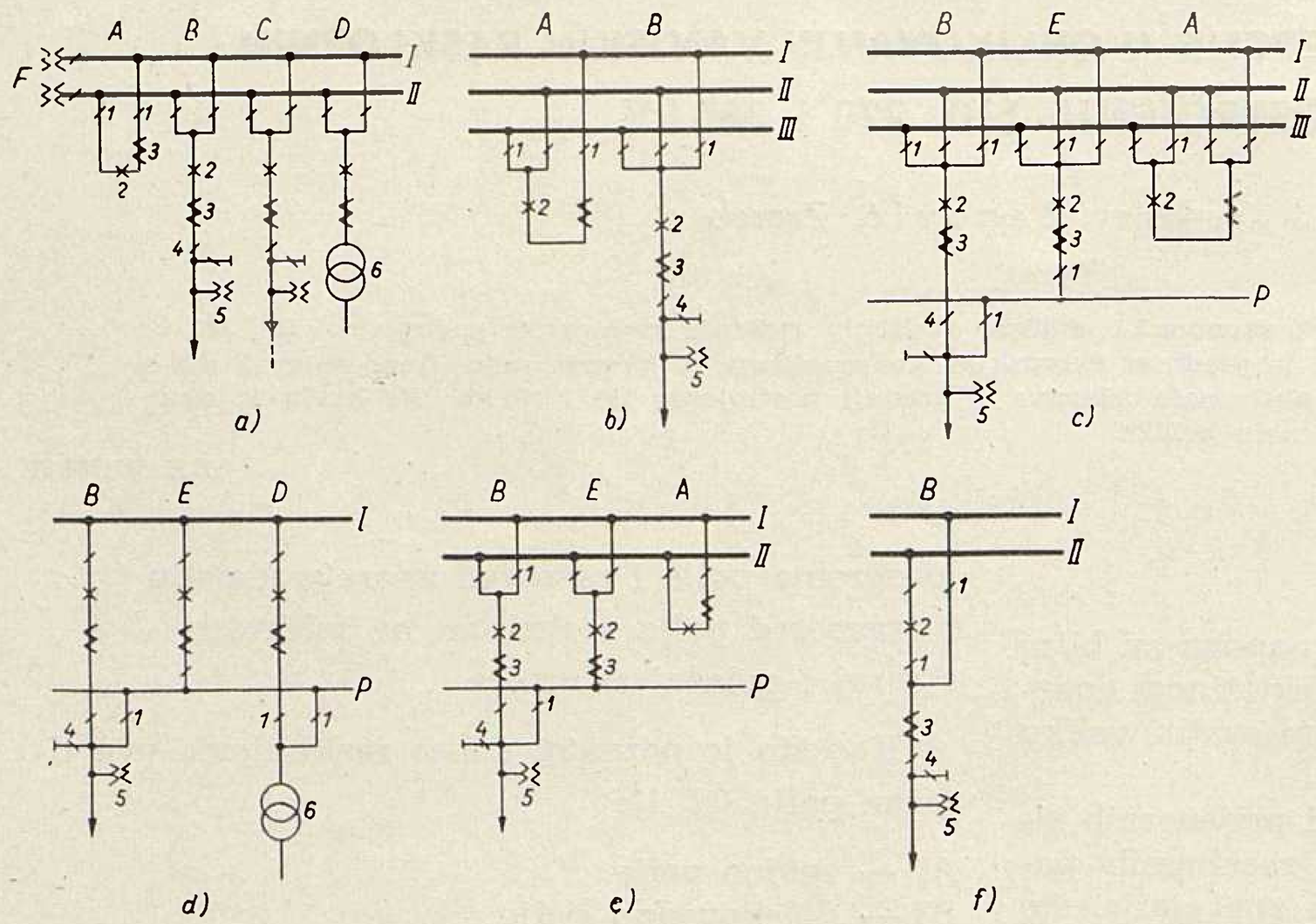
Tipične sheme polja prikazane su u sl. 1.

Evropska praksa primjenjuje jedan prekidač po polju, a američka dva prekidača po polju za napone koje razmatramo (110 — 380 kV). Postoji niz raznih rješenja za premoštenje prekidača, međutim ovaj problem nije predmet ovog razmatranja (npr. shema f u sl. 1).

Izbor sistema sabirnica ovisi o veličini, namjeni i zahtjevima na rasklopno postrojenje. Pri tomu treba razlikovati postrojenja uz elektrane tj. izvore energije i postrojenja u čvorištima mreže za vezu dva ili više prijenosnih sistema.

Tablica uz članak na prethodnoj strani

r %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_1	1,152	1,221	1,276	1,325	1,370	1,411	1,451	1.488	1,524	1,558
x_2	0,868	0,819	0,784	0,755	0,730	0,709	0,689	0,672	0,656	0,642



Sl. 1. Principne sheme tipičnih polja

A — Spojno polje
B — Dalekovodno polje
C — Kabelsko vodno polje
D — Transformatorsko polje
E — Pomoćno spojno polje
F — Mjerno polje

1 — Sabirnički rastavljač
2 — Prekidač snage
3 — Strujni transformator
4 — Izlazni rastavljač s nožem za uzemljenje
5 — Naponski transformator
6 — Učinski transformator

2.1. Oprema polja

Osnovnu opremu polja sačinjavaju:

— sabirnički i izlazni rastavljači
— prekidači (sklopke)
— mjerni transformatori

Danas se proizvode dva glavna tipa rastavljača

— klasični, sa dva okretna izolatora ili jednim okretnim izolatorom (rastavljači sa »tri stupa«),
— pantograf, u raznim konstruktivnim izvedbama: polupantograf, X-rastavljač, simetrični pantograf, točkasti rastavljač itd.

Nazivne struje, naponi i ostale tehničke karakteristike mogu se odabrati po potrebi u skladu sa postojećim standardima. Uobičajene nazivne struje su: 800, 1000, 1250, 2000 i 2500 A za napone 110 — 380 kV. Nazivne tjemene vrijednosti udarnih struja kreću se od 50 — 100 kA.

Klasični rastavljači otvaraju i zatvaraju kontakte horizontalno, a pantografi vertikalno. U pogledu prostora koji zauzimaju kao i u pogonskom pogledu pantografskim rastavljačima treba dati prednost. Ova je tim značajnija čim je nazivni napon viši. Za napon 220 kV i na više je čak i cijena pantografskog rastavljača niža od one klasičnog.

Rastavljači mogu imati zajednički pogon za sva tri pola ili pak posebno po polu. Svi tipovi rastavljača izvode se s noževima i bez noževa za uzemljenje.

Prekidači (sklopke) snage koji stoje na raspoloženju, su pneumatski i malouljni sa pogonima: pneumatski, oleopneumatski i motorni (električki pogon). Rasklopne snage za koje su građeni prekidači, kreću se u granicama:

za 110 kV : 2500 — 4000 MVA
za 220 kV : 7500 — 20000 MVA
za 380 kV : 15000 — 35000 MVA

Prekidači se izvode u dvije varijante: sa postoljem za montažu na temeljnoj nosnoj konstrukciji na tlu i za zavješenje na izlaznom portalu. Ovo posljednje rješenje primjenjuje se samo u Francuskoj.

Mjerni transformatori izvode se u standardnim konstrukcijama, prema zahtjevima u skladu sa priznatim propisima (IEC, VDE) za sve nazivne struje. Naponski transformatori grade se u klasičnoj (induktivni) i kapacitivnoj izvedbi.

Proizvođači opreme raspolažu i sa konstrukcijom koja obuhvaća strujne i naponske transformatore u jednom kombiniranom izolatoru.

2.2. Raspored aparata u polju

Aparati u polju mogu biti raspoređeni na različite načine. Pri ovoj analizi prihvaćen je tzv. normalni raspored aparata u polju koji odgovara tipskim shemama polja u sl. 1.

Nadalje je usvojeno rješenje sa sklopkama postavljenim na podnožju, a ne zavješenih. Isto tako je u skladu sa našom praksom prihvaćeno rješenje smještaja sabirničkih rastavljača u centralnom polju, prekidača u osi izlaznih portala centralnog polja, a mjernih i naponskih transformatora odn. izlaznih rastavljača sa druge strane poslužnog prostora, pokraj izlaznih portala svakog pojedinog polja, sa kojih se vrši zatezanje vodiča na prve stupove dalekovoda.

Položaj sabirničkih rastavljača s obzirom na sabirnice može biti:

— okomit sa oba izolatora (klasični) na os sabirnica;
— paralelan sa oba izolatora sa osima sabirnica;
— okomit ili paralelan položaj sa vertikalnom ravninom kroz os rastavljača u osi sabirnica ili okomito na os;
— okomit ili paralelan položaj sa vertikalnom ravninom kroz središnju os rastavljača u kosom položaju prema osima sabirnica;

— sabirnički rastavljač nosač sabirnice;
— sabirnički rastavljač ispod sabirnice koja nosi fiksni kontakt rastavljača (pantografi).

2.3. Raspored polja s obzirom na sabirnice i položaj sabirničkog polja

Polja mogu imati slijedeće položaje s obzirom na sabirnice:

— pridružena, tj. uz pripadne tri faze pripadni aparati triju faza po polju;
— odvojena, tj. uz svaku fazu pripadni aparati polja (jednopolni);
— smještena sa jedne strane sabirnica sa osima okomitim na os sabirnica;
— smještena sa obe strane sabirnica sa osima okomitim na os sabirnica.

Sabirnički sistem može imati dva položaja:

a) sabirnice »dolje« a transverzalne veze sa aparatima u polju izvedene »gore«, tj. iznad sabirnica;
b) sabirnice »gore« a transverzalne veze sa aparatima u polju izvedene »dolje«, tj. ispod sabirnica.

Kod rješenja pod a) sabirnice mogu biti zategnute ili zavješene neovisno o sabirničkim rastavljačima ili sabirnički rastavljači služe za nošenje sabirnica.

Kod rješenja pod b) sabirnice mogu biti zategnute ili zavješene neovisno o sabirničkim rastavljačima, ovi mogu služiti i za nošenje sabirnica (npr. cijevi), te sabirnice mogu poslužiti za nošenje gornjeg kontakta sabirničkih rastavljača (kod pantografa).

Sabirnički sistemi mogu biti:

a) pridruženi, tj. sve tri faze jednog sistema su grupirane zajedno; kod dvostrukog sistema to znači po shemi:

$$0_1 - 4_1 - 8_1 \quad i \quad 0_2 - 4_2 - 8_2$$

b) miješani, tj. pojedine faze svih sistema su grupirane zajedno; kod dvostrukih sistema, to znači po shemi:

$$0_1 - 0_2, \quad 4_1 - 4_2, \quad 8_1 - 8_2$$

c) odvojeni, tj. jedna faza sabirničkog sistema grupirana sa jednom fazom pripadne opreme polja (jedan sabirnički jednopolni rastavljač, jedan jednopolni prekidač itd.).

Kod rješenja pod b) oprema polja je grupirana tj pojedini polovi rastavljača sklopke u trofaznu grupu.

Ovdje nismo ulazili u probleme položaja polja kod specifičnih rješenja (visoke izvedbe, izvedbe na skučenom prostoru npr. krovu elektrane, na kosim terenima itd).

3. Izbor i klasifikacija rješenja

Niz različitih rješenja koja su razvijena u raznim zemljama, a koja se međusobno manje ili više razlikuju, možemo svrstati u ove glavne grupe ili familije:

a. Klasična rješenja sa tzv pridruženim fazama Sabirnički sistemi, sabirnički rastavljači, prekidači i ostala oprema su grupirane tj. sve faze zajedno. Odvodna polja mogu biti nadzemna ili kabelska.
b. Rješenja sa odvojenim fazama. Sabirnički sistemi pojedinih faza, sabirnički rastavljači, prekidači i ostala oprema grupirani su odvojeno, za svaku fazu posebno. Odvodna polja mogu biti kabelska ili nadzemna.
c. Rješenja sa tzv. miješanim fazama. Sabirnički sistemi i sabirnički rastavljači su grupirani po fazama, a prekidači i ostala oprema grupirani su zajedno za sve tri faze. Odvodna polja mogu biti nadzemna ili kabelska.

Rasklopna postrojenja, osim toga, možemo klasificirati prema načinu smještaja aparata na

— visoke
— poluvisoke i
— niske izvedbe

Kod visokih izvedbi se sabirnički rastavljači postavljaju sa osi obih izolatora okomito ili horizontalno, iznad prekidača. Karakteristika ovih izvedbi je relativno mala tlocrtna površina po polju, ali visoke rešetkaste konstrukcije. Kod niskih izvedbi, koje zauzimaju najviše prostora, aparati se postavljaju na niska postolja pa ih iz razloga sigurnosti prilikom nadzora odn. pogonskih manipulacija treba ograditi zaštitnim ogradama.

Poluvisoke izvedbe konstruktivno su slične niskim izvedbama, ali su aparati postavljeni na podnožju dovoljno visoko, tako da je omogućena nesmetana komunikacija bez primjene ograda oko aparata.

Danas prevladavaju uglavnom poluvisoke izvedbe osim u iznimnim slučajevima, ako se radi o rasklopnim postrojenjima uz elektrane gdje je prostor ograničen ili unaprijed definiran.

Što se tiče tri grupe ili familije pod a), b) i c) treba naglasiti da za naše prilike, a u skladu sa dosadašnjom praksom, dolaze praktički u obzir klasična rješenja i rješenja sa miješanim fazama.

Da bi razmotrili probleme gradnje rasklopnih postrojenja i definirali suvremene koncepcije u oblikovanju, mi ćemo se ograničiti na šest rješenja koja, s obzirom na prednosti pred ostalim rješenjima, za naše prilike imadu izrazite prednosti.

U analize specijalnih rješenja nećemo ulaziti, jer se radi o iznimnim rješenjima koja su od slučaja do slučaja drugačija.

Odabrana rješenja, modificirana i prilagođena našoj dosadašnjoj praksi, možemo definirati ovim tipovima izvedbe:

1 — DK — K: Sabirnice »dolje«, transverzalne veze »gore, rastavljači klasični, izvedba klasična, pridružene faze;

2 — DP — K: Isto kao izvedba 1, ali sa rastavljačima pantograf;

3 — GP — K: Sabirnice »gore«, transverzalne veze »dolje«, izvedba klasična, pridružene faze, rastavljači pantograf;

4 — DP — M: Sabirnice »dolje«, transverzalne veze »gore«, rastavljači pantograf, miješane faze;

5 — DK — M: Isto kao izvedba 4, ali sa klasičnim rastavljačima;

6 — GP — M: Sabirnice »gore«, transverzalne veze »dolje«, rastavljači pantograf, miješane faze.

Kod oznaka prvi broj označuje tip izvedbe, prvo slovo označuje položaj sabirnica: D — »dolje«, G — »gore«; drugo slovo tip rastavljača: K — klasični (sa dva okretna izolatora), P — pantograf; treće slovo označuje raspored sabirnica: K — klasični sa pridruženim fazama, M — sa miješanim fazama.

Kod izbora navedenih tipova izvedbe odn. rješenja išlo se je za tim da se od velikog broja raznih rješenja odaberu upravo ona koja ispunjavaju slijedeće uvjete:

— pregledne i funkcionalne dispozicije,
— ekonomično korištenje prostora,
— da su primjenjiva za sve napone od 110 do 380 kV.

S obzirom na probleme oblikovanja dispozicionih rješenja i njihov karakter, mi ćemo se kod naših daljnjih analiza ograničiti samo na poluvisoke izvedbe.

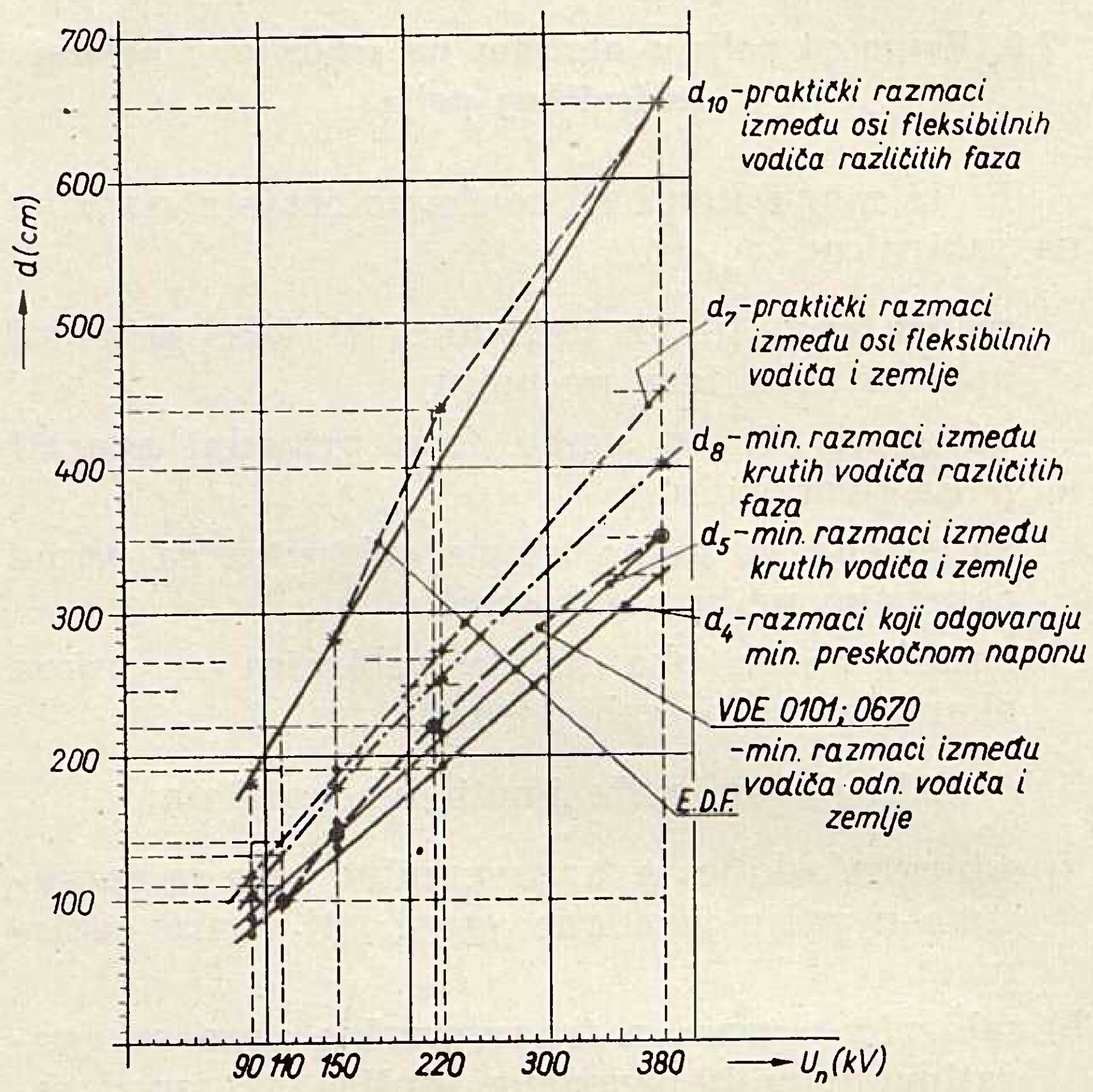
Isto tako ćemo se iz razloga jednostavnosti komparacija ograničiti na izvedbe sa dvostrukim sabirnicama. Kod rješenja sa više od dva sistema sabirnica ili kod rješenja sa pomoćnim sabirnicama situacija se ne mijenja i koncepcije oblikovanja su u principu iste.

Kod razrade rješenja uzeta je u obzir domaća oprema za 110 i 220 kV proizvodnje »R. Končar« odn. kod 380 kV analogne konstrukcije rastavljača i prekidača. Ovdje treba naglasiti da su dimenzije rastavljača i prekidača evropskih proizvođača opreme praktički identične, barem u onim proporcijama koje kod oblikovanja postrojenja igraju neku ulogu pa ovaj faktor nema utjecaja na našu analizu.

4. Minimalni sigurnosni razmaci i ostali uvjeti za oblikovanje dispozicije

Kod oblikovanja postrojenja uvaženi su minimalni razmaci za naživne napone 110, 220 i 380 kV. Za ove napone su po standardima IEC, publ. 38/1954 i publ. 71/1958 dozvoljeni maksimalni pogonski (*Up*) odn. ispitni (*Ui*) naponi za punu i smanjenu izolaciju kako su dani u tablici 1.

Minimalni razmaci koji su usvojeni za različite prilike dani su u tablici 2. odn. u dijagramu sl. 2.



Sl. 2. Sigurnosni i praktični minimalni razmaci za napone 90 — 380 kV

Ispitni naponi po IEC-u

Tablica 1

Nazivni napon	Najveći dozvoljeni pogonski napon	Puna izolacija		Smanjena izolacija	
		Ispitni izmjenični napon sa 50 Hz	Udarni napon sa punim v. 1,2/50	Ispitni izmjenični napon sa 50 Hz	Udarni napon sa punim v. 1,2/50
U_n kV	U_p kV	U_i kV	U_u kV	U_i kV	U_u kV
110	123	230	550	185	450
220	245	460	1050	395	900
380	400	—	—	690	1400

Minimalni odnosno praktički razmaci u milimetrima

Tablica 2

Razmaci	Nazivni napon u kV		
	110	220	380
Razmaci koji odgovaraju min. preskočnom naponu (d_4)	1000	1900	3240
Min. razmaci između krutih vodiča i zemlje (d_5)	1100	2100	3500
Min. razmaci između krutih vodiča različitih faza (d_8)	1300	2450	4000
Praktički razmaci između osi fleksibilnih vodiča i zemlje (d_7)	1400	2650	4500
Praktički razmaci između osi fleksibilnih vodiča različitih faza (d_{10})	2000—2200	4000—4400	6500

Kao što se iz dijagrama sl. 2 razabire propisi VDE i EDF malo se razlikuju, a praktički razmaci koji su usvojeni za osi fleksibilnih i krutih vodiča i zemlje, te fleksibilnih i krutih vodiča različitih faza su općenito usvojeni te u ovoj analizi prihvaćeni kao gotove činjenice.

Osim toga uvaženi su naši propisi za minimalne visine dijelova pod naponom od tla i to

— u prolazima za poslugu: $2500 + 12\,U$ (mm)
— na ostalim mjestima: $2200 + 12\,U$ (mm)

gdje je U međufazni napon u kV.

Nadalje su uvaženi slijedeći faktori:

a. prekidači postavljeni na podnožja na tlu, a ne zavješeni;
b. transportni prolaz disponiran sa obje strane centralnog polja u kome su sabirnički sistemi sa sabirničkim rastavljačima;
c. izlazni portali smješteni su sa obje strane transportnog prolaza i oni se koriste za zavješenje i spoj sa prvim stupovima odvodnih vodova; kod rješenja sa rastavljačima pantograf portal se koristi za nošenje gornjeg fiksnog kontakta rastavljača.

5. Oblikovanje i analiza rješenja

Rješenja definirana u tač. 3 prikazana su u sl. 3—8, za rješenje sa dvostrukim sabirnicama koje se najčešće primjenjuju u praksi. Kod primjene više sistema sabirnica ili glavnih i pomoćnih sabirnica relativni odnosi ostaju nepromijenjeni. Kao što se razabire prva tri (1—3) spadaju u tzv. klasična rješenja, a druga tri (4—6) u rješenja sa miješanim fazama.

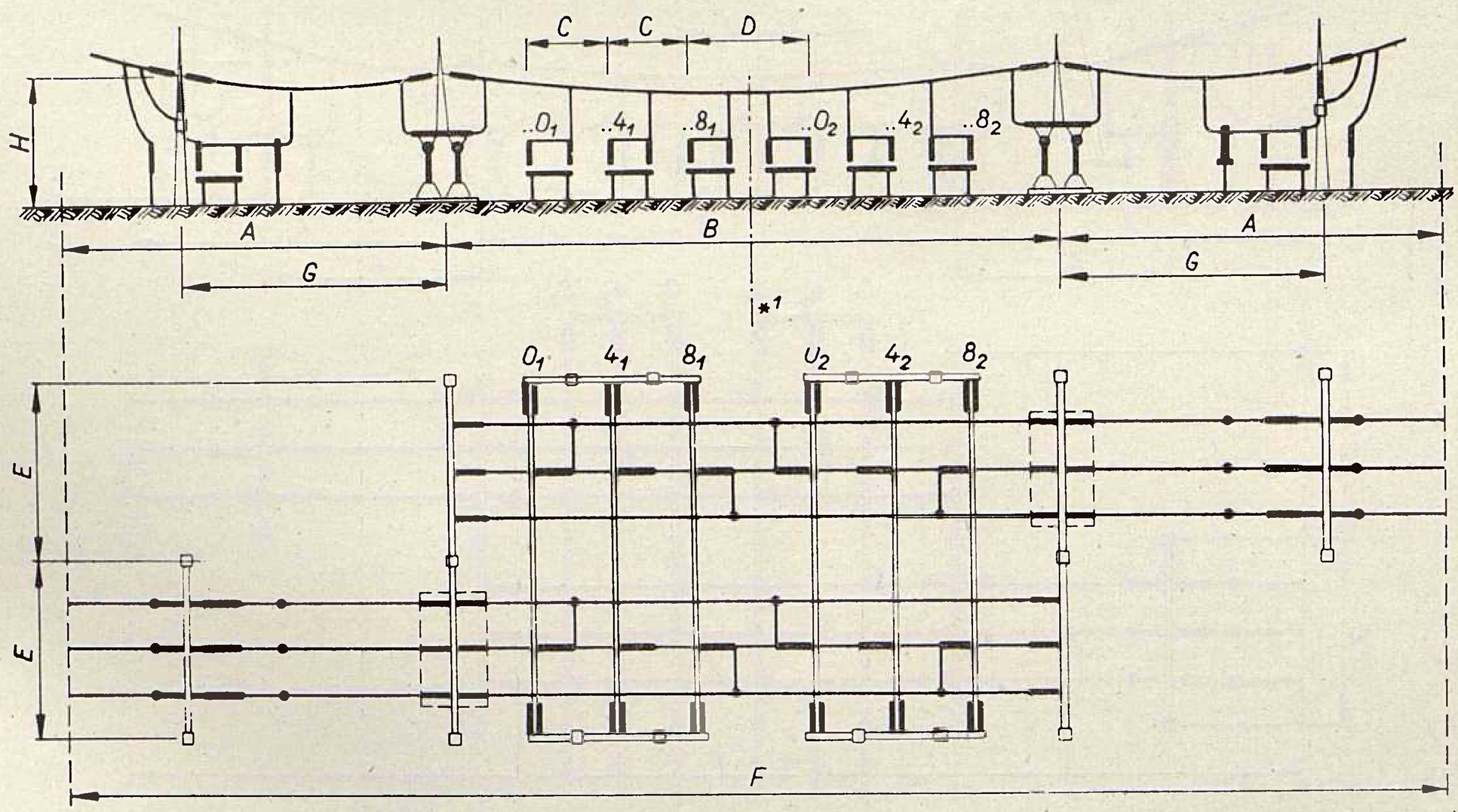
Izvedba 1-DK-K je modernizirana verzija klasičnog rješenja sa sabirnicama »dolje«, a transverzalnim vezama iznad sabirnica. Postrojenje se sastoji od »centralnog« dijela sa sabirnicama i sabir. rastavljačima te od »izlaznog« dijela u kome su izlazni rastavljači sa slogom mjernih transformatora. U pogledu koncepcije analogno mu je rješenje sa rastavljačima u brazdi, tj. sa simetralnom ravninom kroz uzdužnu os rastavljača paralelno sa osi sabirnica, samo što su u tome slučaju sabirnice »gore« a transverzalne veze »dolje«. Širina polja je nešto manja, ali dubina polja veća. Ovo rješenje bi nosilo naziv 1-GK-K.

Rješenje 1-DK-K izvedivo je sa sabirnicama iz užeta ili iz cijevi, a sabirnice u pravilu nose rastavljači. Ako su sabirnice iz užeta, zatezanje se vrši na krajnjim stupovima.

Kod ovog tipa izvedbe primijenjeni su klasični rastavljači. Ovi mogu biti postavljeni sa simetralnom ravninom okomito na osi sabirnica, u jednom nizu (sl. 3) ili dijagonalno (sl. 4).

Osi prekidača leže u osima portala sabirničkog dijela, a transportni prostor nalazi se sa obje strane »centralnog« dijela.

Glavne dimenzije polja prikazane su u sl. 3 i pripadnoj tablici. Pri određivanju dimenzija uvaženi su naprijed spomenuti kriteriji. Budući da



*1 kod 380 kV dolazi i portal u osi između rastavljača

Slika 3. **Izvedba 1—DK—K**

Nazivni naponi kV	Dimenzije u metrima								Površina $F\,4E$ m²
	A	B	C	D	E	F	G	H	
110	17,00	22,50	3,00	4,5	8,0	56,5	11,00	8,5	1810,00
220	30,00	50,50	7,00	10,5	15,0	110,50	21,0	11,0	6640,00
380	48,00	82,00	10,00	20,0	25,0	178,0	35,0	16,0	17800,00

su vodna polja najkarakterističnija, dane su dimenzije samo za njih. Kod primjene transformatorskih polja situacija u principu ostaje nepromijenjena sa izvjesnim modifikacijama, koje su ovisne o veličini transformatora i rješenju u pogledu jednofazne ili trofazne izvedbe.

Za načelne analize koncepcija dovoljno je razmotriti samo tipična polja i one odnose koji su uporedivi kod različitih rješenja odn. tipova izvedbi.

Izvedba 2-DP-K razlikuje se od prethodne izvedbe 1-DK-K samo u tome što su umjesto klasičnih rastavljača primijenjeni rastavljači pantograf. Izlazni rastavljači s noževima za uzemljenje postavljeni su u osi izlaznih portala sa gornjim fiksnim kontaktom koji je učvršćen na gornjoj prečki. Uspoređujući oba rješenja lako je iz dobivenih dimenzija razabrati koliko pantografski rastavljači utječu na smanjenje potrebne tlocrtne površine. Ovdje treba naglasiti da je za obje izvedbe, tj. 1-DK-K i 2-DP-K, kod postrojenja 380 kV s obzirom na veće distance između oba sabirnička sistema potreban jedan portal.

Izvedba 3-GP-K razlikuje se od prethodne izvedbe 2-DP-K po tome što su kod ove sabirnice postavljene »gore« a transverzalne veze »dolje«, tj. razlikuje se samo centralni dio postrojenja sa sabirničkim sistemom i sabirničkim rastavljačima. Portalna nosna konstrukcija je nešto modificirana i prilagođena funkcionalnosti rješenja. Ovo rješenjenje je također sa klasičnim rasporedom faza koje su pridružene.

Izvedba 4-DP-M je rješenje sa miješanim fazama, sabirničkim sistemima »dolje« a transverzalnim vezama »gore«. Karakteristike ovog rješenja možemo definirati ovako:

— osi pojedinih polja razmaknute su tako da se dobiva veći sigurnosni razmak između pojedinih rastavljača različitih polja; tako se za širine polja (sl. 6) dobiva:

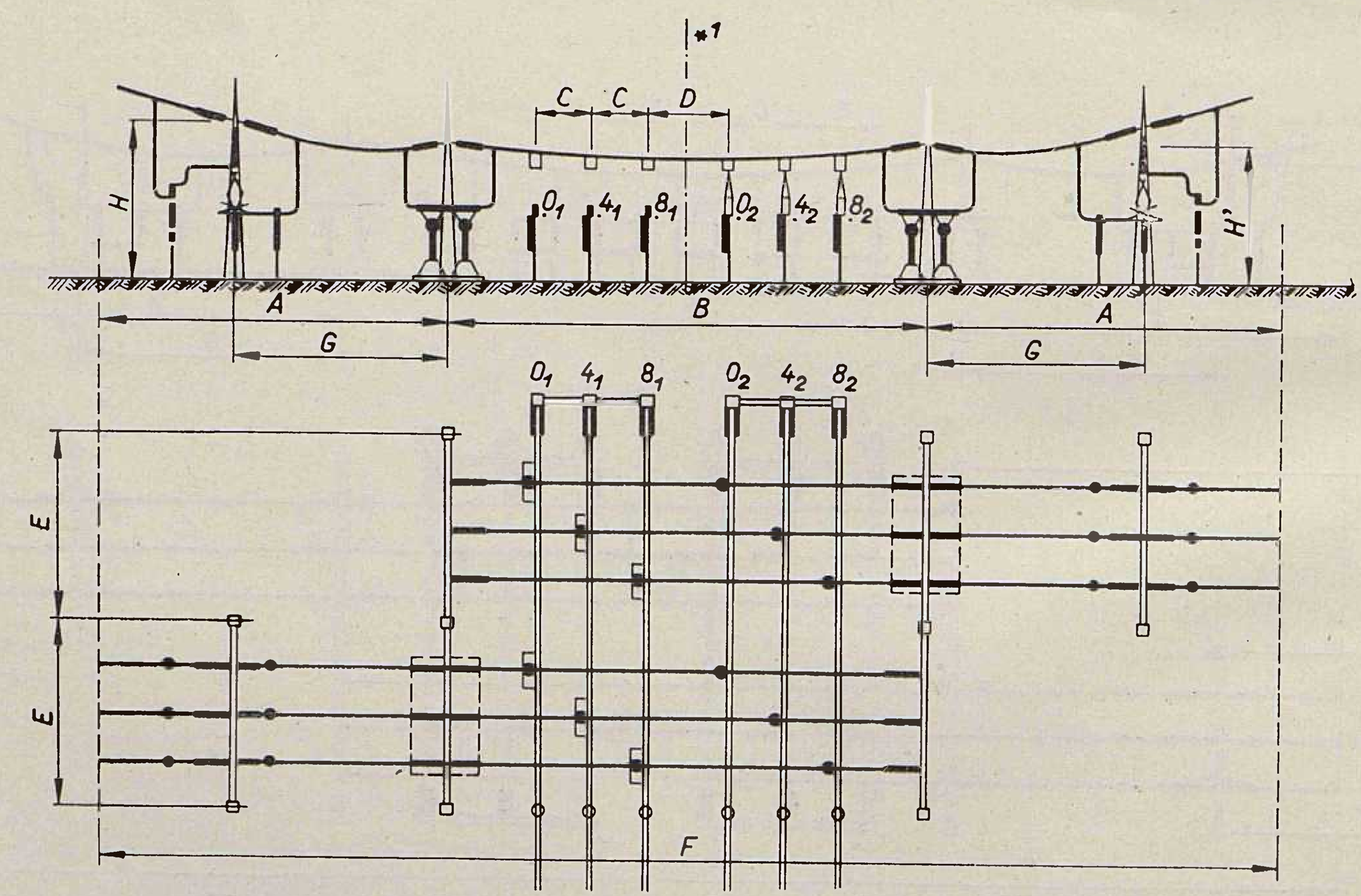
U kV	110	220	380
E m	10,5	20,0	33,0

umjesto 8, 15 i 25 m za odgovarajuće napone;

— transverzalne veze preko sabirnica izvedene su sa dva niza portala tj. premoštenje po jedne faze oba sabirnička sistema; ova izvedba može se realizirati i sa pet nizova portala pa u tome slučaju dobivamo premoštenje po jedne faze jednog sabirničkog sistema;

— u pogledu sigurnosnih razmaka potrebnih za nesmetani rad i nadzor na polju za vrijeme pogona odn. ostalih polja, ovo rješenje daje najviše sigurnosti.

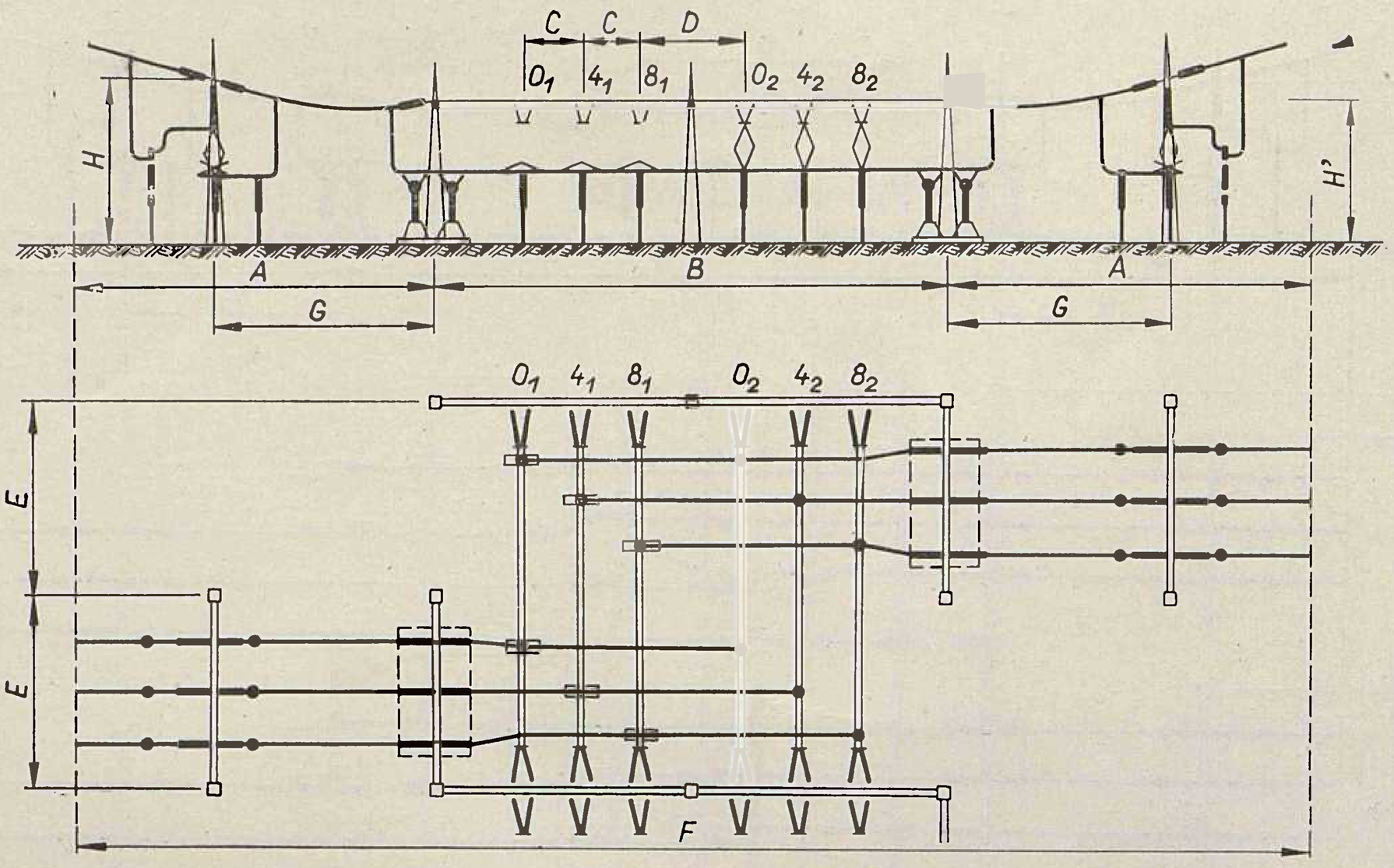
Izvedba 5-DK-M je poznato klasično francusko rješenje, sa miješanim fazama, prilagođeno našim koncepcijama u pogledu smještaja prekidača i pri-



**1 kod 380 kV dolazi i portal u osi između rastavljača*

Slika 4. **Izvedba 2—DP—K**

Nazivni napon kV	Dimenzije u metrima								Površina $F\,4E$ m²
	A	B	C	D	E	F	G	H'/H	
110	16,0	19,8	2,2	4,0	8,0	51,0	10,0	8,5/ 9,0	1660,00
220	27,0	39,6	4,4	8,0	15,0	94,0	17,0	11,0/12,5	5670,00
380	45,0	66,0	6,5	15,0	25,0	156,0	32,0	15,0/15,0	15600,00



Izvedba 3—GP—K

Slika 5.

Nazivni napon kV	Dimenzije u metrima								Površina F 4E m²
	A	B	C	D	E	F	G	H'/H	
110	16,0	18,0	2,2	3,2	8,0	50,0	10,0	8,5/ 9,0	1600,00
220	27,5	36,6	4,4	7,0	15,0	91,6	17,0	11,0/12,5	5500,00
380	45,0	62,0	6,5	12,0	25,0	152,0	32,0	15,0/15,0	15200,00

mjene izlaznih portala. Odvodi susjednih polja zategnuti su na istom stupu a sabirnički rastavljači sa osima okomito na osi sabirnica i sabirnice su zavješene na krajnjm stupovima i nošene rastavljačima i pomoćnim stupovima u poljima. I kod ovog rješenja su sabirnice »dolje« a transverzalne veze »gore«. Rastavljači primijenjeni kod ovog rješenja su klasični.

Izvedba 6-GP-M je rješenje sa miješanim fazama, sa sabirnicama »gore« i transverzalnim vezama »dolje«, sa pantografskim rastavljačima. Polja leže jedno nasuprot drugome, ali »pomaknuta« za razliku od rješenja 5-DK-M kod kojeg polja leže simetrično jedno prema drugome. Kod ovog rješenja su rastavljači ujedno elementi koji nose spojne transverzalne veze za razliku od prethodnog rješenja 5-DK-M ili rješenja 4-DP-M kod koga su transverzalne veze realizirane zavješenjem na stup, neovisno o rastavljaču. Prikladnom dispozicijom spojnih transverzalnih vodova postižu se vrlo povoljni razmaci između susjednih polja čime su ispunjeni uvjeti za nesmetani nadzor i rad u jednom polju za vrijeme dok je drugo polje u pogonu.

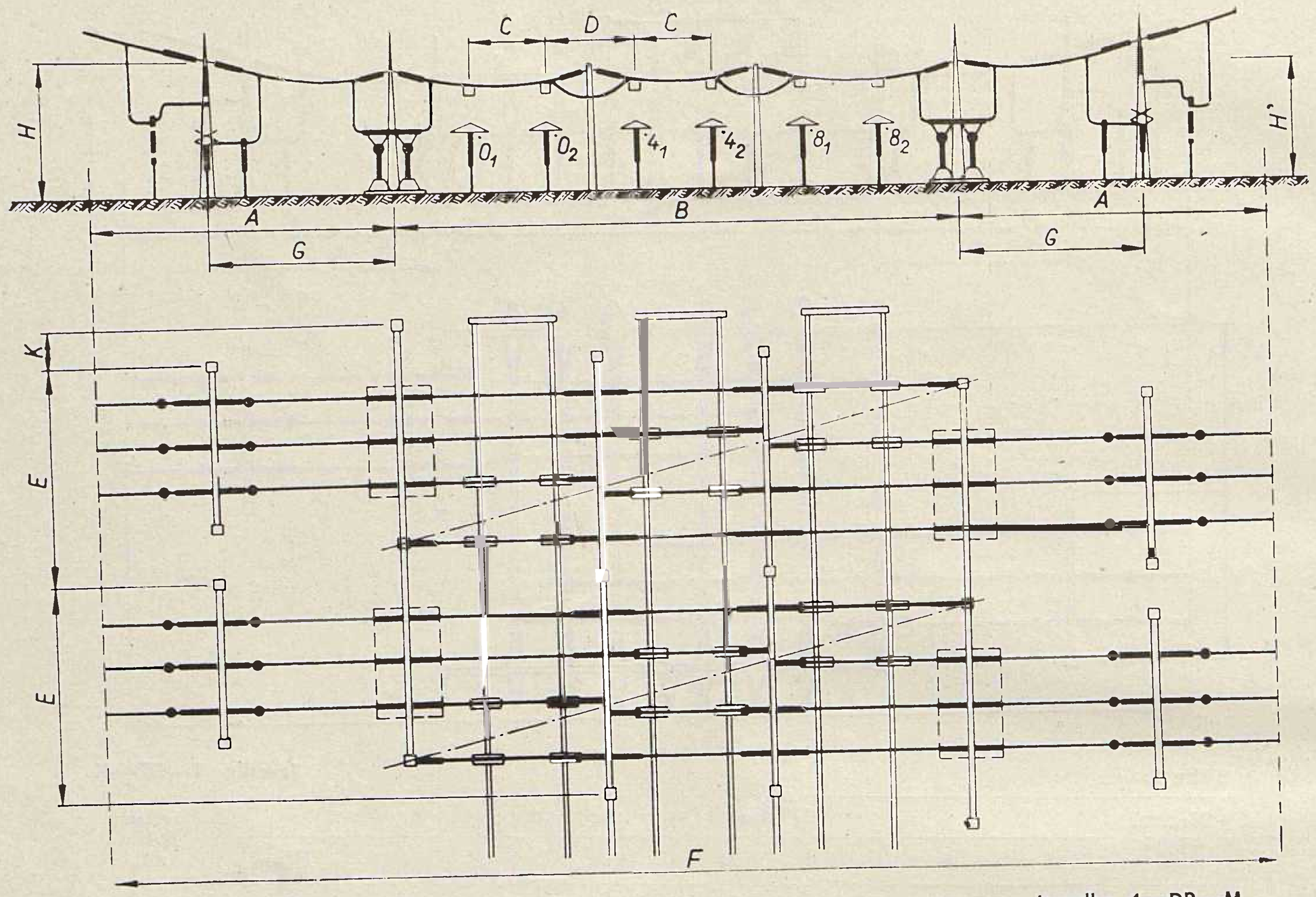
Analiza pojedinih izvedbi u pogledu tlocrtne površine koju zauzima pojedina izvedba, a na bazi istih kriterija za oblikovanje izvedbi dana je u sl. 9. Radi jednostavnosti usporedbe analizirano je postrojenje sa četiri vodna polja. Kod većeg broja polja odnosi ostaju nepromijenjeni. Ovo isto važi za komparaciju izvedbi sa raznim tipovima polja.

Pregled karakteristika izvedbi

Tablica 3

Redni broj	Karakteristike	Tip izvedbe odn. rješenja	Klasično rješenje			Rješenje sa miješanim fazama		
			Izvedba					
			1	2	3	4	5	6
1	Položaj polja	Pridružen	×	×	×			
		Simetričan					×	
		Nesimetričan				×		×
2	Položaj sabirnica	Gore			×			
		Dolje	×	×		×	×	
3	Položaj transverzalnih veza	Gore	×	×		×	×	
		Dolje			×			×
4	Izvedba sabirnica	Užeta	×	×	×	×	×	×
		Cijevi	×	×		×	×	
5	Mogući broj sabirnica (x¹)		N	N	N	N	N	N
6	Mogućnost ugradnje spojnog polja	Na kraju postroj.		×	×	×	×	×
		U postrojenju	×		×			
7	Tip rastavljača	Klasični	×				×	
		Pantograf		×	×	×		×
8	Pogon sabirničkih rastavljača	Jednopolni	×	×	×	×	×	×
		Tropolni	×	×	×			
9	Zavješenje transverzalnih veza	Neovisno o rastavlj.	×	×		×	×	
		Ovisno o rast.			×			×
10	Mogućnost ugradnje prekidača	Na podnožju	×	×	×	×	×	×
		Zavješen	×	×	×	×	×	×

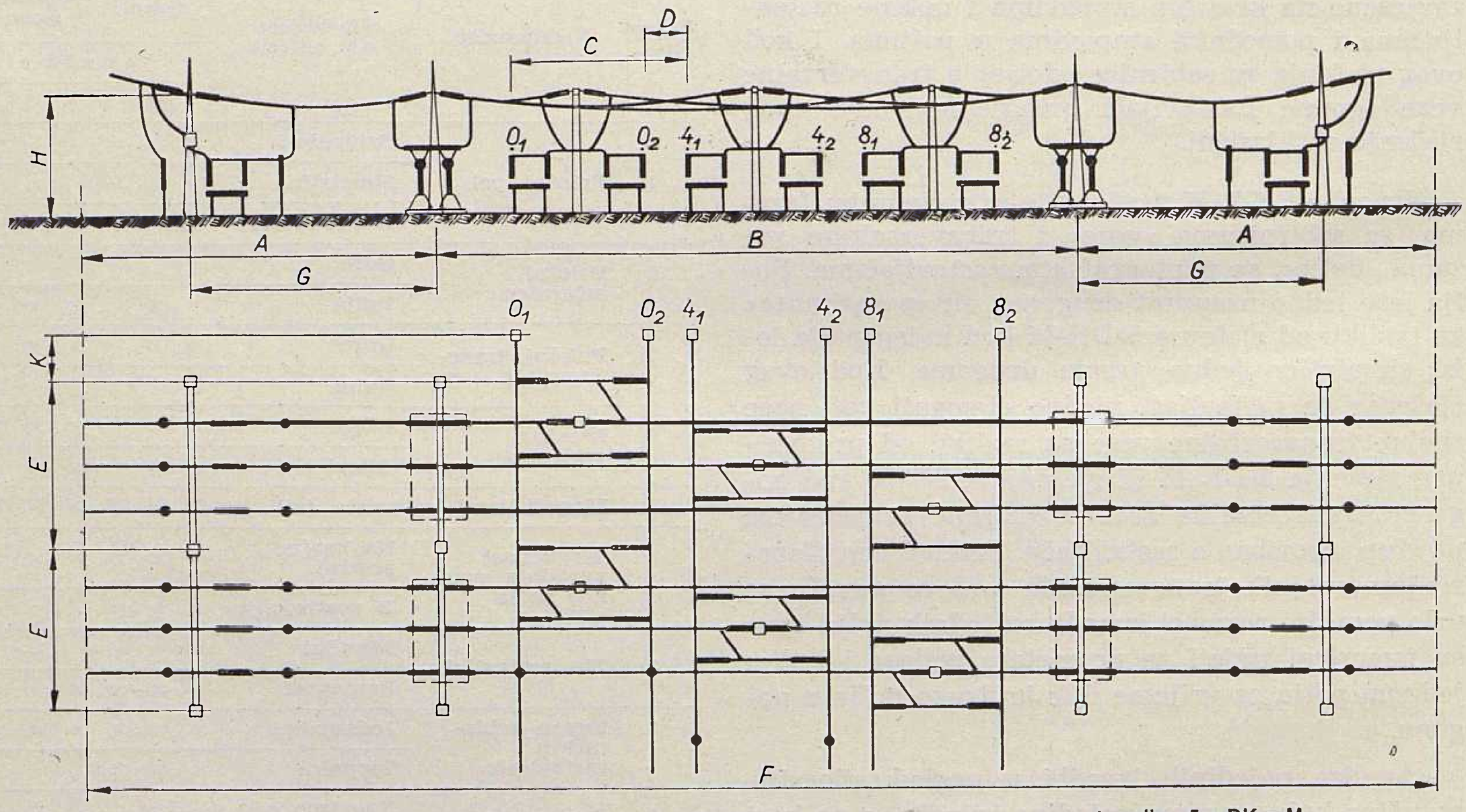
(x¹) N — neograničen



Izvedba 4—DP—M

Slika 6.

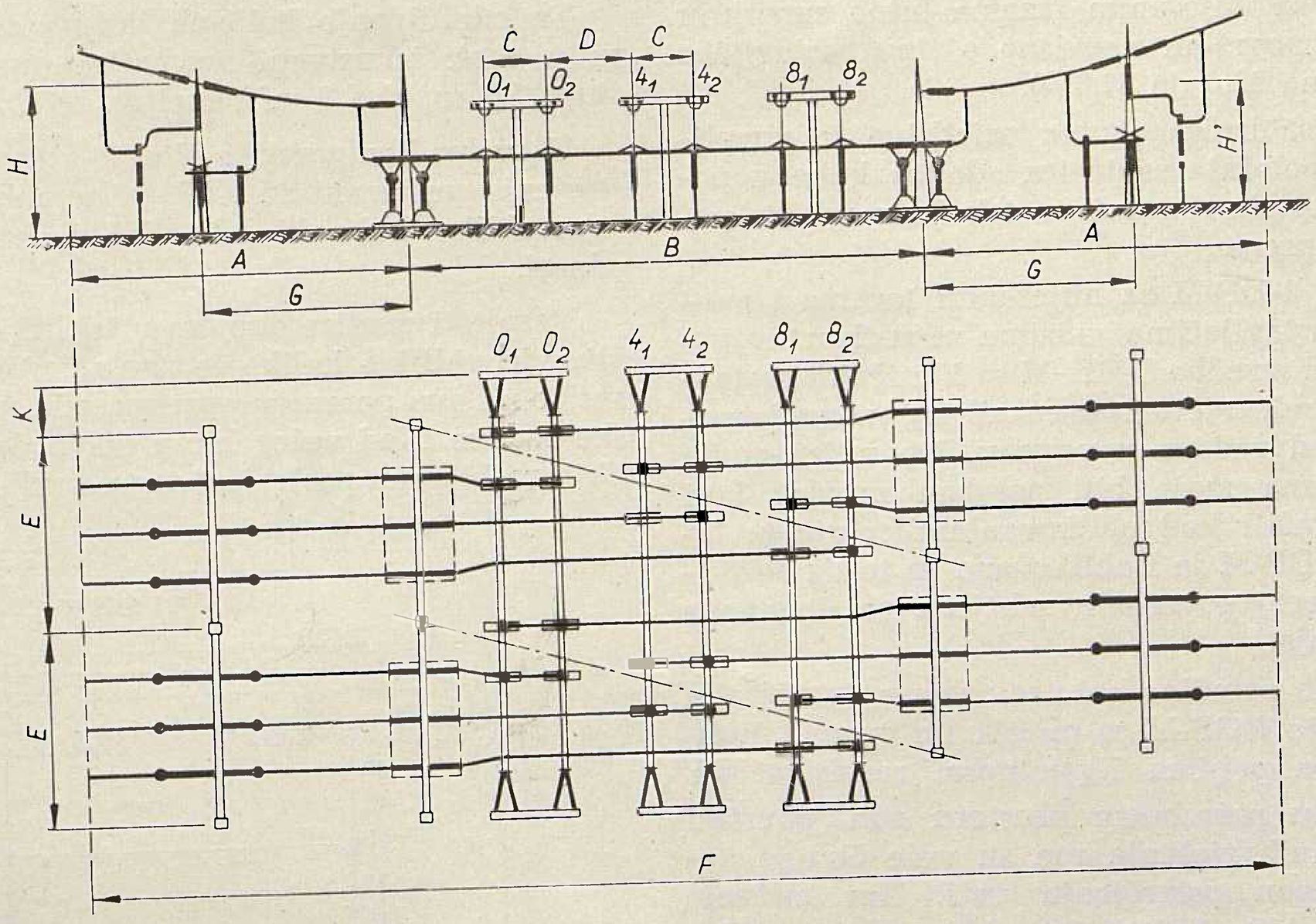
Nazivni napon kV	Dimenzije u metrima									Površina $F\ 2E + F\ K$ m²
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H'/H*	*K*	
110	16,0	22,5	2,5	4,0	10,5	54,5	10,0	8,5/ 9,0	2,0	1254,0
220	27,5	41,0	5,0	7,0	20,0	96,0	17,0	11,0/12,5	4,0	4793,0
380	45,0	69,0	7,0	12,0	33,0	159,0	32,0	15,0/15,0	6,0	11453,0



Izvedba 5—DK—M

Slika 7.

Nazivni napon kV	Dimenzije u metrima									Površina $F\ 2E + B\ K$ m²
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	
110	17,0	28,0	8,3	3,3	8,0	62,6	11,0	8,5	1,8	1052,0
220	30,0	63,0	17,0	6,0	15,0	123,0	21,0	11,0	3,5	3911,0
380	48,0	98,0	26,0	9,0	25,0	194,0	35,0	16,0	6,0	10288,0

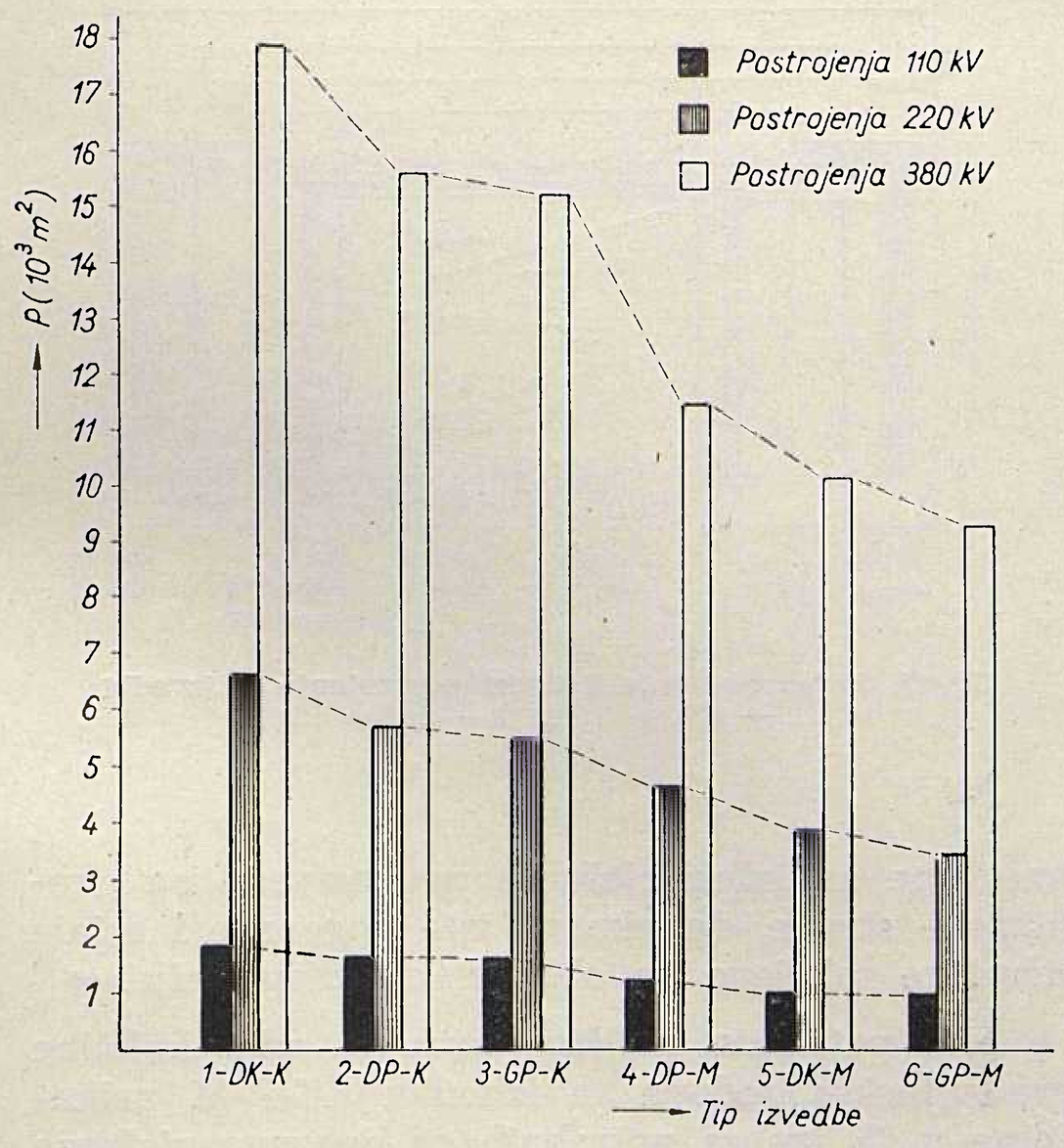


Izvedba 6—GP—M

Slika 8.

Nazivni napon kV	Dimenzije u metrima									Površina $F\,2E + F\,K$ m²
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H'/H*	*K*	
110	16,0	20,1	2,5	3,3	9,0	52,1	10,0	8,5/ 9,0	2,1	1045,0
220	27,5	39,0	5,0	6,0	16,8	94,0	17,0	11,0/12,5	4,0	3536,0
380	45,0	63,0	7,0	9,0	27,0	153,0	32,0	15,0/15,0	6,5	9373,0

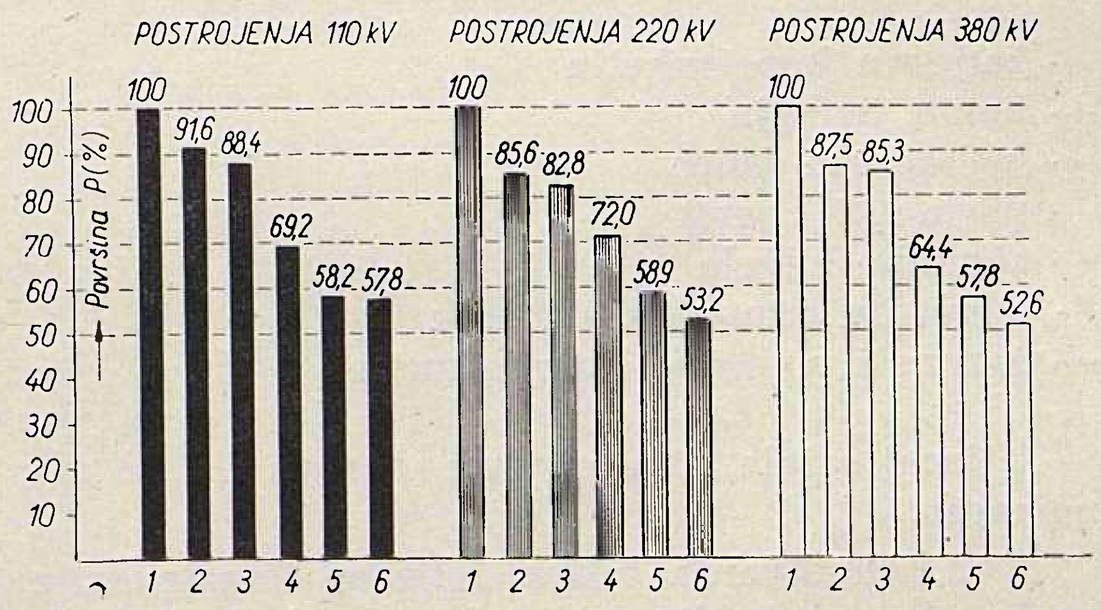
Prikaz tlocrtnih površina u procentima osnovne klasične izvedbe dan je u sl. 10.



Sl. 9. Površine postrojenja (za 4 polja) za razne izvedbe i napone 110 — 380 kV

Iz dobivenih dijagrama može se zaključiti slijedeće:

a. Primjena pantografskih rastavljača smanjuje osjetljivo kod klasične izvedbe tlocrtnu površinu (od 100 na 82,5% ovisno o nazivnom naponu postrojenja).



Sl. 10. Prikaz površina pojedinih izvedbi u postotku osnovne klasične izvedbe 1—DK—K

1 — izvedba	1—DK—K	4 — izvedba	4—DP—M
2 — izvedba	2—DP—K	5 — izvedba	5—DK—M
3 — izvedba	3—GP—K	6 — izvedba	6—GP—M

1—DK—K: Sabirnice dolje, rastavljači klasični, izvedba klasična (pridružene faze)
2—DP—K: Isto kao izvedba 1 ali rastavljači pantograf
3—GP—K: Sabirnice gore, rastavljači pantograf, izvedba klasična
4—DP—K: Sabirnice dolje, rastavljači pantograf, izvedba sa miješanim fazama
5—DK—M: Sabirnice dolje, rastavljači klasični, izvedba sa miješanim fazama
6—GP—M: Sabirnice gore, rastavljači pantograf, izvedba sa miješanim fazama

b. Izvedbe sa miješanim fazama bitno smanjuju tlocrtnu površinu neovisno o tipu rastavljača (od 100 na 52,6 do 57,8%).

c. Položaj sabirnica »gore« osjetljivo je povoljniji od položaja sabirnica »dolje« kako u pogledu potrebne površine tako u pogledu potrebne opreme.

d. Rješenje 4-DP-M sa miješanim fazama i pantograf rastavljačima zauzima veću tlocrtnu površinu od izvedbe 5-DK-M sa klasičnim rastavljačima radi osjetno povećanih sigurnosnih razmaka kod radova u pogonu, što u izvjesnim slučajevima može biti poseban zahtjev koji treba uvažiti kod oblikovanja dispozicije. Izvedba 4-DP-M je i oblikovana za to da se prikaže utjecaj povećanih zahtjeva na dimenzije postrojenja.

e. U pogledu površine koju zauzima najpovoljnije je rješenje 6-GP-M sa miješanim fazama, nesimetričnim poljima i pantograf rastavljačima.

f. Razlike u potrebnom prostoru odn. površini promatranih rješenja tim su veće čim je nazivni napon postrojenja veći. Npr. rješenje 6-GP-M 110, 220 i 380 kV zauzima 57,8; 53,2 odn. 52,6% površine koju zauzima rješenje 1-DK-K.

Budući da tlocrtna površina nije jedino mjerodavna za komparaciju rješenja, koja su dakako oblikovana na osnovu istih kriterija (minimalni i praktični razmaci vodiča istih, različitih faza, transportnih i ostalih komunikacija itd.) provedena je analiza dva najkarakterističnija rješenja: 1-DK-K i 6-GP-M u pogledu ostale opreme.

Glavna oprema: rastavljači, prekidači i mjerni transformatori čine 75% troškova rasklopnog postrojenja i ova oprema je kod svih rješenja ista. Stoga je razmotren utjecaj tipa izvedbe na ostalu opremu odn. konstrukcije, i to:

— željeznu konstrukciju
— beton temelja
— izolatorske lance
— užeta (ili cijevi)
— signalne kabele
— cijevi za komprimirani zrak
— glavne i pomoćne komunikacije

Utjecaj ostale sitne opreme, ograda itd. je zanemaren.

Kod određivanja težine željezne konstrukcije uzete su u obzir dimenzije dane u sl. 3—8 te je kao konstrukcija odabrana linijska rešetka iz Če 37.

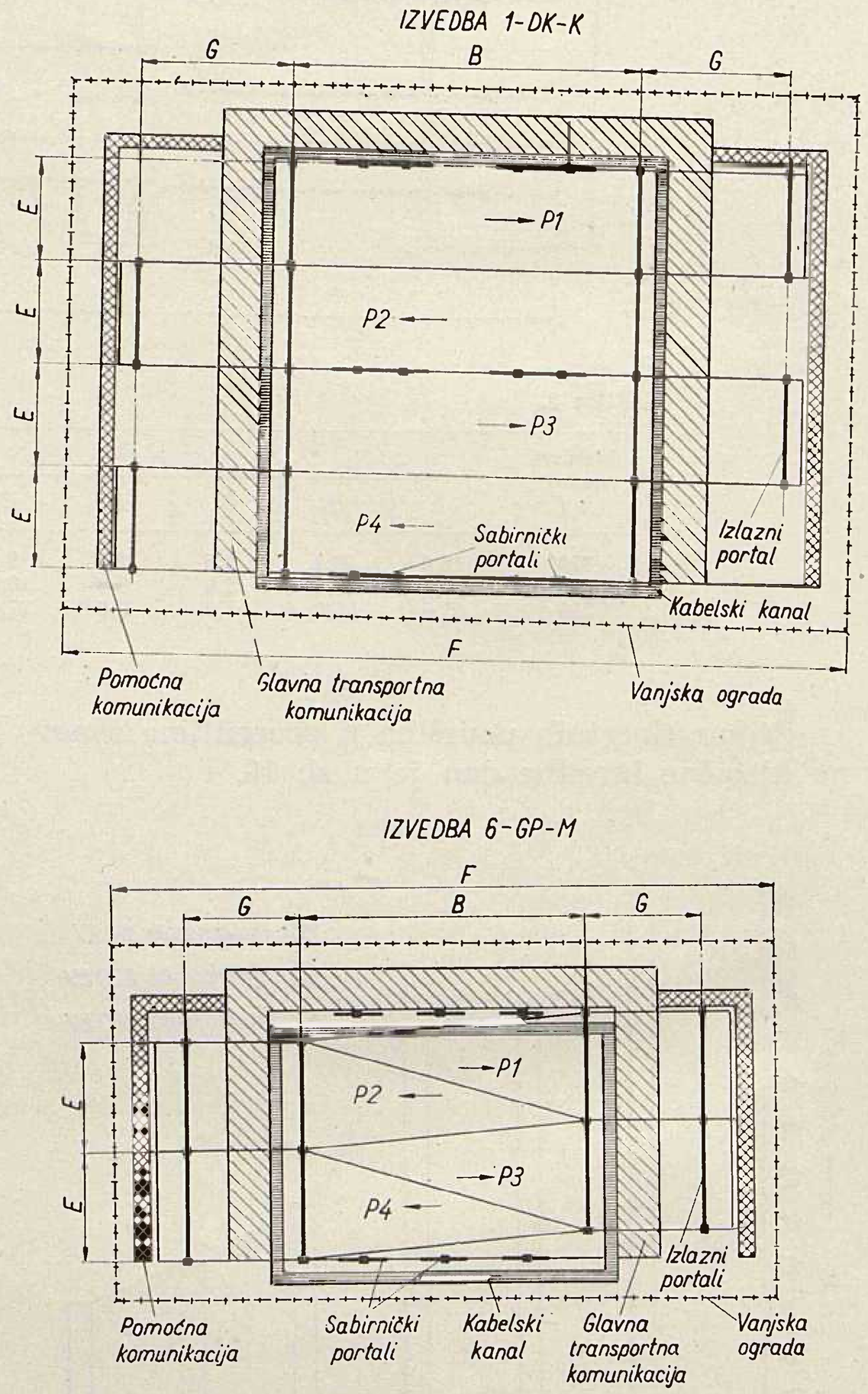
Nadalje su uzete u obzir brzine vjetra koje odgovaraju našoj zoni III tj. najnepovoljnijim našim prilikama. Sile zatezanja računate su na temelju naprezanja 2—4 kp/mm². Uzet je mehanički faktor sigurnosti 3,0.

Kod postr. 110 kV pretpostavljena je upotreba Ač užeta 185/32 mm², kod 220 kV 2 × 240/40 mm², a kod 380 kV 2 × 537/53 mm².

Za određivanje količina betona temelja uzeti su u obzir iskustveni normativi (npr. za temelj stupa 8,5 m, oko 8 m³/temelju).

U svrhu komparacije tlocrti obje izvedbe postrojenja prikazani su u sl. 11 u pojednostavnjenom obliku kako bi bili vidljivi karakteristični odnosi.

Rezultati analize dani su u tablici 4. Iz ove tablice je vidljivo koliko je znatan utjecaj tipa izvedbe na ovu pomoćnu opremu, odn. na građevinske radove. Kod većeg broja polja, dakle kod velikih rasklopnih postrojenja, ove razlike mogu biti



Sl. 11. Pojednostavnjeni tlocrt postrojenja u izvedbi 1 — DK — K i 6 — GP — M

presudne za izbor rješenja prvenstveno sa ekonomske strane, dakako uz iste pogonske i ostale tehničke zahtjeve na oblikovanje dispozicije.

Ako potrebne količine opreme odn. količine građevinskih radova za izvedbu 6-GP-M prikažemo u % iznosa potrebnih za osnovno rješenje 1-DK-K dobivamo dijagram u sl. 12. Ovdje smo se ograničili samo na količine ne ulazeći u cijene.

Komparacija rješenja 1 — DK — K sa 6 — GP — M Tablica 4

Redni broj	Naziv	Jed. mjere	Izvedba 1—DK—K Nazivni napon kV			Izvedba 6—GP—M Nazivni napon kV			Primjedba
			110	220	380	110	220	380	
1.	Površina postrojenja	m²	1810,0	6640,0	17800,0	1045,0	3536,0	9373,0	Za četiri polja (odvodna) ukupno
2.	Čelična konstrukcija	t	36,5	61,6	151,5	25,7	46,2	112,4	Linijska rešetka iz Če 37, bez podnožja za aparate
3.	Beton temelja	m³	240,0	810,0	1830,0	144,0	486,0	1100,0	Bez količina za podnožja aparata
4.	Izolatorski lanci	kom	96×1	96×2	96×3	72×1	72×2	72×3	Štapni izolatori L 85/14; 110 kV, jedan; 220 kV, dva; 380 kV tri k.
5.	Užeta (vodiči)	t	595,0	1910,0	7400,0	358,0	1070,0	4120,0	Alč 185/32 za 110 kV Alč 2×240/40 za 220 kV i Alč 2×537/53 za 380 kV
6.	Signalni kabeli	m	674,0	1602,0	2424,0	588,0	1062,0	1716,0	
7.	Cijevi za kompr. zrak	m	122,0	246,0	408,0	92,0	166,0	266,0	Samo glavni sabirni cjevovod, Cu 38/42
8.	Glavne komunikacije	m	101,0	199,0	329,0	66,0	124,0	203,0	Put sa gornjim slojem iz betona, 6 m širine
9.	Pomoćne komunikacije	m	86,0	162,0	270,0	50,0	110,0	185,0	Betonski put 1,5 — 2 m širine

Iznosi troškova u konkretnom slučaju lako se dobiju uzevši u obzir jedinične troškove odn. jedinične cijene. Kod analize konkretnog slučaja treba dakako izračunati apsolutne troškove.

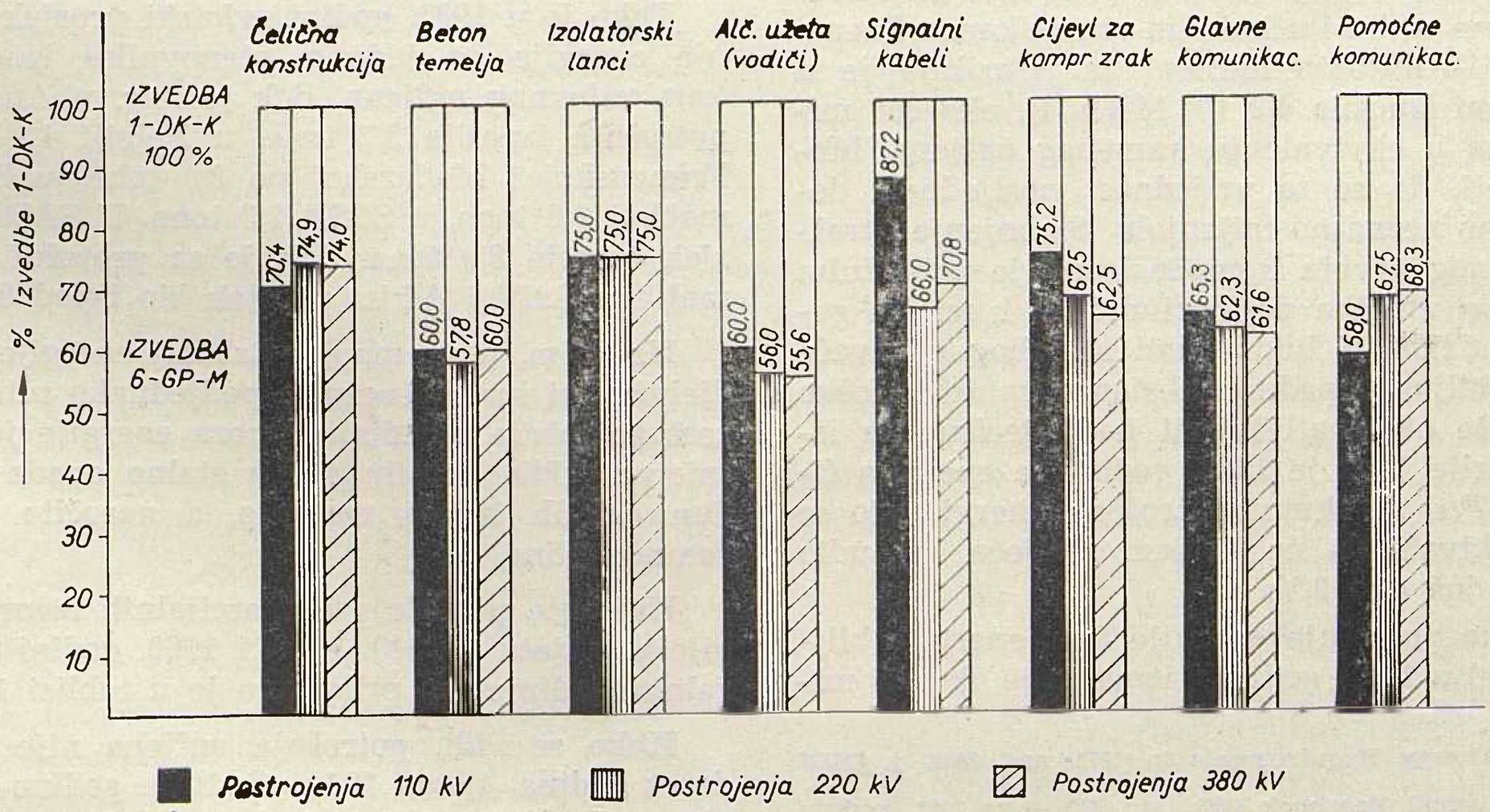
Lako je pokazati da kod malo većih postrojenja (više od 8—10 polja) razlike u troškovima obje promatrane izvedbe, dosežu i stotine milijuna dinara.

6. Zaključno razmatranje

Oblikovanje vanjskih rasklopnih postrojenja složen je problem i suvremene koncepcije rješavanja problematike izgradnje od neobične su važnosti za ekonomičnu izgradnju. Iako smo se u ovoj analizi ograničili samo na jedno područje problematike vanjskih postrojenja, zaključci do kojih se dolazi mogu se primijeniti općenito. Iznimku dakako čine specijalni slučajevi kao npr. ograničen prostor kod hidro ili termoelektrana, nepovoljne terenske prilike, kosi tereni itd.

Provedena analiza pokazuje da se adekvatnim rješenjima dadu postići znatne uštede kako na prostoru odn. tlocrtnoj površini koju zuzima postrojenje, tako i na pomoćnoj opremi i građevinskim radovima uz iste uslove pogonske sigurnosti, nadzora, uzdržavanja te istu osnovnu opremu (rastavljači, prekidači, mjerni transformatori).

Osobito kod većih i važnijih postrojenja treba voditi računa o suvremenim koncepcijama u oblikovanju dispozicije jer se jedino na taj način dadu postići ekonomična i funkcionalna rješenja.



Sl. 12. Komparacija rješenja 1 — DK — K i 6 — GP — M u pogledu pomoćne opreme

Literatura:

1. J. Sallard, *Réduction des dépenses de premier établissement des postes du Réseau de Transport d'énergie d'Électricité de France*, RGE, Nov. 1955.
2. J. Sallard, M. Rey, P. Moulin, *Application de la disposition à phases mixtes aux postes du Réseau de Transport d'Électricité de France*, RGE, Aug. 1956.
3. J. Parizy, P. Cazalet, *Architectural and constructional problems in substations. New trends in measurement and recording gear.*
4. W. J. Schmitt, *Freiluft-Schaltanlagen für Höchstspannungen vom Standpunkt des Raumbedarfs*, BBC-Nachrichten, Aug./Sept., 1959.
5. A. Terhorst, K. H. Wiesenewsky, *Untersuchung des Geländebedarfs und des Kostenaufwands für verschiedene Bauformen von 220 kV — Freiluft — Schaltanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Bauformen mit gemischten Phasen*, AEG — Mitteilungen, Sept./Okt. 1961.
6. K. Begović, *Problem izbora električne šume spoja u postrojenjima 380 kV*, Energija, br. 5—6, 1960.
7. F. Parschalk, W. J. Schmitt, *Die Planung von 380/220 kV — Umspannwerken*, BBC — Nachrichten, März, 1965.

Naslov pisca: Krunoslav Begović, dipl. ing., direktor Elektrobiroa, »Elektroprojekt«, Zagreb, Kupska b. b.

SITUACIJA NAFTE U SVIJETU

Vilim Boranić, Zagreb

U članku je prikazana i razmotrena svjetska potrošnja energije, svjetske rezerve, proizvodnja, potrošnja i prerada nafte i naftinih derivata, kao i situacija nafte u svijetu s nekim ekonomskim aspektima naftne privrede. Pored današnjeg stanja prikazan je i razvoj u posljednja dva decenija. Ukazano je i na današnju dislokaciju između proizvodnje i potrošnje u naftnoj privredi.

DK 620.91 : 662.88

1. Svjetska potrošnja energije

Opći privredni i kulturni razvoj čovječanstva traži sve veće količine energije, jer potrošnju energije uvjetuje sve veća mehanizacija, indudustrijalizacija i poboljšanje standarda života. Potrošnja energije je u direktnoj korelaciji s povećanjem nacionalnog dohotka, pa se računa da u svjetskom prosjeku raste za oko 5 % godišnje.

Treba međutim, spomenuti da sva izlaganja u ovom prikazu o utrošku energije, stopama rasta i udjelima pojedinih izvora u općoj energetskoj bilanci obuhvataju uvijek samo komercijalne rezerve energije bez biljnog goriva i animalne energije. Ta se energija može samo procjenjivati i normalno se ne vodi ni u kakvim statistikama. Prema procjeni Ujedinjenih naroda* ta potrošnja je u 1952. godini iznosila 4,9 10^6 MWh, tj. oko 600 milijuna tona u ekvivalentu kamenog ugljena. Može se uzeti, da se ta vrijednost posljednjih decenija samo neznatno mijenjala. Smanjenje utroška ogrjevnog drveta kompenzirano je približnim povećanjem utroška poljoprivrednih i ostalih gorivih otpadaka. U budućnosti se, zbog sve veće upotrebe biljne otpadne substance za tehnološke svrhe može očekivati lagani pad utroška tih izvora energije. Dok je 1952. godine ta energija činila još 17% od ukupno utrošene energije, to se može očekivati da će krajem stoljeća taj udio biti samo još oko 2 %.

Svjetska potrošnja energije (bez energije biljnog goriva) u 1963. godini** iznosila je oko 4,8 milijardi tona u ekvivalentu kamenog ugljena, dok je u 1938. godini, dakle pred 25 godina, ta potrošnja iznosila 2,3 milijarde tona. Do približno 1990. godine, tj. za narednih 25 godina svjetska potrošnja energije trebala bi predvidivo prekoračiti 10 milijardi tona uslovnog ugljena.

Naravno, da potrošnja energije nije u svim krajevima svijeta, odnosno u svim državama, jednaka, jer zavisi o privrednoj razvijenosti pojedinih zemalja i u tom je pogledu interesantna potrošnja po jednom stanovniku, pa se uzima da zemlje s visoko razvijenom privredom troše godišnje po jednom stanovniku preko 2,5 tone uslovnog ugljena.

Tako je u 1961. godini svjetski prosjek potrošnje energije po jednom stanovniku iznosio 1,4 tone uslovnog ugljena, dok je npr. u Austriji ta potrošnja iznosila 2,2 tone, u Belgiji 4,1 tone, u Francuskoj i Mađarskoj po 2,5 tone, u SR Njemačkoj 3,6 tone, u SSSR 2,9 tona. U SAD je prosjek iznosio 8,0 tona, dok je za pretežni dio zemalja u Aziji i Africi prosjek bio ispod 0,2 tone.

Međutim, u ukupnoj potrošnji energije ne sudjeluju svi izvori energije podjednako niti je porast potrošnje pojedinih izvora energije jednakomjeran. Udio krutih goriva stalno opada na račun ostalih izvora energije, a naročito nafte i zemnog plina.

Kretanje potrošnje komercijalnih izvora energije u svijetu u 1940. 1950. i 1960. godini u naturalnim jedinicama prikazano je u tablici 1.

Kako se vidi, potrošnja ugljena nije u dvadeset godina, tj. od 1940. do 1960. godine porasla niti za 50 %, dok je potrošnja lignita porasla za

* World Energy Requirements in 1975. and 2000. j. OUN 1955.

** UN-Statistical Yearbook 1963., str. 312 — za 1962. godinu 4.555 mln tona uslovnog kamenog ugljena.

Kretanje svjetske potrošnje komercijalnih izvora energije*

Tablica 1

Godina	Ugljen kameni	Lignit + mrki	Nafta	Zemni plin	Hidroenergija
	10^6 tona		10^9 m³		10^9 kWh
1940.	1.363,0	319,2	292,0	81,8	193,0
1950.	1.454,0	360,8	526,0	197,0	332,0
1960.	1.988,3	639,4	1.051,7	462,7	700,0
Indeks 1960/40	145,8	203,4	360,2	565,6	362,6

* Statistical Yearbook 1962. OUN New York 1963. str. 663.

dvostruko, ali je zato potrošnja nafte i hidroenergije porasla za preko tri i pol puta, a zemnog plina za preko pet i pol puta.

Ako se gore iskazana potrošnja izražena u naturalnim jedinicama pretvori, radi uspoređivanja, u milijune tona uslovnog kamenog ugljena upotrebljavajući uobičajene faktore konverzije, tada se dobivaju u tablici 2. iskazani procentni odnosi.

Učešće izvora energije u ukupnoj njenoj potrošnji, u postocima (%)*

Tablica 2

Godina	Ugljen	Lignit	Nafta	Zemni plin	Hidroenergija	Ukupno %
1940.	65,9	9,2	18,4	5,3	1,2	100,0
1950.	54,2	8,6	25,7	9,9	1,6	100,0
1960.	45,2	8,1	30,7	13,9	2,1	100,0

* Faktori konverzije: ugljen 1,00, lignit 0,67, nafta 1,30, zemni plin 1,33, hidroenergija 0,125.

Učešće krutih goriva ima stalno tendenciju opadanja, a učešće nafte i zemnog plina raste i doseglo je u 1963. godini ukupno 50%, prema 44,6 % u 1960. godini tj. samo tri godine prije.

Kako će, s obzirom na razvoj saobraćaja, mehanizacije i industrijalizacije potrošnja tekućih goriva i zemnog plina i dalje rasti barem dosadašnjim tempom, a krutih goriva i dalje manje više stagnirati, to se očekuje da će do 1985. godine učešće nafte u ukupnoj potrošnji energije doseći 50 %, a zemnog plina gotovo 20 %.

Međutim, primarni izvori energije, osim vodene snage i drva (koje nije ni bilansirano) ne mogu se regenerirati, stoga opći porast potrošnje energije izaziva mnoga pitanja vezana o osiguranju potrebnih rezervi i veliki se napori ulažu u pronalaženje novih rezervi, što boljem i ekonomičnijem iskorištavaju utvrđenih rezervi i postepenoj što široj primjeni nuklearne energije.

Prema sadašnjem stanju tehnike nuklearna se energija može racionalno koristiti samo za pogon velikih elektrana i velikih brodova, a u te svrhe troši se danas oko 3 % od ukupne svjetske potrošnje tekućih goriva. Očito je stoga, da će nafta i u doglednoj perspektivi zadržati svoj predominantan položaj kao izvor energije. Pogotovo, jer su u savremenoj privredi, a naročito u saobraćaju, tekuća goriva nezamjenljiva.

2. Svjetske rezerve nafte

Sadašnje utvrđene svjetske rezerve nafte raspoložive za eksploataciju iznose nešto preko 45 milijardi tona. Uzimajući stepen istraženosti terena interesantnih za akumulaciju nafte naučni krugovi na Zapadu cijene sveukupne svjetske rezerve nafte na oko 200 milijardi tona. Sovjetski učenjaci, kojima je bolje poznata i situacija na ogromnim prostranstvima Sibira cijene te rezerve i na 500 milijardi tona.

Naročito naglo povećanje rezervi nafte i njene proizvodnje, dakle i potrošnje, uslijedilo je u zadnjih tridesetak godina. Dok je do 1900. godine bilo proizvedeno ukupno sto milijuna tona nafte, to je samo u 1960. godini bilo proizvedeno više od jedne milijarde tona. Rezerve nafte u zadnjih 25 godina povećale su se za preko deset puta, tj. od 4,2 milijarde tona u 1940. godini na, kako je već spomenuto, 45,1 milijardu u 1964. godini.

Uzimajući u obzir geološke faktore, koji uvjetuju genezu, akumulaciju i migraciju nafte, kao i stupanj dosadašnje istraženosti terena, koji su interesantni za nalaz nafte, rezerve nafte su u raznim krajevima svijeta raznoliko razmještene.

Kretanje rezervi od 1950. do 1963. godine iskazano je u tablici 3.

Stanje utvrđenih svjetskih rezervi nafte*

Tablica 3.

Područje	1950		1964 početak	
	10^6 t	%	10^6 t	%
Evropa i SSSR	672,5	6,1	4293,2	9,5
Srednji Istok	4584,0	41,8	28516,7	63,2
Afrika	—	—	1949,2	4,3
Daleki Istok	194,9	1,8	1506,3	3,3
Australija	—	—	21,4	0,1
Ist. hemisfera	5451,4	49,7	36286,8	80,4
indeks	100,0		665,6	
Sjev. Amerika	4109,4	37,5	5736,0	12,6
Juž. Amerika	1404,2	12,8	3100,0	7,0
Zap. hemisfera	5513,6	50,3	8836,0	19,6
indeks	100,0		160,2	
UKUPNO	10965,0	100,0	45132,8	100,0
indeks		100,0		411,6

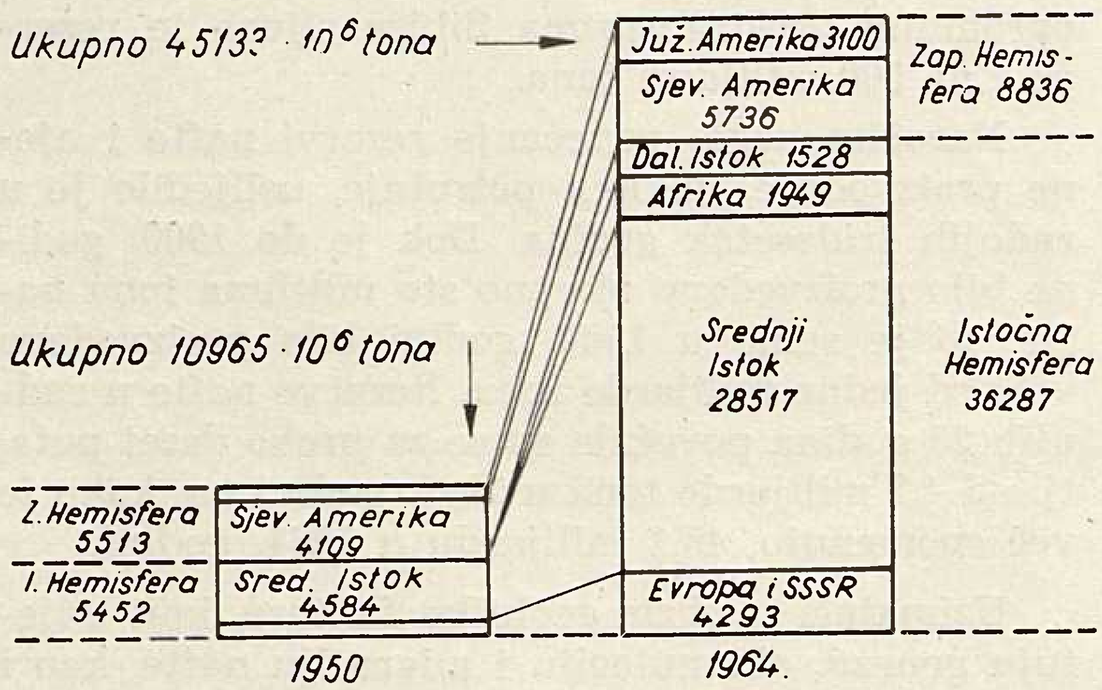
* za 1950. god. — Erdöl und Kohle, Maj 1961. str. 430.
za 1964. god. — Erdöl und Kohle, Juni 1964. str. 506.

Iz prednjih se podataka vidi, da su ukupne svjetske rezerve nafte samo od 1950. do 1964. godine porasle za preko četiri puta, ali su rezerve Istočne hemisfere porasle za više od šest puta, a Zapadne hemisfere jedva za 60%.

Još drastičnije je ako se promatra situacija prema stanju rezervi nafte u 1940. godini. Tada rezerve nafte u Istočnoj hemisferi nisu iznosile ukupno niti 1,4 milijardi tona ili 32,7% od svjetskih rezervi, a na Zapadnoj hemisferi 2,8 milijardi ili 67,3 %. Prema tome, od 1940. do 1964. godine ukupne rezerve nafte na Istočnoj hemisferi porasle su za preko dvadeset i pet puta, a na Zapadnoj hemisferi samo za tri puta. Naročito je nagao skok kod rezervi nafte na Srednjem Istoku,

koje su u 1940. godini iznosile samo 800 milijuna tona prema 28,5 milijardi tona u 1964. godini.

Nagli porast rezervi nafte na Istočnoj hemisferi uvjetovao je i povećanje njihovog udjela u ukupnim svjetskim rezervama, tako da taj udio u 1964. godini prelazi 80 %, dok je u 1940. godini iznosio samo 19 %.



Sl. 1. Rezerve nafte u svijetu (u mil. t.)

Uzimajući u obzir razmjerno visoki stupanj istraženosti terena na Zapadnoj hemisferi na moguću akumulaciju nafte očekuje se da će dinamika utvrđivanja novih rezervi nafte i njihova eksploatacija na Zapadnoj hemisferi postepeno slabiti, dok će se s druge strane Istočna hemisfera uslijed otkrivanja novih rezervi nafte u SSSR-u, na Srednjem Istoku i u Sahari davati sve veće količine nafte, tako da će udio rezervi i proizvodnje još brže rasti, a na račun one na Zapadnoj hemisferi.

3. Svjetska proizvodnja nafte

Proizvodnja nafte u svijetu naročito je naglo porasla iza 1950. godine, kad je iznosila 523 milijuna tona. Naime, deset godina ranije tj. 1940. godine proizvodnja je iznosila 292 milijuna tona, a deset godina kasnije, tj. 1960. godine bilo je proizvedeno već 1.051 milijun tona.

Kretanje svjetske proizvodnje nafte iskazano je u tablici 4.

Kako se vidi, proizvodnja nafte u svijetu porasla je u zadnjih petnaest godina za preko dva i pol puta, ali na Zapadnoj hemisferi nešto preko 70 %, a na Istočnoj hemisferi za više od pet puta. Stoga je udio proizvodnje nafte na Istočnoj hemisferi porastao od 28% u 1950. godini na 54% u 1964. godini, dok je istovremeno udio proizvodnje Zapadne hemisfere pao od 72% do 46%.

Povećanjem proizvodnje nafte na Istočnoj hemisferi, prvenstveno na Srednjem Istoku, bitno se je promijenio geopolitički položaj nafte. Naime, SAD, koje su prije bile jaki izvoznik nafte i njenih produkata postale su — jer je potrošnja iznad proizvodnje — uvoznik nafte, a jaki potrošači na Istočnoj hemisferi uglavnom Zapadna Evropa, prestaju biti uvoznici nafte i gotovih derivata

Svjetska proizvodnja nafte*

Tablica 4

Područje	1950.		1955.		1960.		1964.	
	10^6 t	%	10^6 t	%	10^6 t	%	10^6 t	%
SAD	271	51,8	335	43,5	345	32,8	379	26,9
Ostala Sjev. Amerika	14	2,7	30	3,9	40	3,8	54	3,8
Južna Amerika	92	17,6	130	16,9	181	17,3	217	15,5
Ukupno	377	72,1	495	64,3	566	53,9	650	46,2
Indeks	100,0		131,3		150,1		172,4	
Evropa	9	1,7	22	2,9	30	2,9	36	2,6
SSSR	38	7,3	71	9,2	147	14,0	223	15,9
Srednji Istok	87	16,6	161	20,9	267	25,4	384	27,3
Afrika	—	—	1	0,1	10	0,9	75	5,3
Daleki Istok	12	2,3	20	2,6	31	2,9	38	2,7
Ukupno	146	27,9	275	35,7	485	46,1	756	53,8
Indeks	100,0		188,3		332,2		517,8	
Sveukupno	523	100,0	770	100,0	1051	100,0	1406	100,0
Indeks	100,0		147,2		200,9		268,8	

* za 1950. g. — Erdöl und Kohle, I/1952. — str. 71.
za 1955. g. — Erdöl und Kohle, IV/1957. — str. 269.
za 1960. g. — Nafta, I/1961. — str. 32.
za 1964. g. — Petroleum Press Service, I/1965. — str. 5.

isključivo sa Zapada, jer izgradnjom novih rafinerijskih kapaciteta i nabavkom nafte na Istočnoj hemisferi postaju neovisni o nafti i derivatima Zapadne hemisfere, koje uostalom nema dovoljno ni za tamošnje potrebe, naročito u SAD.

4. Prerada nafte u svijetu

Nafta se kao takova u principu vrlo rijetko koristi kao izvor energije, nego se u cilju daljnjeg korištenja prerađuje u rafinerijama.

S obzirom na karakter nafte i njenih derivata, proizvodnja nafte odgovara potražnji, a rafinerijski su kapaciteti uvijek nešto veći, jer se uzimaju u obzir sezonske oscilacije u potrošnji. Osim toga, kako potrošnja derivata nafte stalno raste, razvoj rafinerijskih kapaciteta treba da ide ukorak s tim razvojem po volumenu i strukturi proizvodnje i po kvaliteti proizvoda.

Početkom 1965. godine bilo je na svijetu preko 800 rafinerija s instaliranim kapacitetom od oko 1,6 10^9 t/g. Kako se u zadnje vrijeme rafinerije podižu u centrima potrošnje, što naravno nije usklađeno i sa centrima njene proizvodnje, to nafta zauzima jedno od vodećih mjesta u svjetskom prometu dobara. Transport morskim putem obavlja se tankerima sve veće tonaže, a na kopnu sve više naftovodima.

Raspodjela rafinerijskih kapaciteta prikazana je u tablici 5.

U cilju proizvodnje tekućih goriva, maziva i ostalih produkata u traženom asortimanu i potrebnoj kvaliteti sve rafinerije imaju uz primarne kapacitete, ovisno o svom radnom zadatku, i određena sekundarna postrojenja. Za proizvodnju goriva to su procesi krekovanja, reformiranja, hidrokrekinga i sl., a za proizvodnju maziva procesi solventne ekstrakcije.

S obzirom na rastuće potrebe na rafinerijskim proizvodima grade se u raznim krajevima svi-

Rafinerijski kapaciteti u svijetu početkom 1964. god.*

Tablica 5.

Područje	Broj rafinerija	Kapacitet 10^6 t/god.	Učešće kapaciteta %
Zap. Evropa	135	375,5	23,2
Ist. Evropa i SSSR	157	205,9	12,8
Srednji Istok	26	90,0	5,6
Afrika	19	25,1	1,5
Daleki Istok	65	140,3	8,7
Australija	9	18,5	1,1
Istočna hemisfera	411	855,3	52,9
SAD	286	537,5	33,3
Ostala Sjev. Amerika	49	78,0	4,8
Južna Amerika	71	144,6	9,0
Zapadna hemisfera	406	760,1	47,1
Sveukupno	817	1615,4	100,0

* Oil and Gas International, II/1965. str. 44 i 45. za zemlje Istočne Evrope — Nafta, IX/1964. — str. 272 i World Petroleum, VII/1964. — str. 54.

jeta, van SAD, novi rafinerijski objekti s kapacitetom od ukupno 230 10^6 t/g, a u zemljama sa socijalističkim uređenjem daljnjih 50 10^6 t/g, tako da se može računati, da će već prije 1970. godine ukupni svjetski rafinerijski kapaciteti iznositi preko 1,9 10^9 tona/god. što bi odgovaralo i očekivanoj potrošnji.

5. Svjetska potrošnja nafte

Kako je već spomenuto potrošnja nafte, odnosno proizvoda njene prerade stalno raste i u 1964. godini iznosila je gotovo 1,4 10^9 tona. Veliki dio tih proizvoda čine tekuća goriva, a manji dio tj. oko 10 % maziva, bitumen, parafin i sl. te produkti koji služe kao sirovine za petrokemijsku industriju.

Međutim, tekuća se goriva troše u širokom rasponu primjene, koja se može u grubom podijeliti na dvije grupe — lagana goriva za pogon motora i teška goriva kao toplinska energija.

Kao što struktura ukupne potrošnje energije nije u svim krajevima jednaka, tako nije ni struktura potrošnje proizvoda nafte svuda ista. U tablici 6. prikazana je situacija u 1960. godini.

Struktura potrošnje proizvoda nafte u 1960. godini*

Tablica 6

Proizvod	Svjetski prosjek	SAD	Zapadna Evropa
Benzin	33,0 %	42,5 %	18,6 %
Petroleum	5,0 %	4,1 %	3,9 %
Dieselgorivo	22,0 %	19,3 %	22,6 %
Ulje za loženje	30,0 %	15,4 %	45,2 %
Ostali proizvodi	10,0 %	18,7 %	9,7 %
Ukupno	100,0 %	100,0 %	100,0 %

* Oil the Outlook for Europe, Paris 1961.

U SAD je težište vrlo visoko razvijene motorizacije na benzinskim motorima i potrošnja benzina čini približno polovinu od ukupne potrošnje svih tekućih goriva. Isto tako i potrošnja srednjih destilata i ulja za loženje ima u SAD druge uslove, nego u ostalim krajevima svijeta. S toga je razloga proces prerade nafte u SAD usmjeren na visoke prinose benzina, a na račun ostalih proizvoda, naročito residualnog ulja za loženje, jer ga potiskuje u potrošnji zemni plin.

U zapadnoj Evropi kao cjelini, a slično je i u ostalim krajevima svijeta, struktura potrošnje je druga. Odnos potrošnje goriva u motorizaciji ide sve više u prilog diesel goriva, dok radi sve većih potreba na teškom gorivu, ostaci nafte se u znatno manjoj mjeri koriste za daljnju preradu, tj. za proizvodnju benzina, što je slučaj u SAD.

Uslijed toga se općenito razlikuju tehnološki procesi prerade nafte u SAD od onih u ostalim krajevim svijeta i ako se ovi zasnivaju na istim principima. U SAD se u preradu nafte u znatno većoj količini uključuju procesi za povećanje prinosa benzina i procesi za povećanje njegove oktanske vrijednosti, dok se u ostalim krajevima forsiraju procesi u cilju poboljšanja kvalitete benzina i diesel-goriva.

Naravno, da struktura potrošnje tekućih goriva u pojedinim državama ovisi o mnogo faktora, a kao glavni mogu se uzeti opća privredna razvijenost zemlje, tehnički nivo, raspolaganje vlastitim izvorima energije, stepen motorizacije i sl.

Interesantni su odnosi rezervi, proizvodnje i potrošnje nafte u svijetu kako je to iskazano u tablici 7.

Istočna hemisfera u cjelini drži četiri petine svjetskih rezervi nafte, daje nešto preko polovine od svjetske proizvodnje nafte, a nešto manje troši derivata nafte.

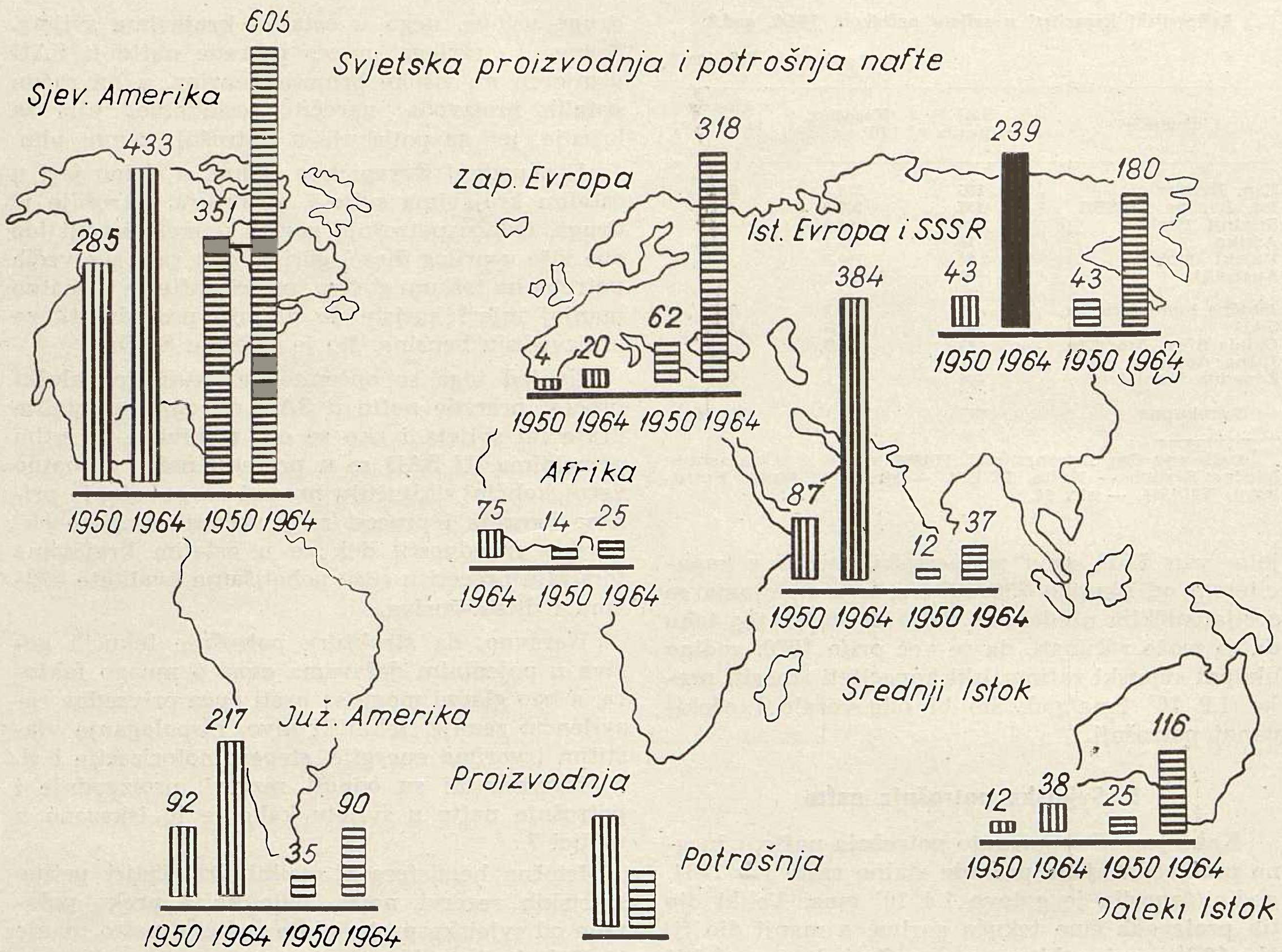
Međutim, situacija u pojedinim dijelovima Istočne hemisfere je različita. Tako zapadna Evropa nema više od 0,6% svjetskih rezervi nafte, a proizvodi jedva nešto preko jedan posto, ali zato na nju otpada preko jedne petine od svjetske potrošnje, dok su rafinerijski kapaciteti naglom gradnjom novih rafinerija dovoljni za podmirenje svih potreba.

Srednji Istok, glavni snabdjevač nafte za Istočnu hemisferu, a djelomično i za SAD, drži preko 60% svjetskih rezervi nafte, ali proizvodi nešto preko 27%, dok troši samo 1,9% od ukupne svjetske potrošnje.

Sovjetski savez samo do sada otkrivenim rezervama ima nešto ispod 10% svjetskih rezervi nafte, a u proizvodnji učestvuje s nešto preko 15%, dok zajedno s ostalim državama istočne Evrope troši samo 13% od svjetske potrošnje.

Slična je situacija kao na Srednjem Istoku, samo u manjoj mjeri i u Africi, gdje se otkrivaju sve veće nove rezerve i proizvodnja raste, ali potrošnja ne dosiže ni 2,5% od svjetske potrošnje.

Zapadna hemisfera u cjelini ima oko petinu svjetskih rezervi nafte, ali u proizvodnji više ne dosiže 50% uz tendenciju umjerenog porasta. Potrošnja iznosi 50% od svjetske potrošnje proizvoda nafte i s obzirom na već postojeću visoku motorizaciju s tendencijom slabijeg porasta, nego na Istočnoj hemisferi.



Sl. 2. Svjetska proizvodnja i potražnja nafte (u mil. t.)

Svjetska situacija nafte u 1964. godini* Tablica 7.

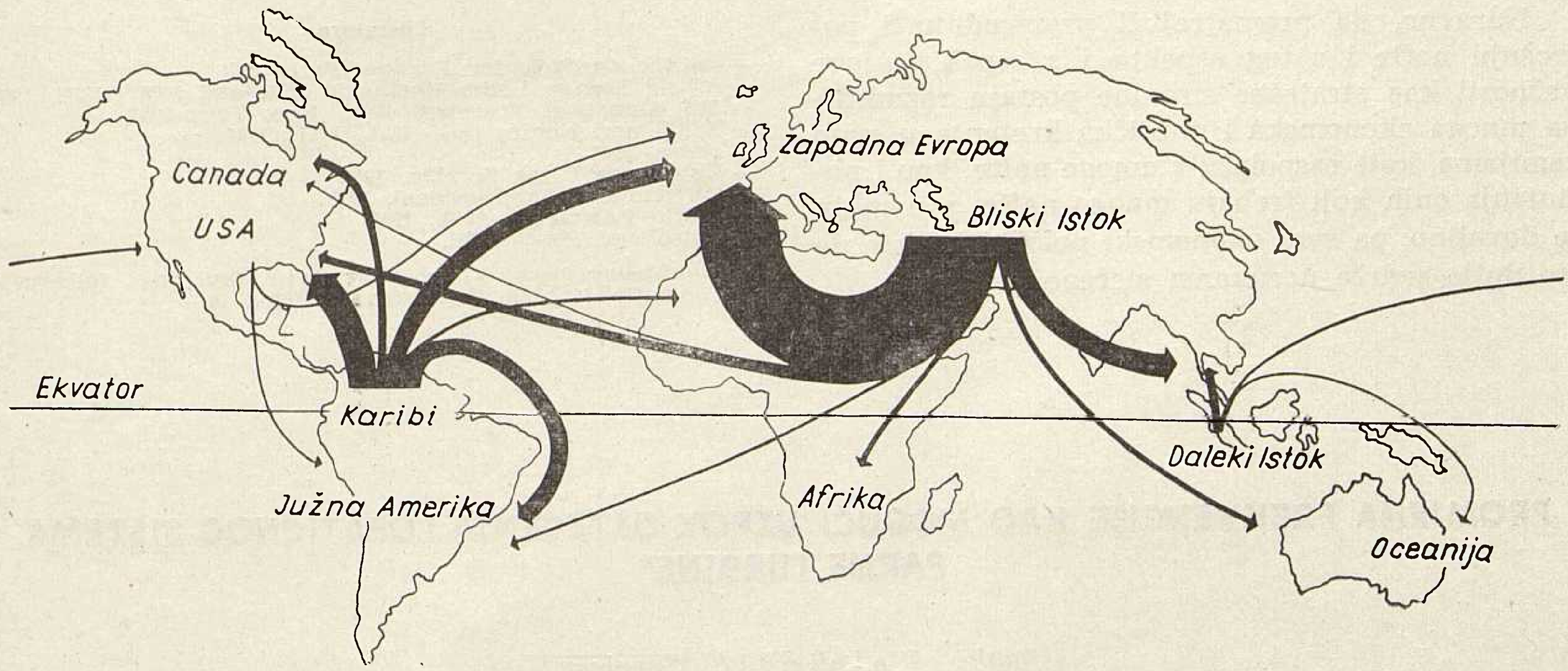
Područje	Rezerve		Proizvodnja		Prerada (kapaciteta)		Potrošnja	
	10^6 t	%	10^6 t	%	10^6 t	%	10^6 t	%
Zap. Evropa	259	0,6	20	1,3	376	23,2	318	22,9
Ist. Evropa	198	0,4	16	1,2	31	1,9	25	1,8
SSSR	3.836	8,5	223	15,9	176	10,9	155	11,1
Sred. Istok	28.517	63,2	384	27,3	90	5,6	37	1,9
Afrika	1.949	4,3	75	5,3	25	1,5	25	1,8
Daleki Istok	1.506	3,3	38	2,7	140	8,7	116	8,3
Australija	21	0,1	—	—	18	1,1	14	1,0
Ist. hemisfera	36.287	80,4	756	53,8	855	52,9	690	49,8
SAD	4.620	10,2	379	26,9	538	33,3	543	39,2
Ost. Sj. Amerika	1.116	2,4	54	3,8	78	4,8	62	4,5
Južna Amerika	3.100	7,0	217	15,5	144	10,2	90	6,5
Zap. hemisfera	8.836	19,6	650	46,2	760	47,1	695	50,2
Ukupno	45.123	100,0	1.406	100,0	1.615	100,0	1.385	100,0

* Rezerve — Erdöl und Kohle, VI/1964. — str. 506. Proizvodnja — Petroleum Press Service, I/1965. — str. 5. Prerada — Oil and Gas International, II/1965. — str. 44 i 45. i World Petroleum, VII/1964. — str. 54. Potrošnja — World Petroleum, I/1695. — str. 29.

Dakle, veliki potrošači nafte u prvom redu SAD raspolažu i raspolagat će sa sve manjim rezervama nafte, a SSSR i čitava Istočna hemisfera gdje će potrošnja sve više rasti, imaju osigurane rezerve za dugi niz godina.

6. Neki ekonomski aspekti naftne privrede

Prešlo bi okvir ovog članka izlaganje o odnosima cijena između pojedinih izvora energije i raznih faktora, koji utječu na njihovo formiranje, ali je svakako interesantno istaći internacionalni karakter nafte i takav njen utjecaj na formiranje svjetskih cijena nafte, pogotovo jer je nafta danas i po količini i po vrijednosti na prvom mjestu u svjetskoj razmjeni dobara.



Sl. 3. Svjetski pomorski transport nafte

Prema sadašnjoj situaciji u svjetskoj trgovini naftom, osim Sovjetskog saveza, koji je u 1963. godini izvezao ukupno 30 10^6 tona nafte, glavni dobavljači su države — proizvođači nafte na Srednjem Istoku, Venezuela i u zadnje vrijeme Alžir i Libija, a upravo eksploatacija nafte u tim područjima nalazi se u rukama velikih svjetskih petrolejskih kompanija.

Naime, američke kompanije Standard Oil New Jersey, Mobil Oil, Gulf Oil, Standard of California i Texaco Oil, te u Evropi British Petroleum i Royal Dutch Shell (tzv. sedam sestara) direktno kontroliraju preko 50% svjetske proizvodnje nafte, kako je to za 1963. godinu prikazano u tablici 8.

Udio svjetskih petrolejskih kompanija u proizvodnji nafte u 1963. god.*

Tablica 8.

	Proizvodnja	Učešće velikih petrolejskih kompanija		Učešće ostalih kompanija, države	
	10^6 t	10^6 t	%	10^6 t	%
SAD	373	145	38,8	128	61,2
Kanada	36	17	47,8	19	52,2
Venezuela	169	149	88,2	20	11,8
Ostale države	16	14	87,5	2	12,5
Zap. hemisfera	630	325	51,6	305	48,4
Zap. Evropa	18	7	38,9	11	61,1
Istoč. Evropa i SSSR	231	—	—	231	100,0
Sred. Istok	344	314	91,2	30	8,8
Afrika	51	26	51,9	25	48,1
Daleki Istok	30	24	80,4	6	19,6
Ist. hemisfera	674	371	55,0	303	19,6
Ukupno	1304	696	53,4	608	46,6

* Petroleum Times, VI/1964. — str. 329.

Kako se iz gornjih podataka vidi, samo sedam velikih petrolejskih kompanija kontrolira 53,4 svjetske proizvodnje nafte, ali na Srednjem Istoku preko 90%, na Dalekom Istoku 80%, u Africi 52% i u Venezueli 88,2%. Uzimajući u obzir aktivnost svih ostalih privatnih petrolejskih kompanija, koje su u krajnjoj liniji na bilo koji način indirektno ovisne o velikim kompanijama, tada se može uzeti da privatni kapital drži u svojim rukama oko tri četvrtine svjetske proizvodnje nafte, dok preostalu četvrtinu čini proizvodnja u socijalističkim zemljama i proizvodnja državnih poduzeća u drugim zemljama.

Velike petrolejske kompanije svojom politikom cijena diktiraju svjetske cijene nafte vodeći računa o visokoj cijeni koštanja nafte u SAD usprkos živom nastojanju država — proizvođača nafte, da se cijene nafte na internacionalnom tržištu formiraju prema cijenama koštanja u tim državama.

Američke kompanije kontroliraju nadalje tri petine rafinerijskih kapaciteta van socijalističkih zemalja, a zajedno s britansko-kanadskim i britanskim kompanijama kontroliraju 75% svjetske tankerske flote i gotovo sve naftovode. I konačno, drže u rukama u bilo kojoj formi oko 80% distributivne mreže za derivate nafte (skladišta i servisne stanice).

Kako je cijena nafte osnovni faktor, koji determinira ekonomiku čitave naftne privrede, to velike internacionalne kompanije svojim tehničkim i financijskim položajem diktiraju internacionalnu cijenu nafte time što su

1. cijene nafte na čitavom svijetu usklađene prema visokoj cijeni koštanja u SAD bez obzira, što su SAD postale uvoznik nafte,
2. određene jedinstvene obračunske cijene za transport nafte, koje nemaju više nikakove povezanosti sa stvarnim prevoznim troškovima, pogotovo kod kompanija koje posjeduju ili kontroliraju veći dio svjetske tonaže tenkova i
3. velike kompanije prilagođuju proizvodnju nafte svjetskim potrebama, što im olakšava povezanost i kontrolu čitave naftne privrede i objavljena kao i neobjavljena međusobna utanačenja u smjeru jedinstvenih akcija na bilo kojem sektoru naftne privrede.

Naravno, da promatrajući proizvodnju i potrošnju nafte i s tog aspekta i s aspekta njene važnosti kao strateške sirovine postaju razumljiva mnoga ekonomska i politička kretanja u svim zemljama, koje raspolažu s mnogo nafte, kao i nastojanja onih koji trebaju mnogo nafte, a nemaju je dovoljno, pa svoj ekonomski položaj koriste da što dulje zadrže u rukama stečene prednosti.

Literatura:

— Oil,the Outlook for Europe, Paris 1961.
— World Energy Requirements in 1975. and 2000., OUN, 1955.
— UN Statistical Yearbook 1962., New York 1963.
— Erdöl und Kohle; 1953., 1957., 1961., 1964.
— Nafta, 1961.
— Petroleum Press Service, 1965.
— Oil and Gas International, 1965.
— World Petroleum, 1964., 1965.
— Petroleum Times, 1964.

Naslov pisca: Vilim Boranić, dipl. ing., Industrija nafte, Zagreb, Trg žrtava fašizma 16.

PROMJENA FREKVENCIJE KAO MOGUĆI UZROK OŠTEĆENJA LOPATIČNOG SISTEMA PARNE TURBINE*

Matko Kalajdžić, Sarajevo

U članku je razmotrena pojava savijanja statorskih i rotorskih lopatica parne turbine 32 MW u TE Kakanj. Analizirani su uzroci ovakvog oštećenja, te je stvoren zaključak, da je oštećenje nastalo zbog naglog preopterećenja u mreži, što je bilo popraćeno osjetnim padom frekvencije u elektroenergetskom sistemu.

DK 621.165.004

U članku dajemo prikaz zapažanja vezanih uz godišnju reviziju SSW dvocilindrične reakcione kondenzacione parne turbine 25/32 MW u TE Kakanj. Prilikom ove revizije primijećeno je, da lopatice u nekim redovima statora i rotora visokotlačnog dijela imaju poremećen razmak, tj. da su neke lopatice više ili manje pri korijenu savijene. Da bi se konstatirao razlog savijanja lopatica, izvršen je detaljan pregled turbine kao i cjelokupne dokumentacije vezane uz rad ove turbine. Pregledom je uočeno da brtveni vrhovi savijenih lopatica nišu oštećeni, što svjedoči, da do savijanja lopatica nije došlo uslijed kontakta lopatica rotora i obočja turbine i lopatica sa bubnjem rotora. Da savijanje lopatica nije posljedica vodenog udara, svjedočilo je i to što su se lopatice baš prvih redova nalazile u potpuno ispravnom stanju. Lopatični sistem bio je sasvim neznatno zasoljen lako topivim solima.

Pregledom pogonske dokumentacije vezane uz rad turbine i to za razdoblje od prethodne do ove revizije, konstatirano je da sa strane kretanja promjena parametara pare (temp. pritisak) nije bilo anomalija te i sa ove strane nije mogao biti nađen uzrok savijanja lopatica.

Sve u svemu, kroz uobičajena razmatranja, uzrok savijanja lopatica nije mogao biti utvrđen te je razmatranje trebalo proširiti i na faktore, kojima se u pogonu obično ne daje naročit značaj.

Naime, u razmatranom razdoblju između dvije revizije, u okviru pogonskih događaja notirana su i dva slučaja isključivanja ovoga turboagregata iz pogona i to uslijed djelovanja prekostrujne zaštite generatora. U oba ova slučaja registrirajući instrumenti su zabilježili, i to do svoje krajnje pokazne granice, nagli porast opterećenja turboagregata i istovremeni nagli pad frekvencije, kao posljedicu nekog događaja u užem energetskom sistemu.

Postavilo se pitanje, da li su ovi događaji prouzrokovali savijanje lopatica? Budući da su se ovakvi događaji dešavali i ranije, i da prilikom ranijih revizija turbine nisu na lopatičnom sistemu zapažene promjene, to je donekle kompliciralo mogućnost uzročnog povezivanja navedenih slučajeva sa savijanjem lopatica.

No ipak, jedan od dva slučaja i pored toga što nije bio prvi, a niti zadnji u životu ove turbine, može se proglasiti uzročnikom savijanja lopatica, a zahvaljujući samo prilici da zasoljenost lopatičnog sistema nije bila znatnija, lopatice su se samo savile, a ne i polomile.

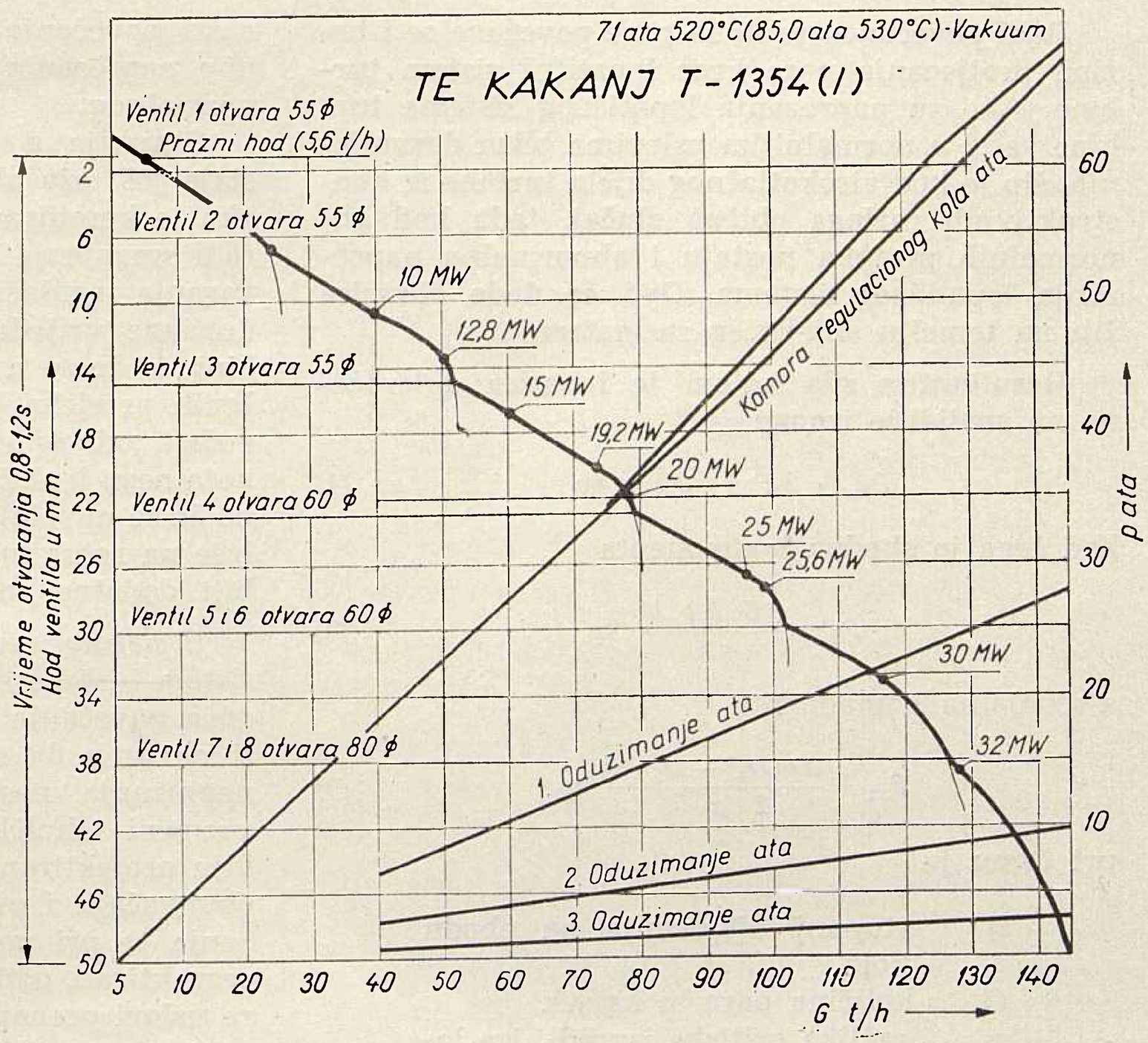
Karakteristične veličine koje su u ovom, a u odnosu na ostale slučajeve postojale jesu: rad turbine sa povećanim pritiskom svježe pare, uz napomenu da je ovo odstupanje ležalo unutar normalno dozvoljenih granica. Zatim, u vremenu prije poremećaja do koga je došlo uslijed događaja u sistemu turboagregat je radio s opterećenjem 25—27 MW. Postojanje ovih dvaju elemenata, imalo je presudan značaj za savijanje lopatica.

U odnosu na ovo uvodno razmatranje i na konstatacije u njemu, u nastavku članka razmotrit ćemo utjecaj velikog i naglog smanjenja frekvencije na oštećenja lopatičnog sistema parne turbine. Budući da je članak inspiriran događajem iz prakse u TE Kakanj, to će i sva naredna razmatranja, ukoliko nisu opće naravi, biti vezana i popraćena podacima iz ove elektrane.

Vrijeme koje je potrebno da se izvrši otvaranje (put) regulacionih ventila od položaja za prazni hod turbine do maksimalnog položaja iznosi 0,8 do 1,2 sekunde (vidi sl. 1). Manja vrijednost se odnosi na regulacioni uređaj koji je sasvim nov

* Referat održan na Savjetovanju o eksploataciji termoelektrana Jugoslavije, Priština — juni 1964.

Sl. 1. Protok pare kroz regulacione ventile



ili na stanje odmah iza remonta, dok se veća vrijednost odnosi na uređaj, koji je bio duže vremena u pogonu, tj. kada se može računati da se je na plohama hidrauličnog dijela izvršnih elemenata regulacionog uređaja uhvatila tanka uljna skramica i što je uslijed dužeg rada povećan zazor mehaničkih dijelova regulacionog uređaja.

Prema tome, srednje vrijeme za izvršenje cijeloga regulacionog puta može se uzeti da iznosi 1 sekundu. To ujedno znači da je turbina, što se tiče njene regulacije u stanju da u roku od jedne sekunde primi opterećenje od praznog hoda do maksimalnog i da se izvrši promjena okretaja turbine unutar cijelog regulacionog područja. Isto tako, unutar ovog vremena od 1 sekunde vrše se i sva pariranja regulacije, koja proizlaze iz mogućnosti podešavanja stepena nejednolikosti.

Kod turboagregata koji su vezani na elektroenergetski sistem, promjene frekvencije imaju za posljedicu promjene opterećenja turboagregata, koje iznose samo dio od ukupnog opterećenja. Radi toga su i odgovarajući regulacioni putevi kratki i izvode se u djeliću sekunde.

Na primjer, ako je turbina opterećena sa 25 MW i ako radi promjene frekvencije dođe do promjene opterećenja za 20 % te ako regulaciono vrijeme od praznog hoda do maksimalnog opterećenja iznosi 1 s, onda regulaciono vrijeme potrebno za pariranje nastaloj promjeni opterećenja izazvanog promjenom frekvencije iznosi 0,2 s.

Ovako nastale promjene opterećenja imaju za posljedicu udarce u turbini koji se uslijed postojanja zamašnog turboagregata donekle ublažavaju.

Najniža i najviša frekvencija koja se sa jednom turbinom može voziti, ovisna je pored ostalog o karakteristici opruge regulacionog uređaja. Ovisno o tome kod SSW turbina u TE Kakanj moguća je promjena broja okretaja od ± 5 % računato od normalnog broja okretaja. Iz toga proizlazi da je moguća i promjena frekvencije u istim granicama, tj. od ± 5 %. Promijeni li se frekvencija za npr. 6 % to će se kod turbine koja ima regulaciono područje broja okretaja ± 5 %, desiti slijedeće:

Regulacioni uređaj će se postaviti u svoj najniži položaj, a regulacioni ventili će biti potpuno otvoreni. Putem uređaja za promjenu broja okretaja nemoguće je utjecati na promjenu položaja regulacionih ventila. Turbina radi sa najvećim punjenjem, a opterećenje je sada isključivo ovisno o stanju svježe pare. (Temperatura i pritisak).

U ovom slučaju i doklegod stanje svježe pare odgovara projektnim uslovima turbine, kroz turbinu će prolaziti projektna maksimalna količina pare. Kod ovog je pretpostavljeno kao da su regulacioni ventili dimenzionirani bez rezerve, što međutim u praksi nije slučaj, jer se oni obično dimenzioniraju tako da se maksimalno opterećenje turbine kod normalne frekvencije može držati i kod sniženog pritiska svježe pare od 5—10%.

Ova uobičajena rezerva koja ima kod normalne frekvencije svoja odgovarajuća opravdanja i prednost, kod smanjenja frekvencije izražava se kao slabost, jer kada je pritisak pare normalan ili čak nešto povećan, to će kroz stvarni puni otvor regulacionih ventila znatno porasti protok pare.

Radi povećanog protoka pare povećava se i brzina protjecanja pare kroz lopatični sistem turbine. Ako su naprezanja lopatičnog sistema turbine već i u normalnijim uslovima blizu dozvoljenih, što je kod visokotlačnog dijela turbine iz konstruktivnih razloga obično slučaj, tada kod abnormalnih protoka nastaju i abnormalna naprezanja lopatičnog sistema. Ovo se dade obrazložiti na temelju slijedećeg razmatranja:

Rezultantna sila kojom je lopatica opterećena na savijanje iznosi:

$$P_{rez} = \sqrt{P_u^2 + P_{ax}} \quad \text{kp} \qquad (1)$$

kod čega je obodna komponenta

$$P_u = \frac{\eta\, G\, \Delta p\, V}{u\, z} \quad \text{kp} \qquad (2)$$

a aksijalna komponenta

$$P_{ax} = \frac{\Delta p (D_a^2 - D_i^2)\pi}{2 \cdot z \cdot 4} \quad \text{kp} \qquad (3)$$

pri čemu je

- η stupanj djelovanja na obodu kola
- G količina pare, u kg/sek
- p razlika pritiska ispred i iza lopatice, u kp/m²
- v specifični volumen pare na ulazu u lopaticu, u m³/kg
- u obodna brzina rotora svedena na srednji promjer lopatice
- z broj lopatice
- D_a promjer rotora do oboda lopatice
- D_i promjer rotora do korijena lopatice.

Iz ovih obrazaca vidljiv je utjecaj pojedinih veličina na promjenu sile kojom je lopatica opterećena na savijanje.

Već povećanje protoka pare, do kojega dolazi kod normalne frekvencije i maksimalnog opterećenja turbine, a kod sniženog pritiska svježe pare za 5% izaziva povećanje naprezanja lopatica na savijanje za cca 20 % od normalnog, ali kod ovoga još nije otvoren puni otvor regulacionih ventila, tj. regulacioni uređaji još nisu u svom donjem položaju. U slučaju kada se regulacioni uređaji nalaze u svom donjem položaju tj. kada su regulacioni ventili potpuno otvoreni (frekvencija pala za 5% ili više), a stanje svježe pare na ulazu u turbinu je normalno, tada se zbog mogućeg protoka pare, naprezanja lopatica povećavaju za cca 30 %.

Međutim, u istom ovom slučaju tj. kada su radi smanjenja frekvencije regulacioni ventili potpuno otvoreni ali stanje pare pred turbinom nije normalno već povećano, na primjer, ako pritisak umjesto 71 ata iznosi 74 ata (povećanje leži u dozvoljenim granicama, max 85 ata za turbine SSW u TE Kakanj) tada radi ovako nastalih mogućnosti povećanja protoka pare, dolazi do povećanog naprezanja lopatica, većeg za cca 35 % od normalnog.

Situacija u pogledu naprezanja lopatica postaje još teža ako je lopatični sistem zasoljen ili ako je korodiran. Ako kod takvog stanja turbine radi smanjenja frekvencije dođe do potpunog otvaranja regulacionih ventila, tako da protok pare dostigne vrijednosti koje odgovaraju čistoj turbini, to će se u ovom slučaju radi postojanja suženih presjeka, brzine protjecanja pare jako povećati, odnosno i naprezanja lopatica bit će još veća nego u slučaju čiste turbine. Osim toga, znatno će se povećati i ukupna aksijalna sila koja djeluje na rotor turbine, tako da će i aksijalni ležaj biti dodatno znatno opterećen.

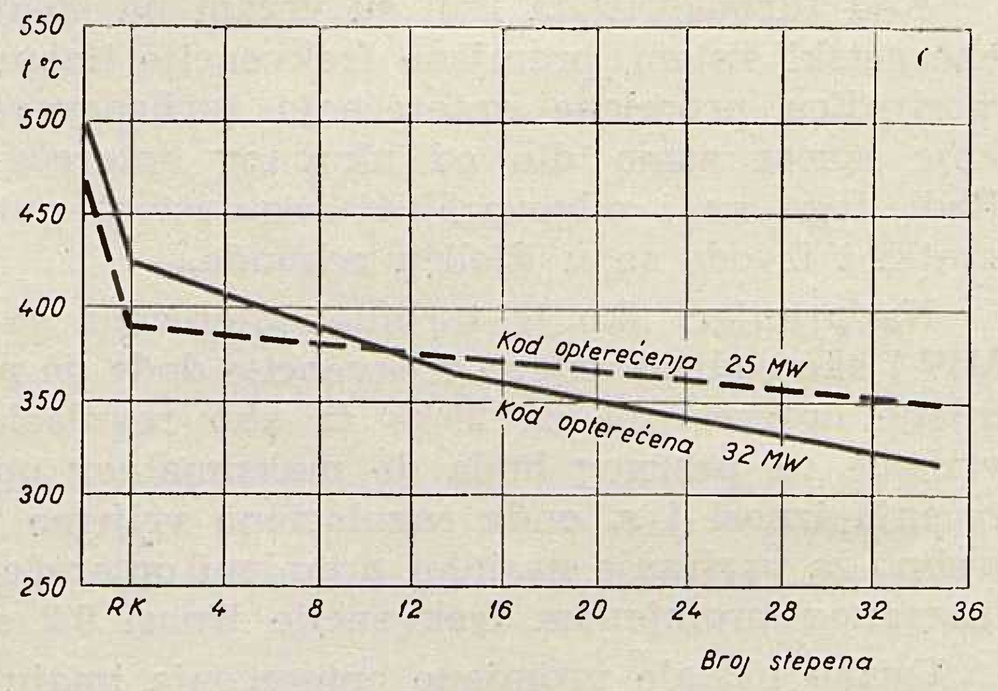
U načelu, moglo bi se zahtijevati da lopatični sistem turbine bez posljedica podnosi ovakva moguća povećanja naprezanja. Treba međutim imati na umu da slučajevi koji izazivaju povećanja naprezanja, nastupaju sasvim iznimno. Zato savremeni tehničko-ekonomski principi već u stadiju projektiranja i tehnologije izrade lopatice ne obuhvaćaju i ovakve ekstremne slučajeve naprezanja te pri pogonu turbine ovo treba dovoljno respektirati, odnosno voditi računa da se ne ostvare uslovi prenaprezanja lopatica.

Svaka promjena opterećenja turbine, koja se vrši bilo smišljeno bilo stoga što su u energetskom sistemu nastali poremećaji, ima u odnosu na početno stanje za posljedicu promjenu temperature po stepenima turbine.

Kod smišljenog rada promjena opterećenja se vrši po propisima za tu turbinu, tj. povećanje odnosno smanjivanje opterećenja vrši se postupno, čime se postiže ravnomjernije i polagano zagrijavanje, odnosno hlađenje rotora i kućišta turbine po cijeloj dužini.

Suprotno ovome, kod nagle promjene opterećenja, kao što je to slučaj kada se uslijed velikog i naglog pada frekvencije ostvare uslovi za preopterećivanje turbine, dolazi do naglih i velikih temperaturnih promjena unutar turbine.

Na slici 2 prikazan je dijagram promjene temperature ovisno o promjeni opterećenja unutar vi-



Sl. 2. Dijagram promjene temperature kod promjene opterećenja za VT dio reakcione turbine SSW u TE »Kakanj« (T 1354 I)

sokotlačnog dijela jedne reakcione turbine. Krivulje rasporeda temperature po stepenima odnose se na opterećenja 25 i 32 MW kada svježa para ima normalne parametre, tj. kada za navedena opterećenja kroz turbinu prolaze normalne količine pare. U slučaju preopterećenja, kod kojega kroz turbinu protječe maksimalno moguća količina pare, svakako će biti temperaturne razlike za isti stepen u odnosu na početno stanje znatno veće.

Promjene temperature imaju za posljedicu promjenu toplinskog naprezanja elemenata turbine. Veličina ovih naprezanja ovisna je o vremenu u kome je izvršena promjena opterećenja turbine, te stoga nagle i velike promjene opterećenja, odnosno frekvencije treba spriječiti, jer pored već ranije rečenog, imaju za posljedicu i povećanje toplinskog naprezanja elemenata turbine.

U slučaju velikog pada frekvencije, pored do sada navedenih neželjenih posljedica, treba računati i sa mogućnošću pojave da vibracije pojedinih lopatica ili redova lopatica padnu u rezonantno područje sa frekvencijom.

Ova mogućnost naročito se ističe kod visokotlačnog dijela kondenzacione turbine, koji ima kratke lopatice sa povišenom vlastitom frekvencijom vibracija, a koje leži oko 275 Hz. Za ovakve lopatice slobodno područje od rezonancije iznosi oko —6% i +5%, tako da ovakve lopatice vrlo lako padaju u rezonantno područje, što može izazvati lom lopatica.

Nadalje, vezano uz veliki pad frekvencije i uz to nastupajuće preopterećenje turbine, imamo i pojavu tzv. dodatno izazvanih vibracija lopatica, koje se pojavljuju kao posljedica nepravilnog nastrujavanja pare na lopatice. Utjecaju ovih vibracija više su izložene lopatice niskotlačnog dijela turbine.

Pored svih veličina i pojava koje utječu na povećanje naprezanja lopatica izazvano velikim i naglim padom frekvencije, treba uzeti u obzir i vrijeme trajanja takvih naprezanja. Vrijeme trajanja ukupnog povećanja naprezanja može se sa dovoljnom tačnošću odrediti ako je poznata brzina odnosno vrijeme izvršavanja puta regulacije turbine, zatim gradijent promjene frekvencije i vrijeme isključivanja turboagregata iz mreže putem prekostrujne zaštite generatora.

Iz primjera za turbinu TE Kakanj vidjeli smo da vrijeme izvršavanja cijelog puta regulacije iznosi cca 1 s, a da put od opterećenja 25 MW (optimalno opterećenje) do 32 MW (maksimalno trajno opterećenje) iznosi svega 0,2 s.

Ako je gradijent promjene frekvencije u normalnim uslovima rada energetskog sistema cca 0,2 —0,3 Hz/s, to u uslovima poremećaja u mreži koji imaju za posljedicu preopterećenja pojedinih turboagregata i veliki pad frekvencije, može se računati da gradijent pada frekvencije iznosi barem 0,5 Hz/s.

Vremenski član prekostrujne zaštite generatora postavlja se obično na vrijeme izvršavanja 4—6 s (kod TE Kakanj — 6 s).

Uzevši ove podatke kao mjerodavne, to se u slučaju TE Kakanj može grubo računati da veliko povećanje naprezanja lopatica nastupa istovremeno kada su se regulacioni ventili potpuno otvorili, tj. kada je regulacioni uređaj postigao donji maksimalni položaj.

Regulacija turbine je aktivna do promjene broja okretaja za — 5%, odnosno do 47,5 Hz što ujedno odgovara maksimalnom otvoru regulacionih ventila. Uz promjenu frekvencije od 0,5 Hz/s, maksimalni otvor regulacionih ventila bit će postignut za 5 s, tj. za toliko vrijeme za koje će se navedenim gradijentom pada postići frekvencija 47,5 Hz.

Uspoređenjem vremena u toku koga je izvršena promjena frekvencije i vremena potrebnog za regulaciju od praznog hoda ili optimalnog opterećenja do maksimalnog opterećenja turbine, može se bez dvojbe zaključiti da brzina izvršavanja regulacije u slučaju naglog pada neće praktično nimalo kasniti sa stvarnom promjenom frekvencije.

Prema tome stvarno vrijeme trajanja preopterećenja, odnosno velikog povećanja naprezanja lopatica, jednako je vremenu za koje će turboagregat biti isključen iz pogona putem prekostrujne zaštite generatora, dakle u toku daljnjih 4—6 s. U toku ovih daljnjih 4—6 s i računajući sa navedenim gradijentom promjene frekvencije, proizlazi da će do momenta isključivanja agregata frekvencija pasti za daljnjih 2 do 3 Hz, te prema tome ukupni pad računajući od početnog stanja iznosi 4,5 odnosno 5,5 Hz.

Toliko vrijeme trajanja preopterećenja uz tako veliki pad frekvencije, sasvim su dovoljni da nastala povećana statička sila savije i polomi lopatice, da nastupe abnormalna toplinska naprezanja i da se ispolje posljedice eventualne rezonancije pojedinih lopatica s momentanom frekvencijom. Dakle, pojava trajnih i neželjenih posljedica u ovakvim slučajevima je vrlo vjerojatna, a naročito kod turbina koje nisu specijalno građene, tj. prilagođene da i pored ostalog mogu sigurnije udovoljiti uslovima rada kod jako varijabilne frekvencije promjenljivih, odnosno nepovoljnih parametara pare.

Vjerojatnost da do nastajanja neželjenih posljedica može doći, potencira još i slijedeća činjenica vezana uz projektiranje i izradu turbine, odnosno njenih sastavnih dijelova. Naime, iako se samo projektiranje i proračun turbine vrši vrlo rigorozno, to ipak treba imati na umu da tehnološki postupci kod izrade turbine u dobroj mjeri imaju upliva na stvarne i konačne karakteristike turbinskih dijelova, koji u odnosu na proračunate mogu biti bolji i slabiji. Kako su stvarne karakteristike obično nepoznate, to je uvijek preporučljivo da se u pogonu nikada ne koriste krajnje mogućnosti, deklarirane u turbinskom protokolu.

Postavljanjem frekventnih releja kod nekih kategorija velikih potrošača električne energije

nije u cijelosti i sigurno riješeno pitanje zaštite turbina od nepoželjnog utjecaja velikog pada frekvencije. Može se desiti slučaj da frekventni releji pravodobno isključe (npr. kod 48 Hz) velike potrošače, ali da je istovremeno već prije toga iz pogona ispao veći dio proizvodnih jedinica. Ostatak opterećenja od potrošača koji nisu isključeni može biti veći od momentane proizvodne snage preostalih uključenih proizvodnih jedinica, te će prema tome ove jedinice biti ipak izložene nepoželjnim utjecajima izazvanim preopterećenjem, odnosno velikim padom frekvencije.

Prema tome, pored postavljanja frekventnih releja na strani nekih potrošača električne energije i pored postojanja prekostrujne zaštite na proizvodnim jedinicama (ona štiti generator) bilo bi potrebno da se uz proizvodne jedinice radi zaštite same parne turbine, postave frekventni releji podešeni za trenutno isključivanje turbine kod pada frekvencije na nivo, koji je još dovoljno siguran za turbinu. Ne želeći ulaziti u podrobniju kvalitativnu i kvantitativnu analizu stanja i događaja iz prošlosti, sadašnjosti i eventualno bliže budućnosti u našem energetskom sistemu, poznato nam je da smo imali, da imamo i vjerojatno je da ćemo u bližoj budućnosti imati slučajeva preopterećivanja turboagregata i to uzrokovanih poremećajima u energetskom sistemu popraćenih većim padom frekvencije.

Imajući ovo u vidu kao i sve do sada rečeno, možda bi se našlo puno tehničko-ekonomsko opravdanje za direktno štićenje parnih turbina pomoću frekventnih releja. To pitanje će vjerojatno još posebno doći do izražaja kada se u početku u sistem uklope veliki parni turboagregati od 100 i 200 MW, za koje će vjerojatno i kroz njihov protokol biti deklarirana dozvola za rad u vrlo uskim granicama promjene frekvencije i to od ± 1 + 2 % odnosno čemu odgovara ± 0,5 + + 1,0 Hz.

Na kraju treba reći i to, da duži rad sa frekvencijom nižom od nominalne za koju je turbina projektirana, pa iako možda za tu turbinu protokolom nije određeno usko dozvoljeno područje variranja frekvencije, takav rad nije ipak poželjan odnosno nije bezopasan. Ovo se naročito odnosi na turbinu koja ima korodiran, erodiran ili zasoljen lopatični sistem.

Ako je moment rotacije kola turbine dat izrazom:

$$M = P_u r \qquad (4)$$

gdje je: P_u sila na obodu kola (2)
r srednji radius kola
n broj okretaja kola

to je snaga na obodu kola u min.

$$N = M \cdot \omega = P_u \frac{r \cdot \pi \cdot n}{30} \qquad (5)$$

Iz ovog se vidi da za istu snagu pri manjem broju okretaja, tj. pri radu sa manjom frekvencijom obodna sila raste. Kako je obodna sila ta koja lopaticu napreže na savijanje, oslabljene lopatice mogu se uslijed djelovanja povećane obodne sile saviti ili polomiti.

Budući da istoj snazi pri manjem broju okretaja (niža frekvencija) pripada veća obodna sila, kojoj pak odgovara protok pare (2) to pored povećanih naprezanja na savijanje, treba računati i na utjecaj sekundarnih posljedica vezanih uz povećani protok pare kao što je nepravilno strujanje pare i udaranje mlaza pare u leđa lopatice, dodatno izazvane vibracije lopatica.

Neželjeni utjecaj ovih sekundarnih pojava može se u dobroj mjeri umanjiti, ako se pri radu sa sniženom frekvencijom vodi računa o pritisku pare na ulazu u turbinu.

Podrobnijim razmatranjem svih veličina koje utječu na ukupno naprezanje lopatičnog sistema kod rada jedne poznate turbine sa sniženom frekvencijom i istim opterećenjem, može se zaključiti da rad sa pritiskom pare višim od normalnog ima za posljedicu veća ukupna naprezanja (statička + toplinska + dinamička osnovna + dinamička sekundarna) i obratno, kod nižeg pritiska, manja ukupna naprezanja.

Zato nije na odmet da se, kod dužeg rada sa sniženom frekvencijom (kao što je do nedavno bio slučaj u našem sistemu, 48,5 + 49 Hz) u termoelektranama strogo vodi računa da pritisak pare na ulazu u turbinu ne bude veći od normalnog ili pak da se radi sigurnosti u tom periodu propiše rad sa nešto sniženim pritiskom.

Naslov pisca: Matko Kalajdžić, dipl. ing., Sarajevo, Zajednica elektroprivrednih preduzeća BiH.

SVRSISHODNOST UGRADNJE DODATNIH HLADIONIKA NA TRANSFORMATORE RADI POVEĆANJA NJIHOVE SNAGE

Tomislav Pavlović, Zagreb

Opisana su ispitivanja koja su vršena na transformatoru 20 MVA, 110/35 kV u TS Međurić nakon ugradnje jednog dodatnog hladionika. Zatim je za jedno zamišljeno opterećenje, kojemu maksimalni iznos dosiže vrijednost od 27 MVA, dat tok temperature krivulje ulja i to za najnepovoljniji slučaj preopterećenja, tj. za maksimalne vanjske temperature. Na kraju su predložene mjere koje treba poduzeti kod novih transformatora kako bi se omogućila ugradnja dodatnih hladionika.

DK 621.314.21 - 71

Poteškoće koje u elektroprivrednim organizacijama nastaju radi kvarova na transformatorima ili nemogućnosti da se na vrijeme nabavi potrebna veća ili druga jedinica, navele su na razmišljanje o eventualnoj mogućnosti povećanja snage transformatora primjenom efikasnijeg hlađenja. Činjenica je, naime, da je snaga kod svih električnih strojeva, pa tako i kod transformatora, ograničena upravo vrijednošću temperaturnog opterećenja izolacije. Ako pak uspijemo da na neki način iz transformatora odvedemo više topline, snizit ćemo temperaturu ulja, a time i njegova namota, odnosno za istu temperaturu namota povećat ćemo njegovu snagu. Kod toga svakako treba biti oprezan, jer se pri većim opterećenjima mijenja i temperaturni pad bakar-ulje, a upravo je temperatura bakra mjerodavna za granicu dozvoljenog opterećenja.

Povećanje snage na transformatoru u transformatorskoj stanici Međurić

Ovdje će biti naveden primjer iz naše prakse, koji je ostvaren na transformatoru 20 MVA u transformatorskoj stanici Međurić, gdje je primjenom efikasnijeg hlađenja povećana snaga transformatora. Da je transformatorska stanica Međurić izabrana za navedeni tretman ima se zahvaliti činjenici što je ona već početkom 1964. imala vršno opterećenje od 23 MVA, a prema prognozama »Elektre« Zagreb, moglo se očekivati da će u prosincu 1964. i siječnju 1965. opterećenje narasti na iznos od 27 MVA, koje transformator nominalne snage od 20 MVA ni u kom slučaju sa vlastitim hladionicima ne bi mogao svladati.

Prema dosadanjim iskustvima ovako velika opterećenja postignuta u zimskim mjesecima nastavila bi se i kasnije u ljetu. Izgledi pak da se do tog roka nabavi i postavi drugi transformator bili su minimalni.

Da bi realizirali zamišljeno povećanje snage ugradnjom dodatnih rashladnih uređaja, bio nam je potreban dodatni hladionik, kojemu bi rashladni učin iznosio najmanje 60 % postojećeg učina vlastitih hladionika transformatora. Kako nije bilo vremena, a ni mogućnosti za neku posebnu konstrukciju hladionika, poslužili smo se hladionikom tipa 3 UZH-4, koje tvornica »Rade Končar« upotrebljava za transformatore snage 60 MVA. Ovaj se rashladni uređaj sastoji od pumpe za ulje tipa TUS 145-125, hladnjaka kroz koji prolazi ulje i 4 ventilatora. Količina ulja koju sisaljka može dobaviti iznosi oko 100 m^3/h. Sisaljku pokreće elektromotor snage 2,5 kW. Ventilatori imaju snagu 0,6 kW. Obzirom da nam tvornica »Rade Končar« nije mogla dati podatke o rashladnom učinu ovih hladnionika, odlučili smo da uzmemo 2 takova elementa, računajući da će nam njihov učin biti dovoljan da povećamo snagu postojećeg transformatora i u najnepovoljnijim uvjetima hlađenja (maksimalne vanjske temperature) do iznosa od 135 %.

Radi zakašnjenja isporuke rashladnih uređaja s montažom se zakasnilo, tako da je prvi hladionik bio stavljen u pogon tek 4. I 1965. Drugi hladionik će tek kasnije biti priključen, jer je na nekim varnim mjestima propuštao ulje.

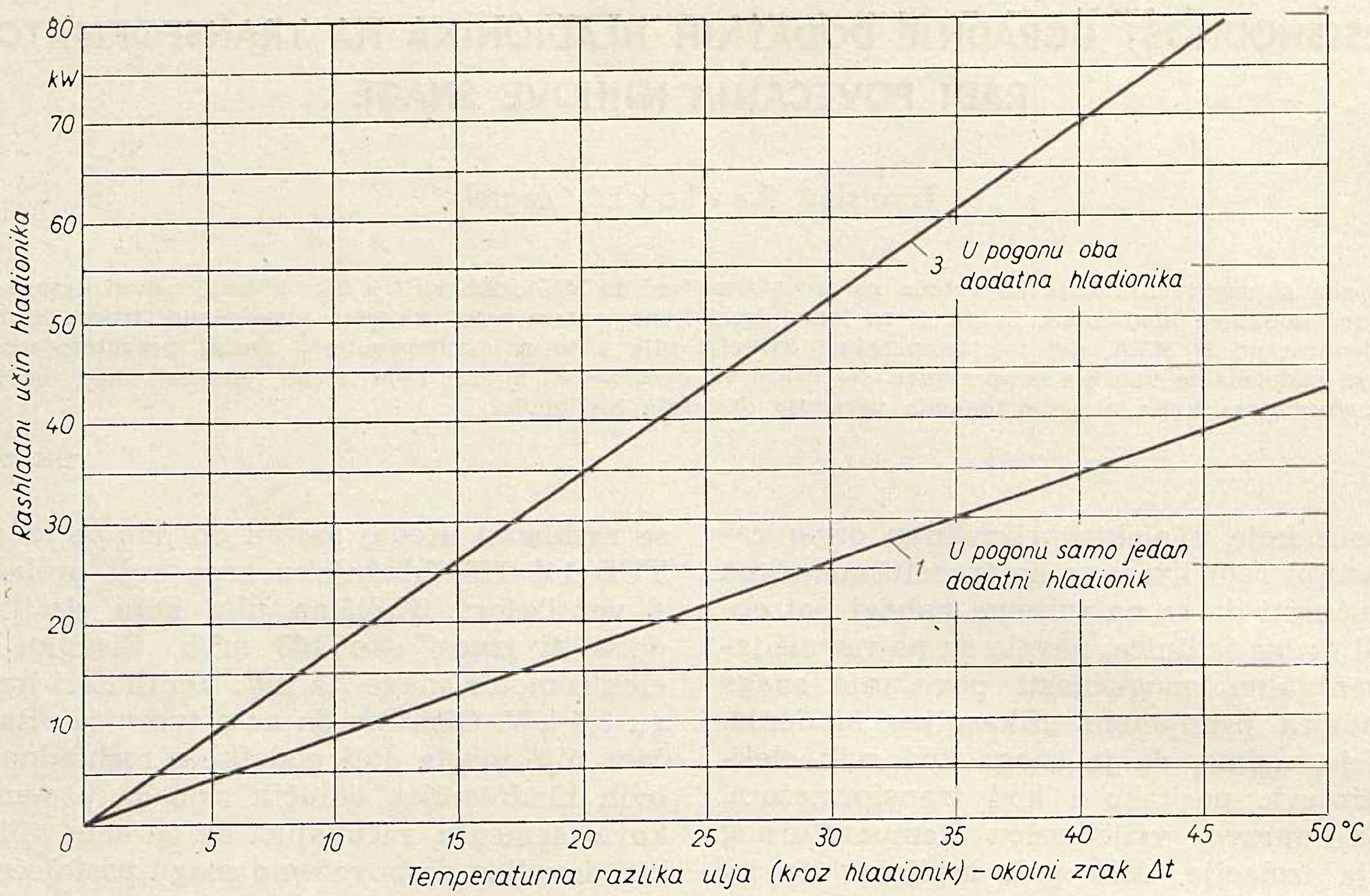
Nakon stavljanja jednog hladionika u pogon moglo se odmah ustanoviti poboljšanje hlađenja, odnosno moglo se zaključiti na stvarno povećanje snage transformatora. Maksimalna temperatura ulja uz približno ista opterećenja i približno iste vanjske temperature, koja je prije postavljanja dodatnog hladionika iznosila i do 63 °C, nakon njegovog priključka nije prešla vrijednost od 45 °C, iako su zbog montaže dodatnih hladionika morala biti skinuta 2 elementa vlastitog hladionika (od 13 postojećih).

Određivanje rashladnog učina dodatnog i postojećih hladionika

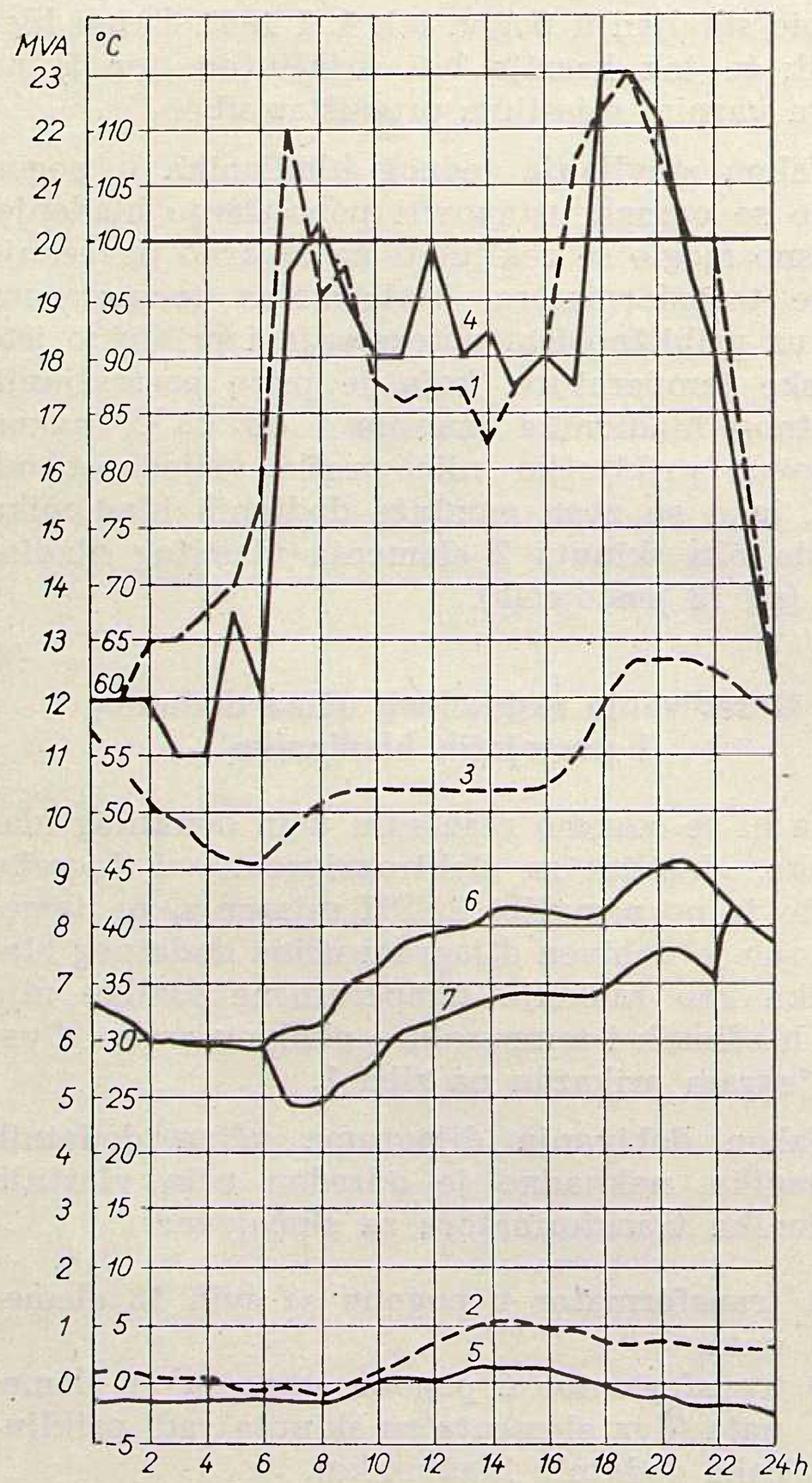
Da bi se odredio rashladni učin dodatnog hladionika, »Institut za elektroprivredu« u Zagrebu izvršio je po narudžbi ZEPH mjerenja, na temelju kojih je dobiven dijagram učina dodatnog hladionika kao funkcija temperaturne razlike ulja kroz hladionik i temperature okolnog zraka. Ovaj je dijagram prikazan na slici 1.

Nakon dobivanja dijagrama učina dodatnih hladionika, naknadno je određen učin vlastitih hladionika transformatora za slučajeve:

a) transformator u pogonu sa svih 13 elemenata,
b) transformator u pogonu samo sa 11 elemenata (dva elementa su skinuta radi priključaka dodatnih hladionika).



Sl. 1. Dijagram rashladnog učina dodatnih hladionika naknadno ugrađenih na transformator 20 MVA, 110/35 kV u TS u Međuriću

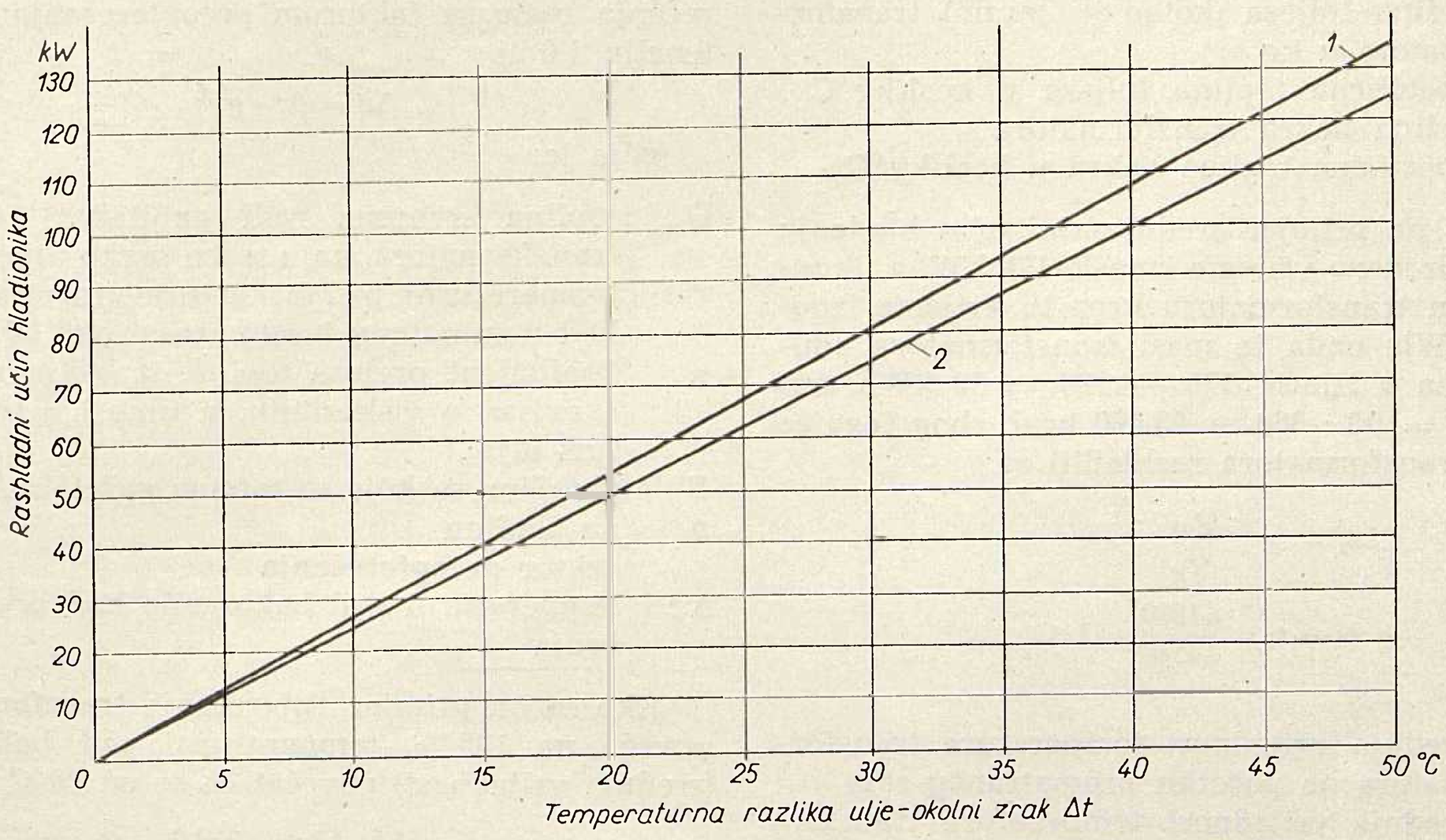


Sl. 2. Dijagram ostvarenog opterećenja i temperatura na transformatoru 20 MVA, 110/35 kV u Međuriću bez hladionika (1—3) i s ugrađenim hladionikom (4—8)

1 — opterećenje transformatora 16. 12. 64.
2 — temperatura zraka 16. 12. 64.
3 — temperatura ulja 16. 12. 64.
4 — opterećenje transformatora 20. 1. 65.
5 — temperatura zraka 20. 1. 65.
6 — temperatura pod poklopcem 20. 1. 65.
7 — temperatura ulja kroz hladionik 20. 1. 65.
8 — nominalna snaga transformatora

i to pomoću dnevnog dijagrama opterećenja transformatora, dijagrama vanjske temperature zraka, kao i dijagrama temperature ulja i to: (a) za dan 16. 12. 1964. (svih 13 elemenata vlastitog hladionika u pogonu) i (b) 20. 1. 1965. (u pogonu samo 11 elemenata vlastitog hladionika, a od 6 do 22 sata u pogonu još i jedan dodatni hladionik).

Iz dijagrama na slici 2 (krivulja 3) vidi se da je od 8 pa do 16 sati došlo do stabilizacije temperature ulja, što drugim riječima znači, da su gubici u transformatoru bili približno jednaki odvedenoj toplini uz prosječnu vrijednost vanjske temperature od 3 °C i temperature ulja 52 °C, tj. razlike temperature od 49 °C. Gubici u transformatoru za to opterećenje iznosili su 130 kW, pa je za gornji iznos temperaturne razlike to ujedno bio i učin hladionika. Dalje iz dijagrama na slici 2 (krivulja 6) vidimo, da je ovdje do stabilizacije temperature ulja došlo između 2 i 6 sati, kada je u pogonu bilo samo 11 elemenata vlastitog hladionika, dok je dodatni hladionik bio van pogona, što također znači da su gubici nastali u transformatoru i ovdje bili jednaki odvedenoj toplini. Razlika temperature ulje — okolni zrak iznosila je 31 °C, a kod toga je učin hladionika iznosio 77 kW.



Sl. 3. Dijagram rashladnog učina hladionika na transformatoru 20 MVA, 110/35 kV u Međuriću

1 — u pogonu svih 13 hladionika (lira)
2 — u pogonu samo 11 hladionika (lira), a dva elementa skinuta radi priključka dodatnog hladionika većeg učina hlađenja

Na ovaj smo način dobili dvije tačke (1 i 2 na sl. 3) u dijagramu $N_{hl} = f(\Delta t)$. Budući da je porast učina hlađenja linearan sa porastom temperaturne razlike (ulje — okolni zrak) Δt, to će i naši dijagrami biti pravci, koji prolaze tačkama 1 i 2, a sastaju se u ishodištu dijagrama koji predstavljaju dva različita učina hlađenja, u oba slučaja vlastitih hladionika, samo jednom u pogonu sa 13 elemenata (pravac 1) a drugi put u pogonu samo sa 11 elemenata vlastitog hladionika (pravac 2).

Da bi provjerili, da li je došlo do poremećaja i smanjivanja rashladnog učina vlastitih hladionika a radi priključka dodatnog hladionika i time u vezi promijenjenog načina strujanja ulja unutar transformatora, proveli smo račun hlađenja za slučaj postignute ravnoteže, kada su gubici u transformatoru bili približno jednaki gubicima odvedenim vlastitim i dodatnim hladionikom (krivulja 6, sl. 2, od 14 do 16 sati). Odavde vidimo da oba hladionika, zavisno o temperaturnoj razlici Δt jednako efikasno učestvuju u procesu hlađenja.

Određivanje temperature ulja i bakra kod opterećenja od 135 %

Sada ćemo pretpostaviti opterećenje, kojemu će maksimalna srednjesatna vrijednost iznositi 20 x 1,35 = 27 MVA a oblik dijagrama dnevnog opterećenja da bude sličan stvarnom, kakav se pojavljuje u ljetnim mjesecima samo s nižim maksimumom.

Da bi dobili traženi dijagram, izmjerene vrijednosti stvarnog dijagrama množili smo jednim konstantnim faktorom. Temperatura okolnog zraka također je stvarna. Dijagram temperature ulja, u najtoplijoj tačci, konstruiran je na slijedeći način:

Poznavajući početnu temperaturu ulja u najtoplijoj tačci, kao i temperaturu ulja kroz hladionik (a iz iskustva znamo da je temperatura ulja kroz hladionik bila niža za cca 7 °C od ulja pod poklopcem), zatim temperaturu okolnog zraka, odredimo iz dijagrama srednjesatnu vrijednost učina hlađenja vlastitih hladionika plus dodatnih hladionika. Sada izračunamo srednjesatnu vrijednost gubitaka u transformatoru, te ovu odbijemo od učina hladionika. Ako je rezultat pozitivan, znači da su odvedeni gubici veći od gubitaka nastalih u transformatoru u tom satu, pa će doći do sniženja temperature cijelog transformatora. Koliki je taj iznos, moći ćemo izračunati, ako prethodno izračunamo koliko će biti potrebno dovesti, odnosno odvesti kcal da bi masi transformatora promijenili temperaturu za 1 °C.

Ukupna količina topline u kcal za masu cijelog transformatora bit će jednaka sumi parcijalnih količina kcal pojedinih dijelova transformatora (ulje + željezo + bakar).

$$Q_p = G_{ulja} \; c_{p\,ulja} + G_{Fe} \; c_{p\,Fe} + C_{cu} \; c_{p\,Cu}$$

$$Q_p = 20\,000 \quad 0{,}462 + 40\,000 \quad 0{,}11 + 10\,000 \cdot 0{,}09$$

$$Q_p = 9\,240 + 4\,400 + 900 = 14\,540 \text{ kcal/°C}$$

gdje je:

Q_p — količina topline u kcal potrebna da se masi transformatora promijeni temperatura za 1 °C

G_{ulja} — ukupna težina ulja u kg

$c_{p\,ulja}$ — specifična toplina ulja u kcal/kg °C

G_{Fe} težina željeza (kotao + jaram) transformatora u kg
$c_{p\,Fe}$ specifična toplina željeza u kcal/kg °C
G_{Cu} težina bakra transformatora
$c_{p\,Cu}$ specifična toplina bakra u kcal/kg °C

Ako je na primjer srednjesatni učin hlađenja u jedno određeno vrijeme iznosio 170 kW, a ukupni gubici u transformatoru kroz to vrijeme iznosili 120 kWh, onda je masi transformatora oduzeta toplina u iznosu 170 — 120 = 50 kWh, odnosno $Q_{uk} = 50 \cdot 860 = 43\,000$ kcal, zbog čega će se masa transformatora rashladiti za:

$$t_2 - t_1 = \frac{Q_{uk}}{Q_p}$$

$$t_2 - t_1 = \frac{43300}{14540} = 3\ ^\circ C$$

gdje je:

t_1 srednja vrijednost temperature transformatora na početku promatranog sata
t_2 srednja vrijednost temperature transformatora na kraju promatranog sata
Q_{uk} ukupna količina topline u kcal odvedena iz mase transformatora
Q_p količina topline u kcal potrebna da se transformatoru promijeni temperatura za 1 °C.

Poznavajući novu temperaturu ulja transformotora, izračunamo ponovo srednjesatnu vrijednost učina hlađenja vlastitog i dodatnog hladionika, od koje sume ponovo odbijemo srednjesatni iznos ukupnih gubitaka u transformatoru. Iz tako dobivene vrijednosti izračunamo novu temperaturu mase transformatora i tako redom kroz 24 sata.

Ovako dobiveni tok krivulje temperature ulja odgovara stvarnom stanju, samo što je računato sa srednjesatnim vrijednostima, pa u stvarnosti postoji izvjestan vremenski pomak, ali taj vremenski pomak temperature krivulje nema većeg utjecaja na naša razmatranja.

Iako temperatura ulja nije prešla dozvoljenu vrijednost ugrijanja, kod preopterećivanja transformatora mora se biti naročito pažljiv, jer se može desiti da je temperatura ulja u dozvoljenim granicama, a da je temperatura bakra prešla dozvoljenu granicu zagrijavanja.

Računa se, da se kod preopterećenja transformatora temperaturni pad bakar-ulje Δt ne povećava proporcionalno sa nastalim gubicima, jer dolazi do promjene koeficijenta odvoda topline. Ako bi za izračunavanje temperaturnog pada bakar-ulje kod preopterećivanja $\Delta t'$ primijenili uobičajenu formulu, koja za nominalno opterećenje glasi:

$$Q_{cu} = \Delta t \cdot \alpha \cdot F \text{ odnosno } \Delta t = \frac{Q_{Cu}}{\alpha \cdot F}$$

napravili bi pogrešku, jer je radi povećane temperature ulja došlo do promjene koeficijenta odvoda topline α u α' (gdje je $\alpha' > \alpha$). Temperaturni pad bakar-ulje (srednja vrijednost) kod preopterećenja raste sa faktorom preopterećenja na potenciju 1,6 tj.

$$\Delta t' = \Delta t \cdot p^{1,6}$$

gdje je:

Q_{cu} toplina stvorena radi gubitaka u bakru transformatora, koju treba preko ulja odvesti
Δt temperaturni pad bakar-ulje (računa se, da kod nominalnog tereta iznosi oko 20 °C)
α koeficijent prelaza topline iz bakra na ulje, a ovisan o viskozitetu, a time i o temperaturi ulja
F površina sa koje se toplina gubitaka prenosi na okolinu
p faktor preopterećenja
Δt temperaturni pad bakar-ulje kod preopterećenja

Ako se na primjer opterećenje transformatora poveća na 135 %, temperaturni pad bakar-ulje (srednja vrijednost) povećat će se od 20 °C na

$$\Delta t_1' = \Delta t \cdot p_1^{1,6} = 20 \cdot 1,35^{1,6} = 32,4\ ^\circ C$$

odnosno ako bi imali preopterećenje od 50 %, temperaturni pad bakar-ulje iznosio bi:

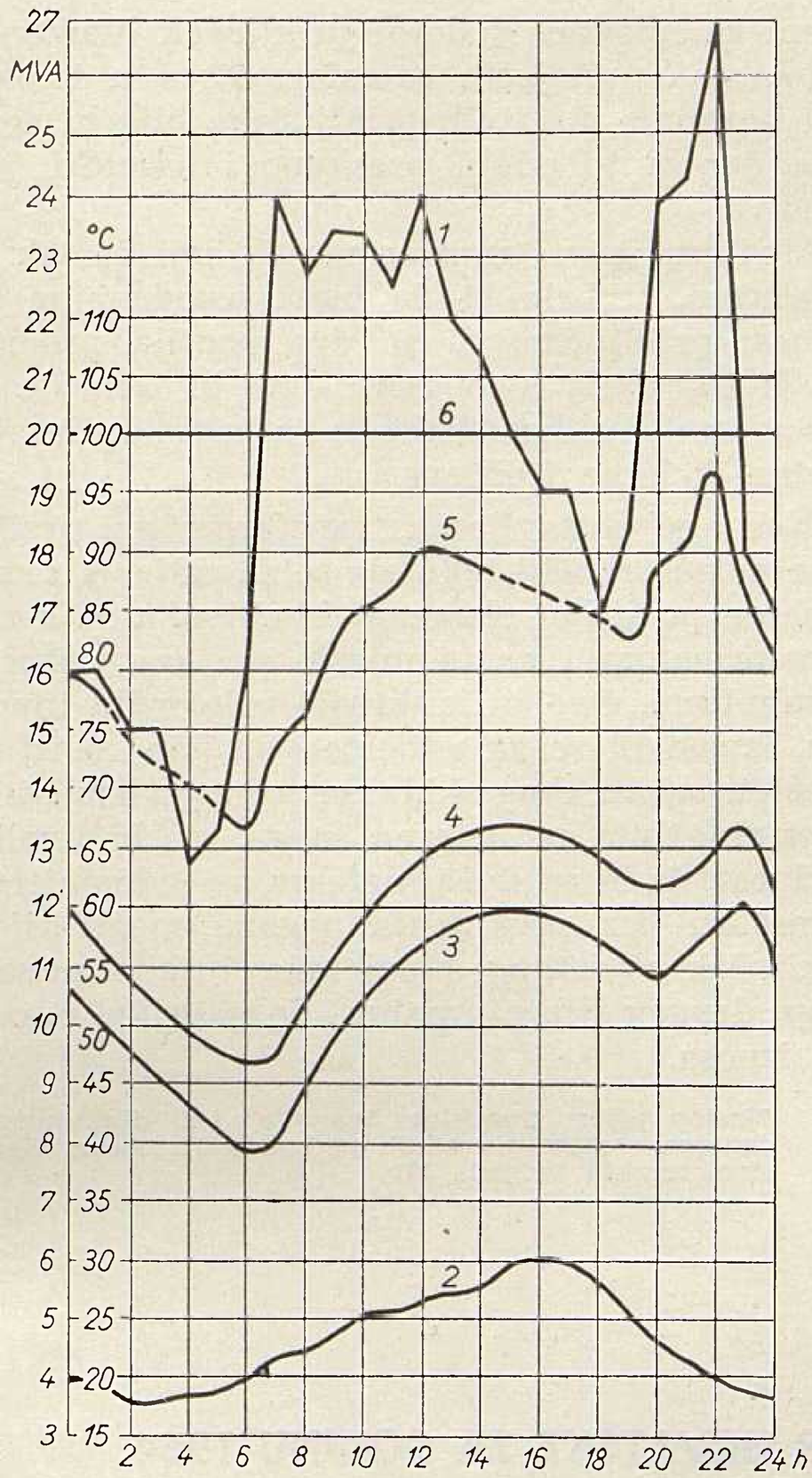
$$\Delta t_2' = \Delta t \cdot p_2^{1,6} = 20 \cdot 1,5^{1,6} = 38\ ^\circ C$$

Iz ovog proizlazi, da kod preopterećenja, koja se kreću iznad 30 % može doći do pregrijanja bakra, iako bi temperatura ulja ostala u dopuštenim granicama, pa iz tih razloga treba nastojati da temperatura ulja bude što niža.

Ovim je postupkom dobivena krivulja 5 u slici 4. Crtkani dio krivulje temperature bakra u stvari nije definiran, jer je u tom periodu temperatura bakra nešto niža od crtkano naznačene krivulje tj. ispod 20 °C, ali za naša razmatranja ovaj dio krivulje nije ni interesantan, jer u ovom razdoblju ne može ni doći do opasnog zagrijavanja bakra.

Iz gornjeg razmatranja proizlazi da nam trajnije preopterećenje transformatora ograničava kako temperatura namota, za koju se ne preporuča da prelazi 105 °C, tako isto i temperatura ulja, koja ne bi smjela prelaziti 80 °C. Poznavajući temperaturu ulja u pojedinom trenutku, mogli bi iz naprijed navedenih jednadžbi izračunati i temperaturu namota. Tvornice transformatora međutim preporučaju da temperaturni pad bakar-ulje ne prelazi vrijednost od 36°C, što prema naprijed izračunatom, odgovara opterećenju od cca 145 %, pa je i ovo jedan od uvjeta koji mora biti zadovoljen, ako želimo da ne dođe do oštećenja na transformatoru zbog preopterećenja.

Naprijed razmatrano stanje u transformatoru sa stanovišta bakra i ulja bilo bi s tog stanovišta u redu. Interesantno je međutim ustanoviti, da li postoji još neko »usko grlo« koje može predstavljati granicu opterećenja. Kao moguća »uska grla« mogla bi se pojaviti regulaciona sklopka i provodni izolatori. U principu oba ova elementa znatno su predimenzionirana, ali bi ipak radi si-



Sl. 4. Dijagram temperatura ulja i bakra kod nekog zamišljenog opterećenja na transformatoru 20 MVA, 110/35 kV u Međuriću za jedan ljetni dan (s ugrađenim hladionikom)

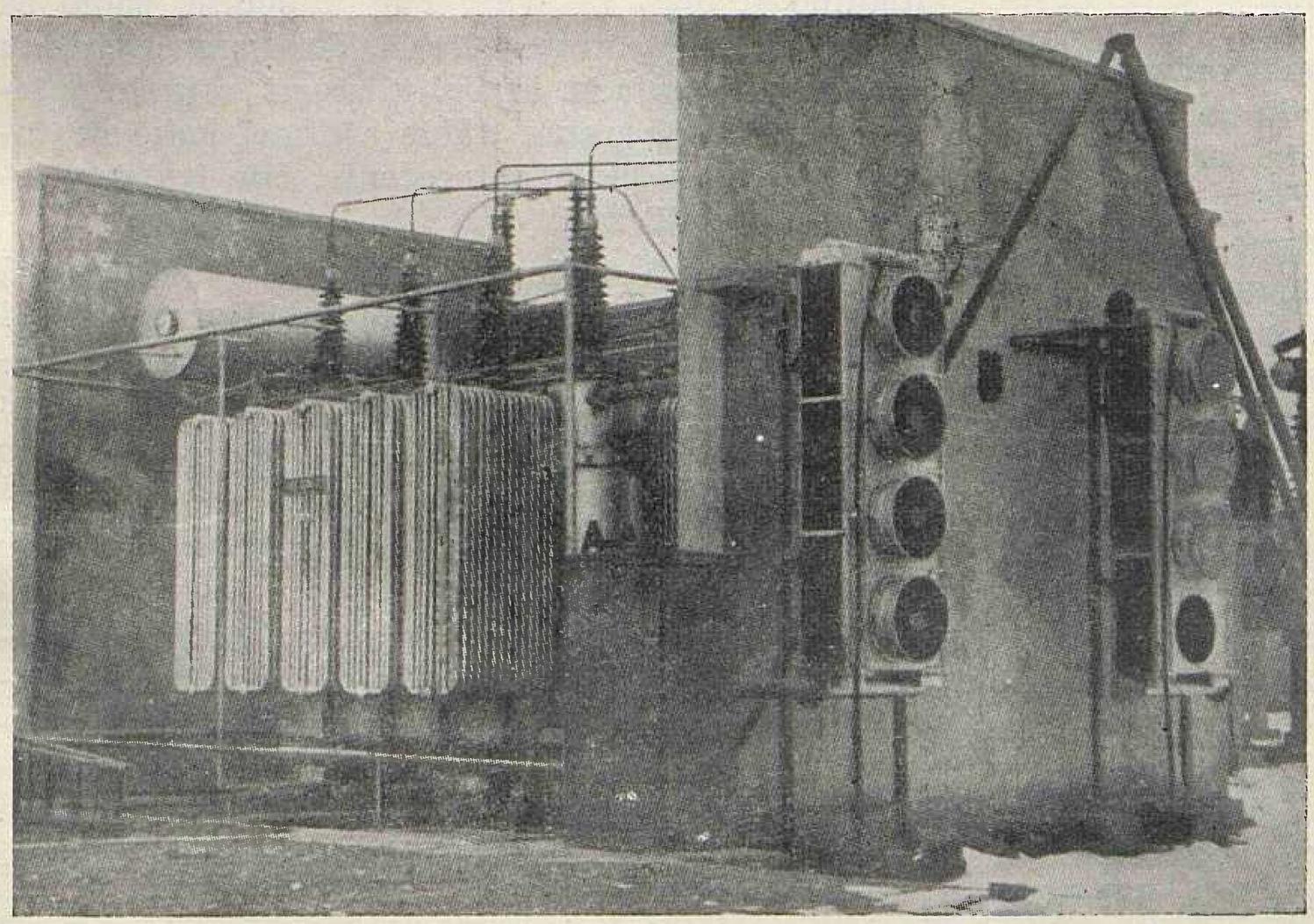
1 — opterećenje transformatora
2 — vanjska temperatura zraka
3 — temperatura ulja kroz hladionik
4 — temperatura ulja pod poklopcem
5 — temperatura bakra
6 — nominalna snaga transformatora

gurnosti trebalo provjeriti da li tu postoje neka ograničenja.

Da bi provjerili, da li naša razmatranja i pretpostavke o zagrijavanju transformatora i temperaturama u njemu odgovaraju stvarnom stanju, bit će potrebno u pogonu kod preopterećenja izmjeriti temperaturu namota. Osim toga bilo bi poželjno da se transformatoru u transformatorskoj stanici Međurić ugradi termoslika. Što se tiče mjerenja temperature namota pod opterećenjem, tvornica Rade Končar ima razrađenu metodu i aparaturu za to mjerenje, pa će se u suradnji s njima u toku ovog ljeta nastojati izvršiti potrebna mjerenja. To bi svakako upotpunilo naša saznanja o mogućnosti preopterećenja transformatora.

Postavljanje dodatnog hladionika na transformator u transformatorskoj stanici Međurić

U slici 5 prikazan je transformator u spomenutoj stanici neposredno nakon priključka jednog dodatnog hladionika. Drugi hladionik (u slici 5 desno) nije bio priključen, jer je na varnim mjestima propuštao ulje. Kako se na slici vidi nedostaje mu i jedan od 4 ventilatora. Hladionici su montirani uz sam zid transformatorske ćelije na koju se i naslanjaju, a stoje na temeljima napravljenim posebno za njih. Rad hladionika je relativno miran, tako da ne pravi neku jaču dodatnu buku, a do sada (nakon 3 mjeseca) nije se primijetilo ništa sumnjivo u njegovom radu. Jedan je hladionik priključen s desne strane na mjestu skinutog elementa vlastitog hladionika, dok će priključak drugog hladionika biti izvršen dijagonalno na drugoj strani transformatora i to radi toga da se postigne što ujednačenije miješanje ulja. Sada, naime, dok radi samo jedan hladionik, kako je već spomenuto, postoji razlika temperature ulja pod poklopcem i onog kroz hladionik u iznosu od 7°C, što ukazuje na nejednako miješanje ulja. Dijagonalnim priključkom dodatnih hladionika i ovaj će problem biti potpunije riješen.



Sl. 5. Izgled transformatora u TS Međurić nakon postavljenja dodatnih hladionika

Zaključak

Ostvareni rezultati sa prisilnim hlađenjem na transformatoru u transformatorskoj stanici ulijevaju nade, da je postignuto ono što se očekivalo. Primjena ovakovih hladionika za privremeno povećanje snage na transformatoru, kao što je i naprijed izloženo, znatno je šira. Iako je transformator u pogonu relativno siguran elemenat, kvarovi ipak nisu rijetka pojava. A u slučaju kvara na jednoj od dviju jedinica u onim stanicama gdje imamo dva transformatora, druga jedinica nije u stanju da preuzme cjelokupni teret, pa su redukcije neminovne. Kada bi međutim imali na raspolaganju jedan pokretni hladionik rashladnog učina 80 kW, a na transformatorima izvedene ventile za njegov priključak, za vrijeme samog pogona transformatora mogli bi hladionik staviti u pogon i njime povećati snagu transformatora do iznosa od 135 % u ljetnim i čak do 150 % u zimskim mjesecima i to na transformatorima snage 20 i 31,5 MVA.

Kako će većina naših transformatorskih stanica u skoroj budućnosti imati dva transformatora, ovo je razmatranje interesantno za sve transformatorske stanice. Postoji međutim poteškoća u tome, što naši transformatori nisu predviđeni za nikakav dodatni priključak hladionika, a doprema postojećih transformatora u tvornicu radi ugradnje dodatnih priključaka bila bi nemoguća, jer bi to bilo i preskupo i tehnički teško izvedivo.

Međutim novi transformatori, koji će tek biti isporučeni, trebalo bi da budu izvedeni za mogućnost priključka, tj. sa dva ventila promjera 120 Ø. Ugradnja ovih ventila ne bi izazvala niti bitnu izmjenu konstrukcije, a niti bi izazvala osjetne dodatne troškove.

Kod već postavljenih transformatora problem bi se mogao riješiti tako, da se za vrijeme remonta skine po jedan elemenat hladionika sa svakog transformatora i na to mjesto postave ventili sa prirubnicom. Ovo bi iziskivalo vrlo malu investiciju, izvelo bi se za vrijeme godišnje revizije, a transformatoru zbog skidanja jednog elementa ne bi osjetno bila reducirana snaga, ali bi imali tu prednost, da bi za slučaj defekta na jednom transformatoru bez prekidanja pogona mogli riješiti priključak dodatnog hladionika i tako povećati snagu drugog trnasformatora do naprijed navedenih iznosa.

Naslov pisca: Tomislav Pavlović, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

TOPOGRAFSKI DIJAGRAM IZOHRONA SR HRVATSKE ZA GODINU 1964.

Franjo Černohous, Zagreb

Za opterećenje elektroenergetskog sistema u Hrvatskoj tokom 1964. izgrađen je dijagram izohrona za svaki puni sat od 1 do 24 sata, na bazi opterećenja karakteristične srijede u mjesecu. Na temelju slike opterećenja dan je komentar za energetsko stanje u pojedinim mjesecima.

DK 621.31.01

Uvod

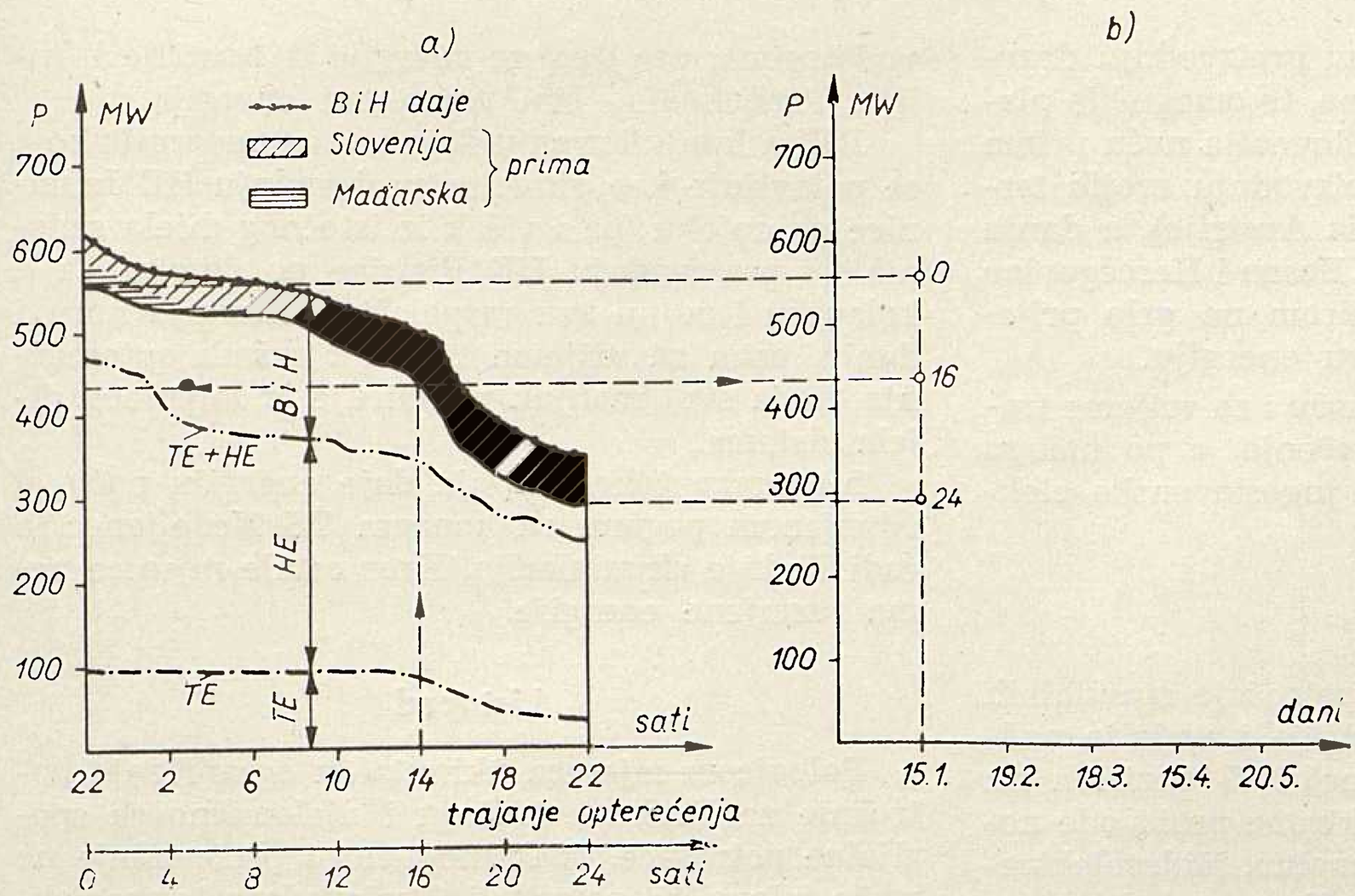
Topografski dijagram izohrona rađen je za ovu godinu ne samo sa svrhom da se dade grafički prikaz potražnje, proizvodnje, nabave i izvoza električne energije, već da se i komparacijom niza godina, a na jedan relativno jednostavan način, omogući sagledavanje svih onih pravilnosti i nepravilnosti, koje pojedinu godinu karakteriziraju. Rađen je na temelju srednjesatnih podataka prema evidenciji Dispečerske službe SR Hrvatske.

Bazu spomenutog dijagrama čini dnevni dijagram opterećenja, transformiran u ekvivalentni dijagram trajanja opterećenja. Sama konstrukcija dijagrama jasna je iz slijedećeg prikaza:

Uzmemo krivulju trajanja opterećenja za određeni dan, npr. za 15. 1. 1964. Opterećenje $P = 435$ MW traži se tokom dana kroz vrijeme $t = 16$ sati. Jednu tačku izohrone dobivamo tako, da u dijagramu izohrona nanesemo na apscisu dan tj. 15. 1, a na ordinatu opterećenje $P = 435$ MW. Radimo li tako za svaki dan u godini, samo za opterećenje koje traje 16 sati, dobivamo izohronu dotičnog trajanja tj. krivulju istoga trajanja opterećenja. Iz dijagrama dakle vidimo, kako se tokom godine mijenja opterećenje, čije trajanje iznosi dnevno 16 sati.

Označimo li izohrone vremenom trajanja od 0, 1, 2, ... 24, to će nam izohrona 0 predstavljati dnevno maksimalno, a izohrona 24-dnevno minimalno opterećenje. Unesemo li u dnevni dijagram opterećenja, odnosno u dijagram trajanja opterećenja i odgovarajuće krivulje korištene termo i hidro-snage, nabave i izvoza, dobili smo potpuni topografski dijagram.

Topografski dijagram je rađen za karakterističnu srijedu u mjesecu. U svakom mjesecu odabrana spomenuta srijeda karakterizira prema tome određeni mjesec, a to nam je za jedan kvalitativan prikaz posve dovoljno. Kod toga ne treba zaboraviti da je za odabrane srijede prikaz i kvantitativan.



Sl. 1a. Krivulja trajanja opterećenja za dan 15. 1. 1964.

1b. Topografski dijagram izohrona za 1964.

Radi preglednosti dijagrama ucrtane su u potpunosti samo izohrone potražnje (konzum) 0—24, dok su za korištenu termo i hidro-snagu, te nabavu i izvoz, ucrtane samo izohrone maksimalne i minimalne snage (0 i 24). Kod toga su, opet radi preglednosti, iscrtkane one površine koje se odnose na nabavu od susjednih republika ili izvoz, a sa svrhom da bude vidljivo i učešće ostalih.

Razmatranje

Ako se u topografskom dijagramu, pomoću maksimalnih i minimalnih vrijednosti (kao karakterističnih stanja) tj. izohrona 0 i 24, informiramo najprije o potražnji snage, zatim o korištenoj termo i hidro-snazi, onda su nam odmah uočljive ne samo naše mogućnosti (s obzirom na proizvodne kapacitete koji su u pogonu, dotoke i stanja u akumulacionim bazenima) već i udjeli naših susjeda, kako u dobavi, tako i u izvozu (crtkane površine), dani u daljnjem izlaganju po mjesecima.

Siječanj

Ograničenja specijalnih potrošača u potrošnji električne energije, koja su počela koncem 1963. godine, su i dalje na snazi. Mogućnost proizvodnje energije i usprkos ograničenja ne može udovoljiti potražnji. Radi ograničene dobave ugljena i s time u vezi nametnute štednje goriva, termoelektrane proizvode noću minimalno. Čak se noću obustavlja pogon pojedinih jedinica u cilju, da se osigura danju što veća proizvodnja. Termoelektrane ipak ne uspijevaju postići svoju maksimalnu proizvodnju, zbog niza teškoća izazvanih niskim temperaturama. Hidroelektrane proizvode prema potrebi, uz maksimalnu štednju akumulacija, osobito noću.

Slovenija podmiruje svoj manjak energije dobavom iz Hrvatske. Od BiH Hrvatska preuzima svu raspoloživu energiju do granice prijenosa na vodovima Jajce—Mraclin i Split—Mraclin. Noću manja, a danju veća količina te energije podmiruje manjak na području sjeverozapadne Hrvatske, dok se ostatak transportira u Sloveniju. Samo nekoliko dana u mjesecu Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra, a kao uzvrat za snabdijevanje konzuma Subotice.

Veljača

Osim specijalnih potrošača, ograničenjem potrošnje energije obuhvaćena je i široka potrošnja. Mogućnost proizvodnje energije danju ne može udovoljiti potražnji. Termoelektrane proizvode noću po potrebi, a danju maksimalno. Zbog povoljnih hidroloških prilika u Gorskom Kotaru, proizvodnja hidroelektrana je noću povećana u odnosu na siječanj, ali se danju znatno smanjuje zbog defekta generatora u HE Split. Slovenija noću preuzima viškove hidroenergije iz Hrvatske uz minimalnu proizvodnju svojih termoelektrana i uvoz energije iz Austrije, a danju daje svu raspoloživu energiju uz maksimalnu proizvodnju termoelektrana i uvoz. Bosna i Hercegovina preuzima noću dio viškova hidroenergije iz Hrvatske, a danju dio slovenske energije, koji se pojavljuje kao višak.

Ožujak

Ukidaju se ograničenja široke potrošnje. Mogućnost proizvodnje energije danju ne može udovoljiti potražnji. Termoelektrane proizvode noću, kao i za vrijeme trajanja poslijepodnevnog minimalnog opterećenja minimalno, a preostalo vrijeme maksimalno. Defekti nekih proizvodnih jedinica uzrokuju smanjenu proizvodnju termoelektrana. Zbog povoljnih hidroloških prilika u Gorskom Kotaru i Dalmaciji, hidroelektrane proizvode maksimalno.

Da bi osigurala maksimalnu proizvodnju dravskih hidroelektrana tokom dana, te omogućila plasman viškova hidroenergije, Slovenija noću prima maksimalno (uz smanjenu proizvodnju svojih termoelektrana i uvoz energije iz Austrije), a danju daje svu raspoloživu energiju. Bosna i Hercegovina noću daje maksimalno s obzirom na grlo prijenosa, a danju svu raspoloživu energiju.

Mađarska prima energiju noću i za vrijeme trajanja večernjeg vršnog opterećenja, a po nalogu Dispečerske službe Zajednice jugoslavenske elektroprivrede (DS ZJE).

Travanj

Ukinuta su i ograničenja potrošnje specijalnih potrošača. Mogućnost proizvodnje i nadalje nadmašuje naše potrebe samo noću. S obzirom na raspoložive jedinice, termoelektrane proizvode noću minimalno, a danju maksimalno. Hidroelektrane proizvode prema mogućnostima s obzirom na dotoke i režim punjenja akumulacija.

Slovenija noću prima viškove hidroenergije uz minimalnu proizvodnju svojih neekonomičnih termoelektrana, a danju daje svu raspoloživu energiju.

Od BiH se preuzima sva raspoloživa energija, noću uz minimalnu, a danju uz maksimalnu proizvodnju termoelektrana.

Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra i Ajke (po nalogu DS ZJE).

Svibanj

Koncem mjeseca opet su počela ograničenja potrošnje specijalnih potrošača. Mogućnost proizvodnje energije još uvijek danju ne može udovoljiti potražnji. Termoelektrane proizvode maksimalno zbog štednje akumulacija, a hidroelektrane prema potrebi.

Od Slovenije je preuzeta sva raspoloživa energija (uz maksimalnu proizvodnju termoelektrana i uvoz energije iz Austrije).

BiH raspolaže izvjesnim viškom energije samo noću, a danju je prisiljena pokriti manjak Hrvatske, usprkos tome što inzistira na razmjeni MWh/h, jer HE Jablanica regulira frekvenciju sistema.

Lipanj, srpanj, kolovoz, rujan

Na snazi su i ograničenja široke potrošnje. Mogućnost proizvodnje ne može udovoljiti potražnji. Termoelektrane proizvode uglavnom maksimalno. U srpnju su u pogonu gotovo sve raspoložive proizvodne jedinice, pa termoelektrane u rujnu postižu svoju najveću proizvodnju. Hidroelektrane proizvode noću minimalno. Radi štednje akumulacija, a s ciljem da se danju omogući maksimalno korištenje, obustavlja se noću kompletan pogon pojedinih hidroelektrana.

Slovenija raspolaže viškovima energije, koji su rezultat ne samo povećanja dotoka na njenim vodotocima, već i uvoza energije iz Austrije i Italije. Preuzimamo svu ponuđenu energiju.

BiH u lipnju i srpnju daje svu onu energiju koja se pojavljuje kao višak uz proizvodnju HE Jablanice po dotoku (pa i višak iz istočnog dijela sistema uz proizvodnju HE Bistrice po dotoku), a u kolovozu i rujnu svu raspoloživu energiju noću i danju, osim za vrijeme trajanja vršnih opterećenja, kada svoj manjak podmiruje iz zapadnog dijela sistema.

Mađarska tokom lipnja daje energiju noću, u odvojenom pogonu za konzum TS Nedeljanec, a radi štednje akumulacija. Kroz ostale mjesece nema razmjene energije.

Listopad

Polovicom mjeseca ukinuta su ograničenja potrošnje za široku potrošnju i djelomično za specijalne potrošače. Ipak mogućnost proizvodnje ne može udovoljiti potražnji. Proizvodnja termoelektrana se smanjuje na minimum, a proizvodnja hidroelektrana zbog obilnih kiša naglo raste.

Slovenija noću preuzima viškove hidroenergije, uz smanjenu proizvodnju termoelektrana i hidroelektrana na Dravi, a danju daje svu raspoloživu energiju.

Od BiH Hrvatska preuzima ponuđeni višak hidroenergije, a danju svu raspoloživu energiju. Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra.

Studeni

Prestala su ograničenja potrošnje. Mogućnost proizvodnje energije danju ne može udovoljiti potražnji. Termoelektrane proizvode noću minimalno, a danju maksimalno. Zbog izvanrednih hidroloških prilika hidroelektrane proizvode noću prema potrebi, a danju maksimalno.

Slovenija noću prima energiju prema potrebi, a danju daje svu raspoloživu energiju.

Od BiH Hrvatska noću prima energiju prema potrebi, a danju svu ponuđenu energiju (osim u poslijepodnevnim satima).

Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra.

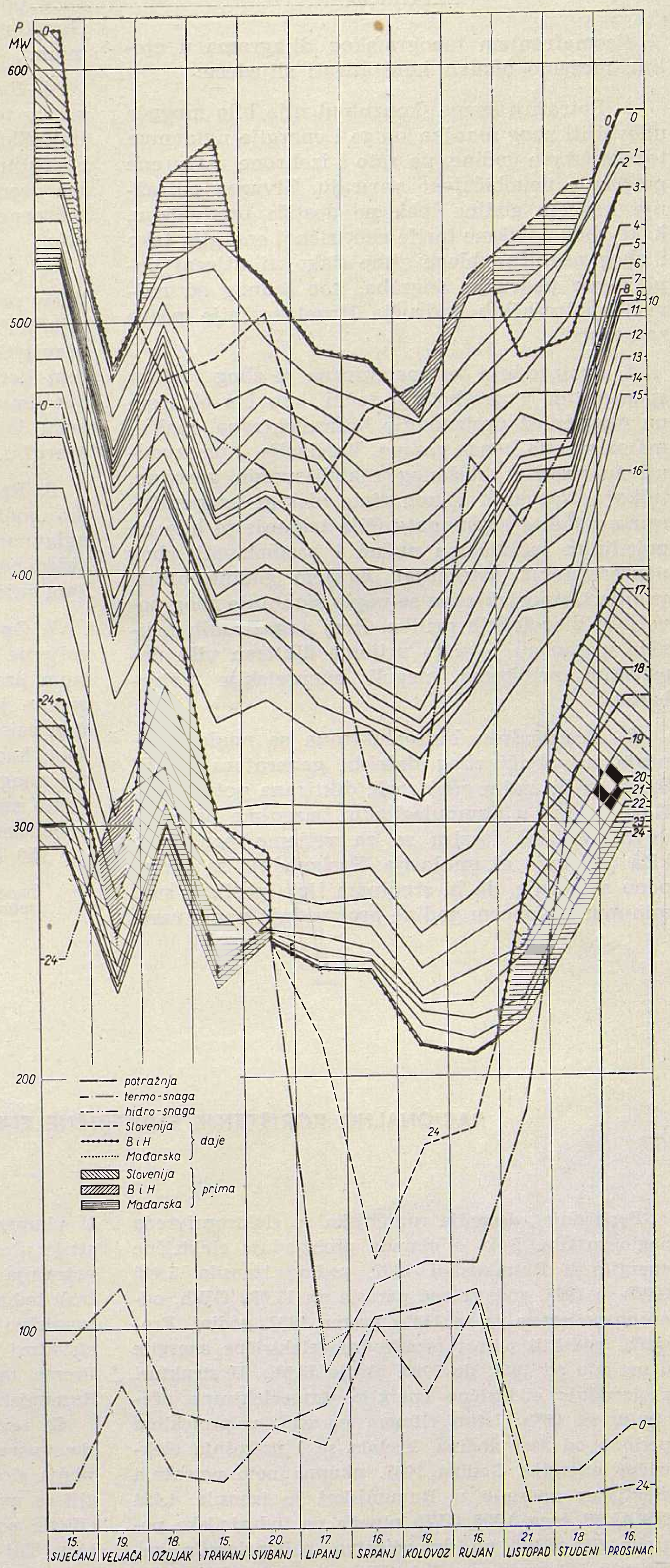
Prosinac

Mogućnost proizvodnje energije ne može i nadalje danju udovoljiti potražnji. Termoelektrane proizvode noću minimalno, a danju maksimalno. Hidroelektrane proizvode noću prema potrebi, a danju maksimalno.

Slovenija noću prima energiju prema potrebi, a danju daje svu raspoloživu energiju.

Od BiH noću Hrvatska prima energiju prema potrebi (uglavnom za potrebe Slovenije), a danju svu ponuđenu energiju.

Samo nekoliko noći u mjesecu, Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra, a kao uzvrat za snabdijevanje konzuma Subotice.



Sl. 2. Topografski dijagram izohrona SR Hrvatske za 1964.

Zaključak

Promatranjem topografskog dijagrama u cjelini, možemo odmah konstatirati slijedeće:

1. Potražnji snage (konzumu) nije bilo moguće udovoljiti zbog manjka snage i energije uglavnom tokom čitave godine, pa zato i izohrone ostvarene potražnje neuobičajeno variraju. Stvarna potražnja koncem godine ipak ne dostiže predviđenu, kako zbog povišene tarife električnoj energiji, tako i zbog neobično blage zime (iako ni utjecaj poplave na području Zagreba, kao jednog od najvećih potrošačkih područja Hrvatske, nije posve zanemariv).

2. Proizvodnja termoelektrana je zbog razloga spomenutih u prethodnoj tački, kao i s obzirom na mogućnost proizvodnje hidroelektrana, maksimalna sve do konca godine. Varijacije u proizvodnji su rezultat otežanog snabdijevanja gorivom, teškoća izazvanih tokom zime niskim temperaturama, defekta i remonata (čije trajanje je bilo na pojedinim jedinicama nužno i produžavati, zbog nepredviđenih oštećenja). Krajem godine proizvodnja termoelektrana se naglo smanjuje zbog povoljnih hidroloških prilika. Broj angažiranih jedinica u pogonu je u to vrijeme diktiran više naponskim prilikama, negoli energetskim potrebama.

3. Proizvodnja hidroelektrana se naglo smanjuje u veljači zbog defekta generatora u HE Split, da bi zatim opet rasla diktirana potrebama. Kako stanja u akumulacionim bazenima nisu zadovoljavajuća, forsira se za vrijeme proljetnih kiša punjenje akumulacija. Proizvodnja se postepeno smanjuje, da bi sredinom ljeta postigla svoj minimum. Koncem godine proizvodnja naglo raste zbog povoljnih hidroloških prilika u Dalmaciji i Gorskom Kotaru i postiže u prosincu svoj maksimum.

4. Razmjena energije sa Slovenijom je intenzivna tokom čitave godine. Koncem proljeća i ljeti Slovenija daje noću i danju svu raspoloživu energiju, dok kroz preostali dio godine noću prima prema potrebi i omogućava plasman viškova hidroenergije, a danju daje svu raspoloživu energiju.

5. Od BiH je zimi (osim veljače) i većim dijelom proljeća noću preuzeta ona raspoloživa energija, koja se je s obzirom na grla prijenosa mogla prenijeti, a danju sva raspoloživa energija. Koncem ljeta BiH prima energiju za vrijeme trajanja dnevnog vršnog opterećenja. Koncem godine noću daje prema potrebi, a danju svu raspoloživu energiju.

6. Razmjena energije s Mađarskom je za veći dio godine otkazana. Mađarska prima energiju uglavnom u vrijeme kada se pojavljuju viškovi hidroenergije i to u odvojenom pogonu, s izuzetkom mjeseca lipnja, kada daje energiju noću.

7. Operativno osoblje je osim brigom za zadovoljenje potražnje, bilo i opet suočeno sa problemom preopterećenja pojedinih vodova. Početkom godine je prijenos vodovima Jajce-Mraclin korišten zaista maksimalno, pa je i osoblje HE Vinodola, kao elektrane koja je učestvovala u regulaciji snage razmjene na tim vodovima, bilo izvrgnuto znatnom naporu. Koncem godine usko grlo prijenosa predstavljao je povremeno transformator 150 MVA, 220/110 kV u TS Mraclin.

Naslov pisca: Franjo Černohous, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

RACIONALNO KORIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U RUMUNJSKOJ

Posljednjeg decenija rumunjska se elektroprivreda naglo razvila. Dok je ukupna proizvodnja električne energije u Rumunjskoj 1957. godine iznosila 5.440 GWh, u 1963. god. je već narasla na 11.682 GWh, odnosno povećana je za 115% prema 1957. godini. Prosječni godišnji porast proizvodnje električne energije u periodu od 1957. do 1963. bio je 13,5%. U strukturi proizvodnje električne energije termoelektrane učestvuju sa 95%. Istim ritmom porasta, u proteklom periodu od šest godina, kretala se i potrošnja električne energije. Godine 1957. ukupna neto potrošnja električne energije u Rumunjskoj je iznosila 4.424 GWh, od čega 3.495 GWh otpada na industrijske potrebe, 786 GWh na domaćinstva, poljoprivredu, zanatstvo i trgovinu, a 149 GWh na električnu vuču. U ukupnoj neto potrošnji električne energije industrija učestvuje sa 79%. U 1963. godini ukupna neto potrošnja je dostigla 9.510 GWh, a od toga 7.265 GWh troši industrija, 1964 GWh domaćinstva, poljoprivreda, zanatstvo i trgovina i 281 GWh električna vuča. U strukturi neto potrošnje industrija sačinjava 72%. Prema tome, najveći potrošač električne energije u Rumunjskoj je industrija.

Sa razradom prvog plana elektrifikacije Rumunjske uporedo je postavljen problem racionalnog korištenja električne energije. Ušteda na električnoj energiji se može postići, u prvom redu, smanjenjem specifične potrošnje električne energije kod svih potrošača. Taj zadatak je od velikog ekonomskog značaja za privredu. Jer, smanjenjem specifične potrošnje elek-

trične energije samo za 1% u industrijskom sektoru u odnosu na nivo ukupne potrošnje u 1962. god. ekvivalentan je uštedi od 30.000 tona konvencionalnog goriva.

Pošto je uočena važnost učešća potrošnje u industriji u ukupnoj potrošnji električne energije, u prvoj etapi akcija na racionalizaciji je, prije svega, sprovođenja u oblasti industrije.

Kontrola racionalnog korištenja električne energije kod industrijskih poduzeća, transporta, poljoprivrede i dr. još je od 1954. godine zadatak energetske inspekcije, koja, bilo po svom vlastitom nahođenju ili na zahtjev zainteresiranog poduzeća, istražuje kako dotično poduzeće koristi električnu energiju, daje savjete i izvršne preporuke koje se odnose na poboljšanje stanja instalacija kao i tehnoloških procesa.

Ekonomska mjera u obliku primjene tarifa

Da bi se stimulirali potrošači na racionalnije korištenje električne energije uvedeni su diferencirani tarifni stavovi.

U periodu od 1955, do 1962. kod velikih industrijskih potrošača primjenjivane su binomne tarife koje se sastoje od fiksnog doprinosa za maksimalnu uzetu snagu (kW) u toku mjeseca ili po ugovoru sa potrošačem za bilo koje satove potrošnje i dodatka plaćanja za stvarnu potrošnju (kWh) po tarifnom stavu proporcionalno potrošenoj količini električne energije. Tarifa predviđa povlaštenje za trošenje električne energije noću ili u toku sezone primjenom nižih tarifnih stavova. Štaviše, sistem bonifikacije i penala podstiče potrošače da stalno poboljšavaju svoj faktor snage.

U pogledu drugih kategorija potrošnje primjenjuju se monomne tarife proporcionalno samo potrošenoj količini električne energije.

Od godine 1963. ustanovljene su nove tarife, koje su imale istu strukturu kao prethodne (tj. binomne za velike industrijske potrošače i monomne za ostale potrošače), a koje sadrže povoljnije uslove za racionalno korištenje električne energije. U cilju stimuliranja potrošača da smanje snagu i potrošnju električne energije u satovima vršnog opterećenja, uveden je fiksni doprinos na uzetu snagu, kao i tarifni stav za potrošnju električne energije koji zavise od satova trošenja električne energije u toku dana. Tarife za potrošnju u satovima vršnog opterećenja su mnogo više od tarifa za potrošnju u ostalo doba dana.

U cilju stimuliranja povećanja potrošnje električne energije u domaćinstvima primjenjuju se monomne regresivne tarife i specijalne tarife za noćnu potrošnju. Na isti način su određene tarife koje podstiču upotrebu električne energije u poljoprivredi. U tu svrhu primjenjuju se tarife sa nižim tarifnim stavovima i dodatna sniženja za potrošnju u noćnom periodu.

Za velike potrošače koji bitno smanjuju potrošnju električne energije u periodu vršnog opterećenja elektroenergetskog sistema, kao i za sezonske potrošače, predviđa se povlastica u vidu osjetnog smanjenja fiksnog doprinosa na snagu.

Planovi tehničkih mjera

Za praktičnu aktivnost energetičara industrijskih poduzeća naročito su važni planovi tehničkih mjera i specijalne organizacije, usmjereni za ovu svrhu.

Plan mjera, razrađen u zajedničkoj saglasnosti tehničara i energetičara poduzeća, sadrži ujedno mjere namijenjene smanjenju gubitaka energije i mjere za poboljšanje tehnoloških procesa. Ponekad se predlaže da se zamijeni jedna vrsta energije drugom koja ima prednost za odnosni proces i narodnu privredu ili da se stare mašine zamijene savremenijom konstrukcijom da bi se osigurao visoki stepen iskorištenja u tehnološkom i energetskom pogledu.

U periodu od 1958. do 1960. razrađeni su planovi ekonomskih mjera za 1300 industrijskih poduzeća čija je ukupna neto potrošnja tada dosizala godišnje oko 4.000 GWh. Ovi planovi pokazuju mogućnost da se može godišnje ostvariti smanjenje potrošnje za 510 GWh tj. 12,8% od ukupne potrošnje industrijskih poduzeća. Planirano je smanjenje potrošnje godišnje 315 GWh do kraja 1962. godine tj. 7,9% od ukupne potrošnje. Međutim, stvarno je postignuta ušteda od 185 GWh godišnje tj. 4,65%. Mada to smanjenje potrošnje predstavlja samo 60% od predviđenog, ipak se smatra da su postignuti rezultati zadovoljavajući.

Isto se tako pridaje naročita pažnja racionalizaciji proizvodnje, razvoda i upotrebe komprimiranog zraka, poboljšanju faktora snage i reguliranju krivulje opterećenja.

U 1962. planovi na uštedi električne energije su stupili na snagu kod većeg broja industrijskih poduzeća i praktički kod svih velikih potrošača električne energije. U toku samo te godine primjenom planskih tehničkih mjera postignuta je ušteda na električnoj energiji od okruglo 400 GWh.

Poboljšanje faktora snage

Ušteda na električnoj energiji u proteklom periodu je ostvarena poboljšanjem faktora snage (cos φ) a time znatnim smanjenjem gubitaka energije u mrežama prijenosa i distribucije, što sačinjava oko 30% od ukupno postignute uštede električne energije.

Od godine 1955. počele su se primjenjivati sistematske mjere u pogledu poboljšanja faktora snage kod industrijskih potrošača uvodeći sistem bonifikacije i penala u tarifama za električnu energiju.

Plan ovih mjera bio je sproveden u više etapa. Tako je, na primjer, u početku minimalna vrijednost faktora snage utvrđena sa 0,75, zatim je povećana na 0,85 i sredinom 1963. god. na 0,90. Primjenom ovih mjera, kako na prirodan način, tako i montažom uređaja za umjetnu kompenzaciju reaktivne snage, postignuta je prosječna vrijednost faktora snage kod industrijskih potrošača 0,917 u 1963. godini prema 0,690 u 1955.

U tablici 1 prikazan je razvoj prosječnog faktora snage u raznim industrijskim granama i u cjelini za velike potrošače električne energije u periodu od 1955. do 1963.

Brz uspjeh u poboljšanju faktora snage je postignut stvaranjem potrebne materijalne baze u Rumunjskoj

Tablica 1

Industrijska grana	Prosječna vrijednost faktora snage krajem godine						
	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.	1963.
Petrolejska industrija	0,54	0,63	0,65	0,75	0,75	0,85	0,900
Kemijska industrija	0,83	0,81	0,83	0,83	0,83	0,85	0,925
Cementna industrija	0,73	0,76	0,78	0,85	0,87	0,89	0,920
Industrija mašinskih konstrukcija	0,73	0,76	0,80	0,81	0,82	0,87	0,910
Tekstilna industrija	0,70	0,78	0,78	0,76	0,81	0,82	0,910
Crna metalurgija	0,83	0,87	0,88	0,82	0,83	0,91	0,915
Industrija papira i celuloze	0,77	0,93	0,92	0,88	0,87	0,87	0,925
Ukupno veliki potrošači	0,69	0,76	0,78	0,80	0,82	0,86	0,917

kao i organizacijom serijske proizvodnje statičkih kondenzatora i sinhronih elektromotora. Intenzivno se uvodi velika primjena sinhronih elektromotora za pokretanje raznih mašina u industriji.

Reguliranje krivulje opterećenja

Reguliranje krivulje opterećenja kod potrošača se postiže kako pomoću općih mjera (reguliranjem stabilizacije granica u kojima se može kretati potrošnja električne energije i razradom programa raznih aktivnosti ekipa u industrijskim poduzećima) a tako i pomoću specijalnih mjera poduzetih u svakom poduzeću. Metoda, koja se mnogo primjenjuje u rumunjskim industrijskim poduzećima, sastoji se u reguliranju rada trošila velike snage sa prekidom na bazi dijagrama opterećenja, a naročito u večernjim satovima. Nastoji se da se prouči, što je moguće razboritije, programiranje radnog režima električnih peći u čeličanama, mogućnost zaustavljanja drobilica ugljena u rudnicima i kod cementne industrije, ukoliko postojeći kapaciteti drobilica premašuju odgovarajuće potrebe tehnoloških linija, a tako i pumpa kompresora i dr. Za neka trošila velike snage, kao na primjer, električne peći za termičku obradu i sl., predviđa se raspored rada u vrijeme slabog opterećenja električne mreže.

Također je vrlo važno razborito planirati generalne popravke instalacija velikih potrošača električne energije, a naročito u zimskom periodu pri vršnom opterećenju.

Zahvaljujući istrajnoj akciji poduzeća u pitanju reguliranja krivulje opterećenja, ostvaren je visoki stepen izravnanja dijagrama opterećenja. Analizom krivulje elektroenergetskog sistema za vrijeme nekih karakterističnih dana omogućeno je da se raspodijeli potrošnja električne energije u toku dana na slijedeći način:

od 6 do 14 h — 33,5 do 34,5%
od 14 do 22 h — 33,5 do 37%
od 22 do 6 h — 29,0 do 31%.

Električna energija potrošena u temeljnoj zoni krivulje opterećenja varira od 80% do 88% od ukupno potrošene energije; ona je proizvedena sa snagom osnove koja sačinjava samo 68% do 83% maksimalno uzete snage.

Večernje vršno opterećenje prelazi samo 12 do 15% vrijednosti dnevnog vršnog opterećenja. Trajanje jednog i drugog zimi dostiže 6 do 7 sati. Ljeti, a naročito u mjesecu julu i augustu, krivulja opterećenja praktički ima samo jedno vršno opterećenje i to uveče u trajanju $1^1/_2$ do 2 sata.

Doprinos industrijskih potrošača na formiranje vršnih opterećenja je znatno slabiji u večernjem periodu, nego danju.

Imajući u vidu da se u narednim godinama predviđa povećana potrošnja električne energije kod potrošača, čiji se rad ne može izbjeći satima vršnog opterećenja, posljednjih su godina izrađene temeljite studije o načinu reguliranja krivulja pomoću tzv. »pufer-trošila«. Proučavajući režim rada nekih velikih trošila električne energije, predloženo je da se izbjegne, ako je tehnički moguće i ekonomski opravdano, njihovo učešće u vršnom opterećenju elektroenergetskog sistema. U konkretnim slučajevima, koji se odnose na ovo proučavanje, konstatirano je da bi bilo svrsishodno i ekonomski od velike prednosti predimenzionirati neke uređaje potrošača tako da se njihov rad može zaustaviti u satovima vršnog opterećenja, a zadržavajući proizvodnju na prvobitnom nivou.

U procesu krekovanja metanskog plina pomoću električnog luka, u jednom kemijskom kombinatu konstatirano je, da je montažom dodatne linije pufer-plinomjera, gdje se akumuliraju plinovi za krekovanje, moguće zaustaviti pogon glavnih električnih instalacija dva puta dnevno u trajanju 4 do 4,5 sati, te da se na taj način postigne smanjenje snage oko 30 MW. Za vrijeme zaustavljanja tehnološki proces se nastavlja akumuliranjem plinova za krekovanje u plinometrima.

Specifične investicije uložene u dodatne instalacije potrošača su 3,5 puta manje od investicija koje bi trebalo uložiti za odgovarajuću snagu u elektrani; štaviše, troškovi eksploatacije su 3 do 4 puta manji u odnosu na potrošnju električne energije u periodu vršnog opterećenja. Ova instalacija može se, sa energetskog gledišta, usporediti sa hidroelektranom akumulacionog tipa.

U cementnoj industriji prostudirane su mogućnosti montaže dodatnih linija drobilica da bi se one mogle dnevno zaustaviti prosječno 6 sati. Ove dodatne instalacije omogućuju zaustavljanje pogona u doba vršnog opterećenja sa snagom od 60% do 70% maksimalno uzete snage cementarna. U pogledu ekonomičnosti rezultati su također povoljni.

Tehničko i ekonomsko proučavanje radnog režima peći za kalcijum-karbid i električnih peći u čeličanama potvrdilo je svrsishodnost njihovog pretvaranja u pufer-potrošače, koji rade u skladu sa unaprijed

utvrđenim dijagramom potrošnje električne energije, sa potpunim zaustavljanjem ili smanjenjem opterećenja u časovima vršnog opterećenja mreže.

Polazeći od unaprijed iznesenih zaključaka prešlo se na instalacije pufer-potrošača koji će igrati važnu ulogu u reguliranju krivulja opterećenja.

U primjeni novog sistema tarifa za električnu energiju, uzeta snaga i potrošnja električne energije (aktivna i reaktivna) se kontroliraju pomoću dvotarifnih brojila sa jednim ili dva indikatora za maksimalnu postignutu snagu u vremenu od 15 minuta.

Normativi potrošnje električne energije

U socijalističkom sistemu, utvrđivanje normativa potrošnje doprinosi racionalnom korištenju goriva, električne energije, primarnih materija i materijala.

Od 1953. godine u glavnim industrijskim granama izrađene su studije da se ustanove bolje metode utvrđivanja normativa potrošnje električne energije po proizvodima.

U 1960. godini i za naredni period veliki potrošači električne energije brižljivo su analizirali svoju energetsku bilancu u cilju poboljšanja tehničkog nivoa korištenja električne energije.

Normativi potrošnje energije za izradu glavnih proizvoda se određuju svake godine državnim planom; za niz drugih proizvoda normative određuju pojedina odjeljenja ministarstva. Uglavnom, mobilizatorski karakter za određivanje normativa potrošnje za sve vrste energije ima energetska inspekcija koja kontrolira normative za svako poduzeće, uzimajući u obzir i materijalne mogućnosti u planskom poduzimanju mjera u cilju ostvarenja uštede električne energije.

Broj proizvoda koji podliježu normativima potrošnje električne energije je povećan od 39 u 1955. na 113 u 1963. godini, a potrebno učešće električne energije za proizvodnju ovih produkata je povećano od 7,5% na 87,7% od ukupne potrošnje električne energije za industrijske svrhe.

U tablici 2 je prikazan razvoj specifične potrošnje električne energije za neke glavne industrijske proizvode.

Direktive Državnog privrednog plana u Rumunjskoj, kojim se predviđa da se u 1965. godini smanje specifične potrošnje električne energije za 11% u odnosu na 1959. godinu uspješno se ispunjavaju.

Tablica 2

Proizvod	Specif. potroš.	Godine				
		1955.	1957.	1960.	1962.	1963.
Elektročelik	kWh/t	—	947	858	833	833,5
Limovi (izuzev cijevi)	kWh/t	—	88	68	59,8	57,25
Limene cijevi	kWh/t	—	341	231	202	209
Priprema ugljena	kWh/t	—	7	6	5,06	4,9
Cement	kWh/t	96	95	88	87,6	90,13
Električno zavarivanje	kWh/t	—	4295	3345	3105	2985
Ekstrakcija petroleja	kWh/t	31	27	27	26,8	25,2
Rafinacija petroleja*	kWh/t	9	16	18	17,81	18,35
Pređenje pamuka**	kWh/t	—	49	46	50	48,75

* U stvari povećanjem stupnja rafinacije petroleja specifična potrošnja električne energije je povećana u periodu od 1957. do 1960. godine.

** Posljednjih godina stepen elektromehanizacije predionica pamuka je povećan, a time je porasla i specifična potrošnja električne energije u periodu od 1960. do 1962. god.

Literatura:

1. *L'Electrification en Roumanie*, Bucarest, 1964.
2. *Organisation du controle de l'utilisation de l'énergie électrique et influence des bilans électro-energetiques et des plans de mesures techniques et d'organisation sur l'économie de l'énergie électrique* (Roumanie) VAR /SYMP/ D., 32, Symposium relatif à la rationalisation de la consommation de l'énergie électrique, Varsovie, 22—25 mai 1962.

Vladimir Zloković, dipl. ing.

ISPITIVANJE UREĐAJA ZA AUTOMATSKO UPRAVLJANJE KONDENZATORSKIH BATERIJA

Od momenta kada je uveden tarifni sistem za obračun električne energije koji uzima u obzir utrošak jalove energije, znatno je porastao interes potrošača (osobito onih većih) za poboljšanje faktora snage. Ta pozitivna tendencija dolazi svakodnevno sve više do izražaja i to na opću korist potrošača i distributera. Rezultati tih težnji već su danas vrlo evidentni i znatan je broj potrošača, koji su uložena sredstava za popravak faktora snage amortizirali, dok su distributivna poduzeća rasteretila svoja postrojenja.

Međutim, svrha ovog prikaza nije da ulazi u ekonomske analize opravdanosti poboljšanja faktora snage, jer je to već na mnogim mjestima napisano i dokazano. Ovom prilikom želim govoriti o uređajima za automatsko upravljanje kondenzatorskih baterija koje nailaze na najširu primjenu u praksi. Što se tiče dimenzioniranja ovih baterija i tu su stvari vrlo dobro poznate, a i sami proizvođači ovih uređaja daju iscrpne podatke za proračun. Prema tome, ovdje neće biti govora ni o tome. Svrha je ovog članka da stručnjacima u praksi, koji se bave ovim područjem, pruži metodu kojom mogu na brz i jednostavan način ispitati ove uređaje i udesiti ih za najracionalniji rad.

Kako je poznato, kondenzatorske baterije za popravak faktora snage podijeljene su u stepene, čijim uklapanjem, odnosno isklapanjem upravlja za vrijeme pogona posebni relejni uređaj preko sklopnika. Proračun za udešenje ovih releja daju proizvođači u svojim uputstvima, te se na osnovu njih vrše udešenja releja za svaki pojedini pogonski slučaj. Mjerni organi za upravljanje izvedeni su kao relejni sistemi, te njihova preciznost ne može biti takova kao kod mjernih instrumenata. Tako npr. tačnost ovih mjerenja releja koje proizvodi tvornica »Iskra« iznosi ± 4% vrijednosti gornjeg udešenja. Ukoliko udešena vrijednost odstupa od krajnjih granica date tačnosti ili

čak i više, može to biti ozbiljan razlog za nepravilan rad čitavog kondenzatorskog uređaja. Zbog toga, ako želimo da uređaj pouzdano posluži svojoj svrsi, moramo prije puštanja kondenzatorske baterije u pogon ispitati tačnost mjernih releja i udesiti ih prema proračunu udešenja koji za osnovu uzima veličinu jednog stepena kondenzatorske baterije i prenosni odnos strujnih i eventualno naponskih transformatora na koje su releji priključeni.

U ovom članku bit će riječi o uređajima za automatsko upravljanje kondenzatorskih baterija tipa RRS 1 koje proizvodi tvornica »Iskra« iz Kranja, dok se slična razmatranja mogu uz neznatne preinake primijeniti i za uređaje ostalih proizvođača. Navedena tvornica proizvodi za ovu svrhu dvije osnovne izvedbe i to:

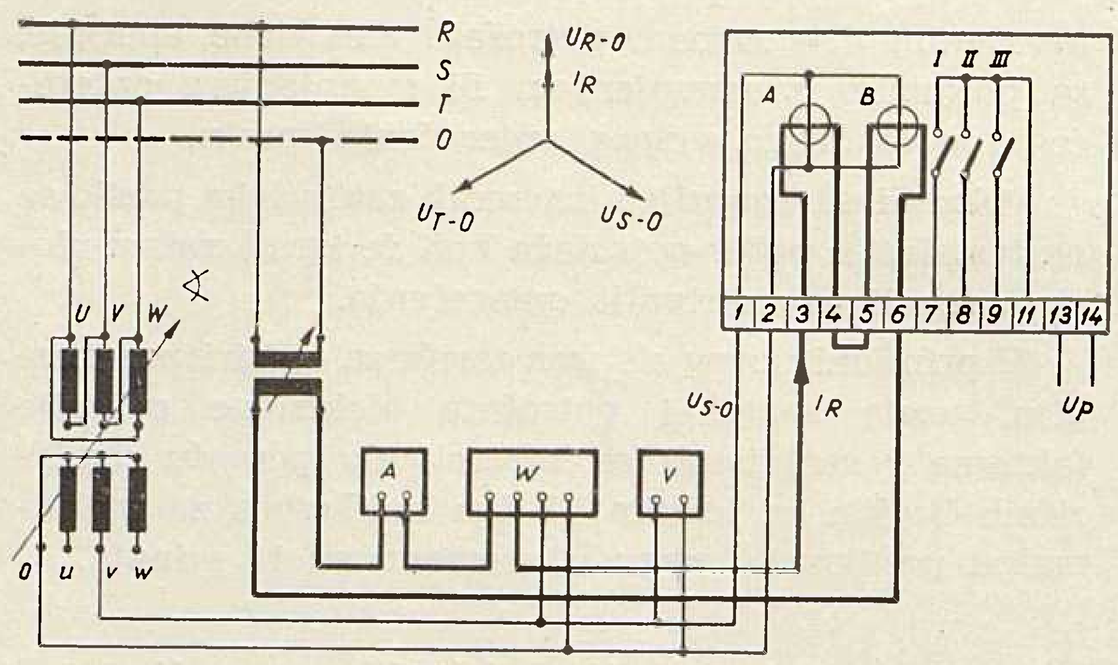
1. Relej RRS 1—3 namijenjen za automatsku regulaciju kondenzatorske baterije u 3 stepena. Relej je sastavljen iz 2 mjerna releja za jalovu snagu, 6 pomoćnih releja i programskog vremenskog releja sa 4 stepena. Svi navedeni elementi smješteni su u zajedničkom kućištu.
2. Relej RRS 1a i RRS 1b za automatsku regulaciju kondenzatorske baterije podijeljene u više od 3 stepena. Svaki je relej u posebnom kućištu od kojih RRS 1a predstavlja mjerni dio, dok je relej RRS 1b programski dio. Jedan relej RRS 1a u kombinaciji sa jednim relejem RRS 1b omogućuje upravljanje 7-stepene baterije, dok dodatkom još jednog releja RRS 1b 14-stepene itd.

Pošto nas u čitavom relejnom slogu najviše interesiraju mjerni releji koji su u oba slučaja isti, to ćemo na njih obratiti pažnju s obzirom na ispitivanje. Zbog toga moramo se ukratko osvrnuti na princip njihova rada.

Kao mjerni releji upotrebljena su dva vatmetarska releja koji mjere jalovu snagu i djeluju na indukcionom principu. U četvoropolnoj jezgri od lameliranog željeznog lima nalazi se aluminijski bubnjić koji se može zakretati između 4 pola i željezne jezgre u sredini. Na osovini bubnjića pričvršćeni kontakt se pomiče između dva nepokretna kontakta.

Na jednom paru polova smješten je naponski, a na drugom strujni namotaj. Kroz strujni namotaj protječe struja faze R, dok je naponski namotaj priključen na fazni napon 120° pomaknut ispred struje, dakle napon U_{S-O}. Strujne grane releja mogu biti priključene i u ostalim dvjema fazama, ali u tom slučaju naponski namotaj dolazi opet na korespondentni napon 120° pomaknut ispred struje. Prikladnim dimenzioniranjem naponskog namotaja i takovim priključkom postignuto je da su tokovi koje prouzrokuje jalova komponenta struje i struja u naponskom namotaju međusobno pomaknuti za 90° te da stvaraju najveći zakretni moment kojem se suprotstavlja mehanički moment spiralnog pera.

Prvi mjerni relej A upravlja uklapanjem kondenzatorskih baterija i dimenzioniran je tako da se područje udešenja kreće od 5—50% vrijednosti $UI\sin\varphi$, dok je drugi relej B izveden za opseg regulacije 1—5%



Sl. 1. Shema releja RRS-3 u mjerno-ispitnom slogu

naznačene vrijednosti za induktivno i kapacitivno područje i služi za isklapanje kondenzatorskih baterija.

Na slici 1 prikazana je shema releja RRS 1—3 u spoju sa ostalim elementima koji zajednički predstavljaju mjerno-ispitni slog. Kako se dakle iz sheme na slici vidi, potrebno je za ispitivanje imati na raspolaganju slijedeće:

1. Zakretač faze za mijenjanje kuta 90°—0°—90° u induktivnom i kapacitivnom području, napona 380/380 V sa izvedenom nul-tačkom na sekundarnoj strani koja u slučaju da nije izvedena ili da je nepristupačna može se ostvariti na umjetan način prikladnim otpornicima u spoju »zvijezda«. Ako napon zakretača ne odgovara, lako se prilagodi po želji upotrebom malih transformatora. Dostatna je snaga od nekoliko desetaka VA. Zakretač nam služi za pomicanje vektora napona na kojem je priključena naponska grana mjernog releja, prema odgovarajućem fiksnom vektoru struje u strujnoj grani, kako bi mogli dobiti potrebnu jalovu snagu za rad vatmetarskih releja.

2. Regulacioni transformator kao izvor struje za strujne grane releja koji dopušta udešenje od 0 do barem 5 A. Ovdje treba napomenuti da strujne grane vatmetričkih releja imaju relativno veliku potrošnju (20 VA) pa je potrebno da strujni izvor bude dimenzioniran i za ovakove uvjete s obzirom na mogućnost regulacije za ispitivanje sekundarnih nadstrujnih releja.

3. Vatmetar 5 A sa mogućnošću prilagođenja naponskog područja za 100, 110 ili 220 V, već prema tome da li se radi o priključku naponskog svitka releja direktno na fazni napon 220 V ili indirektno preko naponskih transformatora.

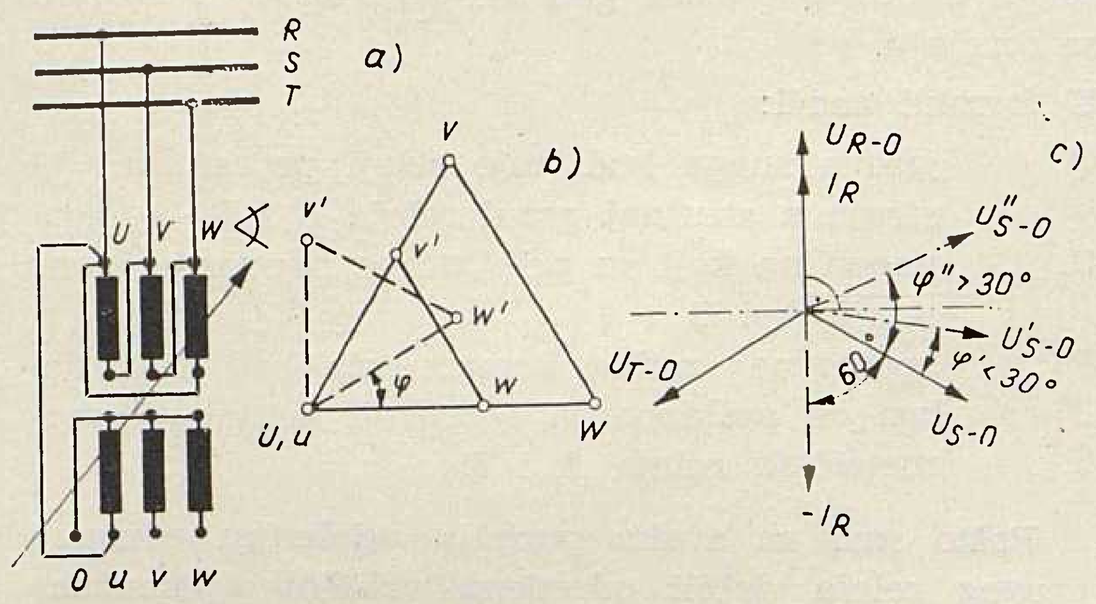
4. Voltmetar za mjerna područja kao pod 3.

5. Ampermetar 0—6 A po mogućnosti sa linearnom skalom. Poželjno da svi instrumenti budu bolje i iste klase tačnosti.

Iz sheme na slici 1 se vidi nadalje da se strujne grane releja, vatmetra i ampermetar napajaju iz izvora struje priključenog na fazni napon U_{R-O}, a naponske grane releja, vatmetar i voltmetar na fazni napon U_{S-O}, dakle ispunjen je uvjet za priključak releja.

Potrebno je također provjeriti redoslijed faza koji se mora kretati u normalnom smjeru R—S—T. Osim toga, treba prije početka mjerenja utvrditi (u koliko

to nije sigurno određeno), odnosno postaviti zakretač faze u položaj pri kojem se vektori primarne strane potpuno fazno podudaraju sa vektorima sekundarne strane zakretača. Vatmetrom u naznačenom spoju to ne bi bilo moguće, jer nam ovaj pokazuje vrijednosti koje samo po veličini odgovaraju ispravnom vektorskom podudaranju, dok smjer vektora ovim postupkom nije definiran. Prespajanjem naponske grane vatmetra na odgovarajuće fazne napone i to se može postići, ali je mnogo brže i pouzdanije mjerenjem napona prema slici 2.



Sl. 2a. Vektorske slike napona kod mjerenja
2b. Slike pomaka napona
2c. Vektorski prikaz

Najprije vežemo kratko dvije istovjetne stezaljke zakretača faze, npr. U-u, a zatim zakretač primarno priključimo kod otvorenih sekundarnih stezaljki. Izmjerimo linijski napon na koji je zakretač priključen, kao i linijski napon koji izlazi iz zakretača. Poslije toga mjerimo napon među istovjetnim stezaljkama dviju drugih faza tj. napon V-v i W-w. Ukoliko je zakretač u položaju potpune fazne jednakosti, ova dva zadnja mjerenja treba da pokažu vrijednosti koje odgovaraju algebarskoj razlici linijskih primarnih i sekundarnih napona kako je to na slici 2 prikazano. Kada to nije, zakretač treba pomicati u jednom ili drugom pravcu sve dok naponi V—v i W—w ne budu predstavljali navedene razlike.

Kada smo to provjerili možemo pristupiti još nekim predradnjama. U prvoj fazi ispitivanja nećemo priključiti pomoćni napon za napajanje programskog releja, tj. dvaju motorića vremenskog i ostalih pomoćnih releja, jer sada nije još potrebno da ovi budu aktivirani, pošto pod izvjesnim okolnostima može doći do oštećenja kontakata mjernih releja.

Uključimo najprije zakretač faze, a time su naponski namotaji releja dobili nazivni napon koji obično iznosi 220 V. Zatim pustimo struju kroz strujne namotaje releja i to 5 A. Uključenjem ovih dvaju strujnih krugova priključeni instrumenti pokazuju svoje vrijednosti. Mjerenje započinjemo kod cos φ = = 1. Ovaj uvjet je ispunjen kada vatmetar pokazuje:

$$P = I_R U_{S-0} \cos 120° = - I_R U_{S-0} \cos 60° \quad W$$

što proizlazi iz vektorskog dijagrama na slici 2c.

Ovdje treba naglasiti da vatmetar ne mjeri radnu komponentu koja bi bila ekvivalentna umnošku struje, napona i kosinusa kuta njihovih istofaznih vektora, kao što je to uobičajeno, već radnu komponentu koja rezultira iz faznog pomaka struje I_R prema naponu U_{S-0} a taj za cos φ = 1 u našem slučaju iznosi upravo 120° tj. kut simetričnog trofaznog sistema na koji su mjerni releji A i B u pogonu priključeni. Prema tome, na osnovu mjerenih veličina struje, napona i ove nazovimo »pomoćne« radne komponente, možemo u svakom trenutku odrediti stvarnu jalovu snagu koju uzrokuje pomicanje vektora napona na umjetni način zakretačem faze, a to je upravo ona snaga koju dobijaju mjerni releji A i B. Kod ovoga je potrebno istaknuti da ovakav indirektni način mjerenja jalove snage daje pouzdanije rezultate, nego što je to slučaj kod direktnog mjerenja kada moramo naponsku granu vatmetra vezati na korespondentni linijski napon koji stoji okomito prema vektoru struje u strujnoj grani vatmetra, jer u ovom slučaju za tačno mjerenje potrebno je imati na raspolaganju potpuno simetrirani naponski trokut sa težištem u sredini, što je kod ovako improviziranih mjerenja dosta teško postići i još teže kontrolirati, a to samo mjerenje čini naravno više ili manje netačnim.

Kako smo već rekli, vatmetar treba da kod cos φ = 1 daje otklon analogno spomenutoj formuli. Ukoliko on ne pokazuje tu vrijednost, pošto smo već prethodno zakretač faze postavili u položaj fazne jednakosti, okrenemo ponovno zakretač u jednom ili drugom pravcu dok vatmetar ne pokaže traženi otklon. Ako vatmetar otklanja u suprotnom pravcu onda treba, naravno, okrenuti priključke strujne ili naponske grane vatmetra. Obično su dostatna samo mala pomicanja zakretača da se dobije potrebna vrijednost na vatmetru, što je uvjetovano nesimetrijama, uzajamnim utjecajima i karakteristikama naponskog i strujnog izvora kao i potrošača. Kada smo ovo postigli, okrenemo zakretač u pravcu pri kojem pada vrijednost vatmetra, odnosno mijenjamo kut između struje i napona u induktivnom području. Sada treba obratiti pažnju na pomične kontakte mjernih releja, gornjeg A i donjeg B, koji kod ispravnog spoja releja moraju preklopiti ove kontakte s desna na lijevo, gledajući prema releju. Pošto je donji relej B osjetljiviji on preklopi svoj kontakt već kod neznatne promjene faznog kuta, dok gornji A preklopi tek kad se taj kut tj. jalova snaga još poveća, što je u svakom slučaju ovisno o položaju udešenja releja i struje u releju. Ako preklopni kontakti povećavaju zakretni moment u desno, treba okrenuti priključke strujne ili naponske grane samog releja. Ponovno udesimo vatmetar tako da kut između struje i istovjetnog napona bude nula.

Nakon svih ovih predradnji možemo započeti mjerenjem, najprije gornjeg releja A, a zatim donjeg B. Ipak je preporučljivo prije ispitivanja releja A premostiti stezaljke 5 i 6 (strujni namotaj) releja B, tako da ovaj za vrijeme ispitivanja prvog releja ne bi bez potrebe bio izvrgnut znatnim zakretnim silama. Nakon ovoga bit će u svakom slučaju potrebno korigirati struju i otklon vatmetra, odnosno položaj zakretača faze, jer je premoštenjem stezaljke 5 i 6 smanjena impedancija strujnog kruga, te će se struja povećati.

Relej A udesimo na najmanju vrijednost tj. 5%. Jasno je da struja i napon za vrijeme mjerenja moraju imati konstantnu vrijednost. Zakretač postepeno

okrećemo u induktivnom području i promatramo pomični kontakt mjernog releja A koji će se u jednom trenutku preklopiti od desnog k lijevom fiksnom kontaktu. Kada dođe do preklapanja kontakta očitamo vrijednost vatmetra i to ponovimo 2—3 puta, uzimajući u obzir srednju vrijednost pokazivanja vatmetra. Zatim udesimo slijedeću veću vrijednost, 10% i istim postupkom očitavamo vatmetar. Tako idemo sve do kraja skale releja bilježeći otklone vatmetra pri svakom novom udešenju. Kada u toku ispitivanja vatmetar dospije na nulu i počne zakretati u suprotnom pravcu, promijeni se priključak strujne ili naponske grane, a očitane vrijednosti vatmetra dobivaju predznak plus za razliku od prethodnih sa predznakom minus. Kad dospijemo do kraja skale, skinemo kratku vezu stezaljke 5 i 6, te pošto smo ponovno udesili vrijednosti na ampermetru i vatmetru, započinjemo mjerenje drugog releja B i to gotovo na isti način kao relej A. Razlika je ipak u tome, što ćemo u ovom slučaju zakretač okrenuti nešto više nego što je potrebno da pomični kontakt preklopi s desnog k lijevom fiksnom kontaktu, a zatim postepeno vraćamo zakretač dok se pomični kontakt ponovno vrati u prvobitni položaj i kod toga očitamo otklon vatmetra. Po istom postupku nastavljamo do kraja udešenja.

Već smo ranije postavili izraz za otklon vatmetra kod cos $\varphi = 1$. Okretanjem zakretača faze naponski vektor koji je prema vektoru struje I_R pomaknut za 60^0 sada povećava svoju vrijednost za kut φ i tada imamo.

$$P = - I_R U_{S-O} \cos (60^\circ + \varphi) \quad W$$

Daljnjim matematskim postupkom dobijemo izraz za sin φ:

$$\sin \varphi = \frac{1}{2} \sqrt{1 - \frac{P^2}{I_R^2 - U_{S-O}^2}} \mp \sqrt{3} \frac{P}{I_R \cdot U_{S-O}}$$

pošto je jalova snaga:

$$Q = I_R \cdot U_{S-O} \cdot \sin \varphi \quad \text{VAr}$$

iz gornje vrijednosti sin φ proizlazi konačni izraz za jalovu snagu koji glasi:

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{I_R^2 \cdot U_{S-O}^2 - P^2} \mp \frac{\sqrt{3}}{2} P \quad \text{VAr}$$

Treba naglasiti da se u ovoj formuli predznak minus (—) odnosi na kuteve do 30^0 (U'_{S-O} na slici 2c). a predznak (+) na kuteve iznad 30^0 do 90^0 (U''_{S-O} na slici 2c). Kada se vektor napona U_{S-O} pomakne za 30^0, onda vatmetar ne pokazuje nikakvi otklon jer kut između vektora struje $-I_R$ i vektora napona U_{S-O} iznosi upravo 90°. U tom momentu, kako je već rečeno, treba zamijeniti priključak stezaljki strujne ili naponske grane vatmetra i analogno tome izraz za jalovu snagu dobije predznak plus tj. vrijednosti u formuli se zbrajaju.

U formuli znači:

Q	jalova snaga kod koje releji proraćuju.
I_R	struja u strujnoj grani releja A i B
U_{S-O}	napon na koji su priključene naponske grane releja A i B
P	»pomoćna« radna komponenta kod koje dolazi do preklapanja pomičnih kontakata vatmetričkih releja A i B.

Pošto smo za svaku poziciju udešenja jednog i drugog releja dobili određenu veličinu »pomoćne« radne komponente, lako se prema formuli 1 izračuna jalova snaga kod koje su releji proraćivali, a prema tome i utvrdi tačnost samih releja. Kada smo kod ispitivanja koristimo priliku da oba releja udesimo na položaj koji se traži prema proračunu udešenja, dok ćemo izmjerene vrijednosti za čitavo područje koristiti u svakoj prilici kada je iz bilo kojeg razloga potrebno mijenjati njihovu vrijednost.

Ispitivanje zaključujemo priključkom pomoćnog napona na relej, kako bi se provjerio rad programskog dijela sa pomoćnim relejima i to u saradnji sa opisanim ispitnim postupkom.

Nije potrebno posebno isticati da se čitavo ispitivanje može provesti kod konstantnog faznog kuta uz regulirajuću struju.

Ante Franušić

Švicarska je stavila u pogon svoj prvi prijenos 380 kV

Prvi švicarski prijenos 380 kV, dužine 155 km, stavljen je u redovni pogon 20. 11. 1964. Prijenos veže transformatorsku stanicu *Tavanasa* (Sils) i Breite kod Winterthura. To je prva etapa predviđene veze sa njemačkim sistemom 380 kV. Produženjem, naime, od transformatorske stanice Breite, preko mjesta Beznau, povezivanje bi se izvršilo kod Thiengena na mrežu njemačkog elektroprivrednog poduzeća RWE (Rheinisch — Vestfälischen Elektrizitätswerke). Time bi se stvorila jaka elektroenergetska veza između vodnih snaga švicarskog kantona Graubünden i rajnskog industrijskog centra proizvodnje smeđeg ugljena. Tokom 1965. treba da uđe u pogon i drugi vod 380 kV Tavanasa — Breite.

Transformatorska stanica Breite predviđena je za 5 vodnih polja 380 kV. Sada ima jednu transformatorsku grupu 380/220 kV snage 600 MVA i tri transformatora 220/150 kV po 125 MVA. Na strani 220 kV predviđeno je također 5 vodnih polja. Za kompenzaciju jalovih snaga bit će ugrađena dva sinhrona kompenzatora, smještena u zgradi i priključena na tercijarnim namotajima transformatora 380/220 kV. Osim toga kao dodatak, za kompenzaciju neopterećenih vodova služit će prigušnica 60 MVAr.

(Prema: Bull SEV 1965, br. 5, str. 167.)

Boris Markovčić, dipl. ing.

Elektrana na ušću rijeke Rance koja koristi energiju plime i oseke

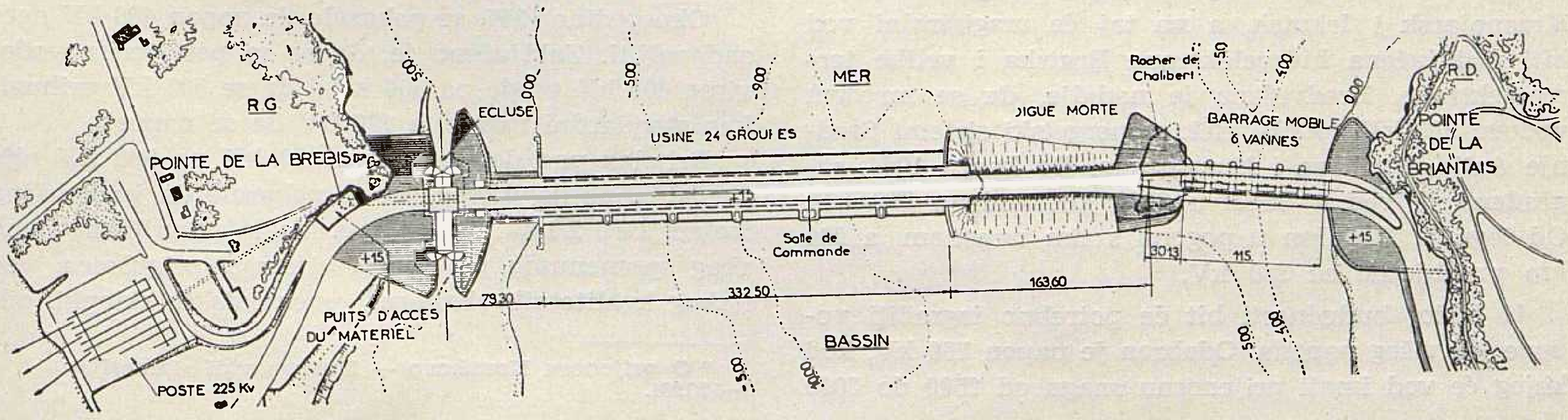
Izgradnja prve hidroelektrane na svijetu, koja će iskorištavati plimu i oseku, u punom je toku. Elektrana se gradi na francuskoj obali kanala La Manche, na ušću rijeke Rance između gradova St. Malo i Dinard. Na tom dijelu obale pojavljuju se morske mijene dva puta u 24 sata i 50 minuta. Najjače su dva puta u 29 dana i to 1 do 2 dana nakon uštapa i mladog mjeseca. Male pak mijene nastaju 1 do 2 dana nakon prve i zadnje mjesečeve četvrti. Razlika plime i oseke na ušću rijeke Rance iznosi čak do 13,5 m, no većinom su te razlike nešto manje (5% svih maksimuma prelazi 12,10 m, 30% 10,75 m). Za plime more struji u zaljev koji čini ušće rijeke, a za oseke se voda u jakoj struji slijeva opet u more. Ovu su pojavu iskorištavale od XII vijeka mnoge vodenice, a uskoro će je koristiti i posebno konstruirane turbine.

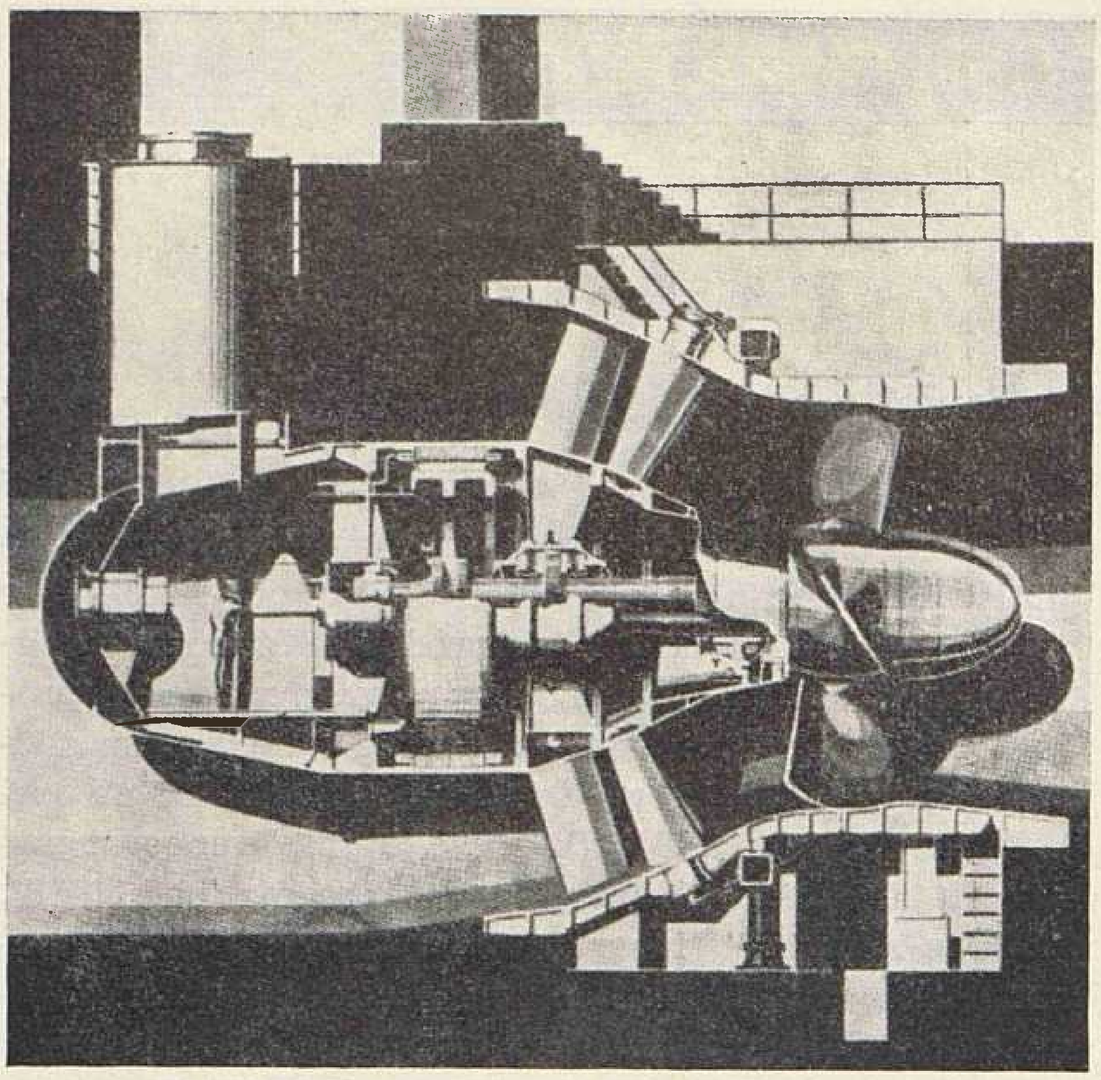
Na mjestu izgradnje postrojenja ušće rijeke ima širinu 750 m između dva rta: lijevog Pointe de la Brebis i desnog Pointe de la Briantais. Između njih, bliže desnom, nalazi se stjenoviti otok Chalibert, na kojega se upire pregrada. Pregradom se postiže akumulacija vode na površini od 22 km², korisne sadržine 184 milijuna m³. Uz lijevu obalu sagrađena je i stavljena u pogon već 1926. ustava za prolaz brodova. Na nju se nastavlja strojarnica izgrađena kao betonski tunel dužine 390 m, koji počiva na stupovima razmaknutim 13,3 m. Između stupova su položene 53 m duge betonske cijevi čija osovina stoji okomito na tunel. One leže na koti —10 ispod najniže oseke. U cijevima će biti ugrađene jedinice turbina-generator snage 10 MW, njih ukupno 24 komada. Brana dužine 175 m nadovezuje se na strojarnicu i povezuje se s otokom Chalibert. Između otoka i desne obale izgrađena je brana dužine 115 m sa 6 zapornica širine 15 m i visine 10 m. One služe da se omogući ubrzano punjenje, odnosno pražnjenje bazena. Kod razlike nivoa od 1 m mogu ove zapornice propustiti 5000 m³/sek. One su već u pogonu od proljeća 1963.

Naročito su interesantne turbinsko-generatorske jedinice izvedene u zatvorenoj cijevnoj konstrukciji, jer se cijela jedinica nalazi pod vodom. Konačnom odabiranju tipa i materijala jedinica za ovaj veliki projekt prethodila je izgradnja manjih elektrana sa sličnim agregatima, ali na tekućim vodama. To su bili agregati koje je EDF (Électricité de France) ugradila u elektrane Cambeyrac (2 agregata po 5 MW, 3,3 kV), Argentan (1 agregat 14 MW, 5,2 kV) i Beaumont-Monteux (8,5 MW). Prva od navedenih elektrana ušla je u pogon 1957, druga 1958, a treća 1959. Agregati su imali svoje tzv. dječje bolesti, ali su one ubrzo prebrođene. Da se provjeri kvaliteta materijala za rad u morskoj vodi zaključeno je već 1955, da se jedan pokusni agregat snage 9 MW ugradi u napuštenu ustavu kod St. Malo-a. Agregat je radio kod oba smjera kretanja vode, a po potrebi također kao pumpa.

Na temelju sakupljenih iskustava određene su karakteristike agregata za projekt La Rance. Snaga je uzeta 10 MW, broj okretaja 93,75 o/min. Turbina je tipa Kaplan sa 5 lopatica, promjera rotora 5,35 m. Kod turbinskog rada, uz strujanje vode bazen — more, kod pada od 11, 7 i 3 m, protoka je 110, 175 i 200 m³/sek, a razvija se snaga od 10, 10 i 3,2 MW. Kod suprotnog strujanja voda, tj. smjera more — bazen, kod prije danih padova protoke iznose 155, 195 i 135 m³/sek, a razvijene snage 10, 9,5 i 2 MW. U radu kao pumpa, u smjeru more — bazen, kod razlike nivoa 1, 2 i 3 m učin iznosi 225, 195 i 170 m³/sek. Korisnost turbine iznosi u prvom slučaju 85%, u drugom 75%, a kao pumpa 70%. Kod navedenih zahtjeva koji se stavljaju na ovakve agregate, lopatice turbine posebno su konstruirane i imaju mogućnosti zakretanja pod vrlo velikim kutom. Generator je čvrsto spojen s turbinom, ima posebno hlađenje pod pritiskom (2 kg/cm² ops.) i specijalne je konstrukcije. Zbog čvrstoće veze generatora i turbine i malih masa, pokretanje agregata vrlo je kratko i traje do 3 sekunde.

Sl. 1. Tlocrt elektrane na ušću rijeke Rance





Sl. 2. Presjek agregata turbina-generator

U okviru predradnji EDF je učinila mnogo pokusa da se za lopatice pronađe materijal, a za kućište agregata najbolji nalič koji bi odolijevao agresivnoj morskoj vodi. Kao najbolji antikorozivni materijal pokazali su se čelici s velikim dodatkom kroma i molibdena i aluminium bronce, a kao naliči zaštitni slojevi od vinilnih preparata. Problem je međutim vrlo složen, jer treba paziti da se ne spajaju neposredno materijali s različitim elektrolitičkim potencijalom, da se metalne površine dobro obrane kako bi nalič mogao dobro prihvatiti, da se izbjegavaju oštri rubovi itd.

Generatori imaju napon 3,5 kV. Po 8 generatora bit će priključeno na jedan transformator 80 MVA koji energiju transformira na 225 kV. Na lijevoj obali kod Pointe de Brebis nalazit će se rasklopno postrojenje 225 kV iz kojega odlaze tri vode.

Ukupna maksimalna snaga elektrane iznosit će 240 MW, a godišnja proizvodnja 544 GWh. Postrojenje će stajati 486 milijuna NF, a specifična cijena iznosila bi 0,9 NF/kWh.

Predradnje za gradnju na terenu počele su 1960, a radovi 1961. Računa se da bi prvi agregat mogao ući u pogon nakon 5 godina građenja.

Iskustva dobivena kod ove elektrane sigurno će koristiti projektantima sličnih postrojenja, jer prirodnih mogućnosti u svijetu ima više. Npr. Passamaquoddy — projekt predviđa izgradnju dviju elektrana od po 500 MW. Iskoristile bi se vrlo jake morske mijene koje nastaju na atlantskoj obali između kanadskih provincija New Brunswick i New Schottland u zaljevu Fundy. Izgradila bi se dva bazena i to Passamaquoddy površine 262 km² i Cobscook površine 107 km². Posebna je komisija izradila dokumentaciju za ovaj projekt pa se očekuje odluka vlada Kanade i USA, jer bi objekti ležali u graničnom području.

(Prema: EuM 1965, br. 3, str. 97, ETZ B 1965, br. 6. str. 109.).

Boris Markovčić, dipl. ing.

Vodovi najviših napona u SSSR-u

Koncem 1959. u SSSR-u stavljen je u pogon prvi vod u svijetu, koji je bio pod naponom 500 kV. To je bio vod između hidroelektrane XXII Kongres KPSS (Kujbišev) i Moskve, dužine 964 km. U rujnu 1961. ušao je u pogon i drugi vod na toj liniji, dužine 1005 km, čime je ukupna prijenosna snaga iznosila 1500 MW. Izgradnjom daljnjih vodova (Volgograd — — Moskva, Kujbišev — Ural itd.) mreža 500 kV postala je osnovna mreža za povezivanje elektroenergetskih sistema u SSSR-u. Mreža je izgrađena i na području Centralne Sibirije. Dvosistemski vod 500 kV dužine 2000 km povezuje Kuznjecki ugljeni bazen, Krasnojarsk i Irkutsk, a na taj će magistralni vod biti priključena hidroelektrana Bratska i velike termoelektrane. Predviđeno je nadalje, da se mrežom vodova 500 kV povežu elektroenergetski sistemi Srednje Azije, Kavkaza i Kazahstana. Do konca 1964. sagrađeno je već u SSSR-u 8000 km vodova 500 kV. Od toga je 7100 km u pogonu s tim naponom, a 900 km predbježno sa 220 kV.

U bližoj budućnosti bit će potrebno izgraditi vodove još višeg napona. Odabran je napon 750 kV, kod kojeg će vod imati prijenosnu snagu od 2500 do 3000 MW. U gradnji je prva pokusna linija tog napona između termoelektrane Konakovo i Moskve.*

Prije projektiranja mreže najvišeg napona bilo je u SSSR-u izgrađeno više eksperimentalnih stanica, gdje su se vršila obimna istraživanja da se dobiju najpovoljnija tehničko-ekonomska rješenja.

U vrijeme početnih projektiranja, oko godine 1950. u obzir je uzet napon 400 kV. Predviđena je izolacija za unutarnje prenapone 3 U_f. Pokusi su pokazali, da upotreba paralelno priključenih prigušnica vrlo povoljno djeluje na poboljšanje pogonskih prilika i smanjenje unutarnjih prenapona.

Oko godine 1957. se pokazalo da napon 400 kV neće zadovoljiti. Zaključeno je, da se sa postojećim vodovima 400 kV pređe na 500 kV i da se 500 kV prihvati kao standardni napon, a 400 kV da se napusti.

Prijelaz postojećih vodova 400 kV na 500 kV nije predstavljao poteškoću, jer se pokazalo da je dovoljna izolacija od 2,5 U_f. Izolacija se mogla smanjiti ne samo zbog spomenutog povoljnog utjecaja prigušnica, već i zbog kvalitetnih ultrabrzih pneumatskih sklopki, od-

* O prijenosu Konakovo — Moskva vidi »Energija«, 9—12/1964.

govarajuće automatike, dobrih karakteristika magnetsko-ventilnih odvodnika prenapona i općenito visoke kvalitete opreme. Daljnja istraživanja na tom polju su pokazala da bi se kod budućih postrojenja 750 kV moglo računati s unutrašnjim prenaponima od samo 2,1 U_f što kod ovih naponskih nivoa ima veliko ekonomsko značenje.

Kod vodova najviših napona u SSSR-u uvijek se stavljaju zaštitna užeta. Utvrđeno je da dovoljnu zaštitu pružaju užeta kod zaštitnih kutova između 20° i 30°. Statistički podaci pokazuju, da način zaštite od atmosferskih pražnjenja, kako je proveden na vodovima najvišeg napona u SSSR-u, ima za posljedicu vrlo mali broj isključenja (godišnje na 100 km) u usporedbi sa drugim zemljama npr. Engleskom, USA i Švedskom.

Prema učinjenim proračunima ekonomska se gustoća struje na vodovima 500 kV kreće od 0,6 do 0,8 A/mm², za uvjete kakvi su u evropskom dijelu SSSR-a, a 0,8 do 1,0 A/mm² za prilike u azijskom dijelu.

Već kod projektiranja prvobitnih vodova 400 kV predviđena su tri alučelična užeta po fazi. Srednji gubici korone bili su tada proračunani na 1,5 kW/km. Kod prijelaza na 500 kV ostavljeni su isti vodiči, budući da se pokazalo da se polje na površini vodiča od 24 do 26 kVm/cm još može dopustiti. Za 400 kV bilo je naime predviđeno da će iznositi 18 do 20 kVm/cm (za vodiče 3 x Ač 500). Kod povišenog pak napona od 500 kV gubici korone iznose 5 kW/km, a ni radiosmetnje nisu bile pretjerane.

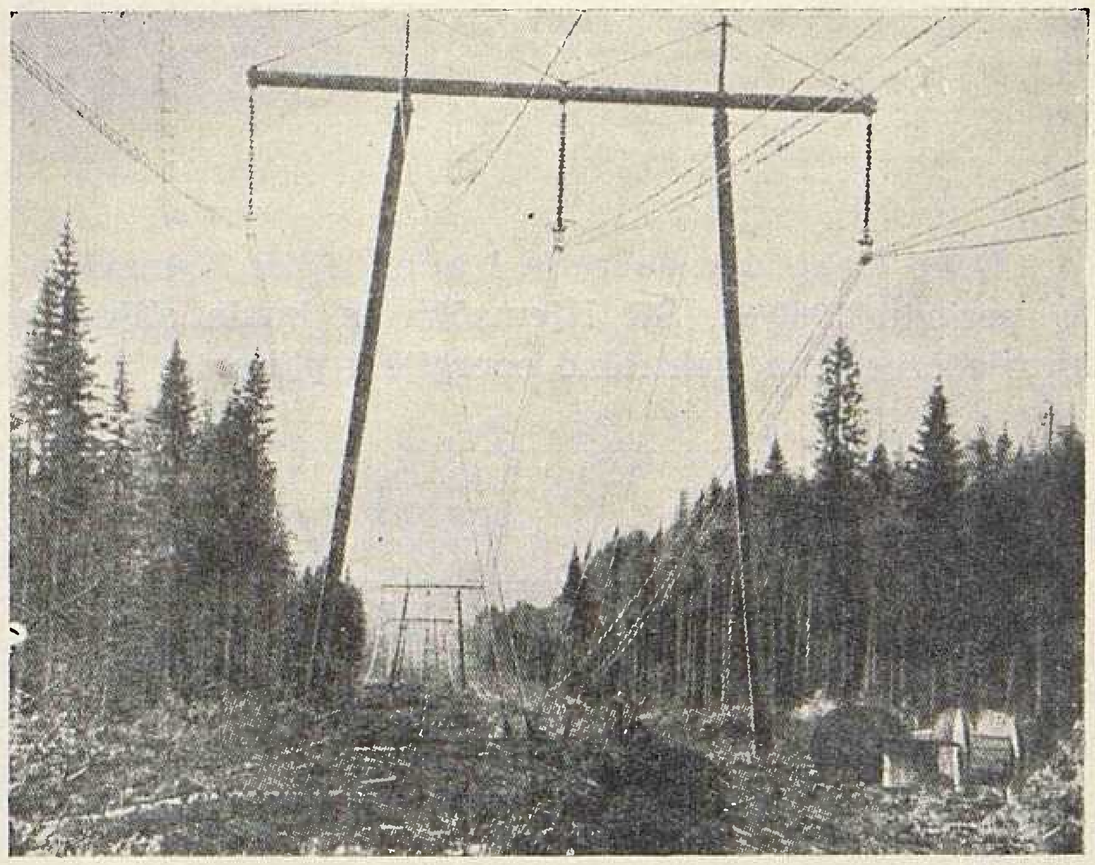
Općenito se može reći da je stupanj izolacije vodova 500 kV u SSSR-u jednak stupnju izolacije 400 kV u drugim zemljama, a gradijent električnog polja na vodičima da je 10% do 15% veći.

Kod projektiranja vodova 750 kV išlo se čak do gradijenta polja na vodiču od 27 do 28 kVm/cm, što se dobiva kod razmaka faza od 17,3 m i 4 vodiča u snopu presjeka po 600 mm². Za ovu bi konstrukciju i raspored vodiča srednji godišnji gubici korone iznosili 20 do 25 kW/km, što će ovisiti o srednjem pogonskom naponu.

Opsežna su ispitivanja provedena također i kod utvrđivanja mehaničkih karakteristika stupova. Ispitivanja djelovanja vjetra omogućila su smanjenje koeficijenta za 10% do 20% zbog neravnomjernog djelovanja duž raspona, što je imalo znatan utjecaj kod jačih brzina vjetra.

Opterećenja nosnih stupova smanjena su upotrebom kliznih stezaljki. Težina čelično rešetkastog nosnog stupa voda 500 kV iznosi 6,5 t, a voda 750 kV 10 t. Ispitivanje stupova vršeno je na modelima naravne veličine, kako bi se dobilo najekonomičnije rješenje. Betonski su temelji rađeni tvornički i gotovi dopremljeni na radilište. Sve navedene mjere dovele su do znatnog pojeftinjenja linija 500 kV, jer su upotrijebljene ekonomične konstrukcije čelično-rešetkastih i željezno-betonskih stupova.

Naravno da će se iskustva u gradnji vodova 500 kV još bolje koristiti kod gradnje vodova 750 kV. U priloženoj tablici sadržan je pregled utroška čelika po km voda, i specifični utrošak čelika po km i MW prirodne snage voda u SSSR-u i nekoliko drugih zemalja.



Sl. 1. Vod 500 kV na željeznobetonskim stupovima

Zemlja	Napon kV	Čelik t/km	Čelik kg/km/MWn
Engleska	380	40,0	42,5
Argentina	380	22,0	46,0
Italija	380	28+30	62+72
Francuska	380	26	49,0
SR Njemačka	380	70	57,6
Švedska	380	17+19	32+37
Finska	400	15,1	29,4+26,1
SSSR			
Kujbišev — Moskva	400	28,1	45,6
Kujbišev — Moskva	500	28,1	31,0
Volgograd — Moskva	500	24,9	26,7
Sibirski vodovi	500	24,8	25,2
Votkinsk — Sverdlovsk	500	16,4	18,1

(Prema Električestvo 1965. br. 1, str. 7)

Boris Markovčić, dipl. ing.

Istosmjerni prijenos u Kanadi

Na temelju tehničkih i ekonomskih analiza konačno je zaključeno da se povezivanje otoka Vancouvera i kanadskog kopna (Britanska Kolumbija) izvede istosmjernim sistemom. U konačnoj etapi bio bi napon sistema 260 kV s mogućnošću prijenosa od 312 MW. Ukupna dužina prijenosa bila bi 70 km, od čega 28 km podmorskog kabela. Izvedba cijelog projekta stajala bi 14 milijuna kanadskih dolara, a predviđena je da se izvrši u tri etape.

U prvoj bi etapi napon prijenosa iznosio 130 kV, a snaga prijenosa 78 MW, zatim u drugoj etapi 155 MW i konačno u trećoj 312 MW. Prva bi etapa ušla u pogon ujesen 1967, druga 1968, a za treću još nije određen rok.

(Prema Električestvo 1965. br. 1, str. 7)

Boris Markovčić, dipl. ing.

Cijene električne energije i plina u SR Njemačkoj. U periodu 1960/61. SR Njemačka je imala slijedeće prosječne cijene električne energije i plina:

	Električna energija Pf/kWh	Plin Pf/kWh
za kućanstvo	15,7	6,0
za obrt	18,0	5,2
za industriju	7,4	2,4

Ukupni prosječni godišnji potrošak energije kod 56,2 milijuna stanovnika i 17,7 milijuna kućanstava iznosi:

a) po priključenom kućanstvu
- električne energije 822 kWh/a
- plina 1670 Mcal/a

b) po stanovniku
- električne energije 2180 kWh/a
- plina 4200 Mcal/a

Pri tome je zemni plin računat s 9600 kcal/m³ a gradski plin sa 4300 kcal/m³. Elektrikom je opskrbljeno 99 % kućanstava a plinom 38 %. Grijanje prostorija plinom ima 2 % kućanstava.

Specifične investicije po stanovniku iznosile su:

za opskrbu elektrikom	700	DM
za opskrbu plinom	70	DM
po predanom kWh godišnje po stanovniku	29	Pf/kWh-a
po predanoj Mcal plina godišnje po stanovniku	1,7	Pf/Mcal-a

Prosječni godišnji dohodak po kućanstvu iznosio je 14.000 DM.

Iz tarife električne energije za kućanstvo u SAD. Edison Company of New York ima slijedeću tarifu električne energije za kućanstvo:

za prvih 15 kWh potrošnje	1,5 $
za daljnjih 45 kWh potrošnje	4,40 c/kWh

S porastom potrošnje energije cijena po kilovatsatu sve više opada tako da je cijena potroška

preko 200 kWh	2,10 c/kWh

Električna energija za grijanje i kuhanje vode zaračunava se za potrošak

preko 360 kWh po	1,50 c/kWh

Sličan sistem tarifiranja električne energije za potrošak kućanstva ima i Detroit Edison Company i to:

za prvih 15 kWh potrošnje	6,0 c/kWh
preko 200 kWh potrošnje	2,25 c/kWh
preko 750 kWh potrošnje	2,00 c/kWh

Potrošak električne energije za bojlere zaračunava se i u fiksnim mjesečnim iznosima i to:

za bojler od 50 gallona (190 l)	4,00 $
za bojler od 80 gallona (300 l)	5,50 $
za bojler od 110 gallona (415 l)	7,00 $

Kod promptnog plaćanja računa za potrošak električne energije odobrava se rabat od 3 %.

Cijene električne energije i plina u SAD. Na površini od 9,400.000 km² SAD imaju 187 milijuna stanovnika. U periodu 1960/61 bilo je 54,1 milijun kućanstava. 97 % kućanstava opskrbljeno je električnom energijom i 58 % kućanstava plinom. 2,4 % kućanstava grije prostorije električnom energijom a 42 % kućanstava plinom. Prosječne cijene električne energije i plina ostvarene su ovako:

	Električna energija c/kWh	Plin c/Mcal
za kućanstvo	2,45	0,4
za obrt	2,75	0,325
za industriju	1,675	0,15

Ukupni prosječni godišnji potrošak ovih oblika energije iznosi u istom periodu:

a) po priključenom kućanstvu
- električne energije 4.000 kWh/a
- plina 27.000 Mcal/a

b) po stanovniku
- električne energije 4542 kWh/a
- plina 13.000 Mcal/a

Specifične investicije po stanovniku iznosile su u istom periodu:

za opskrbu elektrikom	257,5	$
za opskrbu plinom	120,0	$
po predanom kilovatsatu godišnje po stanovniku	6,75	c/kWh-a
po predanoj Mcal plina godišnje po stanovniku	0,925	c/Mcal-a

Prosječni godišnji dohodak po kućanstvu iznosio je 7.000 $.

Prosječne cijene električne energije u Japanu. Cijene električne energije u Japanu neznatno rastu. U zadnje dvije godine ostvarene su ovako:

	Kućanstvo yen/kWh	Industrija yen/kWh	Prosjek svih potrošača yen/kWh
1961/62	11,85	4,37	5,55
1962/63	11,95	4,58	5,88

Potrošnja električne energije 1962/63 usporena je u odnosu na potrošnju prethodne godine naročito kod kemijske industrije i metalurgije. Porast potrošnje električne energije u industriji ostvaren je s 3% (prema 15,3 % u prethodnoj godini) od 84.769 GWh na 87.353 GWh. Nasuprot tome, potrošak električne energije u kućanstvima porastao je za 19,4 % (prema 17,7% u prethodnoj godini) od 15.744 GWh na 18.792 GWh. Ukupna potrošnja električne energije na mjestima predaje porasla je za 5,6 % (prema 15,7 % u prethodnoj godini).

Daniel Feöcze

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 621.315.1
Discussion on Conductor oscillation on the 275 kV crossing over the Severn and Wye
Proc. IEE, Power, 112 (1965) br. 1, 84—86.

DK 621.315.1 : 621.3.027.8 : 621.3.015.4
Rezonansnye javlenija v setjah 500 kV
M. F. Meljnikov
Električeskie stancii 36 (1965) br. 1, 62—64.

DK 621.315.1 : 621.3.052.3
Der schleiffreie Mehrleiterseilzug im Hochspannungs--Freileitungsbau
J. Böhm
Energietechnik 15 (1965) br. 1, 34—37.

DK 621.315.1 : 621.3.027.838
Gesichtspunkte für die moderne Bauausführung von 380-kV-Leitungen
K. Oemichen
Energietechnik 15 (1965) br. 1, 20—23.

DK 621.315.1.027.7 : 621.3.013.7
Experimentele Bestimmung des Einflusses einer Höchstspannungsleitung auf Drahfernmeldeleitungen
V. Trčka
Energetika (ČSR) 15 (1965) br. 2, 72—77.

DK 621.315.1.027.8 : 621.317.328
Elektrische Randfeldstärken bei Höchstspannungs--Freileitungen
O. Völckner
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 3, 59—62.

DK 621.315.145Bü : 621.3.014.32'017.2
Dauer- und Kurzschlussbeanspruchung von Bündelleitern in Hochspannungsschaltanlagen
E. Wagner
ÖZE 18 (1965) br. 1, 18—25.

DK 621.315.145.004.4
Every day stress und die mechanische Sicherheit der Freileitungsseile
L. Möcks
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 3, 67—75.

DK 621.315.17(23) : 629.135.4
Bau einer 20-kV-Leitung im Hochgebirge mit Einsatz eines Hubschraubers
A. Falger
ÖZE 18 (1965) br. 2, 45—48.

DK 621.315.177
Opredelenie mesta povreždenija vozdušnoj linni do ee otključenija
G. M. Šaljyt
Električeskie stancii 36 (1965) br. 3, 64—65.

DK 621.315.2
Some economic aspects of extra-high-voltage underground cables
H. K. Beale
Proc. IEE, Power, 112 (1965) br. 1, 109—118.

DK 621.315.2
Discussion on Current ratings of plastic-insulated cables
Proc. IEE, Power, 112 (1965) br. 1, 86—88.

DK 621.315.21
Wo steht die Kabelentwicklung heute? Überlegungen zum Ausbau von 1-kV-Stromversorgungsnetzen
R. Wägele
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 3, 49—52.

DK 621.315.235
Das Verlegen von Starkstromkabeln bei Aussentemperaturen unter + 5° C
G. Buse
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 1, 8—9.

DK 621.315.61.019.33
Erprobung neuer thermischer Prüfverfahren für Isolierstoffe
P. Dieter
ETZ-A 86 (1965) br. 1, 14—19.

DK 621.315.617.2.001.4 : 539.213.28
Über elektrische Verfahren zur Bestimmung der Ölalterung
R. Strigel
ETZ-A 86 (1965) br. 3, 85—91.

DK 621.315.62 : 621.3.027.3
Methode zur Untersuchung des Fremdschichtverhaltens von Hochspannungsisolatoren unter Berücksichtigung der Selbstreinigungseigenschaften
L. Gion
Bull. SEV 56 (1965) br. 5, 155—158.

DK 621.315.62.027.811.004.55
Die Isolatoren-Abspritzanlagen des 110-kV-Umspannwerkes in Töging am Inn
H. Dummann
ETZ-B 17 (1965) br. 4, 73—76.

DK 621.315.624(23)
O vybore vneščnej izoljacii ustanovok vysokogo naprjaženija v vysokogornyh uslovijah
M. M. Karapetjan
Električeskie stancii 36 (1965) br. 3, 55—59.

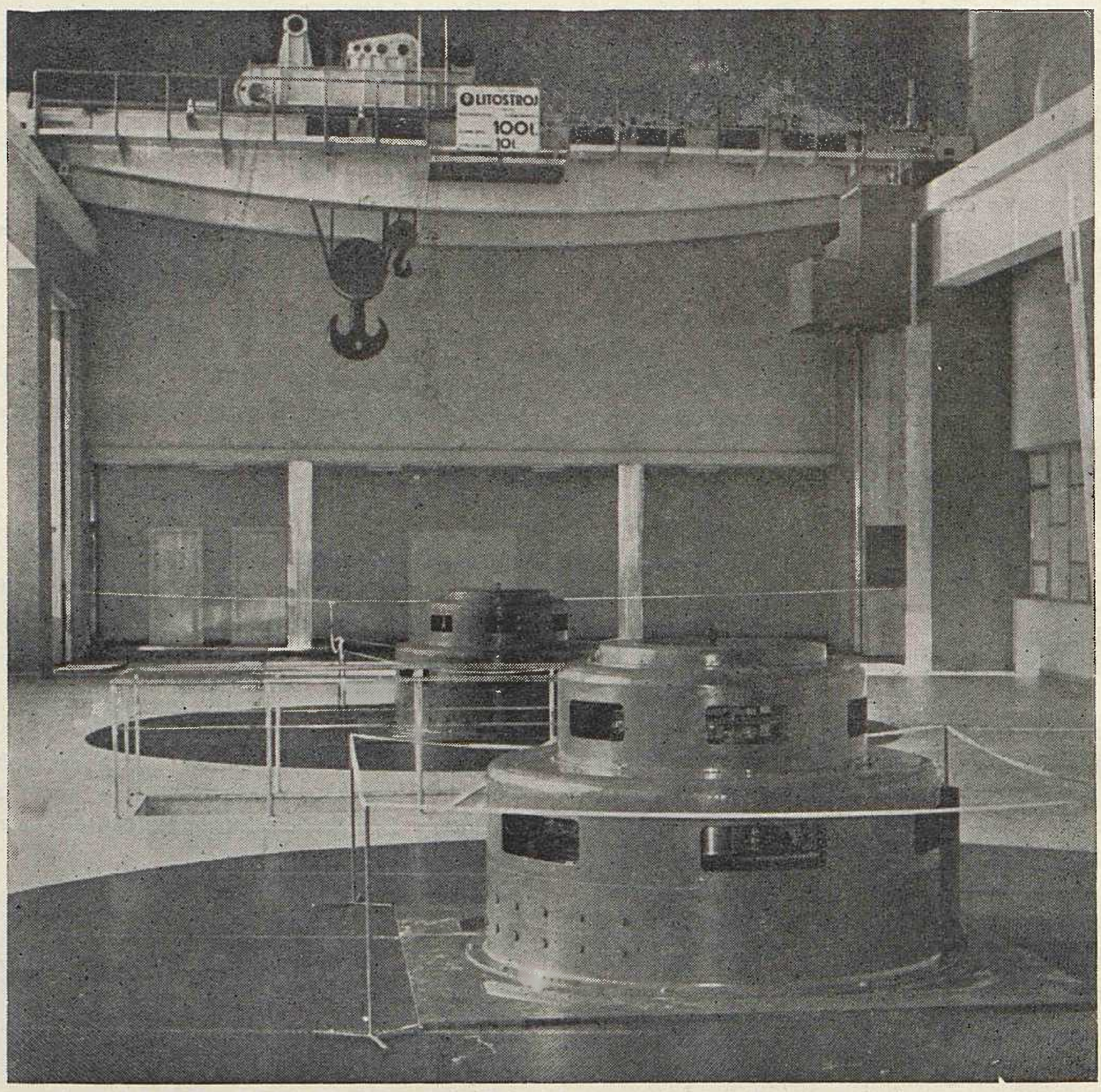
DK 621.315.624.8
Električeskie i aerodinamičeskie harakteristiki vintoobraznyh izoljatorov
S. G. Sokolov
Električeske stancii 36 (1965) br. 2, 59—62.

»ELEKTROOPSKRBA«

PODUZEĆE ZA NABAVKE ELEKTROPRIVREDE NR HRVATSKE

ZAGREB, GUNDULIĆEVA 32, TELEFON 34-641

Dobavlja kompletnu strojarsku i elektroopremu za hidroelektrane iz domaće proizvodnje i uvoza



Do sada smo opremili slijedeće hidroelektrane:

HE NIKOLA TESLA • HE GOJAK • HE PERUĆA • HE SPLIT

Opremamo **HE SENJ**

DK 621.316
Planning subtransmission and distribution
E. H. Burke
Energy international 2 (1965) br. 2, 20—23.

DK 621.316
Bypass operation in bridge convectors for high-voltage d. c. transmission
J. J. Vithayathil
Proc. IEE, Power, 112 (1965) br. 2, 359—365.

DK 621.316
Lighting-conter measurements in Scandinavia
D. Müller-Hillebrand
Proc. IEE, Science, 112 (1965) br. 1, 203—210.

DK 621.316 : 681.14
Die automatische Datenverarbeitung und der Betrieb elektrischer Netze
Bull. SEV 56 (1965) br. 1, 23—30.

DK 621.316.003.1
»Dynamic Programming« Rechenverfahren für hydrothermische Lastverteilung
K. Theilsiefje
ETZ-A 86 (1965) br. 4, 116—121.

DK 621.316.1.003
Universelle elektrische Anordnung der städtischen Verteilungsnetze
M. Pajak
Energetyka (Polj.) 19 (1965) br. 2, 9—13.

DK 621.316.1.004.6 : 621.316.93
Kann der Gewitterschutz von Mittelspannungsnetzen noch verbessert werden?
H. Grünewald
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 3, 62—64.

DK 621.316.1.004.6 : 31
Auswertung der Störungs- und Schadenstatistik in Bezug auf die Überspannungsschutzgeräte
M. Erich
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 3, 65—67.

DK 621.316.11.003.63
Predstavlenie nagruzok pri rasčetah gorodskih električeskih setej na statičeskih modeljah postojannogo toka
A. A. Glazunov
Električeskie stancii 36 (1965) br. 1, 65—68.

DK 621.316.13.072.2 : 373.632.006.25
Spannungsregelung in Drehstrom-Experimentiernetzen
H. G. Sauer
ETZ-B 17 (1965) br. 3, 54—57.

DK 621.316.36 : 621.213.44
Eigensicherheit elektrischer Stromkreise
P. Wehrli
Bull. SEV 56 (1965) br. 2, 55—60.

DK 621.316.542 : 621.3.048
Abstufung der Isolation an den Leistungsschaltern hoher Spannungen — ein Vorschlag zu ihrer weiteren Verbesserung
H. Schulze
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) br. 4, 87—88.

DK 621.316.729
Regulirovanie moščenogo sinhronnogo kompensatora s celju povyšenija ego zagruzki v induktivnom režime
V. K. Šabad
Električestvo 85 (1965) br. 1, 70—74.

DK 621.316.92 : 621.3.087.6
Registracija vnutrennih perenaprjaženij v dejstvujuščih setjah 110—500 kV
Ju A. Mihajlov
Električeskie stancii 36 (1965) br. 2, 48—52.

DK 621.316.925 : 621.315.051.027.84
Der Relaisschutz von 400 kV Leitungen der ersten Etappe der 400 kV Übertragung in der ČSSR
V. Šuran
Energetika (ČSR) 15 (1965) br. 1, 5—8.

DK 621.316.933 : 621.37
Zaščita seljskih električeskih setej 10—35 kV ot atmosfernyh perenaprjaženij
K. M. Semčinov
Energetik 13 (1965) br. 3, 35—37.

DK 621.316.933.9.004.64
Ursachen der Beschädigungen von 110 kV Ventilableitern
W. Czaplak
Energetyka (Polj.) 19 (1965) br. 2, 41—45.

DK 621.316.935 : 621.316.925.1
Vosstanovlenie selektivnosti signalizacii zamykonija na zemlju pri vvode kompensacii v seti 6 kV
Ju. S. Kuznik
Električeskie stancii 36 (1965) br. 3, 66—68.

DK 621.316.99
Zazemljajuščie ustroj'stva na podstancijah 500 kV
A. I. Tarasov
Električeskie stancii 36 (1965) br. 2, 68—70.

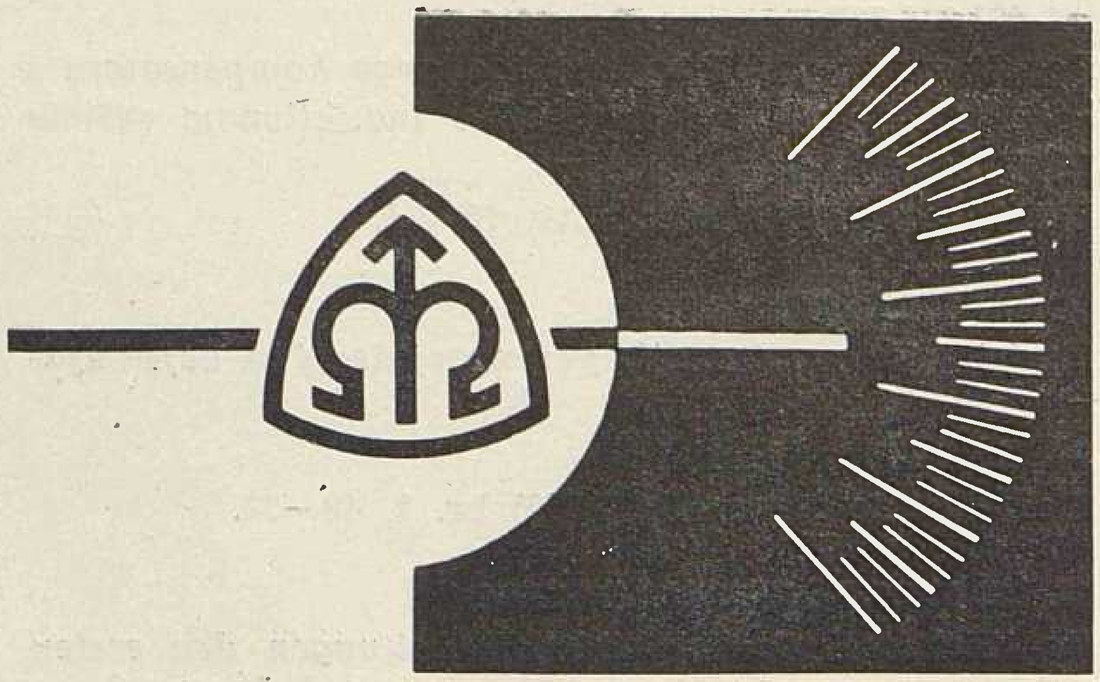
DK 621.316.99
O primenenii uproščennyh formul dlja rasčeta zazemljajuščih setok
L. E. Ebin
Električestvo 85 (1965) br. 2, 15—21.

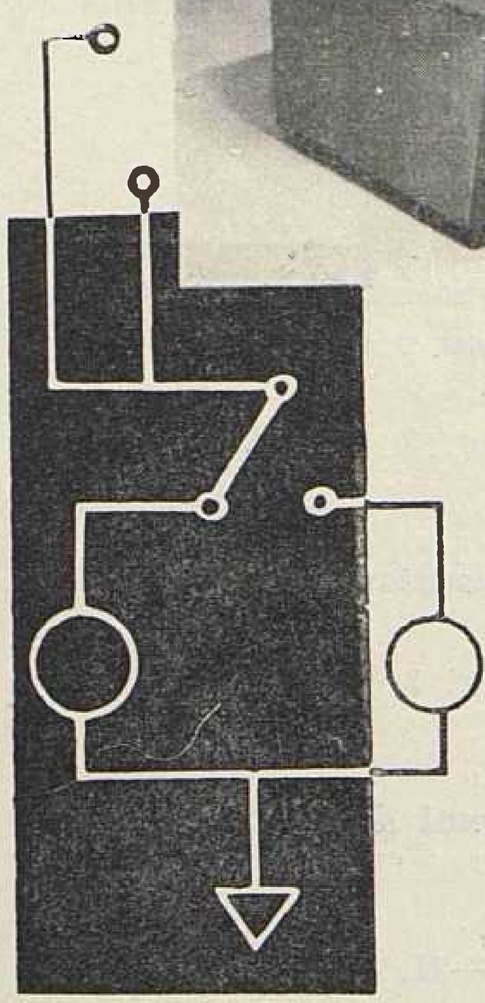
DK 621.316.99 : 621.315.668.3
Die Berechnung des Erdungswiderstandes der Freileitung-Eisenbetonmaste
H. Markiewicz
Energetyka (Polj.) 19 (1965) br. 2, 13—16.

DK 621.316.992
Progressivnye metody rabot pri ustrojstve zazemlenij v elektrosetjah
S. V. Gordon
Energetik 13 (1965) br. 1, 30—33.

DK 621.316.993
O zamene gorizontaljnyh povrehnostnyh zazemlitelej vertikaljnymi
H. P. Katigrob
Električeskie stancii 36 (1965) br. 3, 52—54.

Ivan Šimurina





MJERNI STROJ

ISTOSMJERNE STRUJE

TIP QSAV ss

Mjerni stol je posebno namijenjen elektrotehničkim laboratorijima, pogonima, ispitnim pogonima i proizvodnim pogonima, zatim za ispitivanje, justiranje i baždarenje aparata istosmjrene struje. Uređaj omogućava laganu i preciznu regulaciju struje i napona. Istosmjerni napon može se stalno regulirati do 1000 V a istosmjerna struja do 150 A. Stol se sastoji od jednog naponskog i jednog strujnog dijela. Naponski dio može se najzgodnije napajati iz sabirnih baterija 1000 V s odvojcima kod 2,5 — 10 — 50 — 250 V. Strujni dio dozvoljava podešavanje struja po volji od 50 mA do 150 A.

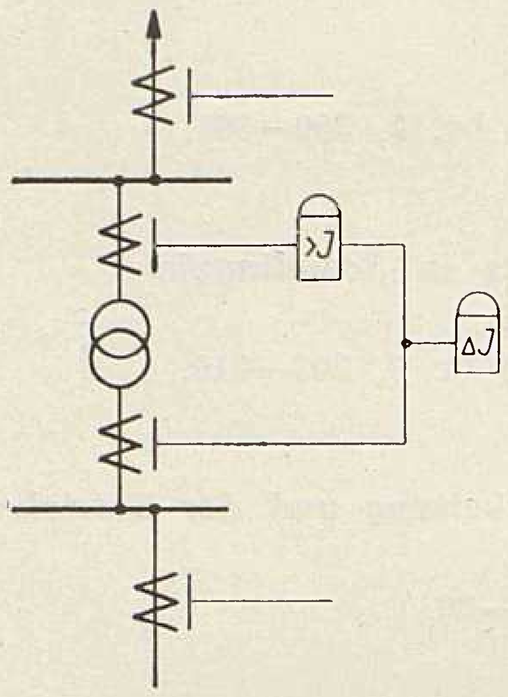
Težina stola iznosi oko 160 kg. Dimenzije: širina 170 cm, dubina 110 cm, visina 108 cm.

Izvozi **KOVO**

PRAHA — ČEHOSLOVAČKA

Zastupnik za SFRJ: KONTINENTAL — Beograd, Terazije 27/III; Zagreb, Proleterskih brigada 60

Što vrijede zaštitni uređaji, ako nisu ispravni?



Zato Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, objavljeni u Sl. listu FNRJ od 6. 2. 1957. u točci 3. 5. 4. nalažu: *Djelovanje zaštite ispituje se za vrijeme pogona mjesečno, ako za to postoje uvjeti; u protivnom jedamput godišnje.*

Čime ispitivati releje?

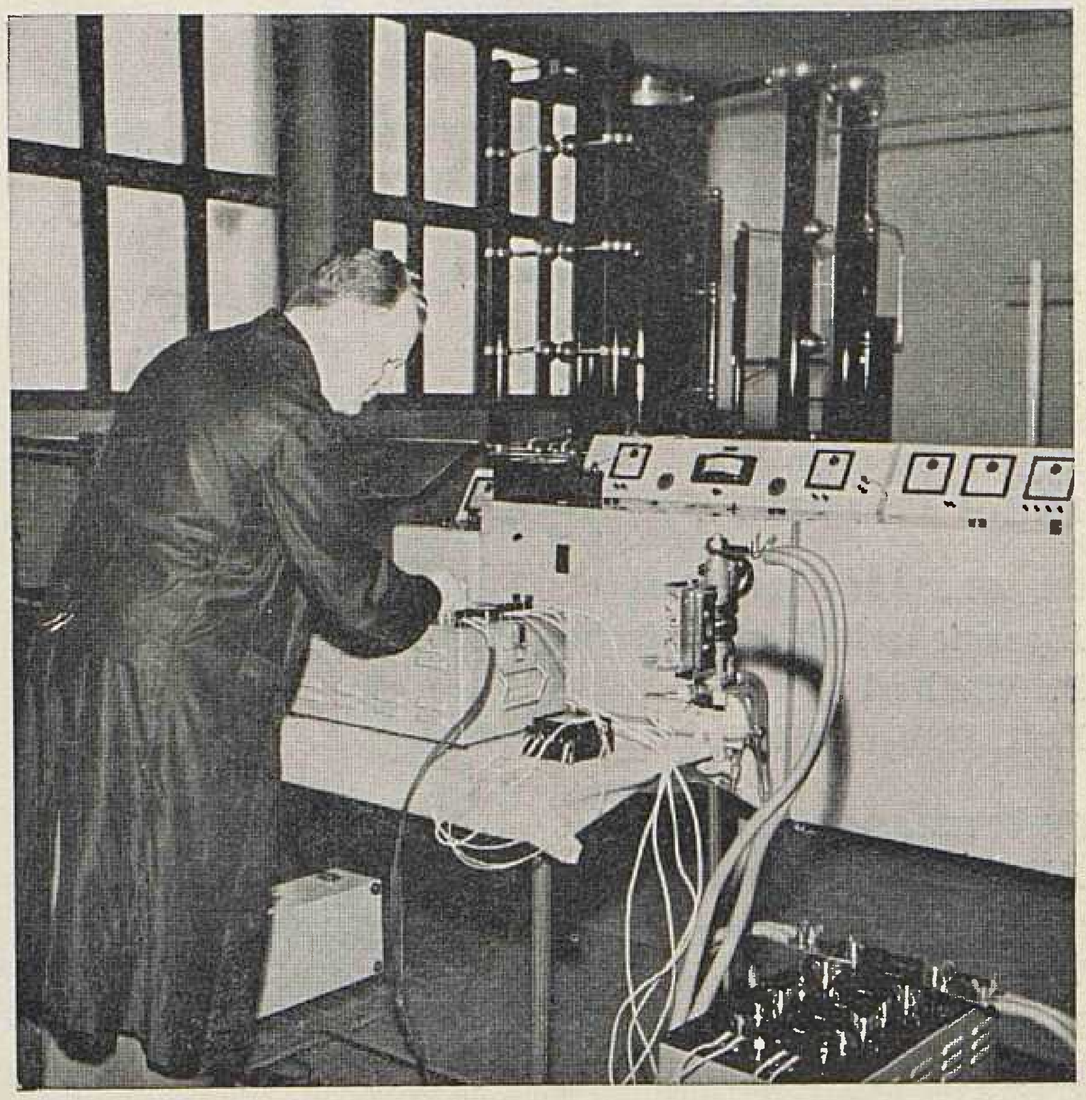
Domaće uređaje za ispitivanje releja izrađuje Institut za elektroprivredu u Zagrebu.

Dvije serije uređaja već se nalaze u eksploataciji kod distributivnih poduzeća. Pomoću ovog uređaja mogu se ispitivati primarni i sekundarni nadstrujni releji te njihovi vremenski članovi.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA, a maksimalna trajna struja 1000 A.

Narudžbe šaljite na naslov:
INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU, Zagreb,
Ulica Proleterskih brigada 37, p. p. 451.

Uređaj za ispitivanje releja I R — 2 S u eksploataciji.



STUDIJSKI, LABORATORIJSKI I MJERNI RADOVI INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU U GODINI 1963.

I Osnutak i razvoj Instituta

Pojačana elektrifikacija Jugoslavije, koja se je nakon rata počela provoditi ubrzanim tempom, našla se — pored izgradnje — i pred problemima tehničke i ekonomske prirode, od kojih su neki bili posve specifični — domaći, za koje nisu postojala nikakova slična rješenja. U uslovima takove izgradnje i prelaskom na plansku izgradnju, zadaci se više nisu mogli rješavati od slučaja do slučaja, već ih je trebalo obrađivati i studijski rješavati po nekom određenom programu, u instituciji, koja bi se tim problemima stalno bavila i sav svoj budući rad usmjerila u tom pravcu.

U tu svrhu osnovan je 1948. u Zagrebu ogranak Instituta za elektroprivredu Ministarstva elektroprivrede FNR Jugoslavije sa zadatkom da se studijski bavi elektrotehničkim, termotehničkim i privrednim pitanjima u vezi s elektrifikacijom zemlje. Rad ovog institutskog ogranka tokom idućih godina stalno se je dalje razvijao i povećavao, tako da je početkom 1952. pretvoren u Institut za elektroprivredu, koji je najprije poslovao kao odjeljenje Generalne direkcije elektroprivrede NR Hrvatske, ali već u 1953. postaje samostalnom ustanovom.

Za vrijeme svog 10-godišnjeg rada, čiji jubilej je bio proslavljen prošle godine, Institut se afirmirao u jugoslavenskim razmjerima i postigao vrlo zapažene rezultate. Pored stalne suradnje sa Zajednicom jugoslovenske elektroprivrede u Beogradu i Zajednicom elektroprivrede SR Hrvatske, koja mu je i osnivač, Institut je najuže povezan i s ostalim zajednicama elektroprivrednih poduzeća drugih republika, kao i srodnim institutima u Beogradu i Ljubljani. Osim toga Institut je najuže povezan i s elektroindustrijom, brodogradnjom, crnom metalurgijom i ostalim granama privrede, s kojima osim elektroprivrede i energetike surađuje i na području elektrotehnike, toplinskog gospodarstva i sl.

II Program rada

Zadaci Instituta formulirani su ukratko kako slijedi:

a. da naučno obrađuje perspektivne i aktuelne probleme, te razvoj elektroprivrede i energetike, u koju svrhu:
   prikuplja, sređuje i proučava dokumentaciju o razvitku elektroprivrede i ispituje energetske baze i razvoj električnog konzuma i razrađuje raspored uređaja za proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije;
   rješava aktuelna pitanja za potrebe pogona i izgradnje elektroprivrednih postrojenja;
   surađuje s privrednim i ostalim organizacijama na rješavanju problema u vezi s domaćom proizvodnjom elektrotehničkog materijala;
   usavršava istraživačke metode;
b. da naučno, teoretski i eksperimentalno obrađuje energetske probleme, u koju svrhu:
   proučava i obrađuje korištenje domaćih energetskih izvora;
   proučava i obrađuje razvojnu primjenu energetskih procesa postrojenja i materijala;
c. da vrši usluge državnim organima i odgovarajućim organizacijama iz područja svog djelovanja, naročito da:
   izrađuje stručne elaborate i ekspertize;
   razvija prototipne aparature i male serije specijalnih uređaja;
   sprovodi primopredajna, ispitna i kontrolna mjerenja;
   vrši savjetovanja kod rješavanja elektroprivrednih i energetskih problema u primjeni;
d. da izdaje stručni časopis »Energija«, te objavljuje studije, elaborate i stručne podatke, kao i ostale rezultate svog rada u stručnim časopisima;
e. da prati naučno-istraživačku djelatnost, te surađuje s odgovarajućim organizacijama u zemlji i inostranstvu.

U skladu s gornjim zadacima iz elektroenergetike u Institutu se prvenstveno rješavaju elektroprivredni zadaci, među kojima su najvažniji studij elektroenergetskih osnova hidroelektrana, termoelektrana i nuklearnih elektrana, studij mreža visokog napona i razvodnih mreža, te proučavanje privredno-ekonomskih problema i statistike.

Na polju toplinske problematike Institut u prvom redu rješava probleme toplinskog gospodarenja, racionalizacije topline, toplinskih procesa, termoenergetskih bilanciranja, obavlja toplinska mjerenja u pogonima, razvija tehniku toplinskih mjerenja i vrši razna toplinska ispitivanja u vlastitom laboratoriju. Gotovo svi radni zadaci proizlaze iz neposrednih ili budućih potreba jugoslavenske termoenergetike koje često puta zahtijevaju najsmjelija rješenja.

Studij elektrotehničke i toplinske opreme obavlja se u Institutu proučavanjem primjene osnovne opreme raznih izvedbi u elektroprivredi, toplinskim izvorima i potrošačima, izradom tehničkih uvjeta, prijedlozima standardizacije i tipizacije, predlaganjem propisa za materijal, opremu, ispitivanje, mjerenje, pogonsko uzdržavanje i sl. Izvanredan porast količine i izbora ugrađene opreme u Jugoslaviji uvjetuje da rješenja nabrojenih zadataka postaju sastavnim dijelom normalnog funkcioniranja energetskih postrojenja.

Ispitivanja u energetskim pogonima, mjerena u institutskim laboratorijima (visokonaponski, toplinski i slabostrujni) i rad na razvoju uređaja zaokružuju djelatnost Instituta i predstavljaju svakodnevnu vezu između energetskih postrojenja na terenu, proizvođača, potrošača, državnih elektroenergetskih inspekcija i naučnih ustanova s jedne strane i Instituta

s druge strane. Ovo djelovanje obuhvaća niz raznovrsnih radova kao npr. od primopredajnih ispitivanja i puštanja u pogon energetskih postrojenja do laboratorijskih atestiranja instrumenata, materijala, naprava i razvoja raznih specijalnih uređaja.

III Organizacija

Rad Instituta vrši se preko organizacionih i radnih jedinica. Organizacione jedinice sastoje se od

a) Tehničkog sektora
b) Administrativno-financijskog sektora.

Tehnički sektor dijeli se na 9 radnih jedinica, koje u ekonomskom smislu imaju značaj ekonomskih jedinica. To su

I. Elektroenergetski sistemi
II. Mreže visokog napona
III. Distributivne mreže
IV. Termoenergetski sistemi
V. Laboratorij za toplinska mjerenja
VI. Laboratorij za visoki napon i jaku struju
VII. Laboratorij za slabu struju i elektroniku
VIII. Ekonomska pitanja elektroprivrede i statistika
IX. Opća energetika.

Administrativno-financijski sektor sačinjavaju slijedeće radne jedinice:

1. Opći i kadrovski odsjek
2. Ekonomsko-financijski odsjek
3. Odsjek za dokumentaciju, biblioteku i izdavačku djelatnost.

IV Poslovanje

U skladu s opisanim djelokrugom rada Institut prima narudžbe za poslove studijskog, laboratorijskog, mjerno-pogonskog i razvojnog značaja od privrednih i industrijskih naručitelja iz svih krajeva SFR Jugoslavije, kao i od raznih državnih i društvenih ustanova, što je vidljivo iz Pregleda studijskih i drugih radova.

U Institutu se primjenjuju dva načina ugovaranja. Prvi je u obliku dugoročnih okvirnih ugovora — uglavnom petogodišnjih, gdje se Institut obavezuje da će stanovitu oblast problema obraditi u nizu raznih studija koje se i vremenski i tematski nadovezuju jedna na drugu. Unutar toga ugovorenog perioda nastaju tzv. »stalne teme« koje pružaju kompleksno i uvijek najnovije rješenje specijaliziranih problema. Na ovaj način je postignut ne samo optimum korisnih studijskih istraživanja, nego su i stečena i specifična iskustva koja Institut stavljaju u red najboljih instituta u zemlji. Ova iskustva su povećana i neprestanim kontaktima s najuglednijim stranim ustanovama i sličnim institutima, tako da Institut može uspješno rješavati sve zadatke iz svog područja rada.

Drugi dio ugovaranja je čisto klasičnog tipa i odnosi se na konkretan studijski zadatak, na mjerno ili laboratorijsko ispitivanje ili pak na izradu nekog prototipskog uređaja ili sl.

Ekonomsko-financijsku sliku za više godina poslovanja daje slijedeća tablica.

Godina	Službenici broj	Specifični bruto-produkt 100 Din/službenik
1954.	74	738
1955.	90	688
1956.	87	614
1957.	86	788
1958.	86	1030
1959.	84	1580
1960.	97	1670
1961.	104	1650
1962.	96	2200
1963.	96	2300

Osnovu kadra u Institutu čini tehničko osoblje sa slijedećom strukturom u godini 1963.

Inženjeri i diplomirani ekonomisti	27%
Tehničari, crtači i kvalificirani radnici	44%
Administrativno i ostalo osoblje	29%

U Pregledu kratkih sadržaja objavljujemo sažetke većeg broja studijskih, mjernih i razvojnih radova objavljenih u godini 1963. Navedeni su samo veći ili važniji radovi, dok je izostavljen niz sitnijih, ali nimalo manje važnih ispitnih i drugih radova na terenu ili u laboratorijima, kao i niz radova stručnjaka Instituta na domaćim ili međunarodnim savjetovanjima, kongresima, konzultacijama, revizionim komisijama i sl.

Pregled kratkih sadržaja

Elektroenergetski sistemi

Karakteristike potrošnje u SR Hrvatskoj
Raspored proizvodnje u hidroelektranama na Cetini i HE Rama uz dosljednju primjenu kriterija Jugel-a
Energetske prilike u zapadnom sistemu Jugoslavije u 1965. godini
Korekcioni faktori za Dravu
Moguća proizvodnja HE Orlovac s utjecajem na hidroelektrane na Cetini
Stanje kvara na krugu diferencijalne zaštite transformatora
Elektroenergetske podloge za studij superponirane mreže SFRJ (dodatni elaborat)
Raspodjela struja kvara u visokonaponskim mrežama
Moguća proizvodnja hidroelektrana na Soči
Uklapanje termoelektrane Šoštanj (2 × 150 MW) u elektroenergetski sistem Jugoslavije
Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije
Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije (dopunski elaborat)

Mreže visokog napona

Mreža Jugoslavije za 1965. i 1967. godinu
Regulacioni transformator u elektroprivrednom sistemu
Perspektivna mreža 110 kV SR Hrvatske
Rješenje uzemljenja nultačke u transformatorskim stanicama 110/30 (35) kV
Zaštitno uže na vodovima 110 i 220 kV
Uzemljenje zvjezdišta i proračun kratkog spoja u visokonaponskim mrežama SR Hrvatske, stanje krajem godine 1965.
Mreža Jugoslavije za 1980.

Distributivne mreže

Osnovno rješenje električne mreže grada Virovitice
Osnovno rješenje električne mreže grada Karlovca
Osnovno rješenje električne mreže grada Osijeka
Oblikovanje i dimenzioniranje razdjelne mreže 6 kV u Željezari Skopje

Termoenergetski sistemi

Termoenergetski priručnik za elektroprivredu
Termoenergetsko ispitivanje TE — TO Zagreb
Kompleksno ispitivanje u TE — TO Zagreb
Minimalna opterećenja u termoelektranama
Primopredajno ispitivanje kotla u tvornici šećera Sremska Mitrovica
Studija o ponašanju ugljena pod raznim vanjskim uslovima
Ispitivanje ventilatora za dimne plinove
Termoenergetska ispitivanja u TE Rtanj
Studija o vlastitoj potrošnji električne energije u TE Kakanj
Ispitivanje gubitaka bakra u letećoj prašini
Garancijska ispitivanja termoenergetskih postrojenja
Razni radovi

Laboratorij za toplinska mjerenja

Ispitivanje kalorifera »Instalater« Banja Luka
Ispitivanje fermentacione komore hladnjače »Gavrilović«
Ispitivanje konvektora termoelektro
Ispitivanje toplinske izolacije hladnjače za brodski teret na m/b »Matko Laginja«
Ispitivanje toplinske izolacije hladnjače za brodski teret na m/b »Ivan Mažuranić«
Ispitivanje toplinske izolacije hladnjače za brodski teret na m/b »Frano Supilo«
Izvještaj o ispitivanju zida od sendvič-elemenata
Izvještaj o ispitivanju zida fasadnih elemenata sa azbestno cementnim pločama
Izvještaj o ispitivanju zida od betonskih blokova proizvod »Radnik« Benkovac, dionica Zadar
Izvještaj o ispitivanju zidova od betonskih blokova proizvod »Tehnika« Zagreb
Izvještaj o ispitivanju zida od šljakobetonskih blokova proizvod »Vratnica« Sarajevo
Izvještaj o akustičkom ispitivanju stropne konstrukcije sa podom od »Tehnoplast« — ploča
Izvještaj o ispitivanju drvenih panela proizvod »Spačva« Vinkovci
Izvještaj o ispitivanju pregradne izolacione stijene sistema »Sendvič« proizvod »Ante Jonić« Split

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

Uređaj za ispitivanje releja
Ispitivanje elektrotehničke opreme
Ispitivanje za znak kvalitete
Ispitivanje mjernih instrumenata, uređaja, releja i transformatora
Ispitivanje odvodnika prenapona
Ispitivanje izolatora, kabela, izolatorskih i instalacionih materijala
Ispitivanja i mjerenja na električnim postrojenjima pruge Novska — Zagreb
Ispitivanja visokoučinskih osigurača
Prijevozni uređaj za ispitivanje izmjeničnim naponom 160 kV
Ispitivanje oklopljenih rasklopnih postrojenja

Laboratorij za slabu struju i elektroniku

Razvoj elektroencefalografa
Fotoakustički stimulator
Izrada uređaja za dojavljivanje zaleđivanja dalekovoda
Problem postojeće buke transformatorskih stanica kao i njezino ublaživanje

Ekonomska pitanja elektroprivrede i statistika

Racionalizacija opskrbe električnom energijom kroz povoljni pogonski faktor snage
Formiranje prodajne cijene električne energije na osnovu graničnih troškova
Rentabilnost u elektroprivredi Jugoslavije
Racionalnost primjene električnog grijanja prostorija na teritoriju SR Hrvatske, sa stanovišta elektroprivrede
Prijedlog sistema stalnog analitičkog praćenja elektroprivrede kroz naturalne i vrijednosne pokazatelje
Anketna metoda za utvrđivanje stupnja elektrifikacije u kućanstvima

Opća energetika

Snabdijevanje toplinskom energijom naselja Zaprude, Siget i Trnsko u južnom Zagrebu
Prijedlog za rješenje dopunskog grijanja stanova u naselju Trnsko u južnom Zagrebu
Prijedlog za regres pri korištenju ukapljenog plina (butana) za grijanje stanova naselja Trnsko

Izdavačka djelatnost Instituta

Karakteristike potrošnje u SR Hrvatskoj

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar, i ing. Danilo Maoduš; dovršeno u prosincu 1963.

Na osnovu podataka o potrošnji električne energije za period 1958—1962 za SR Hrvatsku, kao cjelinu, te za područja zapadnu Hrvatsku, Slavoniju i Dalmaciju određene su karakteristike potrošnje, kako za republiku tako i za područja.

Opseg: 60 strana s tablicama, 24 slike.

Raspored proizvodnje u hidroelektranama na Cetini i HE Rama uz dosljednu primjenu kriterija JUGEL-a

Narudžba Hidroelektrana na Cetini, Split, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar; dovršeno u prosincu 1963.

U elaboratu je obrađena moguća proizvodnja HE Orlovac s utjecajima na hidroelektrane na Cetini kao i moguća proizvodnja HE Rama uz dosljednu primjenu kriterija JUGEL-a, koji je definirao korištenje akumulacija jednakih ili manjih od 40 % godišnjeg dohotka. Za veće akumulacije od 40 % pražnjenje bazena treba vršiti prema potrebama za pokrivanje manjkova, što je u ovom elaboratu učinjeno budući da su bili poznati kritični mjeseci.

Opseg: 35 strana s tablicama, 2 slike.

Energetske prilike u zapadnom sistemu Jugoslavije u 1965. godini

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Božo Udovičić; dovršeno u studenom 1963.

Da bi se pravilno mogla donijeti odluka o gradnji 220 kV voda Jajce — Zagreb, potrebno je bilo razraditi energetske prilike u zapadnom dijelu zemlje za 1965. godinu. Po poznatoj metodologiji razrađene su prilike za zapadni dio zemlje i prikazane u elaboratu.

Opseg: 16 strana s tablicama, 9 slika.

Korekcioni faktori za Dravu

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar; dovršeno u prosincu 1963.

Na osnovu podataka o dnevnim protocima određene su vode koje se prelijevaju kod računanja sa srednjim mjesečnim protokom, tj. određeni su korekcioni faktori, koje bi trebalo primijeniti kod računanja moguće proizvodnje hidroelektrana na Dravi.

Opseg: 20 strana s tablicama, 6 slika.

Moguća proizvodnja HE Orlovac s utjecajem na hidroelektrane na Cetini

Narudžba Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, autor ing. Božo Udovičić; dovršeno u prosincu 1963.

Obrada HE Orlovac kao i utjecaja na hidroelektrane na Cetini, potpuno je ista kao i obrada u elaboratu »Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije« izrađena u Institutu za elektroprivredu u 1959. godini.

Opseg: 45 strana s tablicama, 25 slika.

Stanje kvara na krugu diferencijalne zaštite transformatora

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Josip Vuletić; dovršeno u prosincu 1963.

U elaboratu su pokazane sheme spajanja diferencijalne zaštite dvonamotnih transformatora s međutransformatorom i to za grupe spoja, koji se normalno pojavljuju u pogonu. Metodom simetričnih komponenata određene su struje u krugovima strujnih transformatora, međutransformatora i releja za slučajeve tropolnog, dvopolnog kratkog spoja, dvopolnog kratkog spoja s istovremenim spojem sa zemljom i jednopolnog kratkog spoja.

Analogno su prikazane prilike u tronamotnim transformatorima, koji se najčešće pojavljuju u praksi.

Opseg: 55 stranica, 28 slika.

Elektroenergetske podloge za studij superponirane mreže SFRJ *(dodatni elaborat)*

Narudžba Zajednicé jugoslovenske elektroprivrede, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i ing. Mijo Udovičić; dovršeno u studenom 1963.

Ovaj dodatni elaborat izrađen je zbog toga, što su se u osnovnom elaboratu »Elektroenergetske podloge za studij superponirane mreže FNRJ« izrađenom u Institutu za elektroprivredu u 1962. godini, promijenili polazni podaci za SR Makedoniju, i za SR Sloveniju promijenio udio pojedinih mjeseci u godišnjoj potrošnji. U vezi s navedenim promjenama izvršene su sve izmjene vezane za te promjene.

Opseg: 120 strana s tablicama.

Raspodjela struja kvara u visokonaponskim mrežama

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Josip Vuletić; dovršeno u junu 1963.

U ovom elaboratu autor je pomoću metode simetričnih komponenata, prikazao način za određivanje struja i napona kvara na bilo kojem mjestu mreže, uzevši u obzir postojanje dvonamotnih i tronamotnih transformatora, kao i transformatora u štednom spoju. Na taj način moguće je za svaku vrstu kratkog spoja odrediti struje i napone u svakom releju i svakom instrumentu, uzevši u obzir raspodjelu struja i napona u mreži, kao i zakretanje vektora struje i napona u svim fazama mreže.

Opseg: 96 strana, 67 slika.

Moguća proizvodnja hidroelektrana na Soči *(Korištenje akumulacije uz kriterij izravnanja proizvodnje termoelektrana)*

Narudžba Elektrogospodarske skupnosti Slovenije, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i ing. Juraj Keglević; dovršeno u junu 1963.

Obrada je izvršena na isti način kao i obrada »Moguće proizvodnje hidroelektrana Jugoslavije« (uz korištenje akumulacija po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana) izrađena za potrebe Zajednice elektroprivrednih poduzeća Crne Gore u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu.

Opseg: 30 strana s tablicama, 7 slika.

Uklapanje termoelektrane Šoštanj B (2 × 150 MW) u elektroenergetski sistem Jugoslavije

Narudžba Termoelektrane Šoštanj, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i ing. Božo Udovčić; dovršeno u julu 1963.

U elaboratu razrađena je mogućnost uklapanja termoelektrane Šoštanj B (2 × 150 MW) u elektroenergetski sistem Jugoslavije u 1970. godini. Uklapanje u sistem izvršeno je uz dvije pretpostavke i to:

a) termoelektrane u sjeverozapadnom dijelu zemlje angažiraju se prema ekonomičnosti termoelektrana u sistemu i

b) termoelektrane u sjeverozapadnom dijelu zemlje angažiraju se tako, da u što većoj mjeri zadovolje potrebe vlastitog područja.

Obrada izvršena na oba spomenuta načina daje u neku ruku krajnje rezultate, jer prvi daje maksimalne snage prenosa među područjima, koje se mogu očekivati, a drugi minimalne snage prenosa.

Opseg: 45 strana, 35 tablica, 16 slika.

Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije
(Uz korištenje akumulacija po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana)

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Crne Gore, Titograd, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar, ing. Juraj Keglević; dovršeno u junu 1963.

Stalni porast potražnje električne energije zahtijeva izgradnju novih termoelektrana i hidroelektrana. Da bi se mogao izvršiti izbor onih hidroelektrana, čija je izgradnja najekonomičnija sa stanovišta cijelog elektroenergetskog sistema, bilo je potrebno odrediti moguću proizvodnju hidroelektrana koje dolaze u obzir za izgradnju do 1970. godine.

Osnovno je pitanje kod određivanja moguće proizvodnje hidroelektrana, kako koristiti akumulacije. Svrha korištenja akumulacije je jasna: sniziti troškove proizvodnje električne energije u termoelektranama i osigurati što veću sigurnost opskrbe potrošača. To se postiže što konstantnijim radom termoelektrane. Moguća proizvodnja hidroelektrana određena je u ovom elaboratu uz uvjet, da se akumulacije koriste po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana.

Opseg: 700 strana s tablicama, 150 slika.

Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije
(dopunski elaborat)

Narudžba Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar, ing. Božo Udovičić; dovršeno u julu 1963.

U Institutu za elektroprivredu izrađen je u 1959. godini elaborat: »Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije« u kome su bile obrađene proizvodnje hidroelektrana koje su onda bile u pogonu i u izgradnji, kao i neke hidroelektrane, za koje se onda mislilo da će se unutar kratkog vremena početi graditi, odnosno za koje su postojali potrebni podaci.

U razdoblju od izrade spomenutog elaborata pojavila se potreba, da se obradi niz hidroelektrana, koje dolaze u obzir za izgradnju u daljnjoj fazi elektrifikacije, pa je to dovelo do izrade ovog dodatnog elaborata, koji nosi isti naslov kao i osnovni elaborat.

Opseg: oko 550 strana s tablicama, 300 slika.

Mreže visokog napona

Mreža Jugoslavije za 1965. i 1967. godinu

Narudžba Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, autori dr ing. Marijan Plaper, dr ing. Slobodan Despotović i ing. Boris Markovčić; dovršeno u prosincu 1963.

Ovaj elaborat predstavlja zajednički rad triju jugoslavenskih elektroinstituta (Elektroinštituta — Ljubljana, Instituta »N. Tesla« — Beograd i Instituta za elektroprivredu — Zagreb).

Na temelju elektroenergetskih podloga u elaboratu »Elektroenergetske podloge za studij superponirane mreže Jugoslavije« razrađena je konfiguracija mreže 220 kV za 1965. i 1967. godinu.

U elaboratu su utvrđena područja pojedine transformatorske stanice 220/110 kV i odabrani karakteristični mjeseci, čije su maksimalne i minimalne snage uzete u razmatranje. Zatim su fiksirana djelatna i jalova opterećenja po čvornim tačkama. Za mjerenja na mrežnim analizatorima odabrano je ukupno 8 pogonskih stanja za maksimum i 3 pogonska stanja za minimum u 4 varijante u obje godine.

Na temelju utvrđenih graničnih uvjeta, planirane mreže 110 kV, rezerve u proizvodnim kapacitetima i rezultatu mjerenja doneseni su odgovarajući zaključci i predložena odabrana varijanta mreže.

Opseg: 85 strana, 154 slike, 12 tablica.

Regulacioni transformator u elektroprivrednom sistemu

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, autor ing. Boris Markovčić; dovršeno u prosincu 1963.

U našim mrežama visokog napona su svi transformatori 110/35 kV i 220/110 kV regulacioni pod teretom. U mreži 110 kV efikasnost regulacije regulacionom sklopkom odgovarala je po prilici opsegu regulacije, ali ulaskom u pogon dugih vodova 220 kV efikasnost se znatno smanjila. U elaboratu je istražena efikasnost regulacije kod prijenosa dugim i kratkim vodovima, promjena toka jalovih snaga u ovisnosti o karakteru konzuma i mreži. Utvrđeno je, kakav se efekt regulacije može postići u kojim uvjetima, ako se regulacija provodi pomicanjem regulacione sklopke ili djelovanjem sinhronih kompenzatora.

Opseg: 30 stranica, 33 slike, 8 tablica.

Perspektivna mreža 110 kV SR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, autor ing. Boris Markovčić; dovršeno u prosincu 1963.

Obrada perspektivne mreže 110 kV Hrvatske stalan je rad Instituta. S obzirom na stalnu promjenu faktora koji utječu na razvoj mreže potreban je kontinuirani rad na tom problemu. U prvom dijelu elaborata sređeni su podaci o ostvarenju potroška i opterećenja po distributivnim područjima (19 za SRH), elektroenergetskim rajonima (4 za SRH) i konačno za republiku u cjelini. Na temelju ostvarenja i podataka o novim potrošačima iskonstruiran je trend porasta do 1970. godine. Distributivna područja su složena u pojna područja pojedinih stanica 110/35 kV i tako su dobivena opterećenja čvorišta mreže 110 kV iz čega se nadalje mogla konstruirati konfiguracija mreže i snaga transformacije 110/35 kV. Posebna je pažnja u elaboratu posvećena razradi i planiranju jalovih snaga, jer se kod tih podataka redovno nailazi na poteškoće.

Opseg: 56 stranica, 37 tablica, 37 slika.

Rješenje uzemljenja nultačke u transformatorskim stanicama 110/30 (35) kV
(Konkretna primjena na TS 110/30 kV Dugi Rat)

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, autori ing. Miroslav Jung, ing. Željko Zlatar, ing. Blaž Uzelac i ing. Vladimir Štengl; dovršeno u prosincu 1963.

Na temelju konkretnih podataka o konfiguraciji mreže 30 kV priključene na TS 110/30 kV Dugi Rat, a s osobitim obzirom na kabelsko-zračnu vezu otoka s kopnom, izvršen je izbor otpora za uzemljenje zvjezdišta mreže, te su provedeni proračuni struja kvara. Potom su razmotrene mogućnosti izvođenja prekostrujne i prenaponske zaštite, te su dana rješenja za slučaj konkretne mreže. Regulacija napona u ovom slučaju razmotrena je na temelju podataka o konfiguraciji mreže i perspektivnih opterećenja u njezinim čvorištima, te su predložena konkretna rješenja za period od slijedećih 10 godina.

Opseg: 66 strana, 24 tablice, 39 slika.

Zaštitno uže na vodovima 110 i 220 kV

Narudžba Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, autor ing. Boris Markovčić; dovršeno u srpnju 1963.

Budući da su faktori koji utječu na izbor zaštitnog užeta bitno različiti kad se promatra njegova uloga u zaštiti od atmosferskih prenapona i zaštiti od kratkog spoja kod kruto uzemljene mreže, studija je podijeljena na dva dijela. Dio A obrađuje ulogu zaštite od atmosferskih prenapona, a dio B ulogu zaštite kod zemnih spojeva. U dijelu A proanalizirana je efikasnost zaštitnog užeta kao zaštite od atmosferskih prenapona u svjetlu današnje svjetske literature (sovjetska, američka i njemačka), uzimajući u obzir naše konstrukcije stupova. U dijelu B istražena je djelotvornost zaštitnog užeta različite vodljivosti, kod različite kvalitete zemljišta u slučaju zemnog spoja kruto uzemljene mreže. Dijagramima i tabelama prikazana je razdioba struje kvara u stupu i zaštitnom užetu, ako je kvar u trasi ili u blizini transformatorske stanice. Istražen je utjecaj zaštitnog užeta na redukciju struja kvara u zemlji i djelovanje na TT vodove, na smanjenje napona koraka i dodira, na promjenu nulte impedancije i rad zaštite. Promatrano je također ugrijavanje zaštitnog užeta u ovisnosti o razdiobi struje kvara, mjestu kvara i daljini od transformatorske stanice.

Opseg: 158 strana, 67 slika, 21 tablica.

Uzemljenje zvjezdišta i proračun kratkog spoja u visokonaponskim mrežama SR Hrvatske, stanje krajem godine 1965.

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, autor ing. Miroslav Jung; dovršeno u lipnju 1963.

Nakon što su konfiguracije perspektivnih mreža 110 i 220 kV u Jugoslaviji za godinu 1965. službeno prihvaćene, izvršen je proračun kratkog spoja u čvorištima ovih mreža na području SR Hrvatske kao i u čvorištima istih mreža u susjednim republikama neposredno povezanim sa prvoimenovanima. Prikaz rezultata obuhvaća struje tropolnog i jednopolnog kratkog spoja u trenutku nastanka kratkog spoja kao i iste veličine po uspostavljanju stacionarnog stanja za razne slučajeve uvrštenja generatorskih kapaciteta, povezanosti mreža 110 i 220 kV, te načine uzemljenja zvjezdišta mreže. Budući da politika uzemljenja zvjezdišta mreže kod nas još nije službeno utvrđena, studija se posebno pozabavila ovom problematikom, te su rezultati dani za različite vjerojatne kombinacije i mogu se korisno upotrebiti prilikom određivanja pogonskih uvjeta.

Opseg: 36 strana, 41 slika, 53 tablice.

Mreža Jugoslavije za 1980.

Narudžba Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, autori dr ing. Marijan Plaper, dr ing. Slobodan Despotović, ing. Boris Markovčić; dovršeno u travnju 1963.

Ovaj su elaborat radila zajednički sva tri jugoslavenska elektroinstituta (Elektroinštitut — Ljubljana, Institut »N. Tesla« — Beograd i Institut za elektroprivredu — Zagreb). Na temelju elektroenergetskih podloga, obrađenih u elaboratu »Tokovi energije među područjima Jugoslavije u 1980 godini« razrađena je konfiguracija jugoslavenske mreže 220 kV. (Prema tom elaboratu jugoslavenska bi potrošnja iznosila 1980. godine 56.700 GWh). S obzirom na nesigurnost u izboru elektrana i lokaciji velikih potrošača, rezultati ove studije imali su informativni karakter.

Iz energije za X mjesec (male vode) i V mjesec (povoljne vode) nađene su odgovarajuće snage po područjima odnosno transformatorskim stanicama 220 kV. Za oba od navedena dva mjeseca obrađene su po dvije varijante konfiguracije mreže koje su zatim mjerene na mrežnim analizatorima u Ljubljani i Beogradu.

U elaboratu je također dotaknut problem uvođenja napona iznad 220 kV u Jugoslaviji.

Opseg: 56 strana, 42 slike, 24 tablice.

Distributivne mreže

Osnovno rješenje električne mreže grada Virovitice

Narudžba Narodnog odbora općine Virovitica, autor ing. Dragan Borojević; dovršeno u martu 1964.

Elaborat obrađuje energetske i tehničke smjernice za budući razvoj gradske električne mreže u Virovitici.

Kao podloga za obradu je služio urbanistički plan razvoja grada, koji je razrađen za tridesetgodišnju perspektivu. U elaboratu su najprije ocijenjene karakteristike dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja mreže i konzuma.

Nakon toga su prognozirani veličina i tok razvoja perspektivnog konzuma. Analize su pokazale da napajanje grada treba dimenzionirati za oko 15 . . . 18 MW, odnosno ako se uzme u obzir i gravitirajući seoski konzum za oko 18 . . . 21 MW.

Na osnovu procijenjene veličine i predviđene raspodjele konzuma dano je rješenje mreže 35 kV. Predloženo je da se područje grada u konačnoj fazi napaja iz tri TS 35/10 kV veličine 2 × 2,5 MVA i 3 × 4 MVA.

Perspektivna mreža 10 kV je predviđena kao radijalna s potrebnim brojem rezervnih veza za sigurnost pogona. U njoj je predviđen jedinični presjek kabela od 70 mm² Cu. TS 10/0,4 kV su predviđene sa transformatorima snage 400 kVA.

Posebno je dan i kratki osvrt na mrežu niskog napona, te najosnovnije smjernice za njen dalji razvoj.

Na kraju su dane mogućnosti etapnog razvoja mreže ovisno o razvoju konzuma, a navedeni su i aproksimativni troškovi njene izgradnje.

Opseg: 86 strana, 7 strana priloga, 13 tablica, 25 slika.

Osnovno rješenje električne mreže grada Karlovca

Narudžba »Elektre« — Karlovac, autor ing. Ivan Janić; dovršeno u listopadu 1963.

Dano je idejno rješenje električne mreže grada Karlovca. Kao osnova za izradu elaborata služio je Generalni urbanistički plan Karlovca, koji je izradio Urbanistički institut SR Hrvatske 1963. godine.

U elaboratu je najprije provedena analiza dosadašnjeg razvoja električne mreže i konzuma, te je prikazano sadašnje stanje električne mreže i izvora električne energije.

Nakon osvrta na Generalni urbanistički plan Karlovca, provedena je analiza perspektivnog konzuma za period od 1962. do 1992. godine tj. za period od 30 godina.

Nakon toga dano je rješenje buduće električne mreže uzimajući u obzir i buduće izvore električne energije, a ujedno je dana i ocjena naponskih prilika u gradskoj mreži Karlovca.

Također je dan proračun kratkog spoja i prikazana etapna izgradnja mreže.

Na kraju elaborata je dan i aproksimativni troškovnik izgradnje perspektivne visokonaponske mreže.

Opseg: 114 strana, 20 tablica, 33 slike.

Osnovno rješenje električne mreže grada Osijeka

Narudžba »Elektroslavonije« — Osijek, autor ing. Vladimir Štengl; dovršeno u listopadu 1963.

Elaborat obrađuje energetske i tehničke osnove budućeg razvoja gradske električne mreže u Osijeku. Razmatranja

obuhvaćaju perspektivu razvoja od oko 30 godina podudarno s planiranim urbanističkim razvojem grada.

U okviru energetskih osnova procijenjen je razvoj konzuma grada kao cjeline uključivo i teritorijalnu raspodjelu konzuma po manjim područjima grada. Ukupno povećanje konzuma tokom 30 godina procijenjeno je sa oko osam puta u odnosu na početno stanje.

U tom rasponu razvoja energetskih potreba razrađena su rješenja dovoda energije do grada iz mreže 110 kV, veličina i raspored gradskih TS 35/10 kV, aproksimativni raspored TS 10/0,4 kV, te konfiguracija razdjelne mreže 35 kV i 10 kV. Rješenja mreže razrađena su za konačno stanje razvoja konzuma i za više karakterističnih etapa razvoja. Za razvoj mreže odabrane su unificirane veličine transformatorskih stanica i unificirani presjeci kabela za svaki naponski nivo.

Provedeni su proračuni struja i snage kratkog spoja u gradskoj mreži, proračun naponskih prilika i mogućnosti regulacije napona, te proračuni jalove energije u mreži.

Na kraju elaborata izračunati su aproksimativni troškovi izgradnje mreže po etapama razvoja.

Opseg: 162 strana, 19 tablica, 23 slike.

Oblikovanje i dimenzioniranje razdjelne mreže 6 kV u Željezari Skopje

Narudžba »Rade Končar« — Zagreb, autori ing. Vladimir Štengl i ing. Nikola Vagić; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat je izrađen kao prilog Generalnog pretprojekta snabdijevanja Željezare Skopje električnom energijom, a obrađuje idejno rješenje razdjelne mreže 6 kV u krugu Željezare.

Obrađena je konfiguracija mreže 6 kV za povezivanje svih potrošačkih centara u Željezari s glavnim izvorima napajanja. Mreža je oblikovana i dimenzionirana tako da osigurava određenu pogonsku sigurnost snabdijevanja razmjerno zahtjevima svakog pojedinog pogona i sistema snabdijevanja kao cjeline. Za osiguranje tih zahtjeva predviđen je radijalan oblik mreže s automatskim uklapanjem rezerve. Povezano s time definirani su zahtjevi u pogledu instaliranih snaga i sheme glavnih izvora napajanja mreže 6 kV.

Opseg: 82 strane, 19 shema i nacrta.

Termoenergetski sistemi

Termoenergetski priručnik za elektroprivredu

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autorski kolektiv; dovršeno u prosincu 1963.

Ovaj priručnik sadrži materijal potreban za pogonsko osoblje termoelektrana i izrađen je u obliku zbornika teoretskih i praktičnih podataka sadržanih u kratkim tekstovima, tablicama i dijagramima. Obrađene su slijedeće teme:

- Termodinamičke osnove TE
- Primjena termodinamike za rješavanje pogonskih zadataka
- Izgaranje goriva u kotlovima
- Goriva
- Skladištenje goriva
- Kotlovska postrojenja
- Parnoturbinska postrojenja
- Pomoćni strojevi
- Generator
- Termoelektrane
- Uputstva za rukovanje
- Pogonska voda
- Cjevovodi
- Toplinske izolacije
- Ispitivanja i mjerni instrumenti
- Opći dio
- Literatura

Opseg: 307 strana, 85 tablica, 125 slika i dijagrama

Termoenergetsko ispitivanje TE—TO Zagreb

Narudžba Termoelektrane-toplane Zagreb, autori ing Stjepan Ivančić, ing. Mira Jeras; dovršeno u rujnu 1963.

U svrhu provjere garancijskih vrijednosti turboagregata, kotla, filtera dimnih plinova te uređaja za pripremu napojne vode vršena su potrebna ispitivanja i mjerenja te izvršeni potrebni proračuni.

Opseg: 183 strana, 11 slika i dijagrama.

Kompleksna ispitivanja u TE—TO Zagreb

Narudžba Termoelektrane-toplane Zagreb, autori ing. Zdenko Selanec, ing. Stjepan Ivančić, ing. Mira Jeras; dovršeno u prosincu 1963.

U svrhu utvrđivanja sp. potroška pare te utvrđivanja vlastite potrošnje električne energije i potrebne topline za stavljanje u pogon bloka vršena su odgovarajuća ispitivanja kod tri karakteristična opterećenja elektrane u kondenzacionom pogonu. Na temelju ovih ispitivanja i mjerenja izvršena je potrebna obrada te izrađen prijedlog normativa.

Opseg: 76 strana, 4 slike i dijagrami.

Minimalna opterećenja u termoelektranama

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. Jakob Lucati, ing. Zdenko Selanec; dovršeno u prosincu 1963.

Obrađen je problem minimalnih opterećenja i noćnih obustava termoelektrana. Prikazana je problematika s konstruktivno-tehničkog, pogonskog i ekonomskog aspekta. Iznesena su iskustva i rezultati postignuti u drugim zemljama.

Nadalje je izrađen konkretan prijedlog za Termoelektranu Jertovec.

Opseg: 62 strana, 5 slika i dijagrama.

Primopredajno ispitivanje kotla u tvornici šećera — Sremska Mitrovica

Narudžba Tvornice parnih kotlova, Zagreb, autor ing. Mira Jeras; dovršeno u prosincu 1963.

U svrhu provjere kapaciteta kotla kao i njegovog stupnja djelovanja vršena su potrebna ispitivanja kod karakterističnih opterećenja kotla i izrađen tehnički izvještaj.

Opseg: 71 strana, 1 slika.

Studija o ponašanju ugljena pod raznim vanjskim uslovima

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Jakob Lucati.

Da bi se dobio bliži uvid u promjene koje nastaju u strukturi i ogrjevnoj vrijednosti prilikom uskladištenja ugljena pod raznim vanjskim utjecajima izvršene su mnogobrojne analize i laboratorijska i praktična ispitivanja. Ispitivanja se vrše sa raznim asortimanima ugljena Kreka, Konjščina i Velenje. Rad se nastavlja u 1964. godini.

Ispitivanje ventilatora za dimne plinove

Narudžba Termoelektrane Zagreb, autor ing. Hrvoje Brkić; dovršeno u kolovozu 1963.

U svrhu ispitivanja garantnih vrijednosti novih ventilatora za dimne plinove, kao i u svrhu utvrđivanja pogonskih karakteristika ventilatora ispitivani su ventilatori kako u samostalnom pogonu tako i u paralelnom radu pri 4 različita broja okretaja.

Opseg: 46 strana, 4 slike i dijagrami.

Termoenergetska ispitivanja u TE Rtanj

Narudžba Rudarsko-kemijskog kombinata, Bor, autori ing. Stjepan Ivančić, ing. Hrvoje Brkić, ing Zdenko Selanec; dovršeno u prosincu 1963.

Ispitivanja su vršena na kotlovskom postrojenju, turbinskom postrojenju i postrojenju za otprašivanje dimnih plinova. Svrha ispitivanja bila je provjera garancija pojedinih uređaja u pogledu kapaciteta i stepena djelovanja.

Nadalje su izvršena ispitivanja u svrhu utvrđivanja potrošnje topline cijelog postrojenja.

Opseg: 161 strana, 8 slika i dijagrama.

Studija o vlastitoj potrošnji električne energije u TE Kakanj

Narudžba Termoelektrane Kakanj, autor ing Zdenko Selanec; dovršeno u prosincu 1963.

TE Kakanj angažirala je Institut za elektroprivredu i postavila mu zadatak da provede detaljnu analizu vlastitog potroška električne energije i ustanovi kakova odstupanja postoje između predvidive normativne vlastite potrošnje električne energije i one koja se stvarno u pogonu ostvaruje te da utvrdi razloge tih odstupanja.

Opseg: 64 strane, 2 slike.

Ispitivanje gubitaka bakra u letećoj prašini

Narudžba Rudarsko-kemijskog kombinata, Bor, autor ing. Hrvoje Brkić; dovršeno u srpnju 1963.

Zbog usklađivanja tehnološkog procesa te dobivanja podataka za perspektivni razvoj kombinata provedena su ispitivanja:

- ispravnosti reda elektrofiltera te kontrole čistoće dimnih plinova na ulazu u tvornicu sumporne kiseline,
- utvrđivanje gubitaka leteće prašine, odnosno posredno gubitaka bakra, u onim dimnim plinovima, koji se ne otprašuju,
- dobivanje podataka o sadržaju leteće prašine, odnosno bakra u dimnim plinovima pojedinih pogona kombinata.

Opseg: 95 strana, 18 slika i dijagrama.

Garancijska ispitivanja termoenergetskih postrojenja

Razni naručioci.

Vršen je niz primopredajnih ispitivanja kotlovskih i turbinskih postrojenja u raznim industrijskim poduzećima: Šećerana — Sremska Mitrovica, Tvornica ulja — Zagreb, Siporex — Pula, Kombinat — Borovo, Tvornica papira — Zagreb, Rudarsko-kemijski kombinat — Tuzla, Željezara — Vareš, i dr.

Na tim postrojenjima vršena su odgovarajuća ispitivanja i mjerenja u svrhu provjere garancija koje je dao isporučilac.

Razni radovi

Po narudžbi raznih industrijskih poduzeća i tvornica vršen je niz ispitivanja i intervencija u svrhu poboljšanja rada postrojenja i uklapanja eventualnih manjkavosti te ukazivanje pomoći kod rješavanja raznih energetskih problema i zadataka.

Nadalje su obavljena razna mjerenja i ispitivanja količina pare, baždareni su pogonski instrumenti i slično u industrijskim i elektroprivrednim poduzećima. Isto su tako vršene konzultacije i ekspertize o raznim termoenergetskim problemima za zahtjev elektroprivrednih i industrijskih poduzeća.

Laboratorij za toplinska mjerenja

Ispitivanje kalorifera »Instalater« — Banja Luka

Narudžba »Instalatera«, Banja Luka, autor ing. Fedor Šprung; dovršeno u srpnju 1963.

Elaborat obrađuje metode ispitivanja kalorifera, konkretne uređaje na kojima su kaloriferi ispitani, matematsku analizu dobivanja rezultata i rezultate sa komentarom. Na temelju komentara izvršena su konstruktivna poboljšanja.

Opseg: 107 strana, 15 tablica, 32 slike.

Ispitivanje fermentacione komore hladnjače »Gavrilović«

Narudžba »Gavrilovića« Petrinja, autor ing. Fedor Šprung; dovršeno u lipnju 1963.

Elaborat opisuje funkciju komora i njihovih klimatizatora. Objašnjava razloge ispitivanja komore i opseg planiranih ispitivanja, razrađene specifične mjerne metode koje su kod mjerenja primijenjene, dati protokoli mjerenja i komentari rezultata značajnih za tehnološki proces. Elaborat je obilato dokumentiran.

Opseg: 63 strane, 9 tablica, 12 slika.

Ispitivanje konvektora termoelektro

Narudžba »Termoelektra«, Pančevo, autor ing. Fedor Šprung; dovršeno u srpnju 1963.

U elaboratu je data primjena ultratermostata po Hoeppleru na ispitivanja konvektora. U elaboratu je razrađena metoda ispitivanja parom i toplom vodom, dati protokoli mjerenja i analizirani rezultati te predložena usavršavanja.

Opseg: 89 strana, 6 tablica, 48 slika.

Ispitivanje toplinske izolacije hladnjače za brodski teret na m/b »Matko Laginja«

Narudžba »Titovo brodogradilište«, Kraljevica, autor ing. Vladimir Debogović; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat obrađuje principe izoliranja brodskih hladnjača, metode ipsitivanja toplinskih izolacija hladnjače i metode kontrole instrumenata za ispitivanje hladnjače te date rezultate ispitivanja i komentare u smislu propisa.

Opseg: 78 strana, 9 tablica, 25 slika.

Ispitivanje toplinske izolacije hladnjače za brodski teret na m/b »Ivan Mažuranić«

Narudžba »Titovo brodogradilište«, Kraljevica, autor ing. Vladimir Debogović; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat obrađuje principe izoliranja brodskih hladnjača, metode ispitivanja toplinskih izolacija hladnjače i metode kontrole instrumenata za ispitivanje hladnjače te date rezultate ispitivanja i komentare u smislu propisa.

Opseg: 78 strana, 9 tablica, 25 slika.

Ispitivanje toplinske izolacije hladnjače za brodski teret na m/b »Frano Supilo«

Narudžba »Titovo brodogradilište«, Kraljevica, autor ing. Vladimir Debogović; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat obrađuje principe izoliranja brodskih hladnjača, metode ispitivanja toplinskih izolacija hladnjače i metode kontrole instrumenata za ispitivanje hladnjače te date rezultate ispitivanja i komentare u smislu propisa.

Opseg: 78 strana, 9 tablica, 25 slika.

Izvještaj o ispitivanju zida od sendvič-elemenata

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u lipnju 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanja toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 26 strana, 12 slika.

Izvještaj o ispitivanju zida fasadnih elemenata sa azbest-cementnim pločama

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u srpnju 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanje toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 24 strane, 13 slika.

Izvještaj o ispitivanju zida od betonskih blokova proizvod »Radnik« Benkovac, dionica Zadar

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanje toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 32 strane, 8 slika.

Izvještaj o ispitivanju zidova od betonskih blokova proizvod »Tehnika« — Zagreb

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanje toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 31 strana, 6 slika.

Izvještaj o ispitivanju zida od šljakobetonskih blokova proizvod »Vranica« — Sarajevo

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanje toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 28 strana, 9 slika.

Izvještaj o akustičkom ispitivanju stropne konstrukcije sa podom od »Tehnoplast« — ploča

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u kolovozu 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanje toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 24 strane, 1 prilog, 12 slika.

Izvještaj o ispitivanju drvenih panela, proizvod »Spačva« — Vinkovci

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u rujnu 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanje toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 23 strane, 13 slika.

Izvještaj o ispitivanju pregradnje izolacione stijene sistema »Sendvič« proizvod »Ante Jonić« — Split

Narudžba »IGH«, Zagreb, autor Kurt Sonns; dovršeno u rujnu 1963.

Elaborat daje principe difuzije vlage i podatke o mjernoj opremi i instrumentima za ispitivanje toplinskih hidrodifuzionih i akustičkih osobina parapetnih panela, daje podatke o ispitivanju konkretnog zida i komentare rezultata.

Opseg: 22 strane, 2 priloga, 16 slika.

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

Uređaj za ispitivanje releja

Narudžbe poduzeća Elektrokombinat — Kraljevo, Jugoelektro — Beograd, Elektra — Karlovac, Elektrotehna — Ljubljana, Elektroistok — Beograd, Elektrobeograd — Beograd, Elektrošumadija — Mladenovac, Elektro-Celje — Celje, Preduzeće za distribuciju električne energije — Beograd, Fabrika sode — Lukavac, Zavod za zaštitu rada — Niš, Rudnik mrkog uglja — Zenica, Feroelektro — Sarajevo.

Za ispitivanje i udešavanje releja razvijen je u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju odgovarajući uređaj. Njime se mogu ispitivati nadstrujni releji bilo primarni bilo sekundarni, a također i sve vrsti naponskih releja. Uređaj se izrađuje u dvije varijante: a) za ispitivanje i udešavanje primarnih i sekundarnih nadstrujnih releja (oznaka tipa IR-2 S), b) za ispitivanje i udešavanje samo sekundarnih nadstrujnih releja (oznaka tipa IR-3).

Tip IR-2 S sastoji se iz slijedećih dijelova: izvor reguliranih struja i napona, izvor jakih struja, električna stopura i posebni vodiči za spajanje. Izvor reguliranih struja i napona omogućava regulaciju napona od 0—250 V, a za ispitivanje sekundarnih releja regulaciju struje od 0—12 A i priključuje se na mrežu 220 V, 50 Hz. Izvor jakih struja

upotrebljava se za ispitivanje i primarnih nadstrujnih releja od 1000 A, a priključuje se na izvor reguliranih struja. Električna stop-ura prespojiva je za istosmjerne i izmjenične napone 110 i 220 V s područjima 0—1 sekunde i 0—20 sekunda. Cijeli uređaj osigurava tačnost klase 1.

Tip IR-3 sastoji se od izvora reguliranih struja do 30 A za priključak na mrežu 220 V, 50 Hz, električne stop-ure i potrebnih vodiča za spajanje.

Prema potrebi izrađuju se i uređaji specijalne izvedbe, kao na primjer uređaji za ispitivanje primarnih releja do 2000 A.

Ispitivanje elektrotehničke opreme

Narudžba HE Trebišnjica — pogon Dubrovnik i pogon Grančarevo, HE »Senj«, Senj

Ugovoreno je ispitivanje čitave elektrotehničke opreme za HE Trebišnjica tj. generatora, učinskih transformatora, visokonaponske elektroopreme napona 220 kV, 35 kV, 14,4 kV i 10 kV, dizalica, hidromehaničke opreme, kućnih agregata, zaštite, regulacije, uređaja za komandu i daljinska mjerenja, UKV i VF telefonije.

Ispitivanje za »Znak kvalitete«

Narudžba Sekretarijata Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara, Zagreb.

Sekretarijat Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Zagreb kvalitetnim proizvodima dodjeljuje znak kvalitete, koji je ujedno garancija da dotični proizvod potpuno odgovara standardima. Proizvod koji dobije kvalitetni znak mora imati zagarantirano: besprijekornost proizvodnje, adekvatnu konstrukcionu izvedbu, kvalitetan upotrebljeni materijal, estetski vanjski izgled i praktičnost upotrebe.

Sekretarijat Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Zagreb povjerava ispitivanje za kvalitetni znak Laboratoriju za visoki napon i jaku struju. Ispitivanja se provode prema propisima JUS, a ako ih za neki proizvod nema, provjerava se prema propisima CEE i VDE. U tu svrhu Laboratorij raspolaže svim potrebnim uređajima, tako da se mogu provesti sva ispitivanja potpuno u skladu s propisima.

Na osnovu rezultata ispitivanja i analiza proizvodnih mogućnosti tražioca, posebna komisija Sekretarijata Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara odlučuje da li dotični proizvod zaslužuje znak kvalitete.

Ispitivanje mjernih instrumenata, uređaja, releja i transformatora

Narudžbe raznih poduzeća.

Laboratorij za visoki napon i jaku struju raspolaže instrumentima klase 0,1 i ispitnim uređajima za ispitivanje mjernih instrumenata za istosmjernu i izmjeničnu struju. Osim toga raspolaže etalonima za ispitivanje kao i svim potrebnim uređajima. Laboratorij ispituje i udešava sve vrsti releja pomoću uređaja vlastite proizvodnje. Za ispitivanje strujnih i naponskih mjernih transformatora mosta za strujne transformatore 0,1 a za naponske 0,2. Osim toga Laboratorij može ispitivati, a i izvoditi, razne mjerne uređaje.

Ispitivanje odvodnika prenapona

Narudžbe raznih poduzeća.

U Laboratoriju za visoki napon i jaku struju ispitan je niz odvodnika prenapona. Laboratorij u tu svrhu raspolaže potrebnim ispitnim transformatorom za ispitivanje odvodnika pogonskom frekvencijom, kao i udarnim generatorom. Za snimanje prorade na raspolaganju je katodni oscilograf za snimanje prijelaznih pojava.

Ispitivanje izolatora, kabela, izolacionih i instalacionih materijala

Narudžbe raznih poduzeća.

U Laboratoriju za visoki napon i jaku struju ispituju se izolatori svih napona bilo pojedinačno ili u lancima ili stupovima po svim propisima određenim uvjetima. Isto tako ispituju se sve vrsti izolacionih materijala mjerenjem njihove električne čvrstoće, dielektrične konstante i kuta gubitaka. Osim toga ispituju se kabeli prema propisima JUS, a također i različiti izolacioni dijelovi. Također se ispituje instalacioni materijal, razna niskonaponska oprema, kao oprema za kranove, sklopke itd.

Ispitivanja i mjerenja na električnim postrojenjima pruge Novska — Zagreb

Narudžba Zajednice željezničkih poduzeća, Zagreb.

Vršena su kompletna ispitivanja postrojenja, među ostalima pregled stanica i uređaja, ispitivanje releja i transformatorskog ulja, ispitivanje položenog kabela, davanje uputa na licu mjesta za otklanjanje nedostataka, funkcionalnog ispitivanja itd.

Ispitivanje visokoučinskih osigurača

Narudžba »Strojotehna«, Zagreb i »Elektra«, Zagreb

Izvršena su ispitivanja visokoučinskih osigurača, a osim toga je bila uspostavljena saradnja s proizvođačem u svrhu postizavanja izvedbe osigurača u skladu s propisima.

Prijevozni uređaj za ispitivanje izmjeničnim naponom 160 kV

Narudžba »Elektroprenos«, Split.

Izrađen je i ispitan prijevozni uređaj za ispitivanje izmjeničnim naponom do 160 kV. Ovaj uređaj je montiran na automobilskoj prikolici, pa je prikladan za ispitivanje na licu mjesta pojedinih dijelova postrojenja (odvodnika prenapona, izolatora itd.).

Ispitivanje oklopljenih rasklopnih postrojenja

Narudžba »Energoinvest«, Sarajevo.

Ispitana je oklopljena ćelija rasklopnog postrojenja da se ustanovi da li zadovoljava tehničke propise, te je izdan atest o ispitivanju.

Osim toga izvršena su za pojedine naručioce razna ispitivanja iz područja visokonaponske i jakostrujne tehnike.

Laboratorij za slabu struju i elektroniku

Razvoj elektroencefalografa

Narudžba »Hospital-Dent«, Zagreb; razvoj elektronskog dijela ing. Ante Šantić; razvoj mehaničkog dijela ing. Miroslav Kolaj.

Izvršene su daljnje promjene i usavršavanja prema dosadašnjoj konstrukciji. Ove su promjene uslijedile kao rezultat iskustava stečenih na dosadašnjim uređajima. Ostvaren je maksimum faktora rejekcije, što osigurava minimum vanjskih smetnji, te je u tom smislu i dobiven patent. Na osnovu ispitivanja i istraživanja također su izvršene izmjene u shemama u pretpojačalu i pojačalu. Neka svrsishodnija mehanička rješenja osigurala su bržu proizvodnju. Ovi su radovi primijenjeni na najnovijoj seriji od 8 elektroencefalografa isporučenih u 1963. godini.

Osim gornjeg, započet je i razvoj novog tipa elektroencefalografa, kod kojega će u elektronskom dijelu biti primijenjena najnovija dostignuća u tehnici pojačala malih signala. Isto se tako razvija i nova vrst pisača, kod koje je primijenjen novi princip rada.

Fotoakustički stimulator

Narudžba »Hospital-Dent«, Zagreb, autor ing. Miroslav Kolaj.

Razvijen je fotoakustički stimulator koji optičkim odnosno akustičkim efektima izaziva biološke reakcije, koje se bez ovih podražaja neće pojaviti, tako da u sklopu s elektroencefalografom služi kao dopunski uređaj za dijagnozu.

Fotoakustički stimulator omogućuje automatski slijed svjetlosnih i akustičkih impulsa s frekvencijom od 0,5 — 100 Hz, kao i automatski slijed parova impulsa s promjenljivim intervalom impulsa u paru od 10 — 250 ms, a moguća je i regulacija frekvencije parova. Pojedinačni impulsi kao i parovi impulsa mogu se uključivati ručno. Slijed impulsa može biti upravljen i iz vanjskog izvora (vanjska sinhronizacija).

Aparat ima mogućnost regulacije intenziteta svjetla i zvuka. Izrađen je prototip aparata i započeta je izrada prve serije.

Izrada uređaja za dojavljivanje zaleđivanja dalekovoda

Narudžba HE Senj i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske; razvoj elektronskog dijela ing. Momir Vujnović, razvoj mehaničkog dijela ing. Miroslav Kolaj.

Na temelju izrađene studije o problemima automatskog daljinskog dojavljivanja zaleđivanja dalekovoda, odabrano je najpovoljnije rješenje za konkretnu izradu odgovarajućeg uređaja. U izvedbi je projekt nekoliko elemenata navedenog uređaja: tranzistorskog oscilatora kao signalizatora nastalih promjena opterećenja vodiča; tranzistorskog prijemnika s pokazivajućim instrumentom, kao indikatora promjena, i dinamometra s kapacitivnim davačem kao regulatora rada oscilatora. Nastavak ovih radova prelazi u 1964 god.

Problem postojeće buke transformatorskih stanica kao i njeno ublaživanje

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Momir Vujnović; dovršeno u 1963.

U ovoj su studiji opisani opći principi koje je nužno poznavati pri konstrukciji energetskih transformatora niskog brujanja. Ujedno su u pojedinim slučajevima dani i konkretni brojčani podaci, kao i grafički i tabelarni prikazi, koji predstavljaju rezultate praktičkih ispitivanja u nizu zemalja tokom niza godina.

U prvom dijelu rada prikazane su općenite metode mjerenja veličina zvučnog polja, kao i razni propisi s normama u vezi s gornjim mjerenjem (NEMA, VDE- i francuski propisi).

U drugom dijelu opisani su uzroci nastajanja buke transformatora snage (magnetostrikcije, brujanja uljnih pumpi, ventilatora i sl.) uz prikaz prethodne procjene buke putem matematičkog aparata.

Posljednji dio daje upute, kako smanjiti buku transformatora na podnošljivu mjeru, opisujući niz praktičnih metoda za smanjenje buke, kako na samom izvoru (transformator), tako i na udaljenosti od izvora do prijemnog mjesta.

Opseg: 93 strane, 49 slika.

Ekonomska pitanja elektroprivrede i statistika

Racionalizacija opskrbe električnom energijom kroz povoljni pogonski faktor snage

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Božidar Filipović, suradnici dipl. oec. Ljiljana Wipplinger i Ružica Dilberović; dovršeno u ožujku 1963.

Zadatak studije je iznalaženje opravdanosti za izbor grupnog ili individualnog rješavanja kompenzacije jalove snage i energije u elektroenergetskom sistemu Hrvatske. Obrada je koncentrirana na ekonomski utjecaj pogonskog faktora snage na opskrbu potrošača električnom energijom i na iznalaženje podesnih metoda i sredstava sa ciljem stvaranja povoljnih uslova za poboljšanje pogonskog faktora snage već na samom mjestu potrošnje. Analizom utjecaja pogonskog faktora snage na investicije i na pogonske troškove električne energije dolazi se do podesnih tarifnih oblika kao ekonomske mjere stimuliranja potrošača za povoljan vlastiti pogonski faktor snage.

Ostvareni troškovi pogona uspoređeni su sa troškovima, koji bi nastali za odabrana dva pogonska stanja vršeći kompenzaciju faktora snage jednom grupno, a jednom putem pojedinačne kompenzacije kod samih potrošača. Uspoređenjem dobivenih rezultata o potrebnim investicijama i nastupajućim pogonskim troškovima dolazi se do zaključka, da je sa općeg narodno-ekonomskog stanovišta i sa stanovišta same elektroprivrede, racionalnija grupna kompenzacija.

Opseg: 124 strane, 39 tablica, 24 slike, 59 tablica u prilogu.

Formiranje prodajne cijene električne energije na osnovu graničnih troškova

Narudžba Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, autor ing. Božidar Filipović, suradnici dipl. oec. Ljiljana Wipplinger-Ivančić i Ružica Dilberović; dovršeno u studenom 1963.

Polazeći od teorije graničnih troškova analiziraju se karakteristike kratkoročnih i dugoročnih graničnih troškova i ukazuje na savremeni razvoj njihove primjene za formiranje prodajnih cijena. Dostignuća praktične primjene granične teorije za formiranje prodajnih cijena električne energije, ukazuju na podesnost te primjene i u jugoslovenskoj elektroprivredi. Razrađene su metode proračunavanja graničkih troškova proizvodnje u termičkom, hidrauličkom i mješovitom elektroenergetskom proizvodnom sistemu kao što i za djelatnost prijenosa i distribucije električne energije. Na osnovu kratkoročnih i dugoročnih energetskih bilanci jugoslavenske elektroprivrede do god. 1985. provedeno je na temelju postavljenih kalkulacionih principa iznalaženje cijene električne energije u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije i u sistemima pojedinih republika za godinu 1961.

Tarifni stavovi formirani na temelju »graničnih cijena« omogućuju svrsishodnu diferenciju cijene električne energije po sezonama i dobama dana. Analiza perspektivnih energetskih odnosa pokazuje na dobru primjenljivost postavljenih i za godinu 1961. prokontroliranih metoda i unutar srednjeročnog ekonomskog rasta jugoslavenske elektroprivrede.

Opseg: 179 strana, 100 tablica, 12 slika; prilozi: 127 tablica, 132 slike.

Rentabilnost u elektroprivredi Jugoslavije

Narudžba Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, autor ing. Božidar Filipović, suradnici dipl. oec. Ljiljana Wipplinger i Ružica Dilberović; dovršeno u srpnju 1964.

Svrha je elaborata da se na temelju teoretski ispravno i u duhu socijalističkog ekonomskog poretka definiranom pojmu rentabilnosti i na podesno odabranom modelu za račun rentabilnosti, razradi metoda i analitičke sheme praćenja dinamike rentabilnosti elektroprivredne djelatnosti u

Jugoslaviji. Rentabilnost elektroprivrede promatra se sa stanovišta društvene zajednice, kooperativne proizvodnje i neposrednih proizvođača.

Metode praćenja dinamike omogućuju promatranje elektroprivrede u cjelini, po pojedinim funkcijama elektroprivrednih djelatnosti — proizvodnja u termo i hidroelektranama, prijenos i distribucija električne energije — i po pojedinim korisnicima akumulacije. Saglasno sa odabrana četiri modela računa rentabilnosti proveden je račun rentabilnosti osnovnih sredstava i prometa elektroprivrede kao cjeline i elektroprivreda pojedinih republika za god. 1960. i 1961. u četiri varijante.

Konstatirano je, da rentabilnost u sadašnjoj našoj elektroprivredi opada sa povećanjem stupnja tehničke opremljenosti elektroprivrednih radnika. Zaključeno se ukazuje na sadašnju nisku akumulativnost elektroprivrede Jugoslavije i na nužnost veće stope rentabilnosti u vezi sa potrebama proširene reprodukcije.

Opseg: 114 strana, 32 tablice, 4 slike, 2 priloga sa 460 tablica.

Racionalnost primjene električnog grijanja prostorija na teritoriju SR Hrvatske, sa stanovišta elektroprivrede

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Božidar Filipović, suradnik dipl. oec. Ljiljana Wipplinger-Ivančić; dovršeno u prosincu 1963.

Zadatak je studije da osvijetli racionalnost električnog grijanja prostorije sa općeg narodnog stanovišta, a napose sa stanovišta same elektroprivrede. Opća razmatranja ove problematike treba da budu provjerena za odnose u elektroprivredi Hrvatske. Polazeći od sadanjeg stanja primjene električne energije za grijanje prostorija i u tome u raznim zemljama Evrope stečenih iskustava problem se svodi na racionalnost grijanja stanova električnim akumulacionim pećima.

Primjena električnog akumulacionog grijanja stanova u perspekitvnom razvoju grada Zagreba omogućuje uključivanjem akumulacionih peći na gradsku električnu mrežu u doba malih opterećenja korisno rješenje grijanja i za elektroprivredu i za potrošače. Proširena analiza na neke gradove Hrvatske pokazuje, da bi vjerojatno 1970 godine moglo biti grijano oko 12,5 % stambenog fonda prema stanju 1963 godine kod noćnog punjenja akumulacionih peći, odnosno oko 9 % uz dopunsko dnevno punjenje, a da se pri tome ne povisi inače uvjetovano maksimalno opterećenje sistema.

Korist za elektroprivredu Hrvatske od električnog grijanja stanova akumulacionim pećima procijenjena je do god. 1985. sa oko 250 milijuna godišnje.

Opseg: 193 stranice, 39 tablica, 41 slika.

Prijedlog sistema stalnog analitičkog praćenja elektroprivrede kroz naturalne i vrijednosne pokazatelje

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. Božidar Filipović; dovršeno u siječnju 1964.

Stalno praćenje elektroprivrednog razvoja sa ciljem dobivanja mogućnosti što boljeg sagledavanja tendence budućeg elektroprivrednog rasta, a u svrhu pravovremenog poduzimanja odluka o potrebnoj izgradnji novih elektroenergetskih izvora i elektrotehničkih postrojenja za transport električne energije do potrošača, uslovljuje uvođenje podesnog praćenja elektroprivrednog energetskog i ekonomskog zbivanja. Predmetnim prijedlogom sistema stalnog analitičkog praćenja elektroprivrednog razvoja postavljen je okvir i opseg zahtjeva praćenja, te opći principi sistema praćenja uz naznaku predmeta, mjesta i vremena promatranja. Date su definicije prostih i složenih energetskih, pogonskih, ekonomskih i drugih predmeta promatranja, momentanog elektroprivrednog stanja i njegovog razvoja. Predložen je opseg usporedbe razvoja elektroprivrede Hrvatske sa ostalim republičkim elektroprivredama Jugoslavije kao i sa drugim stranim elektroprivredama. Prijedlogom se predviđa i specijalna analiza užih elektroenergetskih konzumnih područja Hrvatske.

Opseg: 96 strana.

Anketna metoda za utvrđivanje stupnja elektrifikacije u kućanstvima

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Dragutin Kostanjšek (viši tehničar); dovršeno u prosincu 1963.

Stalno povećanje potrošnje električne energije iziskuje svake godine od elektroprivrede ulaganje velikih financijskih sredstava za izgradnju elektroprivrednih opskrbnih postrojenja. Ta okolnost nameće međutim, napose kod potrošača široke potrošnje, a naročito u kućanstvima, zahtjev za usmjerivanjem što racionalnijeg korištenja električne energije. Metode oko racionalizacije potrošnje u kućanstvima mogu se uspješno provoditi samo ako su poznate stanovite energetske karakteristike, koje utiču na formiranje konzuma. Iz elaborata proizlazi, da se saznanja o tim karakteristikama dadu u potrebnom opsegu i tačnosti dobiti matematsko-statističkom analizom energetskih podataka prikupljenih povremenim anketnim postupcima na samom mjestu potrošnje, dakle kod kućanskih potrošača. U elaboratu razrađena je podesna metoda anketiranja i matematsko-statističke analize o stanju elektrifikacije u kućanstvima širokih opskrbnih područja. Metodom utvrđeni su i elementi anketiranja.

Opseg: 36 strana, 2 anketna lista.

Opća energetika

Snabdijevanje toplinskom energijom naselja Zaprude, Siget i Trnsko u južnom Zagrebu

Narudžba Direkcije za izgradnju južnih predjela Zagreba, autor ing. Ivo Jamnicki; dovršeno u lipnju 1963.

Analizira se pogodnost snabdijevanja toplinskom energijom naselja Zaprude, Siget i Trnsko u južnom Zagrebu. U rješavanju su uzeti u obzir izgrađeni kapaciteti toplane na Žitnjaku za daljinsko vrelovodno grijanje. Predmetna naselja razmatrana su u kompleksu sa ostalim naseljima i objektima koji će se u području južnog Zagreba izgraditi do kraja 1970. godine. Ekonomski račun je pokazao da bi se snabdijevanje toplinom tog područja, koje se proteže između Jakuševačkog savskog mosta i željezničke pruge Zagreb — Sisak, najpovoljnije vršilo na slijedeći način:

1) Osnovno grijanje prostorija i grijanje potrošne vode u novim zgradama vrelom vodom iz Toplane.
2) Osnovno kuhanje u novim zgradama zemnim plinom.
3) Dopunsko grijanje i kuhanje u novim zgradama: električki.
4) Osnovno grijanje u postojećim zgradama: zemnim plinom.

Nemogućnost pravovremene dobave dovoljnih količina zemnog plina i ograničenost finansijskih sredstava nije međutim dozvolila ovo rješenje, te je na kraju odabrano rješenje sa električnim kuhanjem umjesto zemnim plinom, a osnovnim grijanjem ukapljenim plinom (butan) u izgrađenim već stanovima, koje bi se kasnije zamijenilo zemnim plinom.

Opseg: 217 strana, 32 tablice, 9 dijagrama i shema, 3 geografske karte.

Prijedlog za rješenje dopunskog grijanja stanova u naselju Trnsko u južnom Zagrebu

Narudžba Gradskog narodnog odbora, Zagreb, autori ing. Ivo Jamnicki, Ivan Ivanko; dovršeno u listopadu 1963.

Elaborat je izrađen u cilju otklanjanja teškoća nedovoljnog i skupog grijanja izgrađenih već stanova na području južnog Zagreba, snabdjevenih samo električnim grijanjem.

U elaboratu se navodi današnja toplinska bilanca grijanja navedenih stanova i prijedlog da se manjak nadoknadi dopunskim grijanjem ukapljenim plinom (butan), koji bi se zamijenio zemnim plinom nakon njegovog dovoda u to područje. Određuju se kapaciteti potrebnih plinskih peći u ovisnosti o veličini i položaju stana, izvodi se bilanca potražnje topline i njenog podmirenja nakon provedbe predloženog dopunskog plinskog grijanja te troškovi tog grijanja i iznosi potrebnih investicija.

Opseg elaborata: 17 strana, 2 grafikona, 2 tablice.

Prijedlog za regres pri korištenju ukapljenog plina (butana) za grijanje stanova naselja Trnsko

Narudžba Direkcije za izgradnju južnih predjela Zagreba, autor ing. Ivo Jamnicki; dovršeno u listopadu 1963.

U elaboratu se prikazuje opseg buduće upotrebe ukapljenog plina (butana) u naselju Trnsko južnog Zagreba do dovoda zemnog plina u to područje u kome stanari nemaju mogućnosti upotrebe krutih goriva kao dopune k raspoloživom no, nedovoljnom električnom grijanju. Navode se cijene i troškovi grijanja i opravdanost da se daje regres za ukapljeni plin, čime bi se kompenzirale razlike u troškovima grijanja plinom u usporedbi sa grijanjem ugljenom i električnom energijom, koje se po postojećim tarifama daje daleko ispod stvarnih cijena koštanja. Predlaže se regres koji bi omgućio dobavu ukapljenog plina u stan po cijeni od 50 Din/kg.

Opseg elaborata: 17 strana, 2 grafikona, 2 tablice.

Izdavačka djelatnost Instituta

Tokom 1963. objavljeno je 6 dvobrojeva časopisa »Energija« (ukupno 420 strana formata A4) i više posebnih otisaka iz časopisa »Energija«.

Na institutskim uređenjima za umnožavanje kopirano je tokom 1963. na ozalid-papiru oko 7500 kvadratnih metara nacrta.

K. Ja. Kafieva: *Pomehi ot korony na provodah linij elektroperedači,* Gosenergoizdat 1963., 145 strana, 40 + 14 slika, dijagrama i crteža, cijena 43 kop.

Kod relativno guste mreže dalekovoda, koji prolaze kroz naseljena mjesta, nastaju često prilične smetnje pri radiotelevizijskom prijemu. Ista je pojava uočljiva i kod veza po žičanim prenosnicima. Katkada je u blizini vodova visokog napona i posve onemogućena izmjena vijesti. Razlog tome leži u stvaranju korone na takvim vodovima. Problem je naročito aktuelan u slučaju prevođenja već gotovih dalekovoda na povišeni napon, pri čemu će povećane smetnje biti onaj faktor, koji će ograničavati gornju granicu povišenog napona.

Kako radiotelevizija i PTT služba nastoji osigurati svojim pretplatnicima nesmetan prijem, često se u svijetu dešava da ustanove postavljaju oštre zahtjeve elektroprivredi za sniženje postojećih smetnji ispod nekog dozvoljenog nivoa. U slučaju već postavljenih dalekovoda to bi moglo dovesti do sporova, a u vezi s tim i do izvođenja skupih zaštitnih mjera, ako ne i premještanja dijela trase dalekovoda. Kako ovo može da bude vrlo skupo, a često i nemoguće, to je potrebno unaprijed pristupiti ispitivanjima kako ovise smetnje o raznim faktorima (o naponu, izolacionom materijalu, udaljenosti od trase, o zemljištu i slično).

U stranom je svijetu započeto s rješavanjem tog problema još 20-tih godina ovog vijeka (SAD, Švedska, Švicarska, Francuska, SSSR i Japan) na čemu je nastavljen rad sve do danas.

Gornja knjiga predstavlja zbir mnogih iskustava sakupljenih tokom dugogodišnjeg rada, o čemu svjedoči neobično opsežan popis radova iz svjetske literature. Od samog smo autora imali prilike vidjeti nekoliko radova u časopisima »Električestvo« i »Električeskie stancii«.

Materijal u knjizi razrađen je sistematski i vrlo pregledno, idući od općenitih razjašnjenja prema konkretnim ispitivanjima. U prvoj glavi opisana je općenito priroda pojave smetnji uslijed korone, u drugoj etape ispitivanja i određivanja normi, a u trećoj je razložena metodika mjerenja i neki pribori za mjerenje smetnji.

U slijedeće četiri glave, koje su i posljednje, dat je najvredniji dio materijala, jer su u njima detaljnije opisana ispitivanja smetnji u laboratorijskim uslovima (glava četvrta), zatim na pokusnim dalekovodima (glava peta), kao i na normalnim dalekovodima u pogonu (glava šesta).

U sedmoj su glavi opisane praktične metode računanja smetnji, koje se izvode u raznim zemljama. U svrhu teoretskog proračuna smetnji dat je na kraju prilog u opsegu od skoro jedne trećine knjige. Sistematizacija ovih opsežnih ispitivanja provedena je nizom praktičnih podataka u mnoštvu tabela, grafičkih prikaza i ostalih podataka.

M. Vujnović

O. Horvat, *Mehanička tehnologija, materijala za gradnju strojeva III dio.* Izdavač Tehnička knjiga Zagreb, 1964, 592 strane, 475 slika i crteža, mnogo dijagrama i tablica, uvez u poluplatno.

Novo četvrto izdanje trećeg (III) dijela poznate trilogije, Mehanička tehnologija I—III, prerađeno u skladu s najnovijim naučnim dostignućima, novi je doprinos oskudnoj domaćoj literaturi neophodnoj našim kadrovima na tom području djelatnosti.

Pojedina poglavlja su tako obrađena da predstavljaju nezavisne cjeline što omogućuje efikasno korištenje knjige kao priručnika. Istoj svrsi služe i mnogobrojne tablice, dijagrami i numerički podaci.

Ova knjiga (III) sadrži slijedeća poglavlja:

1 *Metalografija*
2 *Čelici*
3 *Toplinsko obrađivanje*
4 *Korozija i zaštita od korozije*
5 *Način spajanja dijelova*
6 *Ispitivanje materijala*

Interesantno je napomenuti da su slike iz starog izdanja zamijenjene novima, kako bi knjiga bila u skladu s dotjeranim tekstom u pogledu tehničkih noviteta, što sve zajedno daje knjizi viši tehnički nivo.

Na kraju knjige navedena je i novija literatura kojom se je autor služio za pripremu novog izdanja.

U redakcijskom prilogu, koji je tematski vezan uz knjigu, preveo je autor članak o klasifikaciji i karakteristikama modernih inostranih brzoreznih čelika.

Tehnička oprema knjige i štampa su standardnog izgleda i formata, na uobičajenoj tehničkoj visini, što čini dopadljivu vanjštinu, koja karakterizira solidnog izdavača.

I. Šimurina

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE SIJEČANJ I VELJAČU 1965.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 — 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. 1964.	212.955	58.396	2.236	17.598	215.191	75.994	— 17.846	26.199	— 4.249	295.289
4. 1964.	216.089	36.113	2.042	16.236	218.131	52.351	— 24.455	49.506	— 13.840	281.693
5. 1964.	188.812	41.432	1.265	16.688	190.077	58.120	17.377	10.986	+ 413	276.973
6. 1964.	126.411	39.154	880	18.948	127.291	58.102	53.744	21.306	— 180	260.263
7. 1964.	66.991	63.541	908	17.522	67.899	81.063	69.788	42.810	+ 61	261.621
8. 1964.	80.253	73.476	679	17.403	80.932	90.879	69.682	26.566	+ 12	268.071
9. 1964.	105.605	70.324	1.075	28.316	106.680	98.640	51.312	12.238	+ 554	269.424
10. 1964.	175.179	33.567	2.097	26.416	177.276	59.983	46.119	13.053	— 9.552	286.879
11. 1964.	223.164	26.909	1.828	20.920	224.992	47.829	16.413	14.841	— 9.366	294.709
12. 1964.	272.005	30.450	2.289	23.196	274.294	53.646	867	21.447	— 6.075	344.179
Ukupno 1964.	2,008.381	613.310	17.991	231.483	2,026.372	844.803	241.803	355.554	— 42.668	3,425.864
1. 1965.	274.722	24.932	2.359	19.183	277.081	44.115	4.921	3.028	— 834	328.311
2. 1965.	204.815	46.580	1.661	20.663	206.476	67.243	18.097	17.275	— 2.411	306.680
Ukupno 1 — 2. 1965.	479.537	71.512	4.020	39.846	483.557	111.358	23.018	20.303	— 3.245	634.991

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol - Fužine	78,9	29.286	20.833	50.119	203,4	615,2	282,8	49,8	39,2	—	—
		Gojak	48,0	26.819	15.429	42.248	604,9	136,4	268,6	75,1	47,8	—	—
		Ozalj	5,1	3.084	1.633	4.717	273.6	104,6	176,2	81,2	47,6	—	—
		Kraljevac	67,0	44.955	36.275	81.230	1.389,6	421,5	685,2	98,2	80,5	—	—
		Peruća	42,0	20.447	20.133	40.580	234,6	224,6	230,1	65,4	71,3	—	—
		Split	224,0	137.735	99.597	237.332	92,5	101,2	95,6	82,6	66,1	—	—
		Manojlovac	20,5	15.480	12.548	28.008	134,2	128,9	131,7	101,0	91,0	—	—
		Jaruga	5,5	4.021	3.609	7.090	107,5	120,6	105,3	109,1	97,6	—	—
	TE	Zagreb TO	64,0	11.375	28.889	40.264	21,2	64,2	47,7	23,9	61,8	3.216	3.138
		Zagreb	17,0	448	1.648	2.096	78,1	62,9	62,8	3,5	8,7	6.987	7.077
		Jertovec	36,0	11.096	13.707	24.803	70,4	74,2	72,4	48,9	56,6	4.516	4.233
		Vlaška	8,0	2.013	2.336	4.349	43,3	56,2	49,3	33,6	43,6	5.846	5.718
		Rijeka	7,2	625	3.204	3.829	22,4	87,2	59,3	11,5	86,4	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	17,4	2.309	4.195	6.504	136,1	271,6	214,2	17,8	19,6	—	—
		Sladorana — Županja	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. kombinat - Borovo	6,0	2.667	2.682	5.349	353,5	364,8	108,4	50,7	66,5	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	3.345	3.299	6.644	102,7	95,4	48,3	81,7	89,2	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim, iskazan je u odnosu na 1964. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Elementi energetske bilance	Siječanj		Veljača		Od početka god.		Indeks 1964 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Siječanj	Veljača	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	299.654	76,4	251.395	71,7	551.049	74,0	118,1	117,3	117,4
Proizvodnja industrijskih elektrana	21.542	5,3	22.324	6,3	43.866	5,9	138,7	137,5	110,0
Ukupna proizvodnja u generatoru	321.196	81,7	273.719	78,0	594.915	79,9	118,9	118,6	119,0
Nabava elektr. energije od susjed. zaj.	71.668	18,3	77.156	22,0	148.824	20,1	69,6	113,2	87,1
Nabava elektr. energ. iz inozemstva	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupno raspoloživa elektr. energija	392.864	100,0	350.875	100,0	743.739	100,0	105,3	117,3	110,7
Vlastiti potrošak elektrana u sistemu	6.121	1,5	6.800	1,9	12.921	1,7	73,0	74,7	74,2
Vlastiti potrošak industr. elektrana	2.154	0,5	2.232	0,6	4.386	0,6	146,6	135,9	141,9
Ukupno raspolož. na pragu elektrana	384.589	98,0	341.843	97,5	726.432	97,7	106,0	118,6	111,4
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(Prag elektrana u sistemu)	(366.035)	(93,1)	(327.208)	(93,4)	(693.243)	(93,1)	(104,2)	(120,0)	(111,3)
Gubici prijenosa u sistemu	17.453	4,4	14.088	4,0	31.541	4,3	62,1	106,8	78,0
Gubici razvoda u sistemu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna predaja el. en. potrošačima	367.136	93,3	327.755	93,5	694.891	93,4	109,5	119,2	113,9
Od toga:									
Predano susjednim zajednicama	63.719	16,2	41.784	11,8	105.503	14,2	106,6	113,5	110,4
Predano inozemstvu	695	0,2	2.411	0,7	3.106	0,5	98,4	634,2	281,7
Industrijska vlastita opskrba	19.388	4,8	20.092	5,7	39.480	5,2	149,2	135,8	139,2
Potrošači u sistemu	283.334	72,1	263.468	75,3	546.802	73,5	84,3	117,9	112,4
Struktura potrošnje u sistemu ukupne prodaje potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta poslov. prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta društv. prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Motori i aparati	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poljoprivredni motori	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Javna rasvjeta	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preprodavaoci	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna potrošnja na malo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vodovod	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gradska električna vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna komunalna potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ugljenokopi	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tvornica cementa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ostala veća potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrokemije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrometalurgije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod ostalih	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna ostala velepotrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Karbid	18.626	4,7	16.637	4,7	35.263	4,7	350,9	291,2	318,1
Aluminij	9.501	2,4	8.838	2,5	18.339	2,5	66,4	88,0	72,0
Ostala elektrokemija	7.077	1,8	6.335	1,8	13.412	1,8	250,0	603,3	345,8
(Ukupno elektrokemija)	(35.204)	(8,9)	(31.810)	(9,0)	(67.014)	(9,0)	(157,1)	(187,8)	(167,5)
Ferolegure el. metalurgije	9.025	2,3	8.056	2,3	17.081	2,3	136,3	—	255,2
Elektrotoplina	2.333	0,6	2.342	0,6	4.675	0,6	95,8	91,3	94,0
Željez. elek. vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melioracije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna specijalna velepotrošnja	46.562	11,8	42.208	11,6	88.770	11,9	148,0	210,0	171,4

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFRJ za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po narodnim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		UKUPNO	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	1. 1965.	1158	796	362	275	26	98	134	118	108	154	87	38	7	111	—
	2. 1965.	1049	635	414	204	53	103	118	94	122	131	113	36	7	68	—
Indeks na bazi	1. 1964.	102	126	73	144	43	125	75	141	77	135	78	99	100	123	—
	2. 1964.	114	139	90	145	76	149	82	126	97	182	97	116	108	99	—

Proizvodnja ugljena za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — Sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1964 = 100		
		Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	64.400	67.070	131.470	99,8	102,1	101,0
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	4.433	4.400	8.833	89,6	80,0	84,5
	Rudnik — Pregrada	6.050	6.215	12.265	81,7	91,2	86,2
	Ostali	5.858	6.223	12.081	102,6	94,3	98,2
	Medimurje: Medimurski ugljenokopi M. Središće	13.349	15.524	28.973	97,7	97,6	97,7
	Dalmacija: Rudnik Siverić	6.912	6.556	13.468	95,7	79,4	87,0
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.703	1.461	3.164	63,3	43,6	52,4
	Svega mrki	38.305	40.479	78.784	92,0	87,0	89.4
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Ladanjski ugljen., Ivanec	28.641	28.183	56.824	91,2	91,8	94,4
	Zagorski rudnici, Konjšćina	10.659	10.561	21.220	109,2	100,3	104,5
	Rudnik lignita Poljanica	4.401	4.589	8.990	179,7	76,7	106,7
	Ostali	1.956	1.460	3.416	98,8	74,6	86,8
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	8.632	10.177	18.809	106,4	111,3	109,0
	Ostali	7.148	5.912	13.060	148,7	97,8	120,39
	Ostala područja	1.654	1.703	3.357	132,3	141.9	137,0
	Svega lignita	63.091	62.585	125.676	109,1	95,5	101,8
	Ukupno sve vrste ugljena	165.796	170.134	335.930	101,1	95,7	98,3

NAPOMENA: [1] obuhvaća bivše koprivničke ugljenokope — Koprivnica te križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kalorija)	Koks
Proizvodnja u 1000 t	1. 1965.	2401	98	856	1447	1870	103
	2. 1965.	2395	101	886	1408	1883	86
Indeks na bazi	1. 1964.	99,4	90,7	97,6	102,7	102,7	107,2
	2. 1964.	95,3	93,5	94,9	95,7	95,2	96,6

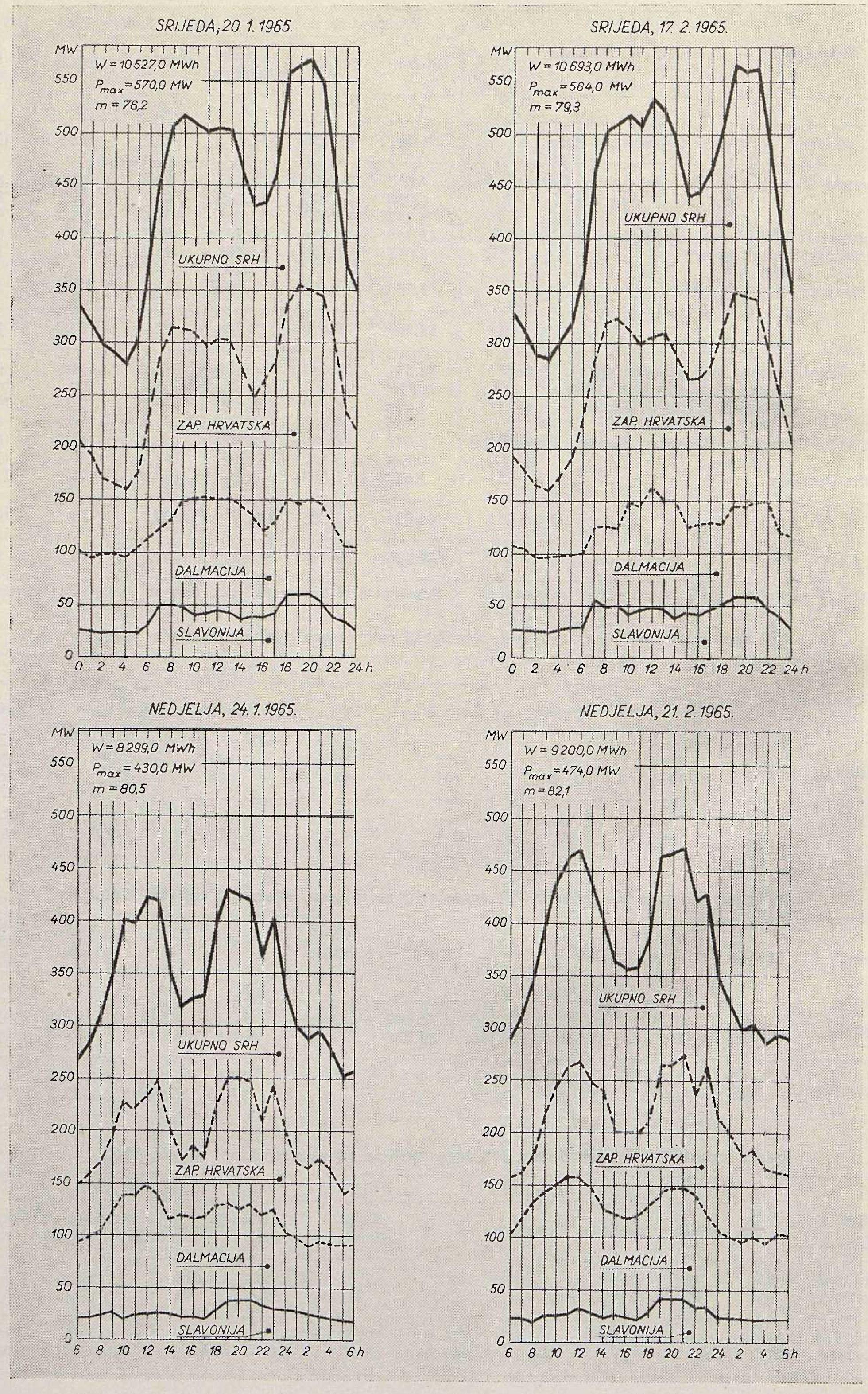
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivna ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	1. 1965.	163.149	30.588	167.246	33.946	1003	6437	47.292	7.341	65.111
	2. 1965.	156.578	28.538	215.202	35.374	1113	6251	63.721	12.370	85.850
Indeks na bazi	1. 1964.	150,9	139,6	137,1	162,4	104,5	87,1	127,5	79,4	196,6
	2. 1964.	157,0	139,5	167,4	154,1	82,6	97,1	154,4	123,7	223,5

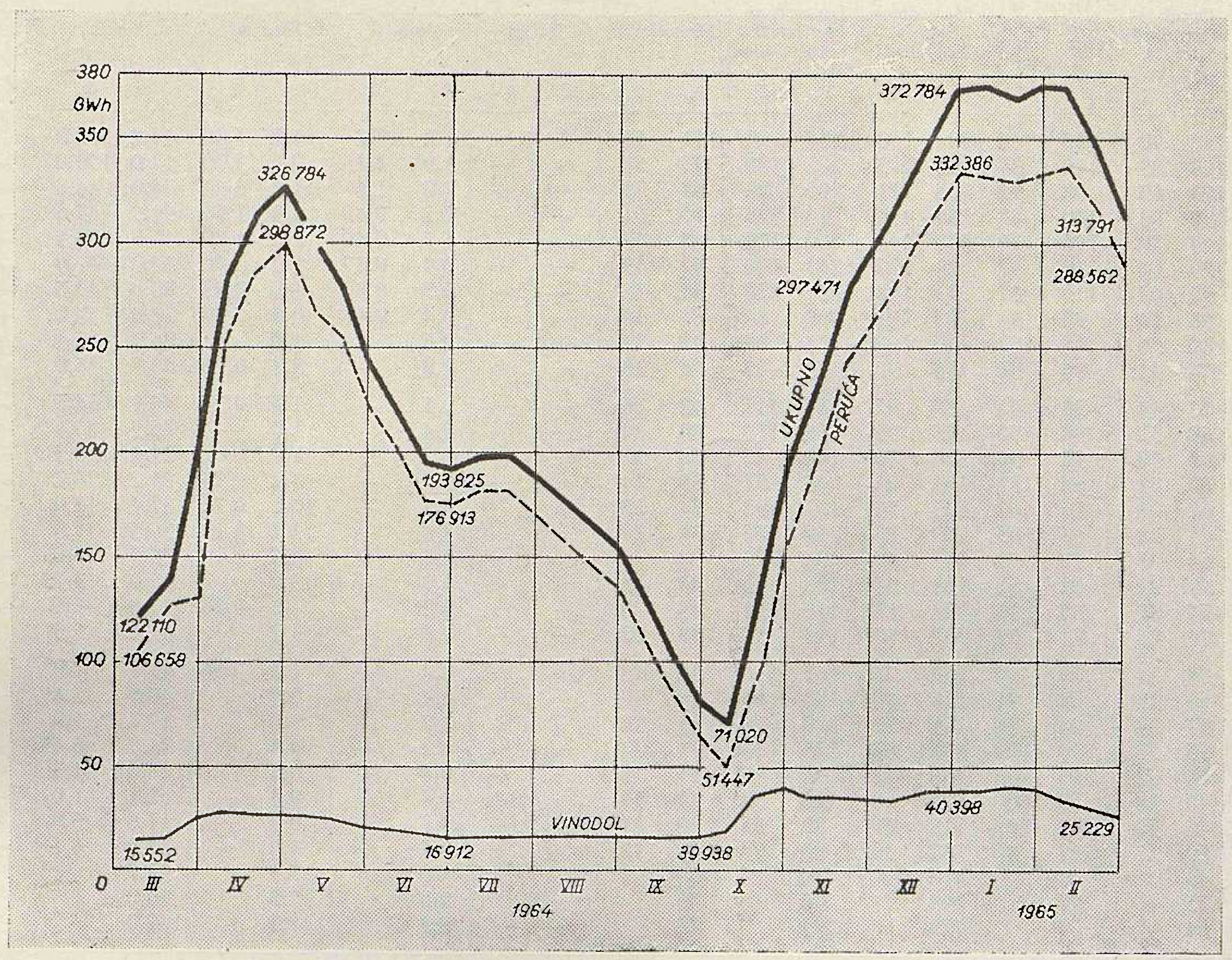
Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
1. siječanj 1965.	93	90	94	90	99	95	99	76	96	96
2. veljača 1965.	96	95	97	97	101	91	94	90	97	99
1. siječanj 1964.	113,4	117,0	113,2	103,4	116,4	115,8	102,0	110,0	112,9	114,2
2. veljača 1964.	107,8	110,4	111,4	103,1	109,7	101,1	105,6	109,7	107,7	108,7

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece siječanj i veljaču 1965.

Bruto - potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu u 1964.		I i II 1965. prema I i II mj. 1964.		12 mjeseci 1965./64. prema 12 mjes. 1964./63.	
	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %
Ukupno SRH	100,0	100,0	97,7	93,9	104,9	115,9	104,9	109,9	111,9	106,5
Direktni potrošači	14,0	16,1	130,0	108,0	118,2	141,6	118,2	129,3	58,0	78,2
Distribucija	76,7	77,0	115,4	94,3	106,1	103,4	106,1	104,8	112,8	107,3
Gubici i ostalo	6,1	6,9	100,0	107,6	56,0	97,9	56,0	107,9	81,4	83,8

Srednji dnevni protoci vode za mjesece siječanj (1) i veljaču (2) 1965. (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrež.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumul. Peruća, Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u korito Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
1	158	90	135	40	294	160	330	130	111	51	—	—	1,2	7,2	1,8	14,00	44,2	215,0	—	—
2	128	89	110	34	256	173	285	130	95	58	—	—	8,9	4,2	9,2	7,00	47,0	150,0	—	—
3	123	85	98	73	256	171	289	192	87	51	—	—	7,2	1,6	11,2	3,60	78,0	84,0	—	—
4	118	83	100	88	254	156	260	124	70	51	—	—	2,5	0,42	4,9	1,80	59,0	62,5	—	—
5	115	70	106	90	237	140	260	178	68	47	—	—	1,7	0,40	2,2	1,70	46,5	53,5	—	—
6	120	66	135	93	221	127	255	170	62	39	—	—	0,9	0,27	1,0	0,90	37,0	49,0	—	—
7	98	46	119	57	211	114	237	122	54	36	—	—	0,5	0,83	1,0	0,83	40,0	43,5	—	—
8	96	54	98	46	202	108	200	85	51	34	—	—	0,4	0,46	0,9	0,50	28,6	40,0	—	—
9	80	50	98	67	190	100	185	85	49	31	—	—	0.6	—	1,0	—	24,0	37,6	—	—
10	78	41	96	58	185	99	180	85	45	28	—	—	1,9	—	2,3	0,20	35,7	36,0	—	—
11	73	44	98	74	175	97	167	117	42	26	—	—	0,5	—	1,0	0,35	46,1	34,5	—	—
12	69	32	98	70	175	93	160	110	40	24	—	—	0,4	—	1,0	—	25,2	30,6	—	—
13	67	30	78	54	166	90	140	85	38	24	—	—	0,5	—	1,0	—	23,2	28,3	—	—
14	66	31	83	31	164	83	145	57	35	24	—	—	3,0	—	8,2	0,75	21,2	24,2	—	—
15	62	29	75	62	163	85	107	93	34	23	—	—	5,6	—	10,8	0,11	33,1	17,0	—	—
16	63	38	65	65	173	83	90	85	34	23	—	—	3,3	—	5,7	0,15	36,5	11,8	—	—
17	64	35	59	53	167	80	106	85	34	22	—	—	1,6	—	2,7	—	35,9	6,6	—	—
18	70	32	62	86	163	88	123	76	41	21	—	—	9,9	—	13,0	—	67,0	6,15	—	—
19	75	30	65	71	184	83	110	53	45	20	—	—	3,0	—	7,3	0,20	93,0	5,6	—	—
20	71	28	71	82	202	80	114	57	40	18	—	—	1,1	—	3,2	—	61,0	5,5	—	—
21	68	34	79	40	186	78	165	6	38	16	—	—	0,4	—	1,6	0,56	49,1	7,0	—	—
22	61	29	87	91	178	80	163	65	38	16	—	—	0,4	—	0,9	—	40,5	5,4	—	—
23	63	32	96	98	169	77	120	76	35	14	—	—	0,7	—	1,0	—	35,7	5,9	—	—
24	35	33	10	100	165	65	120	54	31	14	—	—	0,2	—	0,4	—	33,7	6,65	—	—
25	68	32	16	100	138	62	95	42	31	13	—	—	0,4	—	0,8	—	28,0	4,3	—	—
26	46	24	58	100	124	60	126	52	31	13	—	—	0,4	—	0,3	—	22,1	1,02	—	—
27	45	30	44	100	118	60	80	65	30	13	—	—	0,5	—	0,9	—	17,8	6,0	—	—
28	50	27	33	86	132	59	80	73	28	13	—	—	0,7	—	1,4	—	22,0	4,1	—	—
29	49		31		113		80		30		—		8,0		15,5		33,7		—	
30	55		27		149		94		39		—		8,0		17,5		90,0		—	
31	64		7		179		99		43		—		8,3		11,3		167,0		—	
M. p.[1]	77,3	44,4	75,0	71,7	183,8	94.6	175,2	91,1	51,7	27,7	—	—	2,7	0,54	4,5	1,1	45,8	35,0	—	—

M. p[1] = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI ODBOR. *Miloš Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Boris *Markovčić*, glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić*. *Urednici rubrika*. Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati*, ing. Vladimir *Štengl*, ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević*. Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec*. Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač*. Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Tehnički urednik: Ivan *Šimurina*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.

GOD. 14 (1965) energija BROJ 5 — 6

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

ENERGETSKO ISKORIŠTENJE SREDNJEG TOKA SAVE OD UŠĆA SUTLE DO RUGVICE

Stjepan Reštarević, Zagreb

Na rijeci Savi, na širem području grada Zagreba, postoji mogućnost korištenja raspoloživog pada od 40 m i srednjeg protoka od 330 m³/s. Autor iznosi prijedlog iskorištenja ovih energetskih mogućnosti u četiri stepenice, ukupne instalirane snage od 151 MW, sa mogućnošću godišnje proizvodnje od 682,0 GWh.

DK 621.22 : 621.311

1. Uvod

Na širem području grada Zagreba od ušća Sutle do Rugvice raspoloživi pad Save iznosi oko 40,0 m, a prosječni godišnji protok oko 330,0 m³/s, pa je bruto energetski potencijal Save oko 1.050,0 GWh/god.

Iako se samo dio bruto potencijala može ekonomično iskoristiti, on je sigurno znatan. Od naročite je važnosti što bi se energetski izvori nalazili u samom centru velikog potrošača, u energetski deficitarnom području. Zbog toga se nameće potreba, da se što prije pristupi izradi studija, a zatim i samoj izgradnji hidroelektrana, ovisno o njihovoj ekonomičnosti, kao i mogućnosti uklapanja u vodoprivredno rješenje tog dijela Save.

Smještaj Zagreba i njegov razvoj s obje strane Save, te brojne komunikacije koje ulaze u grad, kao i one koje povezuju ili će povezivati sjeverni i južni dio grada, sigurno utječu na tehničko rješenje energetskog korištenja ovog dijela Save i obratno.

No pored urbanističkih planova razvoja Zagreba treba voditi računa i o slijedećim vodoprivrednim zahvatima i problemima: zaštiti od poplava, zaštiti kao i osiguranju nivoa podzemnih voda (vodovod u M. Mlaki), plovidbi i dr.

Sigurno je da se samo kompleksnim rješavanjem svih problema i međusobnim usklađivanjem može postići optimalno rješenje tog sektora Save s ekonomskog i urbanog gledišta uz izvjesne manje ili veće korekture urbanističkih planova.

Jasno je, da postoje brojne varijante energetskog rješenja predmetnog dijela Save ovisno o tome kojem se od navedenih faktora daje veće značenje.

U pomanjkanju istražnih radova, koji mogu utjecati na konačno rješenje daje se jedna varijanta s opisom i karakterističnim podacima.

Vjerujem, da je po ovoj varijanti dosta dobro usklađeno energetsko rješenje s ostalim korisnicima.

2. Tehničko rješenje

Iz situacije Save i uzdužnog profila postrojenja vidljivo je, da je energetsko korištenje ovog dijela Save predviđeno sa 4 hidroelektrane od km 702,5 (ušće Sutle) do 646,0 (S. Novaki) na ukupno maksimalnom padu od 40,5 m.

HE Podsused je najuzvodnije derivaciono postrojenje s padom od 14,0 m.

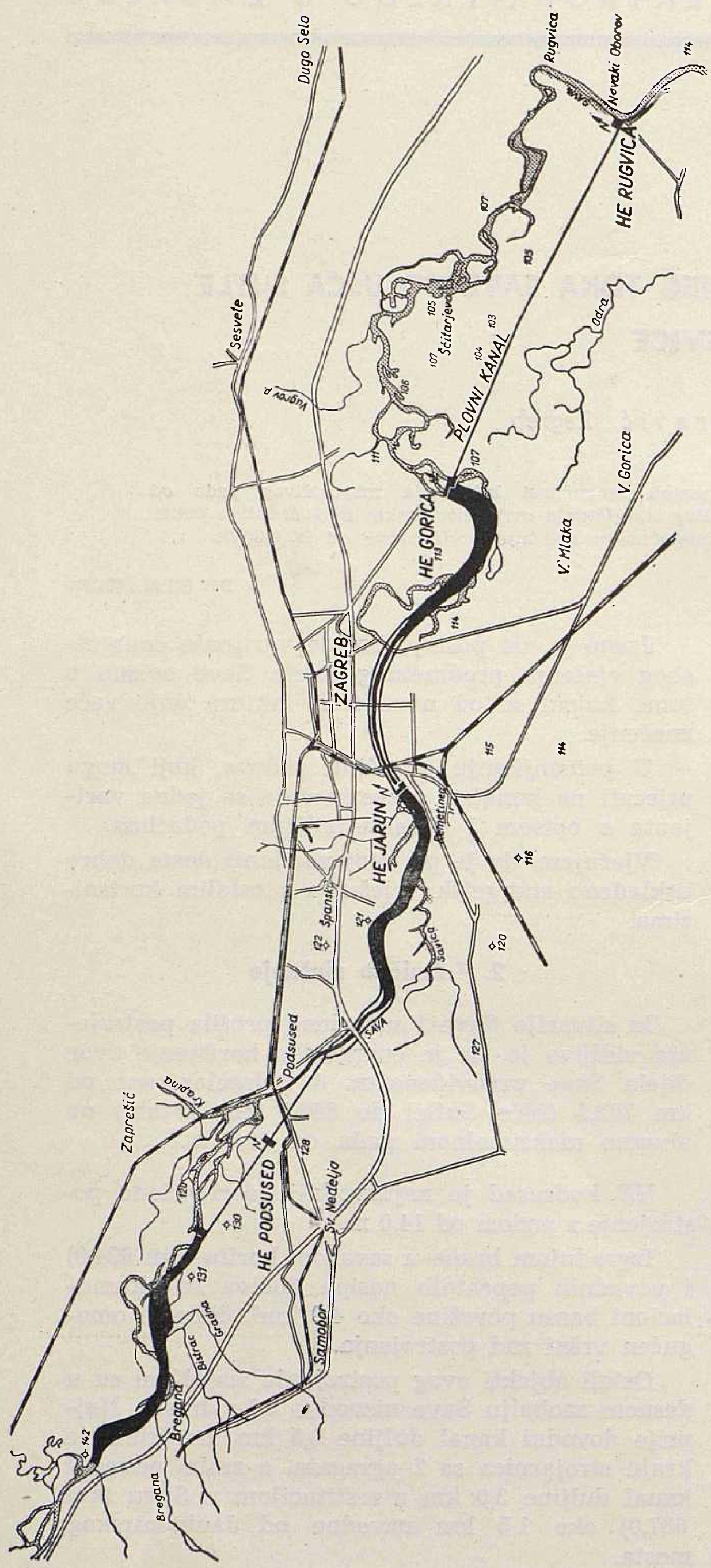
Izgradnjom brane u savskom koritu (km 694,0) i uzvodnih popratnih nasipa dobiva se akumulacioni bazen površine oko 4,0 km², čime je omogućen vršni rad postrojenja.

Ostali objekti ovog postrojenja smješteni su u desnom zaobalju Save nizvodno od zahvata. Najprije dovodni kanal duljine 3,5 km, na čijem je kraju strojarnica sa 2 agregata, a zatim odvodni kanal duljine 3,0 km s restitucijom u Savu (km 687,0) oko 1,5 km uzvodno od Jankomirskog mosta.

Dovodni je kanal pretežno u nasipu sa betonskom oblogom dna i pokosa (11—13 cm), dok je

odvodni kanal isključivo u iskopu. Materijal za nasip dovodnog kanala dobiva se iz pozajmišta, te iskopa strojarnice i odvodnog kanala.

Preostali materijal iz iskopa deponira se s obje strane odvodnog kanala te do Jankomirskog mosta uz Savu, pa služi kao obrambeni nasip od visokih savskih vodostaja. Sličnu funkciju može imati i lijevi nasip dovodnog kanala.



Sl. 1. Situacija područja

Zbog eventualne plovidbe minimalni protjecajni profil dovodnog kanala predviđen je sa 500 m², a odvodnog sa 700,0 m², pa su uz maksimalni protok od Q_i = 500,0 m³/s najveće brzine 1,0 , odnosno 0,72 m/s.

Usvojeni instalirani protok od 500,0 m³/s predstavlja gornju granicu, pa će svaka korektura na niže smanjiti troškove izgradnje. Isti će efekat imati i eventualno povećanje dopuštenih brzina u dovodnom i odvodnom kanalu, čije usvojene veličine predstavljaju donju granicu.

Evakuacioni organi brane snabdjeveni segmentnim zapornicima sa preklopnom zaklopkom omogućuju ispuštanje 1.000 godišnje velike vode Save.

Lijevi popratni nasip može da posluži kao dio nasipa retencije, predviđene u lijevom zaobalju između Sutle i Krapine. Ova bi retencija služila zadržavanju vrha katastrofalnog poplavnog vala Save.

No bez obzira na mogućnost korištenja pojedinih objekata ovog postrojenja pri zaštiti od poplave, ova je hidroelektrana ekonomična isključivo kao energetski izvor, jer otpadaju troškovi kao i gubici prijenosa zbog neposredne blizine TS Rakitje.

HE Jarun je pribransko postrojenje sa zahvatom na km 677,4 oko 700,0 m uzvodno od starog cestovnog savskog mosta.

Predviđena usporna kota 121,0 (oko 3,0 m iznad zadnje poplavne) siže skoro do ušća Krapine, pa se na taj način dobiva jezero duljine oko 13,0 km. Bazen se dobiva nadvišenjem obrambenih nasipa s kotom krune 122,50 na mjestu zahvata.

Brana je istog tipa kao i kod HE Podsused, tj. betonska sa protočnim poljima raspona 17,0 m, koja su snabdjevena segmentnim zapornicama sa preklopnom zaklopkom.

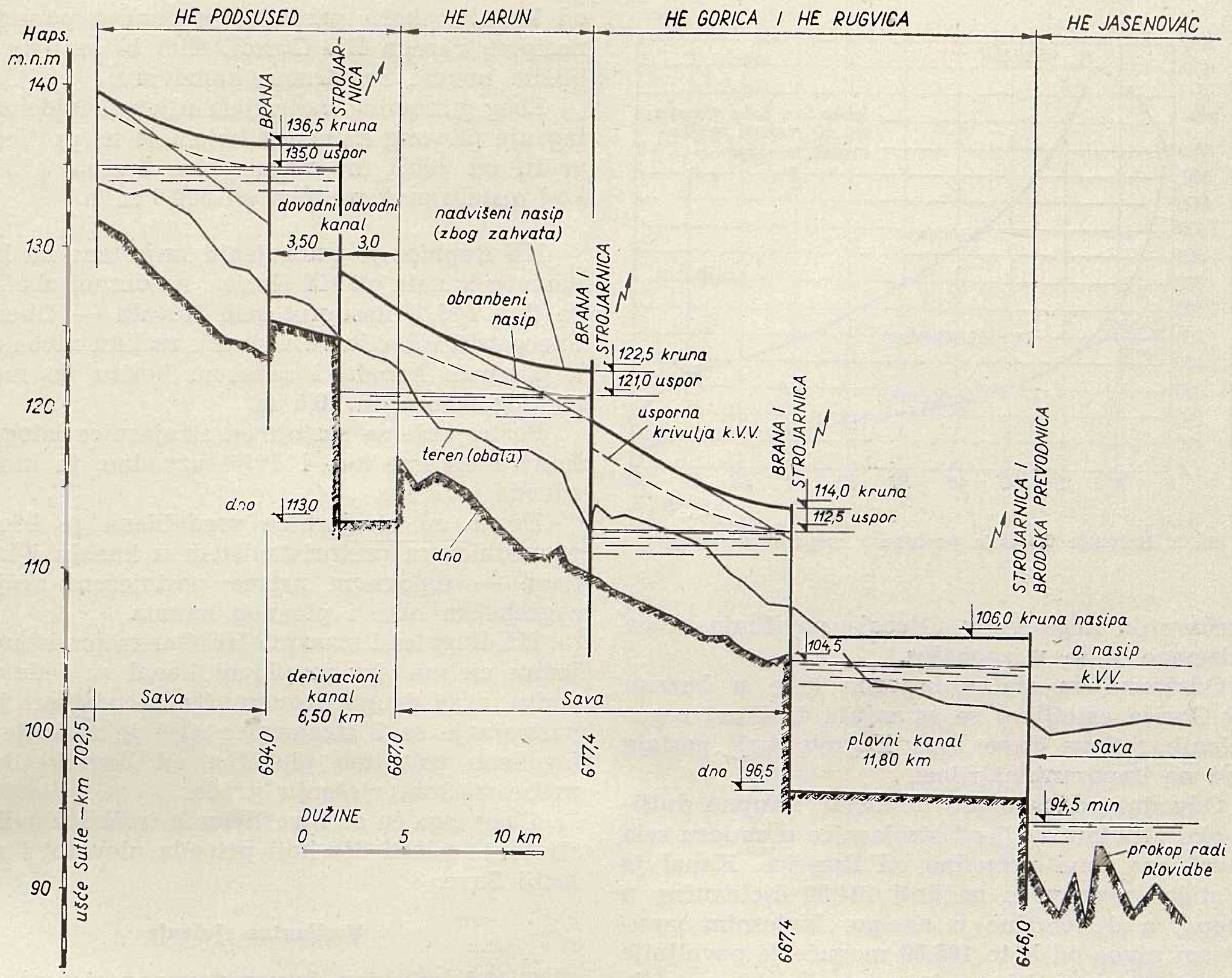
Evakuaciona sposobnost ovih protočnih polja odgovara 1 000 godišnjoj velikoj vodi.

Strojarnica je za sada predviđena u produženju brane na njezinoj lijevoj strani, ostavljajući desnu stranu za eventualnu izgradnju brodske prevodnice.

Uz minimalnu kotu donje vode od 112,50 maksimalni bruto pad iznosi 8,50 m. Zbog ovako relativno malog pada, a velikog instaliranog protoka (500,0 m³/s) u strojarnici je predviđena ugradnja 2 agregata sa horizontalnim cijevnim turbinama. Jednake turbine predviđene su i na 2 nizvodne hidroelektrane, dok su kod HE Podsused za sada predviđene Kaplan turbine.

Ove cijevne turbine odlikuju se jednostavnošću i jeftinoćom, a ne traže duboko fundiranje strojarnice, koja u konkretnom slučaju ima duljinu oko 32,0 m, a širinu oko 55,0 m.

Urbanističkim je planom Zagreba predviđeno da lijevo zaobalje Save u području HE Jarun služi u rekreacione svrhe. Tu su predviđeni par-



Sl. 2. Uzdužni presjek područja

Postrojenje Podaci	Mjere	HE *Podsused*	HE *Jarun*	HE *Gorica*	HE *Rugvica*	Ukupno
Maks. snaga	MW	58,0	33,0	33,0	27,0	151,0
God. proizvodnja	GWh	254,0	146,0	146,0	136,0	682,0
Troškovi izgradnje	10^6 Din	11.500,0	6.720,0	11,740,0		29.960,0
Troškovi godišnji	10^6 Din	805,0	470,0	821,8		2.097,2
Specif. investicije	10^3 Din/kW	198,2	203,6	195,7		198,4
Investicioni količnik	Din/kWh	45,3	46,1	41,7		43,9
Proizvodna cijena	Din/kWh	3,17	3,23	2,92		3,07

kovi, jezera za kupanje, veslačke staze itd. Sigurno je, da postojanje stalnog uspora u bazenu HE Jarun može korisno poslužiti obnovi vode u predviđenim jezerima bilo infiltracijom ili pak direktnim dovodom vode u najuzvodnije jezero. Osim toga iskopom jezera dobiva se materijal za izgradnju nasipa.

U desnom zaobalju moguće je slično urbanističko rješenje; pored toga se osigurava stalno infiltraciono podhranjivanje vodovodnog crpilišta u M. Mlaki.

Uzevši u obzir sve ove pozitivne utjecaje, turističku vrijednost bazena, te smještaj strojarnice u samom gradu, HE Jarun se pokazuje ekonomičnom usprkos relativno visokog investicionog količnika.

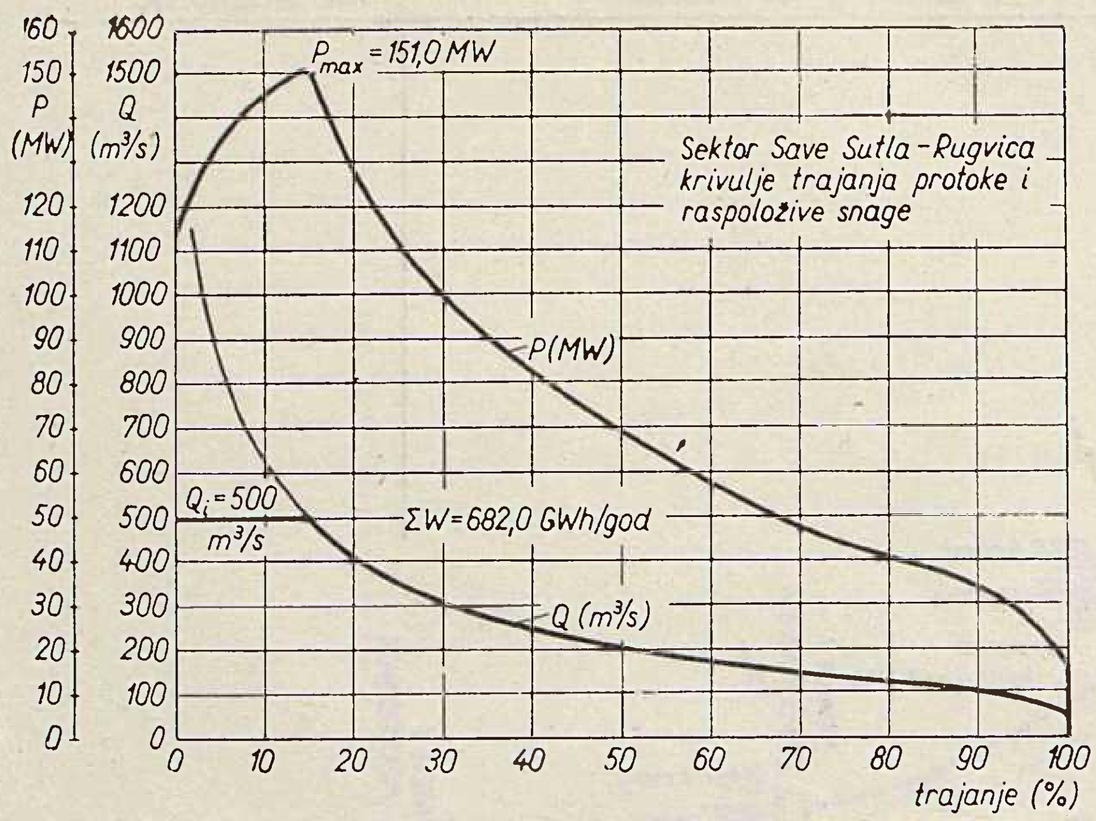
HE Gorica je postrojenje sa zahvatom Save u istočnom dijelu Zagreba na km 667,4 u blizini Radničke ceste.

Brana je istog tipa i evakuacionih mogućnosti kao kod uzvodne HE Jarun.

Isti je slučaj s rješenjem i opremom strojarnice, s razlikom da strojarnica nije u produženju osovine brane, nego je siječe pod tupim kutom kao završni dio desnog nasipa.

Iz strojarnice voda ne ide direktno u Savu nego u odvodni, odnosni plovni kanal predviđene zagrebačke luke.

Usporna kota 112,50 zahtijeva izvjesno nadvišenje obrambenih nasipa u istočnom, industrijskom dijelu grada, gdje se pored kolmacionog efekta predviđaju i radovi otješnjenja bazena radi



Sl. 3. Krivulje trajanja protoke i raspoložive snage

sprečavanja negativnog utjecaja povišenja nivoa podzemne vode u zaobalju.

Održavanjem stalne usporne kote u bazenu HE Gorica osjetljivo se smanjuju troškovi regulacionih radova Save kroz Zagreb, koji postaje grad na impozantnoj rijeci.

Odvodni odnosno plovni kanal, ukupne duljine oko 11,9 km, vodi od strojarnice u smjeru sela Novaki na Savi nizvodno od Rugvice. Kanal je za stalan nivo vode na koti 104,50 djelomično u iskopu, a djelomično u nasipu. Izvjesnim povišenjem nivoa od kote 105,50 moguće je povoljnije izravnanje masa iskopa i nasipa, što bi smanjilo troškove izvedbe. Kanal ide približno trasom projektiranog plovnog kanala zagrebačke luke, koju bi u ovom slučaju trebalo smjestiti jugozapadno od kanala, skoro paralelno s desnim popratnim nasipom bazena HE Gorica. Tim bi se luka približila novom ranžirnom kolodvoru.

Zbog glinovitog materijala nije predviđeno oblaganje plovnog kanala u kojem je uz protjecajni profil od 700,0 m² maksimalna brzina 0,72 m/s kod instaliranog protoka od 500,0 m³/s.

HE Rugvica je postrojenje smješteno na kraju plovnog kanala od HE Gorica, na desnoj obali Save (km 646,0) nasuprot sela Novaki — Oborovo. Energetski iskorištava visinsku razliku nivoa vode u plovnom kanalu i savskom koritu do maksimalnog iznosa od 10,0 m.

Postrojenje se sastoji od strojarnice istog rješenja i opreme kao i dvije uzvodne, te kratkog odvoda u Savu.

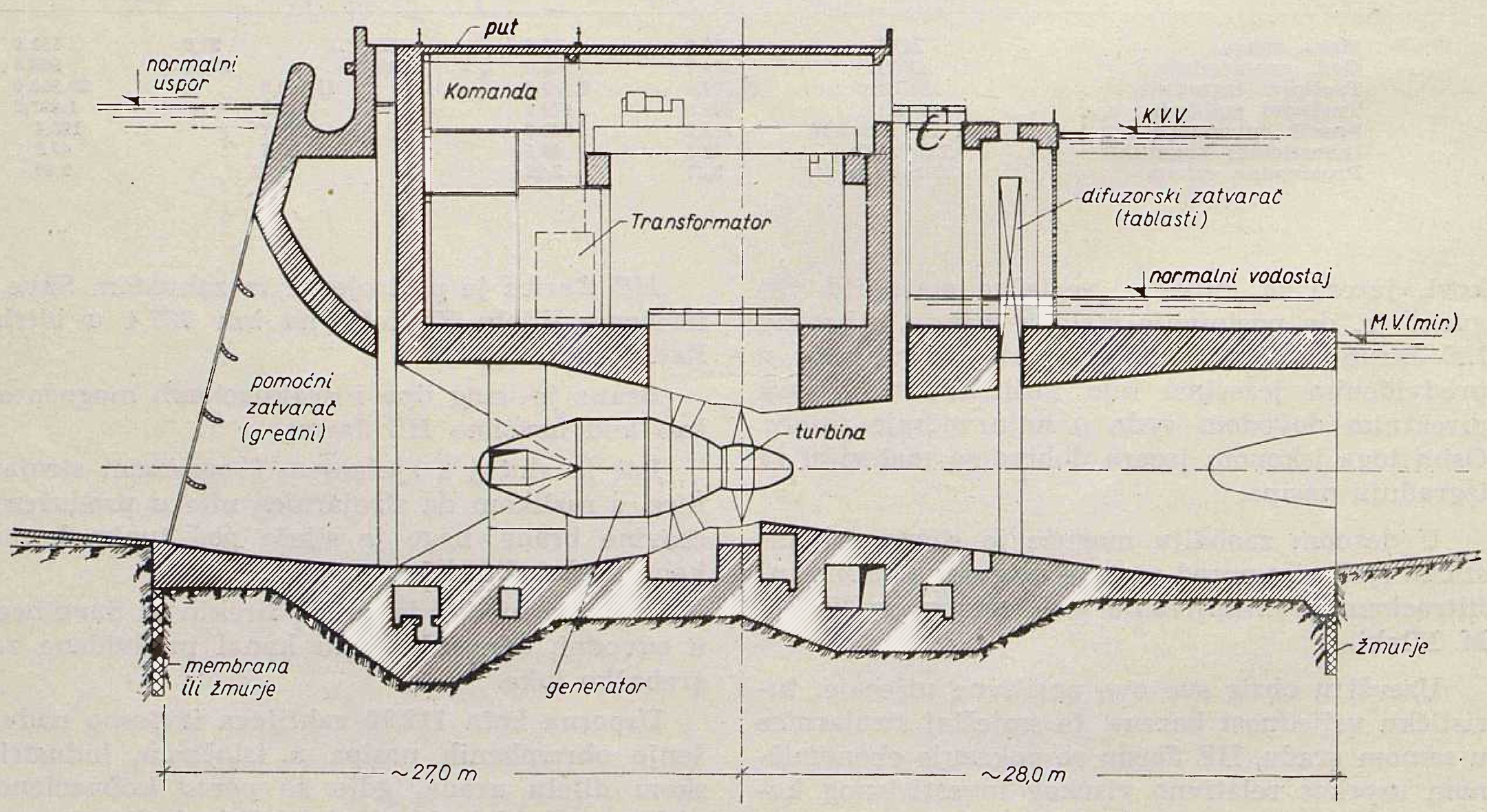
Desno od strojarnice predviđena je brodska prevodnica sa pretpristaništem u kanalu i koritu Save — uglavnom prema postojećem projektu zagrebačke luke i plovnog kanala.

HE Rugvica i uzvodna HE Gorica predstavljaju jednu cjelinu, jer je plovni kanal za jednu odvodni, a za drugu dovodni. To je u stvari jedno postrojenje sa 2 strojarnice, čije je rješenje prilagođeno uslovima plovidbe od Zagreba kao i urbanističkom rješenju grada.

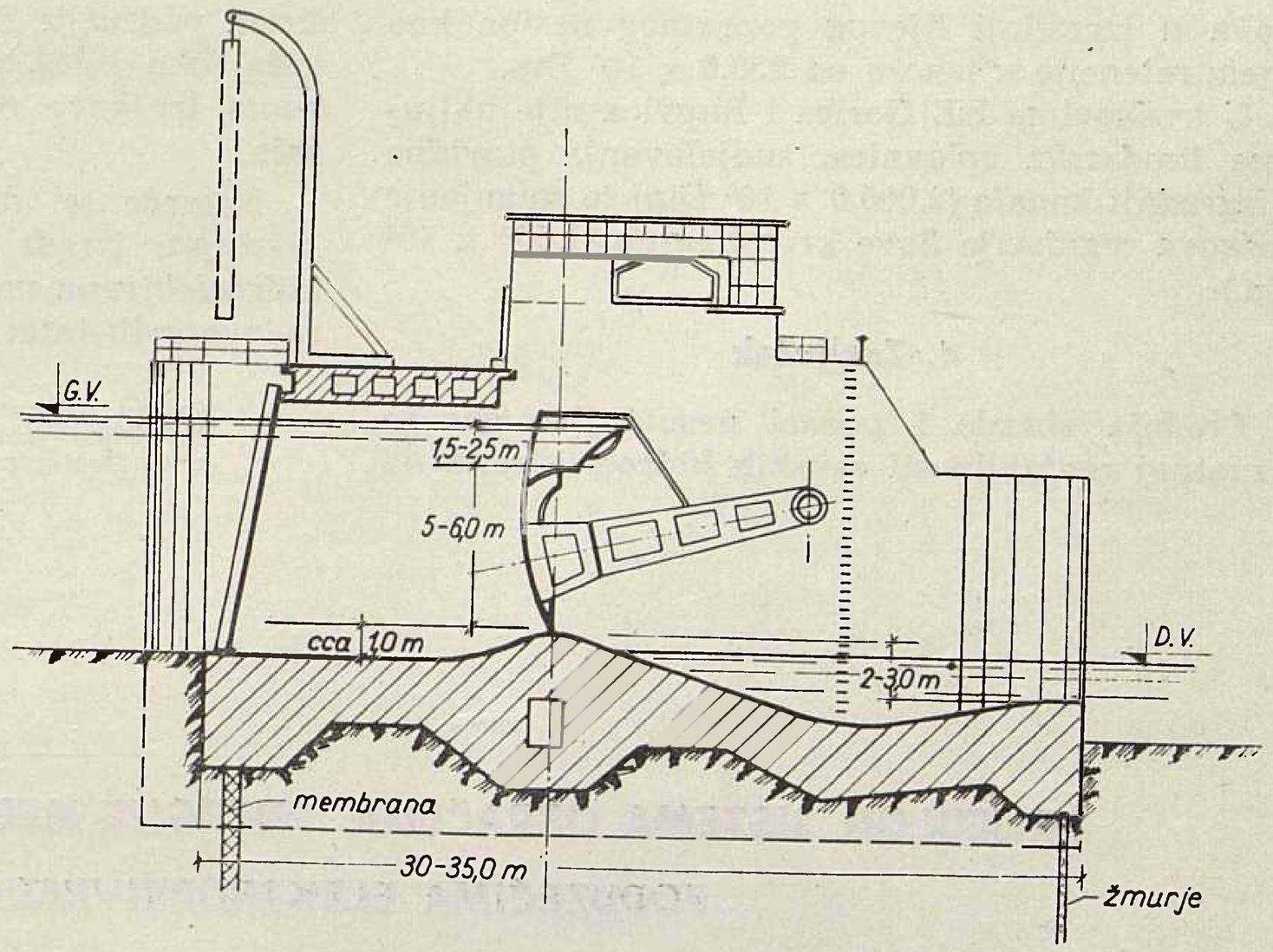
Zbog toga ću od investicionih troškova ovih postrojenja odbiti dio koji pripada plovidbi i regulaciji Save.

Varijantna rješenja

Pored opisanog četverostepenog rješenja, kod kojeg može biti izvjesnih manjih promjena u pogledu usporne kote i mjesta zahvata, postoje još i slijedeće varijante:



Sl. 4. Tipska strojarnica sa cijevnim turbinama



Sl. 5. Tipski presjek brane

Dvostepeno derivaciono rješenje kod kojeg prva stepenica uzvodno od Zagreba koristi maksimalni bruto pad od 22,50 m, tj. između kota 135,0 i 112,50, a druga nizvodno od Zagreba s padom od 112,50—94,50 = 18,0 m maksimum.

Ovo je najpovoljnije rješenje s energetsko-ekonomskog gledišta, koje je međutim dosta teško uskladiti s ostalim interesentima.

Rješenje sa šest (do Rugvice pet) postrojenja s padom 7—8,0 m, u prosjeku 7,50, za cijeli potez Save do Galdova kod Siska uz korišćenje ukupnog pada od 135,0—90,0 = 45,0 m.

Prednost je ovakvog rješenja što omogućuje na najpovoljniji način produženje plovidbe uzvodno od Zagreba, a nedostatak što je najskuplje s energetskog gledišta usprkos činjenice da bi imali šest postrojenja sa jednakom opremom.

Sve ostale varijante mogu predstavljati razne kombinacije između opisanog četverostepenog rješenja te navedenog rješenja s dvije ili šest stepenica.

3. Energetsko-ekonomski podaci

Za energetsku obradu korišteni su slijedeći hidrološki podaci:

- Krivulje trajanja vodostaja Save na mjestima zahvata i restitucije pomoću kojih je dobivena krivulja trajanja raspoloživog pada;
- Krivulja trajanja protoka Save u Zagrebu kod Savskog mosta.

Za sva postrojenja usvojena je ista krivulja trajanja protoka radi jednostavnosti postupka, iako su kod zahvata za HE Podsused protoci oko 6 % manji. Usprkos toga energetska bilanca svih postrojenja zajedno može se smatrati realnom, jer usvojena jedinstvena krivulja trajanja protoka za 30-godišnji period (1925—1954) daje prosječni protok od 312,5 m³/s, dok usklađena vrijednost s uzvodnim i nizvodnim vodokazima iznosi 333,6 m³/s, dakle oko 6% više. Budući da bi se ovo povećanje protoka pretežno odnosilo na male i srednje vode to je energetska bilanca na strani sigurnosti. Usvojeni instalirani protok od 500,0 m³/s odgovara na krivulji trajanja 15%-tnoj, odnosno 54-dnevnoj vodi, što predstavlja gornju granicu prema postojećim kriterijima.

Iz krivulja trajanja padova i protoka izračunata je za svako postrojenje krivulja trajanja raspoložive snage po jednadžbi $P = 8{,}2 \cdot Q \cdot H$. Integracijom krivulje snage dobivena je prosječna godišnja proizvodnja svakog postrojenja i ukupna od 682,0 GWh/god.

Primijenjeni egzaktni postupak kod računa raspoložive snage i produkcije u izvjesnoj se mjeri razlikuje od uobičajenog postupka u elektroprivredi po kojem se produkcija, odnosno snaga, računa prema srednjim mjesečnim protocima po jednadžbi $P = 8 \cdot Q \cdot H$. Sigurno je međutim da bi primjenom ovakvog postupka dobili nešto veću proizvodnju zbog izravnatih protoka unutar svakog mjeseca.

Troškovi izgradnje svakog postrojenja dobiveni su na temelju grubih dokaznica glavnih vrsta radova i specifikacije uz primjenu cijena iz juna 1964. godine. Pri tome su pretpostavljeni određeni uslovi izgradnje na osnovu grubog poznavanja geomehaničkih i hidroloških karakteristika terena.

Radi jednostavnosti računa za sva je postrojenja usvojena ista stopa godišnjih troškova od 7,0%, jer se oko toga postotka kreće stopa godišnjih troškova hidroelektrana kod detaljno provedenog računa rentabiliteta.

Osnovni energetski i ekonomski podaci predviđenih postrojenja prikazani su tablicom.

U iskazanim investicionim troškovima HE Podsused nije uključeno sudjelovanje obrane od po-

prava u izgradnji lijevog popratnog nasipa kao dijela retencije u iznosu od 350,0 x 10^6 Din.

U troškovima HE Gorica i Rugvica nije uključena brodarska splavnica, sudjelovanje plovidbe u izgradnji kanala (2.000,0 x 10^6 Din) te smanjenje troškova regulacije Save kroz Zagreb (1.500 x 10^6 Din.)

4. Zaključak

Prednja obrada i podaci nesumnjivo govore o znatnoj rentabilnosti savskih hidroelektrana na širem području Zagreba. Ova je rentabilnost još veća (oko 10%), jer kod ovih energetskih izvora nema troškova ni gubitaka prijenosa do potrošača.

Nameće se, dakle, zaključak da je potrebno pristupiti izradi studija i sukcesivnoj izgradnji hidroelektrana na ovom području uz koordinaciju radova svih interesenata.

Naslov pisca: Stjepan Reštarević, dipl. ing. Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

PRIJEDLOG SISTEMA OBRAČUNA ENERGIJE MEĐU PROIZVODNIM PODUZEĆIMA ELEKTROPRIVREDE

Hrvoje Požar, Zagreb

U članku se predlaže sistem obračuna električne energije koji predstavlja pokušaj, da se postigne, poštujući samostalnost poduzeća i koristeći njihovu materijalnu zainteresiranost, optimum u elektroenergetskom sistemu i pored činjenice da postoji više proizvodnih poduzeća.

DK 621.311.1

UVOD

Novim Zakonom o elektroprivredi napušta se administrativno jedinstvo elektroenergetskog sistema i svako poduzeće (bez obzira da li se teritorij poduzeća poklapa s teritorijem republike ili ne) poslovat će ekonomski samostalno sa svim odgovornostima, koje ta samostalnost sa sobom donosi. U toj situaciji, međutim, potrebno je uspostaviti takve odnose među poduzećima da se osigura optimum, kako s obzirom na eksploataciju tako i s obzirom na izgradnju, kao da se radi o optimalno vođenom jedinstvenom sistemu.

Predloženi sistem obračuna predstavlja pokušaj da se postigne, poštujući samostalnost poduzeća i koristeći njihovu materijalnu zainteresiranost, optimum u elektroenergetskom sistemu i pored činjenice, da postoji više proizvodnih poduzeća.

I. OSNOVI SISTEMA OBRAČUNA ENERGIJE

1. Principi

Predloženi sistem obračuna električne energije među proizvodnim poduzećima elektroprivrede polazi od zahtjeva da se obračun osniva na troškovima proizvodnje, ali i uz slijedeća dva zahtjeva:

a) i proizvođač i kupac električne energije treba da budu stimulirani da se ostvari takva eksploatacija elektrana (i hidroelektrana i termoelektrana), koja će osigurati proizvodnju uz što niže troškove,

b) sva poduzeća treba da budu stimulirana na što ekonomičniju izgradnju ne samo na svojem, nego i na drugim područjima zemlje kako bi se ostvarila proizvodnja uz najniže moguće troškove.

Ispunjenje spomenutih dvaju zahtjeva dovodi do najpovoljnije eksploatacije i izgradnje elektroenergetskog sistema Jugoslavije i pored činjenice da se eksploatacija vodi iz više centara te da je decentralizirano donošenje odluke o investicijama. To se naravno može ostvariti ako su radne zajednice zainteresirane za poslovni uspjeh poduzeća.

Predloženi sistem obračuna nije vezan za određenu pretpostavku o razgraničenju poduzeća. On se može primijeniti bilo da se područje poduzeća pokriva ili ne pokriva s teritorijem republika. Bitno je kod toga da se definira područje čime su definirani već izgrađeni kapaciteti i konzum, a također i mogućnost izgradnje novih elektroenergetskih izvora.

2. Elektroenergetski odnosi u području i sistemu

U elektroenergetskom sistemu hidroelektrana i termoelektrana konzum će biti u pravilu zadovoljen, ako su ispunjena ova dva uvjeta:

a) maksimalna snaga elektrana jednaka je ili veća od maksimalnog opterećenja,

b) moguća proizvodnja hidroelektrana i termoelektrana u kritičnom razdoblju jednaka je ili veća od potrebne količine energije u tom razdoblju. Uvjet o mogućnosti pokrivanja maksimalnog opterećenja u kritičnom razdoblju ispunjen je

ako je ispunjen uvjet a). Pod mogućom proizvodnjom elektrana s obzirom na zadovoljenje potreba u kritičnom razdoblju razumijevamo količinu energije koja se može plasirati uzevši u obzir oblik dijagrama opterećenja.

Pod kritičnim razdobljem razumijevamo ono razdoblje u godini, kad je za zadovoljenje potražnje potrebna najveća snaga termoelektrana.

U velikoj većini slučajeva, koji se javljaju u praksi, ispunjenje gore navedenih dvaju uvjeta dovoljno je za osiguranje potražnje tokom cijele godine, ali se može dogoditi u naročito nepovoljnim odnosima, da ni ispunjenje tih dvaju uvjeta nije dovoljno za osiguranje potražnje. Na primjer za slučaj kad akumulacione hidroelektrane s višegodišnjim akumulacionim bazenima predstavljaju znatan dio proizvodnje, pa njihova proizvodnja može biti koncentrirana u sušnom razdoblju. Da bi se i takvi slučajevi obuhvatili potrebno je da bude ispunjen uvjet da moguća godišnja proizvodnja elektrana bude jednaka godišnjim potrebama. Naravno da i tada treba voditi računa o mogućnosti plasmana energije s obzirom na dnevni dijagram opterećenja.

Uvjeti zadovoljenja potražnje vrijede bez obzira da li se razmatra elektroenergetski sistem kao cjelina ili pojedino područje unutar sistema.

Normalno se međutim događa da je ispunjen uvjet a), ako je ispunjen uvjet b), pa je najbolje najprije razmatrati prilike u kritičnom razdoblju i, ako je taj uvjet ispunjen, kontrolirati, da li je ispunjen i uvjet a). U daljnjem razmatranju, kad se bude govorilo o mogućnosti zadovoljenja konzuma, normalno će se polaziti od kritičnog razdoblja, pa će se smatrati — ako nije posebno spomenuto — da je konzum zadovoljen, ako je dovoljno velika proizvodnja i ako su dovoljne snage za zadovoljenje potreba u kritičnom razdoblju. Naravno da je u svakom slučaju kontroliran uvjet a), što međutim neće biti posebno napominjano.

Kritično razdoblje u sistemu (i u području) ne mora se vremenski poklopiti s razdobljem najmanjih protoka u hidroelektranama, što ovisi o rasporedu konzuma unutar godine. I pored toga kritično razdoblje se pojavljuje u razdoblju malih protoka, pa o protocima u hidroelektranama ovisi u prvom redu mogućnost opskrbe potrošača.

Ako je, dakle, opskrba potrošača osigurana u kritičnom razdoblju, u ostalim razdobljima godine postojat će neiskorištene mogućnosti proizvodnje u prvom redu u termoelektranama, a kod većih protoka i u hidroelektranama, pa o raspodjeli opterećenja među elektranama ovisi uz kolike će se troškove osigurati potrebna proizvodnja. Stalni troškovi u elektranama ne mogu imati nikakvog utjecaja na odluku o raspodjeli opterećenja, jer visina stalnih troškova nije ovisna ni o raspodjeli opterećenja među elektranama ni o proizvodnji pojedine elektrane. Svakako da je najpovoljnije — s obzirom na troškove — u prvom redu iskoristiti sve raspoložive količine vode u hidroelektranama, jer iskorištenje vode ne traži nikakove (ili praktički nikakove) promjenljive troškove. Nakon iskorištenja svih količina vode najpovoljnije je staviti u pogon termoelektrane s najmanjim specifičnim promjenljivim troškovima. Redoslijed stavljanja u pogon i opterećivanja termoelektrana zadan je visinom specifičnih promjenljivih troškova, jer se na taj način potrebna proizvodnja ostvaruje uz najmanje troškove.

Redoslijed angažiranja elektrana (najprije iskorištenje vode u hidroelektranama, a zatim angažiranje termoelektrana prema visini specifičnih promjenljivih troškova) vrijedi za elektroenergetski sistem kao cjelinu, a također i za pojedina područja. Da bi se postigao optimum eksploatacije za cijeli elektroenergetski sistem, potrebno je u prvom redu iskoristiti svu vodu u hidroelektranama bez obzira u kojem području se nalaze hidroelektrane i bez obzira da li hidroelektrana može svoju energiju plasirati u vlastito područje. To vrijedi i za termoelektrane, jer je korisnije iskoristiti do kraja mogućnosti proizvodnje u termoelektrani s malim specifičnim dodatnim troškovima (bez obzira da li je moguće tu energiju iskoristiti u vlastitom području ili izvan njega), nego prije njenog potpunog iskorištenja angažirati termoelektranu s višim specifičnim promjenljivim troškovima.

Angažiranje elektrana prema mogućnostima svakog područja posebno, a bez obzira na mogućnosti drugih područja dovodi do povišenja troškova proizvodnje, jer bi to tražilo angažiranje termoelektrana u jednom području i pored pojave neiskorištenih mogućnosti u termoelektranama drugih područja s nižim specifičnim dodatnim troškovima.

Prema izloženom može se kazati:

a) stalni troškovi su ovisni o prilikama u kritičnom razdoblju, jer o tim prilikama ovisi u prvom redu potrebna izgradnja elektroenergetskih izvora,

b) promjenljivi troškovi su ovisni o rasporedu proizvodnje hidroelektrana tokom godine i o strukturi termoelektrana u sistemu (udio novih termoelektrana s malim specifičnim promjenljivim troškovima).

Prilikom razmatranja sistema obračuna energije neophodno je razlikovati stalne i promjenljive troškove, jer je samo na taj način moguće doći do takvog sistema obračuna, koji zadovoljava postavljene uvjete.

Prema sadašnjim instrumentima u stalne troškove hidroelektrane spadaju troškovi poslovanja i dohodak bez naknade za korištenje voda, a u stalne troškove termoelektrana troškovi poslovanja i dohodak bez naknade za korištenje voda i materijala za preradu. Promjenljivi troškovi u termoelektranama sastoje se od naknade za korištenje voda i troškova materijala za preradu, dok su — također prema današnjem stanju — promjenljivi troškovi u hidroelektranama samo naknada za korištenje voda.

3. Osnove sistema obračuna

Kako je spomenuto, obračun među poduzećima vrši se posebno za stalne a posebno za promjenljive troškove.

A. Stalni troškovi

a) *Stalni troškovi izmjene utvrđuju se ugovorom među poduzećima na osnovu veličine garantirane snage za termoelektrane i garantirane dobave za hidroelektrane koje osigurava poduzeće-dobavljač poduzeću-kupcu. Poduzeće-dobavljač dužno je staviti na raspolaganje poduzeću-kupcu garantiranu snagu ili dio te snage kadgod to kupac zatraži.*

Analizom prilika na području pojedinog poduzeća može se ustanoviti koliko iznosi manjak snage u kritičnom razdoblju pa će se nastojati ugovoriti upravo tolika snaga. Kupac raspolaže tom snagom kao da se ona nalazi na njegovom području, a dobavljač je obavezan uvijek kadgod kupac to zatraži staviti na raspolaganje ugovorenu snagu. Zbog toga je ta snaga nazvana garantiranom snagom.

b) *Garantirana dobava može se ugovoriti iz hidroelektrana*

Garantiranu dobavu iz hidroelektrane ugovorit će ono poduzeće koje u kritičnom razdoblju ima viška energije i snage u vlastitim hidroelektranama, a nakon pokrića hidroenergijom svojih vlastitih potreba.

Ako se sva energija iz hidroelektrana u kritičnom razdoblju može koristiti u vlastitom području, poduzeće će ugovoriti — ako za to ima mogućnosti — dobavu garantirane snage iz termoelektrana.

c) *Visina stalnih troškova izmjene za garantiranu dobavu iz hidroelektrana utvrđuje se na osnovu visine troškova konkretnih hidroelektrana na području poduzeća-dobavljača. Visina stalnih troškova izmjene jednaka je onom postotku od ukupnih stalnih troškova hidroelektrane, koliki se postotak od proizvodnje hidroelektrane obavezuje poduzeće-dobavljač isporučiti poduzeću-kupcu.*

Ako npr. dobavljač utvrdi da je za njegovo konzumno područje dovoljno 60% od moguće proizvodnje hidroelektrane za osiguranje konzuma u kritičnom razdoblju, ponudit će garantiranu dobavu od 40% moguće proizvodnje hidroelektrane. Dobavljač je obavezan da poduzeću-kupcu isporuči ugovoreni procenat moguće proizvodnje u ovisnosti o stvarnoj mogućnosti proizvodnje hidroelektrane bez obzira na mogućnost opskrbe vlastitih potrošača.

d) *Visina stalnih troškova za garantiranu snagu iz termoelektrana utvrđuje se na osnovu prosječnih specifičnih stalnih troškova termoelektrana na području poduzeća-dobavljača.*

Prosječni specifični troškovi utvrđeni su kao baza za određivanje visine stalnih troškova, jer se dobavljač obavezuje staviti na raspolaganje ugovorenu snagu bez obzira na termoelektranu koja tu snagu osigurava, a to može biti i iz nove termoelektrane, ako je samo dio termoelektrana angažiran, ili iz stare termoelektrane, ako su nove termoelektrane angažirane za zadovoljenje konzuma vlastitog područja.

e) *Ako je garantirana dobava ugovorena iz hidroelektrana, poduzeće-dobavljač obavezno je da poduzeću-kupcu isporuči ugovoreni procenat od ukupne proizvodnje hidroelektrane uzimajući kao jedinicu obračunskog razdoblja dan (kad se radi o hidroelektrani samo s dnevnom akumulacijom) ili mjesec (ako se radi o sezonskoj akumulaciji). Snagu i vrijeme dobave ugovorenog procenta od moguće proizvodnje hidroelektrane određuje kupac uz ograničenje da maksimalna snaga ne može biti veća od dijela maksimalne snage elektrane koja odgovara ugovorenom procentu moguće proizvodnje.*

Prema tomu dobavljač ne garantira kupcu određenu količinu energije iz hidroelektrane, na koju se odnosi ugovor, već garantira samo određeni procenat od stvarno moguće proizvodnje. Dakle, i kupac i dobavljač snose zajednički riziko u slučaju sušne godine i zajednički sudjeluju u koristi u slučaju vlažne godine. Ograničenje trajanja obračunskog razdoblja potrebno je da bi se prilagodilo stvarnoj situaciji i mogućnostima reguliranja proizvodnje. Ograničenje u pogledu snage potrebno je uvesti, jer samo za taj dio snage kupac snosi troškove.

f) *Ako je garantirana snaga iz termoelektrana, poduzeće-dobavljač obavezno je da isporuči kupcu onoliku količinu energije koju ugovorena snaga može proizvesti bez ikakvog vremenskog ograničenja, a prema dijagramu opterećenja kakav odredi kupac.*

Budući da se ne ugovara snaga iz određene elektrane, nema razloga da se uvodi vremensko ograničenje korištenja ugovorene snage, jer će svakako dobavljač nastojati osigurati potrebnu rezervu snage kako za potrošače na svom području tako i za ugovorenu dobavu drugim područjima.

g) *Za energiju preuzetu iz hidroelektrane iz koje je ugovorena garantirana dobava kupac ne plaća promjenljive troškove. Ukoliko poduzeće-kupac ne može ili neće da preuzme za vlastito područje cjelokupnu ili dio od ugovorenog procenta moguće proizvodnje iz hidroelektrane iz koje je ugovorena garantirana dobava, poduzeće-kupac raspolagat će tom energijom kao da se radi o proizvodnji hidroelektrane na vlastitom području.*

Ako su u stalnim troškovima uključeni svi troškovi hidroelektrana, nema nikakvog opravdanja da se za dobavljenu energiju u okviru udjela u

stalnim troškovima traži naplata i promjenljivih troškova (Alternativno: mogu se ukupni troškovi u hidroelektrani podijeliti na stalne i promjenljive troškove — ako je takva podjela *objektivno* moguća — pa bi tada bilo potrebno predvidjeti plaćanje promjenljivih troškova po kWh moguće proizvodnje. Naravno da bi promjenljivi troškovi iznosili vrlo mali iznos po kWh).

S ugovorenim dijelom moguće proizvodnje hidroelektrane kupac treba da raspolaže u potpunosti bilo da je preuzme za svoje potrošače, bilo da je preproda, bilo da pusti da se prelije. Naravno da dobavljač ne treba da snosi negativne posljedice nekorištenja energije od strane kupca. Tako npr. dobavljač nije dužan nadoknaditi količinu energije za vodu koja je protekla neiskorištena radi nepreuzimanja ili nebrige kupca.

h) Za energiju preuzetu u okviru ugovorene snage iz termoelektrana poduzeće-kupac plaća promjenljive troškove u iznosu koji vrijedi za obračun promjenljivih troškova.

Budući da se dobava može vršiti iz bilo koje termoelektrane, pa čak i iz hidroelektrane, nije moguće fiksirati promjenljive troškove unaprijed, jer se ugovaranjem utvrđuje obaveza stavljanja na raspolaganje određene snage i za tu obaveznu snagu uplaćuju se stalni troškovi.

i) Garantirana dobava iz hidroelektrana odnosno garantirana snaga iz termoelektrana ugovara se za cijelu godinu, a plaćanje se vrši mjesečno (u dvanaestinama od godišnjeg iznosa) bez obzira da li je zatražena garantirana isporuka.

Ne treba omogućiti ugovaranje garantirane dobave za kraće razdoblje od jedne godine, jer bi to moglo dovesti do špekulacija sa strane kupaca, a dobavljač bi snosio dio stalnih troškova za snagu koja mu nije potrebna.

j) Mjerenje garantirane snage i garantirane dobave vrši se na mjestu predaje, uzimajući u obzir gubitke prenosa. Procenat gubitaka prenosa određuje se na bazi snage na mjestu predaje. Procenat gubitaka utvrđuje se ugovorom pri čemu se uzima u obzir mogućnost preriva (Verschiebung) energije.

Ako npr. stalni troškovi na pragu termoelektrana iznose 10 000 Din/kW, god., te ako se ugovore gubici snage od 4 %, stalni troškovi na mjestu predaje iznose 14 000 · 1,04 + 14 560 Din/kW, god. Uzimajući u obzir mogućnost preriva (promjena tokova energije) uzima se u račun stvarno stanje u mreži, jer se može dogoditi, da se i pored povećanja proizvodnje — zbog dobave energije kupcu — smanje gubici u mreži dobavljača.

Kad se radi o garantiranoj dobavi energije iz hidroelektrana, potrebno je ugovorom utvrditi postotak gubitka snage i postotak gubitka energije. Garantirana dobava određena je kao razlika mogućnosti hidroelektrane i gubitaka.

k) Nije potrebno ograničavati nikakvim propisima ili metodologijama slobodu ugovaranja garantirane dobave.

Svako poduzeće, bilo da se pojavljuje kao dobavljač bilo kao kupac, moći će odrediti prema svojim prognozama ili željama s obzirom na osiguranje opskrbe na svojem području (u prvom redu radi se o osiguranju i kontinuiranosti dobave velikim konstantnim potrošačima) raspoloživu snagu koju može ponuditi odnosno potrebnu garantiranu snagu. Svakako da će prevelika raspoloživa snaga za područje dobavljača dovesti do neopravdano viših cijena energije za potrošače na području dobavljača. Iste posljedice imat će prevelika ugovorena garantirana snaga za potrošače na području kupca. Najbolju sliku mogu poduzeća dobiti o utjecaju prevelike rezerve snage — bilo kao rezerva za vlastito područje bilo kao ugovorena dobava garantirane snage — ako razmotre utjecaj te rezerve na proizvodnu cijenu energije za velike konstantne potrošače radi čijeg je osiguranja u većini slučajeva i potrebna ta rezerva. Uspoređujući troškove koje izaziva ta rezerva s povećanjem troškova koje može poduzeće postići tom rezervom snage, lako se dolazi do optimalne garantirane snage iz drugih područja.

l) Ugovorom se utvrđuju penali za neizvršenje ugovorene dobave ili za nestavljanje na raspolaganje garantirane snage.

Intervencija saveznih organa u kritičnim elektroenergetskim situacijama s obzirom na obavezu dobave energije (radi opskrbe nekog potrošača, čija bi potrošnja bila reducirana bez te intervencije) smatra se višom silom. Ta intervencija međutim ne oslobađa dobavljača plaćanja ugovorenih penala za garantiranu dobavu ili garantiranu snagu. Obračun energije za vrijeme spomenute intervencije vrši se prema kriterijima koji vrijede za obračun promjenljivih troškova.

B. Promjenljivi troškovi

a) Obračun između dobavljača i kupca vrši se na temelju promjenljivih troškova elektrana koje se međusobno zamjenjuju u području dobavljača i kupca.

Pod elektranama koje se međusobno zamjenjuju smatra se s jedne strane elektrana na području kupca, u kojoj se može smanjiti opterećenje ili koja se može obustaviti zbog povećanja opterećenja ili stavljanja u pogon elektrane na području dobavljača s druge strane. Naravno da takva zamjena ima ekonomsko opravdanje samo ako elektrana na području dobavljača ima niže promjenljive troškove od elektrane na području kupca.

b) Dobavljena energija obračunava se po cijeni koja je jednaka aritmetskoj sredini promjenljivih troškova elektrana koje se međusobno zamjenjuju.

Kao ilustraciju navodimo numerički primjer. Neka elektrana na području dobavljača s promjenljivim troškovima od 4,00 Din/kWh zamjenjuje svojom proizvodnjom elektranu s promjenljivim troškovima od 7,00 Din/kWh na području kupca. Kupac će za dobavljenu energiju platiti aritmetsku sredinu specifičnih troškova, dakle 5,50 Din/kWh, jer je (7,00 + 4,00) : 2 = 5,50.

Ako se radi o zamjeni termoelektrane (na području kupca) hidroelektranom (na području dobavljača), kupac će platiti polovinu specifičnih promjenljivih troškova zamijenjene termoelektrane za svaki isporučeni kWh, odnosno aritmetsku sredinu promjenljivih troškova, ako se prihvati alternativa u tački A—g (postojanje promjenljivih troškova u hidroelektranama).

Takav način obračuna stimulira i kupca i dobavljača da vrše kupnju odnosno dobavu energije, jer dobavljač ostvaruje dobit zbog toga što ima povoljnu elektranu, a kupac ostvaruje uštedu u usporedbi sa svojim mogućnostima.

Odstupanje od podjele koristi na jednake dijelove između dobavljača i kupca, ili prepuštanje te podjele ugovaranju među poduzećima, dovelo bi do odstupanja od optimuma u cijelom sistemu, jer bi se događalo da se proizvodi u termoelektranama s većim specifičnim promjenljivim troškovima.

c) *Ako poduzeće-kupac ima angažirane sve svoje elektrane, a potrebne su mu još daljnje količine enrgije, pa nema mogućnosti da dobavljenom energijom zamijeni neku od svojih elektrana, dobavljena energija obračunat će se po cijeni koja je jednaka promjenljivim troškovima posljednje, po veličini promjenljivih troškova najskuplje od angažiranih elektrana na području dobavljača. Isporuka energije je obavezna ako je kupac s dobavljačem ugovorio garantiranu snagu (u okviru ugovorene garantirane snage). Opisani način obračuna vrijedi također u okviru ugovorene garantirane snage.*

Mjerodavna je za obračun ona termoelektrana s najvišim specifičnim promjenljivim troškovima, jer je dispečer dobavljača ne bi koristio odnosno ne bi toliko koristio, da energija nije potrebna kupcu. Ako je, međutim, snaga koja se dobavlja veća od opterećenja elektrane s najvišim specifičnim promjenljivim troškovima, ostatak energije obračunat će se prema promjenljivim troškovima elektrana po degresivnom redu veličine specifičnih promjenljivih troškova.

Plaćanje samo promjenljivih troškova opravdano je, jer je kupac već platio stalne troškove.

d) *Ako se pojavi slučaj u području kupca opisan u tač. 3., a kupac nije ugovorio garantiranu snagu, ili su potrebe veće nego što odgovara ugovorenoj garantiranoj snazi, poduzeće-dobavljač može isporučiti potrebnu energiju poduzeću-kupcu. Odluku o isporuci donosi poduzeće-dobavljač. Ako se radi o isporuci energije iz hidroelektrana, obračun tako isporučene energije izvršit će se po prosječnoj proizvodnoj cijeni hidroelektrana na području dobavljača, koja se određuje na bazi predvidivo iskoristive količine energije u području dobavljača. Ako se radi o isporuci energije iz termoelektrana, obračun se vrši posebno za stalne troškove, a posebno za promjenljive troškove. Specifični stalni troškovi određuju se kao prosječni specifični troškovi termoelektrana na području dobavljača na bazi iskorištenja termoelektrana potrebnog za opskrbu potrošača na vlastitom području. Promjenljivi troškovi termoelektrana određuju se prema tač. c.*

U opisanom slučaju svakako je opravdano da kupac snosi punu cijenu koštanja dobavljene energije. Vjerojatno će se dogoditi da će ukupno uzevši kupac dobiti jeftinije energiju nego u slučaju da je ugovorio garantiranu snagu, ali će dobava ovisiti o mogućnosti i volji dobavljača, dok će dobavljač biti obavezan na isporuku, ako je ugovorena garantirana snaga, pa makar morao provesti redukciju na svojem području.

e) *Mjerenjem na mjestu predaje određene su količine energije koje su dobavljene odnosno preuzete, a ugovorom se utvrđuje postotak gubitaka u mreži dobavljača. Izmjerena količina energije na mjestu predaje povećava se za postotak gubitaka, pa tako određena količina služi kao baza za obračun.*

Neka je npr. dobavljeno 100 MWh, te neka su ugovoreni gubici od 3%, obračunat će se 103 MWh na principima izloženim pod b.

f) *Ako ne postoji neposredna veza među mrežama kupca i dobavljača, izmjena će se vršiti preko mreže trećeg poduzeća. Kupac energije ugovorit će s tim trećim poduzećem postotak gubitka u slučaju upotrebe njegove mreže za izmjenu energije. Poduzeće koje vrši uslugu prenosa među dobavljačem i kupcem dužno je, u okviru tehničkih mogućnosti, preuzeti od dobavljača svaku količinu energije namijenjenu kupcu i predati je kupcu umanjenu za ugovoreni postotak gubitaka.*

Ako je npr. kupac preuzeo 150 MWh na predajnom mjestu iz mreže trećeg poduzeća, te ako je ugovoreno s trećim poduzećem 2% gubitaka, treće poduzeće je preuzelo od dobavljača 153 MWh. Osim toga ako je ugovorom utvrđen postotak gubitaka od 3% u mreži dobavljača, baza za obračun između dobavljača i kupca treba da iznosi 157,59 MWh.

g) *Dogovor o dobavi odnosno kupnji, utvrđivanje količina energije, kao i elektrana koje se međusobno zamjenjuju vrše dispečerske službe poduzeća, koje međusobno dnevno (a prema dobavi odnosno kupnji ostvarenoj tokom dana) usklađuju baze za obračun.*

Neophodno je dnevno utvrđivanje baze za obračun, jer se situacija mijenja iz sata u sat, pa bi svako drugo vremensko razdoblje dovelo do poteškoća i nepotrebnih sporova.

h) Poduzeća se međusobno ugovorom obavezuju o svakodnevnom obavještavanju o prilikama u svojoj mreži (vozni redovi, raspoložive snage i sl.), kako bi bilo moguće predvidjeti zamjenu elektrana i utvrditi bazu za obračun.

Međusobno obavještavanje obavezno je za sva poduzeća među kojima postoji mogućnost izmjene energije.

i) Ako se pojave dva ili više interesenata za dobavu energije iz istog područja, prvenstvo na dobavu ima onaj kupac koji dobavljenom energijom može zamijeniti termoelektranu s najvišim specifičnim promjenljivim troškovima.

Ovaj kriterij je potreban da bi se osigurala proizvodnja s najmanjim mogućim troškovima i da bi se izbjegli sporovi.

j) Nije dozvoljena preprodaja energije. Ne smatra se preprodajom, ako je dobavljač ugovorio s trećim poduzećem garantiranu dobavu hidroenergije ili garantiranu snagu iz termoelektrana, pa tu energiju koristi za sebe, dok kupcu isporučuje i obračunava energiju kao da je proizvodi u svojim termoelektranama.

Ne može se dozvoliti npr. da jedno poduzeće kupuje od drugog hidroenergiju *(ako ta energija ne spada u okvir garantirane dobave)*, pa da zbog te dobave prodaje trećem poduzeću kao da je ta energija proizvedena angažiranjem termoelektrana. Također se ne može dozvoliti da jedno poduzeće kupuje termoenergiju s nižim promjenljivim troškovima (ako se ne radi o dobavi garantiranom snagom), a prodaje energiju iz termoelektrana s višim promjenljivim troškovima.

Opravdano je, međutim, da se garantirana dobava iz hidroelektrana odnosno dobava garantiranom snagom iz termoelektrana ne tretira kao energija iz drugog poduzeća, jer su za nju plaćeni svi stalni troškovi.

k) Poduzeća u međusobnom ugovoru fiksiraju specifične stalne i specifične promjenljive troškove: specifične stalne troškove posebno za hidroelektrane na području uz iskorištenje potrebno za vlastito područje, a specifične promjenljive troškove posebno za svaku termoelektranu. U ugovorima treba predvidjeti modalitete za promjenu troškova, ako do promjene dođe bilo zbog promjene cijena ili instrumenata.

4. Izgradnja novih elektrana

Predloženim sistemom obračuna stimulira se i ekonomičnija izgradnja, kod koje treba razlikovati izgradnju na vlastitom području i izgradnju na području drugog poduzeća. To je naravno pojednostavnjena shema, jer su promatrane situacije sa stanovišta samo jednog poduzeća. Svakako da je moguće zamisliti i situacije kad poduzeće gradi na svojem području za potrebe drugog poduzeća odnošno samo djelomično za potrebe drugog poduzeća i sl. Smatramo međutim da će se iz prikaza odnosa za navedenu pojednostavnjenu shemu lako doći do slike o mogućim odnosima za druge situacije.

A. Izgradnja na vlastitom području

Poduzeće iz svojih sredstava ili iz sredstava kredita i sl. gradi elektranu. Nakon izgradnje ta elektrana tretira se kao sve već izgrađene elektrane u pogledu izmjene energije.

B. Izgradnja na području drugog poduzeća

a) Ako jedno poduzeće (nazovimo ga poduzeće A) ustanovi da mu je ekonomičnije izgraditi elektranu na području drugog poduzeća (nazovimo ga poduzeće B), te ako poduzeće B na to pristane, može poduzeće A graditi elektranu za svoj račun na području poduzeća B.

b) Poduzeće A ulaže svoja sredstva ili sredstva iz kredita u izgradnju elektrane kao da se radi o izgradnji elektrane na vlastitom području.

c) Poduzeće A snosi sve troškove eksploatacije nove elektrane kao da se nalazi na njegovom području.

d) Ako se radi o novoj hidroelektrani, poduzeće B se obavezuje da će iz svoje mreže (jer je njegova hidroelektrana uključena u mrežu poduzeća B) dobavljati onu količinu energije s onom snagom (nakon odbitka gubitaka) kako je proizvodi nova hidroelektrana.

Naravno da sav riziko zbog sušnosti, kao i korist zbog vlažnosti, preuzima poduzeće A. Radi se, dakle, o istim principima kao i garantirana dobava iz hidroelektrane.

e) Ako se radi o novoj termoelektrani, poduzeće B se obavezuje da će iz svoje mreže dobavljati energiju i snagu (nakon odbitka gubitaka) koju proizvodi nova termoelektrana.

f) Dobava energije iz nove hidroelektrane ili nove termoelektrane poduzeću B ili trećem poduzeću vrši se za račun poduzeća A na principima opisanim u tački 3 B ovog prijedloga.

g) Ugovorom između poduzeća A i B može se utvrditi da nova elektrana ostaje neograničeno u sklopu poduzeća A, da ostaje određeni broj godina ili da postepeno prelazi u sklop poduzeća B.

Smatramo, da će se u praksi najčešće pojavljivati slučaj postepenog prelaza u sklop poduzeća B i to prema potrebama područja poduzeća B.

Neograničeno ostajanje u sklopu poduzeća A neće normalno biti ekonomski opravdano sa stanovišta poduzeća B, jer će normalno poduzeće A graditi najekonomičnija postrojenja, a poduzeće B će pristati na gradnju, ako ta elektrana još nije potrebna za zadovoljenje potreba poduzeća B.

h) Prelaskom elektrane ili dijela elektrane izgrađene od strane poduzeća A u sklop poduzeća B, poduzeće B dužno je isplatiti poduzeću A investirane iznose, ako je poduzeće A investiranje izvršilo iz svojih sredstava ili iz sredstava sa područja A (učešće ili sl.), odnosno poduzeće B dužno je preuzeti obaveze nastale radi investiranja prema kreditorima.

Na taj način stvarno se proces izgradnje može prilagoditi potrebama uz izgradnju najekonomičnijih postrojenja bez obzira na njihovu lokaciju.

i) Prilikom sklapanja ugovora o izgradnji elektrane potrebno je utvrditi i potrebu izgradnje mreže kao i postupnost prelaska tako izgrađene mreže u sklop poduzeća B u skladu s postupnosti prelaska elektrane. Investiranje u potrebnu mrežu vrši poduzeće A, a vraćanje uloženih sredstava vrši se na principima prikazanim u tački h.

j) Postoji mogućnost i zajedničke izgradnje elektrane od strane dvaju i više poduzeća. Ugovorom se utvrđuje udio pojedinog poduzeća u investicijama, kao i udio (koji je jednak udjelu u investicijama) u snazi i energiji.

II. PRIMJER PRIMJENE PREDLOŽENOG SISTEMA OBRAČUNA IZMJENE ENERGIJE

1. Svrha

Provedeni račun međusobne izmjene električne energije izrađen je za predviđeni konzum u 1965. godini uz pretpostavku da će se pojaviti hidrološke prilike kao 1939. godine, koja je srednja godina s obzirom na mogućnost proizvodnje u Jugoslaviji, te uz daljnju pretpostavku da će se područja poduzeća poklapati s područjima republika.

Svrha je provedenog računa da posluži kao primjer izmjene energije među poduzećima, koja je u prvom redu ovisna o hidrološkim prilikama. Prema tomu rezultati prikazani u daljem izlaganju treba da posluže samo kao indikacija o odnosima, a nikako ni kao pravilo, ni kao srednje cijene izmjene, a niti kao osnova za ugovaranje. Učinjene pretpostavke o ugovorenoj garantiranoj snazi i garantiranoj dobavi posljedica su ocjene autora, bez detaljnije analize i bez određivanja optimalne garantirane snage, jer bi to tražilo detaljno razmatranje strukture potrošnje na području svakog pojedinog poduzeća, o čemu nisu stajali na raspolaganju svi potrebni podaci. Osim toga — kako je naglašeno u prvom dijelu — ugovaranje garantirane snage ovisno je o ocjeni poduzeća.

Analiza je provedena pomoću srednjih mjesečnih protoka, pa i to dovodi do približnih rezultata, jer se protoci — a time i mogućnost izmjene energije — tokom mjeseca mijenjaju.

Sve to ukazuje — makoliko rezultati bili interesantni i makako ukazivali na raznolikost situacija — da prikazani rezultati mogu poslužiti kao ilustracija odnosa, pa ih tako treba i promatrati.

2. Pretpostavke

Pošlo se je od potreba energije i snage, s kojima je računato u elaboratu (Lit. 1) koji je izrađen za Jugoslavensku zajednicu elektroprivrede.

Računato je sa slijedećim potrebama energije (uz planiranu redukciju potrošača):

Bosna i Hercegovina	2240	GWh
Crna Gora	285	GWh
Hrvatska	3920	GWh
Makedonija	1195	GWh
Slovenija	3640	GWh
Srbija	4180	GWh
Jugoslavija	15460	GWh

Maksimalna godišnja opterećenja iznose:

Bosna i Hercegovina	367,7 MW
Crna Gora	52,3 MW
Hrvatska	708,1 MW
Makedonija	218,0 MW
Slovenija	614,1 MW
Srbija	820,5 MW
Jugoslavija	2780,5 MW

Računato je dalje da će slijedeći novi proizvodni kapaciteti ići u pogon:

1. III 1965. HE Globočica (oba agregata)
1. III 1965. TO Beograd (3. agregat)
1. VI 1965. HE Dubrovnik — protočno (oba agregata)
1. X 1965. TO Ljubljana (1. agregat)
1. XII 1965. HE Senj (1. agregat).

Redoslijed angažiranja termoelektrana prema specifičnim promjenljivim troškovima na pragu prikazan je u tab. 1. i 2. U prvoj je prikazan redoslijed anagažiranja termoelektrana u okviru Jugoslavije, a u drugoj u okviru republika. Na tabelama je navedeno stanje krajem godine, pa je iz toga lako doći do prilika prije stavljanja u pogon TO Beograd i TO Ljubljana. Specifični promjenljivi troškovi određeni su prema planu za 1964.

3. Mogućnosti zadovoljenja potreba

Kao što je već spomenuto jedan je od uvjeta za zadovoljenje potreba, da maksimalna snaga elektrana bude veća od maksimalnog opterećenja. Budući da se računa s povećanjem instalirane snage elektrana tokom godine, te budući da se maksi-

malna snaga hidroelektrana mijenja u ovisnosti o promjeni pada, potrebno je razmotriti odnos maksimalnih snaga elektrana i maksimalnih opterećenja po mjesecima.

Radi ilustracije navode se podaci o maksimalnim opterećenjima i maksimalnim snagama elektrana na početku, u sredini i na kraju godine.

	Maksimalno opterećenje MW	Maksimalna snaga HE MW	Maksimalna snaga TE MW	Ukupna maksimalna snaga MW
Bosna i Hercegovina				
I	354,3	192,8	199,3	392,1
VII	314,3	217,2	199,3	416,5
XII	367,7	194,9	199,3	394,2
Crna Gora				
I	45,9	180,1	—	180,1
VII	43,0	180,1	—	180,1
XII	52,3	180,1	—	180,1
Hrvatska				
I	644,1	380,8	121,4	502,2
VII	599,1	603,3	121,4	724,7
XII	700,1	662,7	121,4	784,1
Makedonija				
I	173,1	86,7	14,0	100,7
VII	190,4	129,8	14,0	143,8
XII	218,0	94,7	14,0	108,7
Slovenija				
I	583,7	358,4	200,0	558,4
VII	554,3	360,0	200,0	560,0
XII	614,1	359,5	228,8	588,3
Srbija				
I	708,4	278,0	456,1	734,1
VII	610,7	284,6	490,4	775,0
XII	820,5	277,9	490,4	768,3
Jugoslavija				
I	2500,5	1518,8	990,8	2509,6
VII	2311,8	1791,1	1025,1	2816,2
XII	2780,7	1786,3	1053,9	2840,2

Napominje se da su za hidroelektrane navedene minimalne vrijednosti maksimalnih snaga koje se pojavljuju u pojedinom mjesecu.

Viškovi snage u Jugoslaviji su vrlo maleni, znatno manji nego što je potrebno za zadovoljenje konzuma, pa treba očekivati znatne i česte redukcije, kako je to pokazano u elaboratu (Lit. 1). Naravno da do redukcija može doći kad su maksimalne snage elektrana i veće od potreba, jer se dio snage hidroelektrana, u doba malih voda ne može iskoristiti. Treba posebno naglasiti — što je spomenuto i u prvom dijelu ovog elaborata — da je zadovoljenje potreba za snagom nužan ali da to nije još i dovoljan uvjet za zadovoljenje konzuma.

Kad su bile potrebne redukcije, provođenje redukcija vršeno je slijedećim redom: karbid, željezare, elektrolize aluminija, ostali potrošači. Podjela redukcija na republike vršena je na principu da se najprije reducira isti procenat karbida u republikama, gdje takav potrošač postoji. Nakon potpune obustave karbida počinje redukcija lučnih peći u željezarama opet s istim procentom od potreba itd.

Pretpostavljeno je (kao radna hipoteza) da će biti ugovorena slijedeća garantirana snaga odnosno garantirana dobava:

iz Bosne i Hercegovine za Sloveniju 91 MW TE
iz Bosne i Hercegovine za Hrvatsku 12 MW TE
iz Crne Gore ukupno 70 % od HE Perućica i to:

za Hrvatsku 31,5 %
za Makedoniju 10,5 %
za Srbiju 28,0 %

To je određeno prema podacima za manjak snaga za prilike u II 1929, koji mjesec odgovara 90 %-tnoj vjerojatnosti pojava prema veličini potrebne snage termoelektrana za zadovoljenje potreba.

Mogućnost garantiranja dobave iz Bosne i Hercegovine osniva se na pretpostavci, da je ekonomičnije provesti redukcije (karbid i željezare) nego osiguravati pogon tih potrošača.

4. Prilike u prosječnoj godini

Kao prosječna godina odabrana je 1939. godina, koja je po godišnjoj proizvodnji hidroelektrana najbliža prosječnoj proizvodnji u 30-godišnjem razdoblju. Mjesečne proizvodnje hidroelektrana po republikama navedene su u tab. 3.

Naravno da prosječna godina u Jugoslaviji ne mora biti prosječna u pojedinim područjima, što također ukazuje na utjecaj hidroloških prilika na mogućnosti izmjene energije, pa i na rezultate takve analize. Da ilustriramo odnose navodimo postotak od prosječne proizvodnje hidroelektrana koji se postiže s protocima iz 1939. godine:

Bosna i Hercegovina 95,8 %
Crna Gora 115,7 %
Hrvatska 107,0 %
Makedonija 96,8 %
Slovenija 93,5 %
Srbija 88,0 %

Svakako da će takva hidrološka situacija dati nešto nepovoljniju sliku s obzirom na količine energije i s obzirom na cijenu energije izmjene za Srbiju i Sloveniju a nešto povoljniju za Crnu Goru i Hrvatsku.

Podjelom konzuma na mjesece po metodi prikazanoj u elaboratu (Lit. 2), za što su podaci navedeni u (Lit. 1), te podjelom na konstantnu i varijabilnu energiju hidroelektrana (Lit. 3. i 4) i konzuma, moguće je odrediti potrebnu energiju i snagu kao i mogućnosti proizvodnje hidroelektrana u radnom danu. Metodom konstantne i varijabilne energije (Lit. 5) moguće je odrediti iskoristivost energije i snage u hidroelektranama, potrebu angažiranja termoelektrana, kako u Jugoslaviji kao cjelini tako i u pojedinim republikama. Angažiranje termoelektrana s obzirom na specifične promjenljive troškove. Pri određivanju iskorištenja snage u hidroelektranama kao i pri određivanju angažiranja termoelektrana vođeno je računa i o mogućnostima prenosa među republikama.

Kad su određene bilance za pojedine republike, izvršen je raspored angažiranja snaga elektrana (za svaki sat u radnom danu) u dnevni dijagram opterećenja. Bilance naime daju samo globalne potrebne količine energije i podatke o snagama u času maksimalnog i minimalnog opterećenja. Dijagrami opterećenja prikazani su krivuljama trajanja opterećenja aproksimiranim trima pravcima (Lit. 5). Raspored opterećenja na elektrane u republikama vršen je u pravilu tako da se hidroelektrane (sa svojom varijabilnom snagom i energijom) što više prilagode dijagramu opterećenja republika, kako bi se izmjena vršila sa što konstantnijom snagom, pa da na taj način pokrivanje brzih promjena preuzme svako područje za sebe. Na osnovu tako izvršenog rasporeda mogla se utvrditi snaga i energija koja se predaje drugim republikama kao i republike koje preuzimaju tu energiju, osim toga moglo se ustanoviti koje su elektrane angažirane u republici-dobavljaču i koje elektrane zamjenjuju u republici-kupcu. Prilikom određivanja iz koje elektrane se vrši dobava nije se polazilo od toga koja se elektrana nalazi u blizini republike-kupca ili koja je elektrana smještena u vrh dijagrama opterećenja, već od razmatranja koja bi se elektrana mogla obustaviti odnosno u kojoj bi se elektrani moglo smanjiti opterećenje kad ne bi bilo dobave energije drugoj republici. Naravno da bi se u tom slučaju obustavila termoelektrana ili smanjilo opterećenje u termoelektrani s najvećim specifičnim troškovima. S dobavom hidroenergije računato je samo onda ako se sve potrebe u republici-dobavljaču mogu pokriti iz hidroelektrana, a pored toga ostaje neiskorištene hidroenergije. S obzirom na određivanje termoelektrane koju zamjenjuje dobava iz druge republike prihvaćen je princip analogan gore spomenutom.

Na osnovu tako utvrđene izmjene određene su količine energije koje se izmjenjuju tokom radnog dana. Za neradne dane određena je ista izmjena kao u razdoblju malih opterećenja u radnom danu. Množenjem energije izmjene s 25 (broj radnih dana u mjesecu), a izmjene snage u času minimalnog opterećenja sa 130 sati (broj sati neradnih dana u mjesecu) dobivena je nakon zbrajanja ukupna mjesečna izmjena energije.

Prilikom određivanja izmjene energije određene su elektrane koje se međusobno zamjenjuju, ako u republici-kupcu uopće postoji mogućnost smanjenja opterećenja elektrana radi kupnje energije. Ako te mogućnosti ne postoje, takva dobava označena je nezamjenjivom. To se događa u slučaju kad i pored angažiranja svih elektrana u području kupca nije moguće zadovoljiti potrebe.

U prvom slučaju cijena dobavljene energije obračunata je kao aritmetska sredina specifičnih promjenljivih troškova elektrane, koje se međusobno zamjenjuju. Specifični promjenljivi troškovi termoelektrana navedeni su u tab. 1. i 2., dok su za hidroelektrane specifični promjenljivi troškovi jednaki nuli. Ako, međutim, ne postoji mogućnost zamjene među elektranama, dobavljena energija obračunata je po punoj cijeni (specifični promjenljivi troškovi + specifični stalni troškovi). Specifični stalni troškovi određeni su prema ostvarenju u 1963. godini. U troškove proizvodnje uračunati su i troškovi zajednica, a podjela troškova zajednica na hidroelektrane i termoelektrane izvršena je u omjeru troškova elektrana. U troškove je uključen i dohodak.

Specifični stalni troškovi u 1963. godini, s kojima je računato prilikom obračuna za dobavljenu nezamjenljivu energiju, iznose

	HE	TE	
Bosna i Hercegovina	2,84	4,32	Din/kWh
Crna Gora	3,42	—	Din/kWh
Hrvatska	2,51	6,98	Din/kWh
Makedonija	6,68	9,39	Din/kWh
Slovenija	2,86	4,16	Din/kWh
Srbija	4,58	2,96	Din/kWh

Specifični stalni troškovi u hidroelektranama ovise u prvom redu o ekonomičnosti izgrađenih hidroelektrana, dok specifični stalni troškovi u termoelektranama o njihovom iskorištenju.

Naravno da se za slučaj kad je ugovorena garantirana snaga iz termoelektrana ne obračunavaju stalni troškovi ni onda kad ne postoji zamjena u području kupca za dobavljenu energiju. To vrijedi u okviru garantirane snage.

Stalni troškovi snage — prema ostvarenju u 1963. godini iznose u Bosni i Hercegovini $25{,}1 \cdot 10^6$ Din/MW, pa je za garantiranu snagu za Sloveniju (91 MW) iz Bosne i Hercegovine obračunato 2284,1 10^6 Din/god. odnosno $190{,}3 \cdot 10^6$ Din mjesečno. Za garantiranu snagu za Hrvatsku (12 MW) obračunato je $901{,}2 \cdot 10^6$ Din/god odnosno $25{,}1 \cdot 10^6$ Din mjesečno.

Od ukupnih troškova HE Perućica u iznosu od $3025{,}3 \cdot 10^6$ Din 70 % otpada na republike, koje su ugovorile garantiranu dobavu iz Crne Gore. Prema navedenoj podjeli godišnje odnosno mjesečne uplate za garantiranu dobavu iznose

Hrvatska	$953{,}0 \cdot 10^6$ Din/god,	$79{,}4 \cdot 10^6$ Din/mj.
Makedonija	$317{,}7 \cdot 10^6$ Din/god,	$26{,}5 \cdot 10^6$ Din/mj.
Srbija	$847{,}0 \cdot 10^6$ Din/god,	$70{,}6 \cdot 10^6$ Din/mj.

U tab. 4 prikazan je primjer obračuna za XII mjesec. Uz svakog dobavljača označeni su kupci energije, kao i elektrana iz koje se vrši dobava. Pored elektrane navedeno je da li je dobava zamjenljiva ili nezamjenljiva kao i podatak da li se vrši u okviru garantirane ili se radi o negarantiranoj dobavi. Ako se radi o zamjenjivoj dobavi neposredno niže navedene su elektrane čiju proizvodnju zamjenjuje dobava. U pet slijedećih kolona unesene su količine energije: u radnom danu, ukupno u radnim danima (25 x radni dan), snaga u neradnom danu, energija u neradnim danima (130 x snaga u neradnom danu) i ukupna energija. Dalje su navedeni specifični troškovi koji ulaze u obračun. Za elektrane koje se međusobno zamjenjuju određeni su u posebnoj koloni (međusobna zamjena) promjenljivi troškovi, pa je nji-

hova aritmetska sredina upisana u stupac »iznos za dobavljenu energiju«. Posebno je iskazan iznos za energiju iz elektrana koje nemaju zamjene, a također posebno iznos za garantiranu snagu i garantiranu dobavu.

5. Rezultati

Mjesečne količine dobave po dobavljačima iznose u GWh:

	Bosna i Herceg.	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
I	57,5	76,8	—	—	—	68,1
II	65,3	102,4	—	—	—	52,8
III	50,5	104,5	—	—	—	47,8
IV	80,5	106,3	—	—	—	44,1
V	25,6	107,1	50,1	—	—	—
VI	7,2	27,1	87,8	—	3,7	6,1
VII	35,7	26,5	2,0	0,2	—	40,3
VIII	35,6	26,5	4,1	3,7	—	35,5
IX	15,6	26,6	—	4,4	—	40,7
X	12,7	111,2	77,2	—	—	1,1
XI	2,8	109,3	104,8	—	—	2,7
XII	20,9	99,7	160,5	—	—	14,7
Ukupno	409,9	924,0	486,5	8,3	3,7	353,9

Najveći dobavljač je Crna Gora radi znatnih viškova hidroenergije, ali i radi garantirane dobave. Hrvatska se pojavljuje kao dobavljač u mjesecima velike proizvodnje u hidroelektranama na njezinom području. U mjesecima male proizvodnje u hidroelektranama glavni su dobavljači Bosna i Hercegovina i Srbija radi relativno velikih kapaciteta u termoelektranama. Slovenija i Makedonija pojavljuju se kao dobavljači u slučaju velikih proizvodnja u njihovim hidroelektranama.

Mjesečne količine kupnje po kupcima iznose u GWh:

	Bosna i Herceg.	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
I	—	—	73,8	43,5	57,9	27,2
II	—	—	63,0	43,6	78,9	35,0
III	—	—	47,4	36,9	83,5	35,0
IV	—	—	88,4	43,8	63,7	35,0
V	6,7	—	52,6	43,7	34,7	45,1
VI	20,5	10,9	12,6	36,5	8,4	43,0
VII	—	10,5	54,4	16,8	12,5	10,5
VIII	—	8,9	62,6	10,9	12,5	10,5
IX	—	11,0	31,6	11,1	23,1	10,5
X	16,2	—	41,4	50,6	54,6	39,4
XI	—	—	41,4	55,0	44,1	79,1
XII	5,2	—	39,1	74,5	120,8	56,2
Ukupno	48,6	41,3	608,3	466,9	594,7	426,5

Hrvatska, Makedonija i Srbija preuzimaju u svakom slučaju garantiranu dobavu iz Crne Gore, zbog toga se u svakom mjesecu pojavljuju i kao kupci. Iz istog razloga Crna Gora mora kupovati energiju i pored činjenice da je moguća proizvodnja hidroelektrana u Crnoj Gori dovoljna za zadovoljenje potreba. Bosna i Hercegovina kupuje energiju samo u slučaju pojave velikih voda.

Izmjena energije u GWh po republikama je, dakle,

	Dobava	Kupnja	Saldo
Bosna i Hercegovina	+409,9	— 48,6	+361,3
Crna Gora	+924,0	— 41,3	+882,7
Hrvatska	+486,5	—608,3	—121,8
Makedonija	+ 8,3	—466,9	—458,6
Slovenija	+ 3,7	—594,7	—591,0
Srbija	+353,9	—426,5	— 72,6

Prihodi za isporučenu energiju po dobavljačima iznose u 10^6 Din:

	Bosna i Herceg.	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
I	448,9	207,0	—	—	—	645,9
II	475,6	227,4	—	—	—	555,1
III	422,9	234,7	—	—	—	457,4
IV	581,3	240,8	—	—	—	289,7
V	327,8	243,5	148,3	—	—	—
VI	263,4	176,5	184,3	—	14,6	36,7
VII	376,8	176,5	23,2	1,3	—	230,6
VIII	454,7	176,5	54,8	28,7	—	291,2
IX	318,5	176,5	—	58,8	—	362,0
X	273,5	242,2	235,0	—	—	11,5
XI	230,6	235,7	297,4	—	—	18,9
XII	321,6	220,7	591,7	—	—	98,4
Ukupno	4495,6	2558,0	1534,7	88,8	14,6	2997,4

Bosna i Hercegovina ima najveći prihod od dobavljene energije, jer garantira dobavu iz termoelektrana. Za veće količine energije Crna Gora ima manji prihod, jer se garantirana dobava vrši iz hidroelektrana. Hrvatska ima relativno niski prihod zbog negarantirane dobave iz hidroelektrane, dok je prihod Srbije znatno veći i pored negarantirane dobave jer se ta dobava vrši iz termoelektrana.

Iznosi su za kupljenu energiju 10^3 Din po kupcima.

	Bosna i Herceg.	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
I	—	—	477,0	310,0	444,2	70,6
II	—	—	253,3	327,6	606,6	70,6
III	—	—	131,9	233,4	679,1	70,6
IV	—	—	359,8	225,3	456,1	70,6
V	11,7	—	166,0	175,0	269,6	97,3
VI	33,4	27,3	104,5	160,9	209,8	139,6
VII	—	78,0	323,7	94,4	241,7	70,6
VIII	—	91,1	480,4	95,5	268,3	70,6
IX	—	121,1	247,4	100,7	376,0	70,6
X	27,9	—	104,5	147,6	397,3	84,9
XI	—	—	104,5	186,3	275,2	216,6
XII	9,1	—	104,5	254,1	687,6	177,1
Ukupno	82,1	317,5	2857,5	2310,8	4911,5	1209,7

Troškovi Slovenije za kupljenu energiju su vrlo visoki u odnosu na količinu energije zbog osiguranja snage iz termoelektrana u Bosni i Hercegovini. Hrvatska, Makedonija i Srbija imaju relativno manje troškove zbog nabavke hidroenergije iz Crne Gore (garantirana dobava).

Saldo prihoda i rashoda 10^6 Din radi izmjene iznosi:

	Dobava	Kupnja	Saldo
Bosna i Hercegovina	+4495,6	— 82,1	+4413,5
Crna Gora	+2558,0	— 317,5	+2240,5
Hrvatska	+1534,7	—2857,5	—1322,8
Makedonija	+ 88,8	—2310,8	—2222,0
Slovenija	+ 14,6	—4911,5	—4896,9
Srbija	+2997,4	—1209,7	+1787,7

Svakako je najinteresantniji podatak o prosječnoj cijeni energije, koja se izmjenjuje. Te prosječne cijene u Din/kWh po dobavljačima iznose:

	Bosna i Herceg.	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
I	7,80	2,69	—	—	—	9,48
II	7,28	2,21	—	—	—	10,50
III	8,35	2,25	—	—	—	9,57
IV	7,23	2,26	—	—	—	6,56
V	12,82	2,27	2,96	—	—	—
VI	36,60	6,52	2,09	—	3,95	6,02
VII	10,57	6,66	11,60	6,50	—	5,72
VIII	12,77	6,66	13,37	7,75	—	8,20
IX	20,40	6,63	—	13,36	—	8,88
X	21,55	2,18	3,04	—	—	10,45
XI	82,30	2,16	2,84	—	—	7,01
XII	154,00	2,22	3,68	—	—	6,69
Prosječno	10,97	2,76	3,17	10,71	3,95	8,47

Relativno visoka cijena energije iz Bosne i Hercegovine posljedica je plaćanja garantirane snage. Visoka cijena energije iz Makedonije i Srbije dobiva se zbog toga što se radi o dobavi termoenergije za koju vrlo često nema mogućnosti zamjene. Hidroenergija se dobavlja iz Crne Gore i Hrvatske, pa odatle i niska cijena. Više cijene u ljetnim mjesecima za energiju dobavljenu iz Crne Gore nastaju zbog male proizvodnje hidroelektrana, dok su plaćanja za garantiranu dobavu konstantna. Više cijene dobave iz Hrvatske u ljetnim mjesecima posljedica su dobave iz termoelektrana.

Prosječne mjesečne cijene u Din/kWh kupljene energije po kupcima iznose:

	Bosna i Herceg.	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija
I	—	—	6,46	7,12	7,66	2,60
II	—	—	4,02	7,50	7,69	2,02
III	—	—	2,73	6,32	8,13	2,02
IV	—	—	4,07	5,14	7,17	2,02
V	1,75	—	3,16	4,01	7,76	2,16
VI	1,63	2,51	8,28	4,42	24,95	3,24
VII	—	7,43	5,95	5,62	19,30	6,72
VIII	—	10,22	7,67	9,10	21,42	6,72
IX	—	11,00	7,83	9,07	16,27	6,72
X	1,72	—	2,53	2,91	7,27	2,15
XI	—	—	2,52	3,38	6,23	2,74
XII	1,75	—	2,67	3,42	5,70	3,15
Prosječno	1,69	7,69	4,69	4,94	8,26	2,83

Najnižu cijenu kupljene energije postiže Bosna i Hercegovina, jer ta republika nabavlja — takva je mogućnost proizvodnje elektrana na tom području — samo viškove hidroenergije kojima zamjenjuje svoje termoelektrane. Nisku cijenu postiže i Srbija zbog garantirane dobave iz Crne Gore. Niska cijena je postignuta i radi relativno velike proizvodnje HE Perućica. Srednju cijenu kupljene energije postiže Hrvatska i Makedonija zbog dobave garantirane energije iz HE Perućica. Slovenija ima najvišu cijenu energije u prvom redu radi osiguranja garantirane snage, a zatim radi kupnje nezamjenjive energije.

Usporedba između cijena u Din/kWh za dobavljenu i kupljenu energiju pokazuje slijedeće:

	Dobava	Kupnja
Bosna i Hercegovina	+10,97	—1,69
Crna Gora	+ 2,76	—7,69
Hrvatska	+ 3,17	—4,69
Makedonija	+10,71	—4,94
Slovenija	+ 3,95	—8,26
Srbija	+ 8,47	—2,83

Karakteristične su razlike cijena za Bosnu i Hercegovinu i Crnu Goru. Prva dobavlja termoenergiju, a kupuje hidroenergiju, kojom može zamijeniti proizvodnju svojih termoelektrana, dok druga dobavlja hidroenergiju, a kupuje termoenergiju, kojom ne može zamijeniti proizvodnju u svojim elektranama. Istu situaciju kao u Bosni i Hercegovini imamo i u Srbiji, gdje je cijena dobavljene energije viša, jer se radi o garantiranoj dobavi, a ne o zamjeni termoelektrana proizvodnjom iz hidroelektrana. Energija iz Hrvatske dobavlja se po nižoj cijeni, jer se radi uglavnom o hidroenergiji kojom se zamjenjuje proizvodnja termoelektrana, dok se kupuje energija po nešto višoj cijeni. Kupljena energija se sastoji od garantirane dobave iz Crne Gore i iz termoelektrana iz Bosne-Hercegovine i Srbije. Visoka kupovna cijena za Sloveniju u prvom redu — kako je već spomenuto — posljedica je plaćanja garantirane snage.

Prosječna cijena u Din/kWh izmjene energije iznosi:

I	6,43	VII	7,72
II	5,71	VIII	9,52
III	5,50	IX	10,50
IV	4,82	X	3,77
V	3,94	XI	3,57
VI	5,12	XII	4,15
		Prosječno	5,34

Prosječna cijena energije izmjene znatno se mijenja od mjeseca do mjeseca, a ovisi uglavnom o mogućnosti proizvodnje u hidroelektranama, odnosno tačnije o omjeru između hidroenergije i potreba energije. Naravno da cijena energije izmjene ovisi i o mogućnostima proizvodnje hidroelektrana u pojedinim područjima.

Ako pretpostavimo, da nije ugovorena garantirana snaga iz termoelektrana, već da se dobava vrši prema mogućnostima, ali uz pretpostavku da su zadržane iste količine energije (što — međutim — nije sigurno s obzirom na želju da se osigura energija vlastitim potrošačima), prosječne godišnje dobave i kupnje iznose:

	Dobava	Kupnja
Bosna i Hercegovina	+ 7,40	—1,69
Crna Gora	+ 2,76	—7,69
Hrvatska	+ 3,17	+4,33
Makedonija	+10,71	+4,94
Slovenija	+ 3,95	+6,16
Srbija	+ 8,45	+2,83

Primjer obračuna energije za mjesec prosinac 1965.

Tablica 4

				U radnom danu MWh	Ukupno radni dani GWh	Snaga neradni dan MW	Ukupno neradni dani GWh	Ukupno energija izmjene GWh	Promjenljivi troškovi Din/kWh	Stalni troškovi Din/kWh	Ukupni specifični troškovi Din/kWh	Medusobna zamjena 10^6 Din	Iznos za dobavljenu energiju 10^6 Din	Iznos za garant. snagu 10^6 Din	Ukupni iznos 10^6 Din
Bosna i Hercegovina															
Dobava															
Hrvatska			garant.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25,1	25,1
Slovenija	Kakanj	zamjenj.	garant.	76,1	1,9	—	—	1,9	3,50	—	3,50	6,6	10,6	190,3	200,9
	zamjenj.	Trbovlje	—	12,4	0,3	—	—	0,3	4,70	—	4,70	1,4			
		Velenje	—	63,7	1,6	—	—	1,6	8,23	—	8,23	13,2	—	—	—
		u k u p n o						1,9				14,6			
Srbija	Kakanj	zamjenj.	negar.	760,1	19,0	—	—	19,0	3,50	—	3,50	66,5	95,6	—	95,6
	zamjenj.	V. Kostol.	—	193,7	4,8	—	—	4,8	4,05	—	4,05	19,4			
		TO Beogr.	—	566,4	14,2	—	—	14,2	7,48	—	7,48	106,3			
		u k u p n o						19,0				125,7			
Crna Gora															
Dobava															
Hrvatska	hidroel.	—	garant.	1171,4	29,3	75,6	9,8	39,1	—	—	—	—	—	79,4	79,4
Makedonija	hidroel.	—	garant.	520,0	13,0	—	—	13,0	—	—	—	—	—	26,5	26,5
	hidroel.	nezamj.	negar.	276,6	6,9	46,1	6,0	12,9	—	3,42	3,42	—	44,2	—	44,2
		u k u p n o						25,9					44,2	26,5	70,7
Srbija	hidroel.	—	garant.	1334,4	33,4	9,9	1,3	34,7	—	—	—	—	—	70,6	70,6
Hrvatska															
Dobava															
Bosna i H.	hidroel.	zamjenj.	negar.	111,6	2,8	18,6	2,4	5,2	—	—	—	—	9,1	—	9,1
	zamjenj.	Kakanj	—	111,6	2,8	18,6	2,4	5,2	3,50	—	3,50	18,2			
Makedonija	hidroel.	nezamj.	negar.	1059,8	26,5	57,0	7,4	33.9	—	2,51	2,51	—	85,0	—	85,0
Slovenija	hidroel.	zamjenj.	negar.	1105,7	27,6	94,7	12,2	39,9	—	—	—	—	89,2	—	89,2
	hidroel.	nezamj.	negar.	1686,7	42,2	114,2	14,9	57,1	—	2,51	2,51	—	143,5	—	143,5
	TO Zagreb	nezamj.	negar.	874,7	21,9	—	—	21,9	4,60	6,98	11,58	—	254,0	—	254,8
		u k u p n o						118,9					486,7		486,7
	zamjenj.	Šoštanj	—	193,5	4,8	21,5	2,8	7,6	2,70	—	2,70	20.6			
	zamjenj.	TO Ljubljana	—	155,7	3,9	17,3	2,3	6,2	4,60	—	4,60	28.5			
	zamjenj.	Brestanica	—	122,4	3,1	13,6	1,8	4,9	4,60	—	4,60	22,6			
	zamjenj.	Trbovlje	—	577,8	14,4	37,3	4,8	19.2	4,70	—	4,70	90.2			
	zamjenj.	Velenje	—	56,3	1,4	5,0	0,6	2,0	8,23	—	8,23	16,5			
		u k u p n o						39,9				178,4			
Srbija	hidroel.	zamjenj.	negar.	101,3	2,5	—	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—
	TO Zagreb	zamjenj.	negar.	9,6	0,2	1,6	0,2	0,4	4,60	—	4,60	1,8	10,9	—	10,9
		u k u p n o						2,5				1,8	10,9	—	10,9
	zamjenj.	Kosovo 1	—	5,4	0,1	0,9	0,1	0.2	2,60	—	2,60	0,5			
	zamjenj.	Kolubara	—	4,2	0,1	0,7	0,1	0.2	3,30	—	3,30	0,7			
	zamjenj.	TO Beograd	—	93,8	2,3	—	—	2.3	7,48	—	7,48	17.2			
	zamjenj.	Beograd I	—	7,5	0,2	—	—	0,2	8,51	—	8,51	1,7			
		u k u p n o						2,5				20,1			
Srbija															
Dobava															
Makedonija	V. Kostolac	zamjenj.	negar.	15,2	0,4	—	—	0.4	4.05	—	4.05	1,6			
	Kolubara	zamjenj.	negar.	29,4	0,7	4,9	0,6	1.3	3.30	—	3.30	4,3	7,6	—	7,6
	V. Kostolac	nezamj.	negar.	495.6	12,4	—	—	12.4	4.05	2.96	7,01	—	87.0	—	87.0
	Kolubara	nezamj.	negar.	24,4	0,6	—	—	0,6	3,30	2,96	6,26	—	3,8	—	3.8
		u k u p n o						14,7				5,9	98,4	—	98.4
	zamjenj.	Mađari	—	44,6	1,1	4,9	0,6	1,7	5,50	—	5,50	9,3			

Ta pretpostavka ima utjecaj na dobavnu cijenu iz Bosne i Hercegovine (sniženje za 3,57 Din/kWh), kao i na sniženje kupovne cijene za Hrvatsku (za 0,36 Din/kWh) i Sloveniju (za 2,10 Din/kWh).

Redoslijed angažiranja termoelektrana

Tablica 1

(X – XII 1965.)	Snaga na pragu MW	Suma snaga MW	Promjenljivi troškovi Din/kWh
Kosovo II	113,5	113,5	2,10
Lukavac	57,6	171,1	2,60
Kosovo I	57,6	228,7	2,60
Šoštanj	121,5	350,2	2,70
Kolubara	145,0	495,2	3,30
Kakanj	115,2	610,4	3,50
Vel. Kostolac	41,1	651,5	4,05
TO Zagreb	57,6	709,1	4,60
Brestanica	22,6	731,7	4,60
TO Ljubljana	28,8	760,5	4,60
Trbovlje	50,9	811,4	4,70
Banovići	6,8	818,2	4,96
Zenica	19,7	837,9	5,20
Mađari	14,0	851,9	5,50
Jertovec	36,2	888,1	5,90
Vlaška	8,3	896,4	6,46
TO Beograd	103,0	999,4	7,48
Velenje	5,0	1004,4	8,23
Beograd I	23,0	1027,4	8,51
M. Kostolac	7,2	1034,6	9,34
Zagreb I	14,7	1049,3	11,43
Rijeka	4,6	1053,9	12,50

Redoslijed angažiranja termoelektrana po republikama

Tablica 2

(X – XII 1965.)	Snaga na pragu MW	Suma snaga MW	Promjenljivi troškovi Din/kWh
Bosna i Hercegovina			
Lukavac I	57,6	57,6	2,60
Kakanj	115,2	172,8	3,50
Banovići	6,8	179,6	4,96
	19,7	199,3	5,20
Hrvatska			
TO Zagreb	57,6	57,6	4,60
Jertovec	36,2	93,8	5,90
Vlaška	8,3	102,1	6,46
Zagreb I	14,7	116,8	11,43
Rijeka	4,6	121,4	12,50
Makedonija			
Mađari	14,0	14,0	5,50
Slovenija			
Šoštanj	121,5	121,5	2,70
Brestanica	22,6	144,1	4,60
TO Ljubljana	28,8	172,9	4,60
Trbovlje	50,9	223,8	4,70
Velenje	5,0	228,8	8,23
Srbija			
Kosovo II	113,5	113,5	2,10
Kosovo I	57,6	171,1	2,60
Kolubara	145,0	316,1	3,30
Vel. Kostolac	41,1	357,2	4,05
TO Beograd	103,0	460,2	7,48
Beograd I	23,0	483,2	8,51
M. Kostolac	7,2	490,4	9,34

Moguća proizvodnja hidroelektrana u GWh prema hidrološkim prilikama u 1939 god., a stanje izgradnje u 1965. godini

Tablica 3

	Bosna i Herceg.	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija	Jugoslavija
I	104,3	101,2	182,5	26,9	138,1	79,9	632,9
II	100,5	126,5	175,2	27,1	99,2	77,1	605,6
III	91,0	128,0	174,2	54,4	84,2	83,3	615,1
IV	126,6	129,3	171,2	46,8	123,2	122,9	720,0
V	135,0	129,3	297,1	55,6	231,6	115,8	964,4
VI	127,9	38,6	400,7	61,8	266,2	85,2	980,4
VII	81,8	38,1	209,8	93,7	216,9	75,0	715,3
VIII	67,6	38,1	184,1	93,8	170,4	60,4	614,4
IX	59,2	38,5	228,8	96,7	172,7	72,2	668,1
X	104,7	135,8	357,3	65,0	184,0	131,2	978,0
XI	117,2	135,8	441,3	42,5	205,3	134,2	1076,3
XII	128,3	128,1	481,4	39,4	117,3	132,0	1026,5
	1244,1	1167,3	3303,6	703,7	2009,1	1169,2	9597,0

6. Zaključak

Kako je već uvodno naglašeno izračunate cijene izmjene služe samo kao ilustracija odnosa i ne mogu služiti kao baza za ugovaranje, jer postignute cijene izmjene ovise — za zadani konzum i za izgrađene elektrane — u prvom redu o hidrološkim prilikama, koje će se pojaviti u budućnosti, a zatim o načinu vođenja pogona kako s obzirom na opskrbu vlastitog područja tako i s obzirom na izmjenu s drugim područjima. Svakako — kako je to pokazano na primjeru — da značajan utjecaj na cijene izmjene imaju ugovori o garantiranoj snazi iz termoelektrana i o garantiranoj dobavi iz hidroelektrana.

Potrebno je još jednom naglasiti da predloženi način obračuna objektivno utvrđuje troškove izazvane izmjenom energije, a ujedno stimulira što potpunije korištenje jeftinijih izvora energije. Ali osim toga predloženi način traži što bolje poznavanje energetske situacije na vlastitom području i kvalitetno vođenje pogona, pa bi uvođenje predloženog sistema obračuna odigralo pozitivnu ulogu i u tom smislu.

Literatura:

1. Požar — Udovičić, *Elektroenergetski odnosi u sistemu Jugoslavije*, Knjiga I: *Metode i prilike u 1965. godini*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1964.
2. Požar — Keglević, *Karakteristike potrošnje električne energije u Jugoslaviji*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1964.
3. Požar, *Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1959.
4. Požar — Udovičić, *Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije* (Dopunski elaborat), Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963.
5. Požar, *Leistung und Energie*, Springer Verlag, Wien, 1963.

Naslov pisca: Prof. dr. ing. Hrvoje Požar, Elektrotehnički fakultet, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

ZAŠTITNA UŽETA I OBRANA DALEKOVODA OD ATMOSFERSKIH PRENAPONA

Boris Markovčić, Zagreb

Dalekovodi 110 kV i 220 kV u Jugoslaviji grade se već dvadesetak godina sa zaštitnim užetima, uzimajući kut zaštite 30°. U članku se pokušalo, na temelju današnjih gledanja u svijetu, dati osvrt na ispravnost takve izvedbe. Najprije su proanalizirani faktori koji utječu na broj kvarova uslijed atmosferskih pražnjenja, zatim je općenito promotrena efikasnost zaštitnih užeta, te su iznesena iskustva u svijetu. Na koncu je dano mišljenje u vezi s problemom zaštitnih užeta na jugoslavenskim vodovima.

DK 621.315.1.004

Već kod prvih projekata naših vodova 110 kV donesen je zaključak da se na čelične i betonske stupove u pravilu ugrade čelična zaštitna užeta. Ona su tada bila namijenjena isključivo zaštiti voda od atmosferskih prenapona, u prvom redu od direktnih udara groma u vodiče. Zaključeno je također, da zaštitni kut ne bude veći od 30°. Takva je odredba ušla u »Privremene propise za projektiranje i izgradnju dalekovoda do 110 kV«, koje je izdalo 1949. tadašnje Ministarstvo za elektroprivredu, a sličnu odredbu nalazimo i u propisima iz 1960. godine.

Budući da je prošlo već skoro dva decenija od prvih zaključaka o ugradnji zaštitnog užeta postavlja se pitanje, kako tehnika danas gleda na taj problem. Da li je možda u tom pogledu potrebno nešto izmijeniti, naročito uzevši u obzir vodove 220 kV i eventualno viših napona? Ovdje je naravno u pitanju samo zaštita od atmosferskih prenapona, dok uloga zaštitnog užeta kod kvarova u kruto uzemljenim mrežama visokog napona neće ovdje biti razmatrana.*

Na žalost, unatoč proteklog prilično dugog vremenskog razdoblja, nemamo svojih vlastitih podataka iz kojih bi se mogli izvući dokumentirani zaključci o efikasnosti zaštitnog užeta i pravilnosti svojedobnih zaključaka o njegovoj ugradnji. Kod nas je doduše nešto rađeno na proučavanju atmosferskih pražnjenja. Mjereni su intenziteti struja groma, rađena je izokeraunička karta, ali zaštita dalekovoda od atmosferskih pražnjenja nije posebno proučavana. Prema tome, ne preostaje ništa drugo već pogledati kakvo stanovište u tom pitanju zauzima danas svjetska literatura i kakva je praksa u pogledu ugradnje zaštitnog užeta u svijetu.

O udaru groma u nadzemni vod

Visokonaponski nadzemni vod ugrožen je od direktnih i indirektnih udara groma. Budući da je ovo razmatranje ograničeno samo na vodove nazivnog napona 110 kV i više, indirektni udari ne predstavljaju opasnost za vod. Smatra se da vodovi izolirani za napon iznad 60 kV nisu ugroženi od te vrste atmosferskih prenapona.

Glavna opasnost prijeti od direktnog udara groma koji može uslijediti bilo u stup ili zaštitno uže, bilo u vodiče.

Kod udara groma u stup ili zaštitno uže postoji vjerojatnost povratnog preskoka na vodiče preko izolatora, što ima nadalje za posljedicu dozemni ili kratki spoj. Vjerojatnost preskoka ovisi o ovim glavnim faktorima:

a) intenzitetu atmosferskih pražnjenja,
b) karakteristici struje groma,
c) uzemljenju stupa,
d) izolacionoj vrijednosti i karakteristici izolacije,
e) materijalu stupa
f) visini stupa,
g) broju zaštitnih užeta,
h) rasponu.

Presjek i materijal zaštitnog užeta praktički nema utjecaja na efikasnost zaštite od atmosferskih prenapona.

Ukoliko neki vod nema zaštitnu užad ili ih nema dovoljan broj, odnosno za određenu silhuetu stupa nisu ispravno smještena, postoji izvjesna vjerojatnost direktnog udara groma u vodiče.

Direktni udari su najopasniji i dovode redovno do kvara na vodu već kod razmjerno niskih struja groma. Naravno, da je kod vodova viših napona granica opasnih amplituda struje groma viša.

U daljnjem će prvo biti razmatrani navedeni faktori i njihov utjecaj na mogućnost povratnog preskoka kod udara groma u uzemljene dijelove voda. Kod toga će se pretpostaviti da su vodiči potpuno zaštićeni od direktnog udara. Zatim će biti razmotreni efikasnost i uvjeti zaštite vodiča zaštitnim užetima i mogućnost direktnog udara u vodiče.

Intenzitet atmosferskih pražnjenja

Što su na nekom području atmosferska izbijanja češća, to je naravno veća vjerojatnost da će doći do kvara na vodovima. Zbog toga je vrlo važno da se zna njihov intenzitet.

Najpovoljnije bi naravno bilo da je za pojedina područja poznat specifični broj udara u zemlju godišnje po 1 km². Opažanjem je to nemoguće postići za iole veće područje, pa se pokušalo brojiti automatski odgovarajućim aparaturama. Takve aparature, premda imaju svojih nedostataka, uspješno su upotrebljene u skandinavskim zemljama. Kao nedostatak spominje se poteškoća odijeljenog registriranja udara o zemlju i udara između oblaka, a i troškovi su u pitanju.

* Vidi članak istog autora: Uloga zaštitnog užeta kod dozemnog spoja na dalekovodima 110 kV i 220 kV, Energija 1964, br. 3-4.

U meteorologiji se međutim već dugo vrše po pojedinim stanicama opažanja broja grmljavinskih dana, iz čega se mogu crtati izokerauničke karte tj. karte s ucrtanim linijama jednakog grmljavinskog intenziteta. Na temelju ovakovih karata može se zaključiti o ugroženosti pojedinih trasa vodova.

Opće je mišljenje stručnjaka u svijetu da su ovako dobiveni podaci suviše grubi da bi se iz njih moglo dovoljnom tačnošću odrediti stupanj ugroženosti. Za rješenje ovog problema dano je mnogo prijedloga, no nijedan nije potpuno zadovoljio. U SSSR-u su prešli na broj grmljavinskih sati smatrajući, da je to ipak sigurniji podatak. U većini zemalja nastavljena su međutim razmatranja na bazi broja grmljavinskih dana, jer je takve podatke najjednostavnije dobiti. Prema ruskoj literaturi može se uzeti ekvivalentnost da 30 grmljavinskih sati odgovara 20 grmljavinskih dana.

Amerikanci imaju za osnovne usporedbe izokeraunički nivo od 30 grmljavinskih dana u godini. Sve efekte ovisne o intenzitetu grmljavina preračunavaju linearno u omjeru s osnovnim grmljavinskim danima. Kod nas u Jugoslaviji mogu se od meteorološke službe također dobiti podaci o broju grmljavinskih dana, pa danas postoje za neke republike izokerauničke karte, no koje na žalost još nisu usklađene u graničnim područjima. Korisno bi bilo da se izradi jedinstvena izokeraunička karta Jugoslavije, kako bi postojala barem neka baza za indikaciju intenziteta atmosferskih pražnjenja.

Osnovni izokeraunički nivo od 30 grmljavinskih dana godišnje dobro bi odgovarao i za nas, jer prema postojećim podacima veliki dio zemlje ima taj nivo. Osim toga, ovako definirani podaci zgodni su za usporedbu.

Vjerojatnost velikih struja u kanalu groma manja je u brdovitim krajevima nego u nizinama. Ukoliko je neka dolina okružena brdima loše vodljivosti, a dolina ima vlažne terene (jezera), dionice vodova u dolini ugroženije su negoli dionice na brdu. Ako je pak brdo dobre vodljivosti, gromovi udaraju isključivo po dionicama voda na brdu. U pogledu broja udara groma između oblaka i zemlje, prema švicarskim i njemačkim opažanjima (Berder, Baatz), nije se mogla naći neka zakonitost s obzirom na konfiguraciju i geološki sastav terena. Ova je konstatacija za nas vrlo interesantna zbog brdovitosti naše zemlje, no trebalo bi je provjeriti opažanjima.

Za ocjenu ugroženosti nekog voda i za mogućnost usporedbe svode se udari groma i kvarovi na specifičnu vrijednost koja je definirana kao broj udara odnosno kvarova na 100 km (100 milja) i određeni izokeraunički nivo (npr. u Americi 30 grmljavinskih dana). Izokeraunički nivo uzima se kao srednja vrijednost dugogodišnjih opažanja. Kratka opažanja mogu naime dati potpuno pogrešne rezultate, jer se za isto područje intenzitet grmljavina može mijenjati od godine do godine u vrlo širokim granicama.

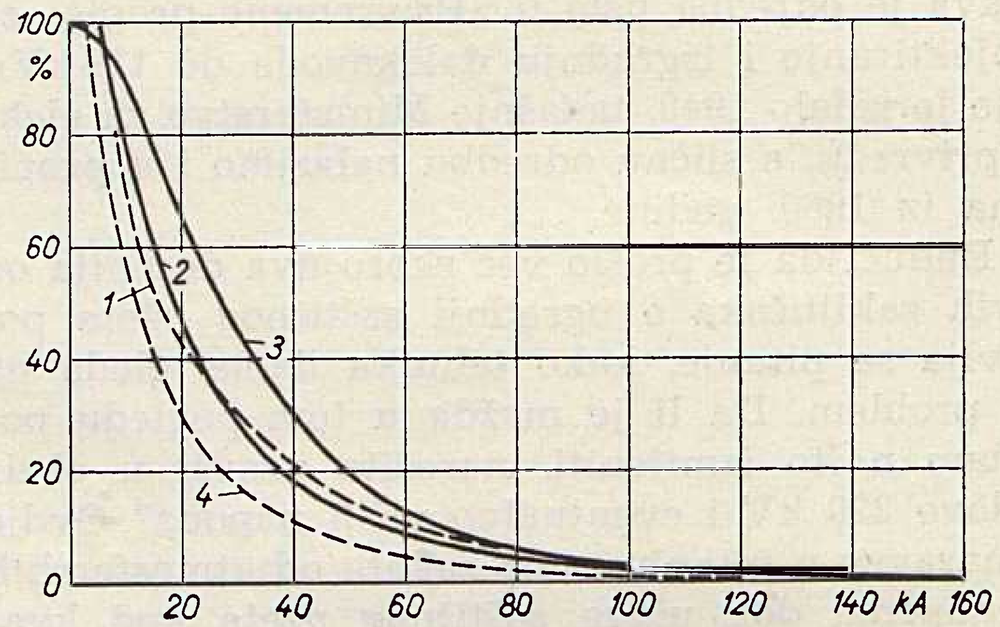
Tako su npr. za meteorološku stanicu Zagreb—Grič podaci o godišnjem broju grmljavinskih dana slijedeći:

za razdoblje

1901—1964., srednji broj 35, min. 21, maks. 54
1945—1964., srednji broj 36, min. 23, maks. 54
1960—1964., srednji broj 37, min. 29, maks. 54

Karakteristike struje groma

Osnovni podatak za određivanje efekta udara groma ne predstavlja u praksi napon, već struja groma u kanalu ili u stupu koja se dade izmjeriti. Na temelju mnogih mjerenja dobivena je vjerojatnost veličine tih struja. Četiri takve krivulje vjerojatnosti iz različitih zemalja nacrtane su u dijagramu sl. 1.



Sl. 1. Vjerojatnost jačine struje groma prema mjerenjima u različitim zemljama
krivulja 1; u SSSR-u
2; u Njemačkoj
3; u Švicarskoj
4; u USA

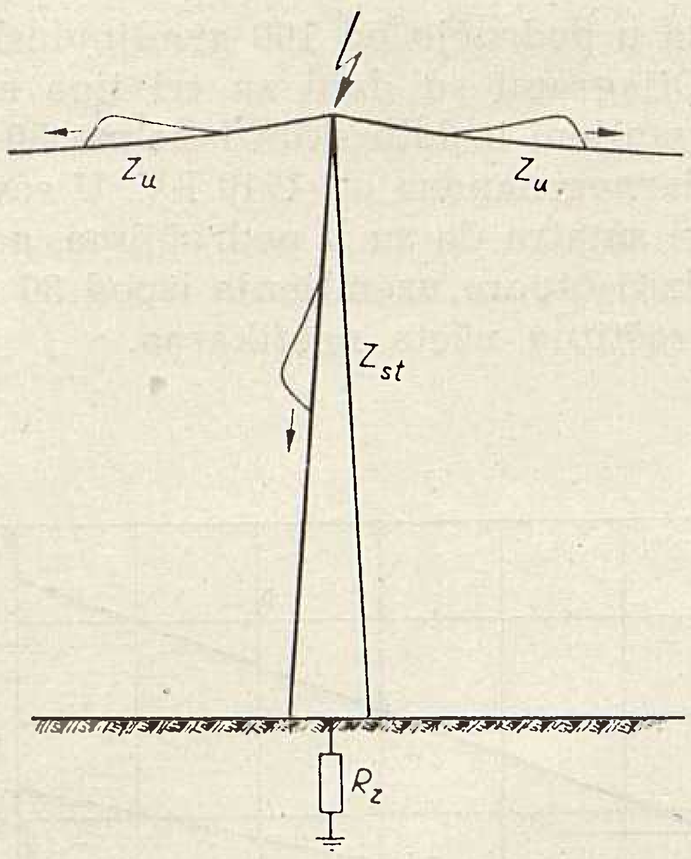
Ove su krivulje vrlo slične, što govori u prilog mogućnosti njihove upotrebe na različitim područjima.

Može se uzeti da oko 50 % svih gromova ima u kanalu struju veću od 20 kA, oko 10 % veću od 60 kA, a oko 3 % veću od 100 kA. Najveće struje koje su zabilježene kreću se oko 200 kA i vrlo su rijetke.

Ovi se podaci mogu smatrati kao najvjerojatniji premda, kao što pokazuju rezultati dobiveni u Japanu i još nekim zemljama (Čehoslovačka), u izvjesnim slučajevima vjerojatnost velikih struja može biti i veća.

S obzirom na sličnost krivulja iz različitih zemalja može se stvoriti zaključak, da u pojedinim područjima svijeta nema bitnih razlika u vjerojatnosti veličine struja groma, pa bi se i kod nas, u pomanjkanju vlastitih podataka, mogla koristiti jedna od tih krivulja. Kako je područje Njemačke nama geografski najbliže, možda bi krivulja prema njemačkim mjerenjima najviše odgovarala.

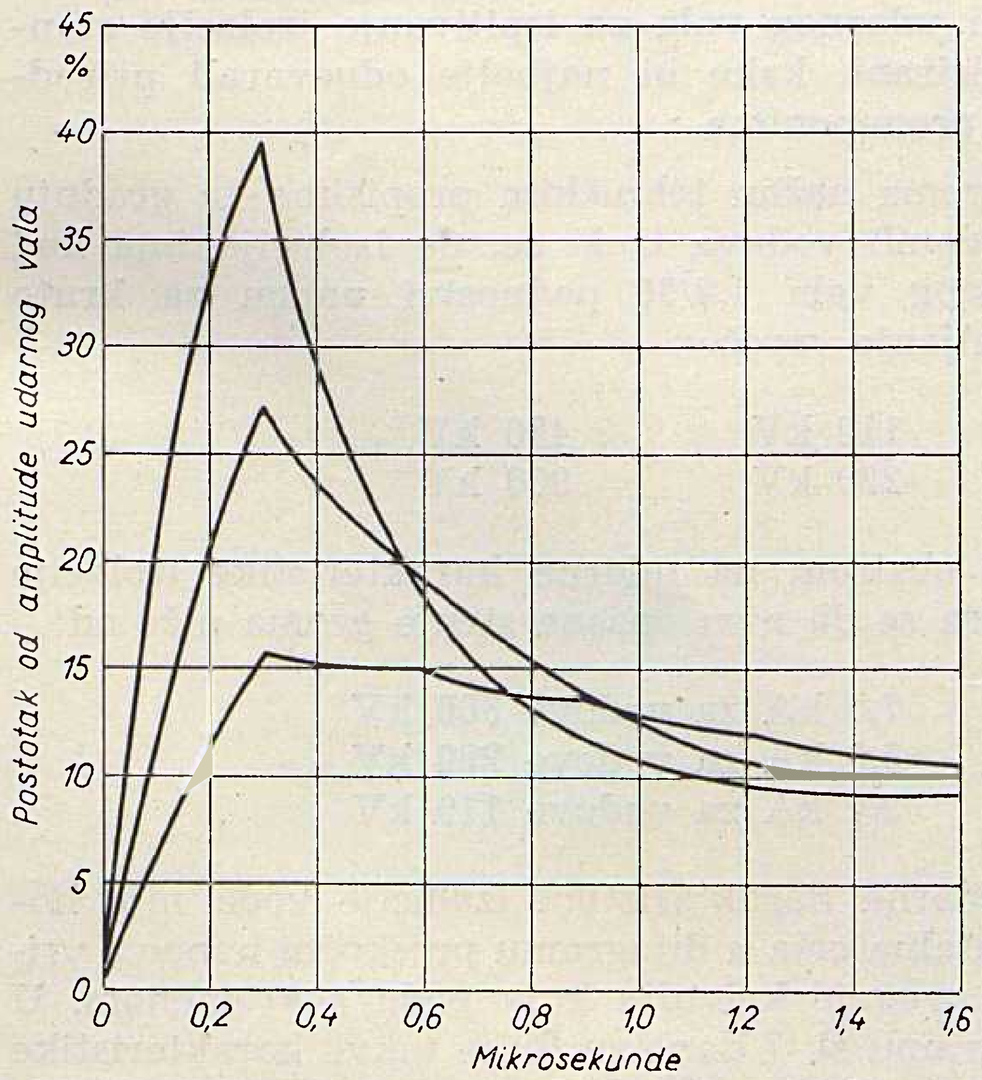
Atmosferski se prenaponi formiraju kao udarni valovi strmog čela, no strmina može biti različita. Koja je strmina najopravdanija za odreći-



Sl. 2. Shema kretanja putnih valova nakon udara groma u stup

vanje karakteristika izolacije, mišljenja stručnjaka se razilaze. Nijemci drže, da su strmine čela od 45 kV po μs vrlo rijetke. Amerikanci pak smatraju da ima realnih indikacija, da strmine znatno prelaze 50 kV po μs. Svi se međutim slažu, da amplituda vala i strmina nisu međusobno ovisne. Strmina čela vrlo je značajna karakteristika udarnog vala i to s jedne strane zbog efekta refleksije, a s druge strane zbog udarnih karakteristika izolacije.

Kod udara groma u vrh stupa napon raste većom ili manjom brzinom (mjereno u μs), što se očituje kao veća ili manja strmina udarnog vala. Nakon udara val putuje po stupu u zemlju (sl. 2), gdje se na prelaznom mjestu reflektira s protivnim predznakom. Reflektirani val dolazi na



Sl. 3. Utjecaj strmine čela vala na napon na vrhu stupa

vrh stupa i tu djelomično poništava početni val koji još nije uspio narasti na svoju punu vrijednost. Jasno je, ako napon raste brže tj. ako je val strmiji on će do momenta dolaska reflektiranog vala biti daleko viši nego kod laganog porasta. Kako se napon na izolaciji ne razlikuje mnogo od napona na vrhu stupa to ovo razmatranje vrijedi i za naponske prilike na izolatorskom lancu.

U sl. 3 prikazano je smanjenje napona na vrhu stupa, u postocima punog vala, kod tri različite strmine čela uz $R_n = 10\ \Omega$. Vidi se da je kod najstrmijeg vala maksimum stigao do 39 %, a kod najpoložitijeg samo 16 % pune vrijednosti.

Uzemljenje stupova

Otpor uzemljenja stupova na nekom vodu od presudne je važnosti u zaštiti voda od povratnih preskoka na izolaciji. Budući da su atmosferski prenaponi valnog karaktera, za razmatranje utjecaja uzemljenja mjerodavan je udarni, a ne stacionarni otpor uzemljenja.

Veličina udarnog otpora ovisna je o:

a) specifičnom otporu tla,
b) amplitudi i strmini udarnog vala,
c) konstrukciji uzemljivača.

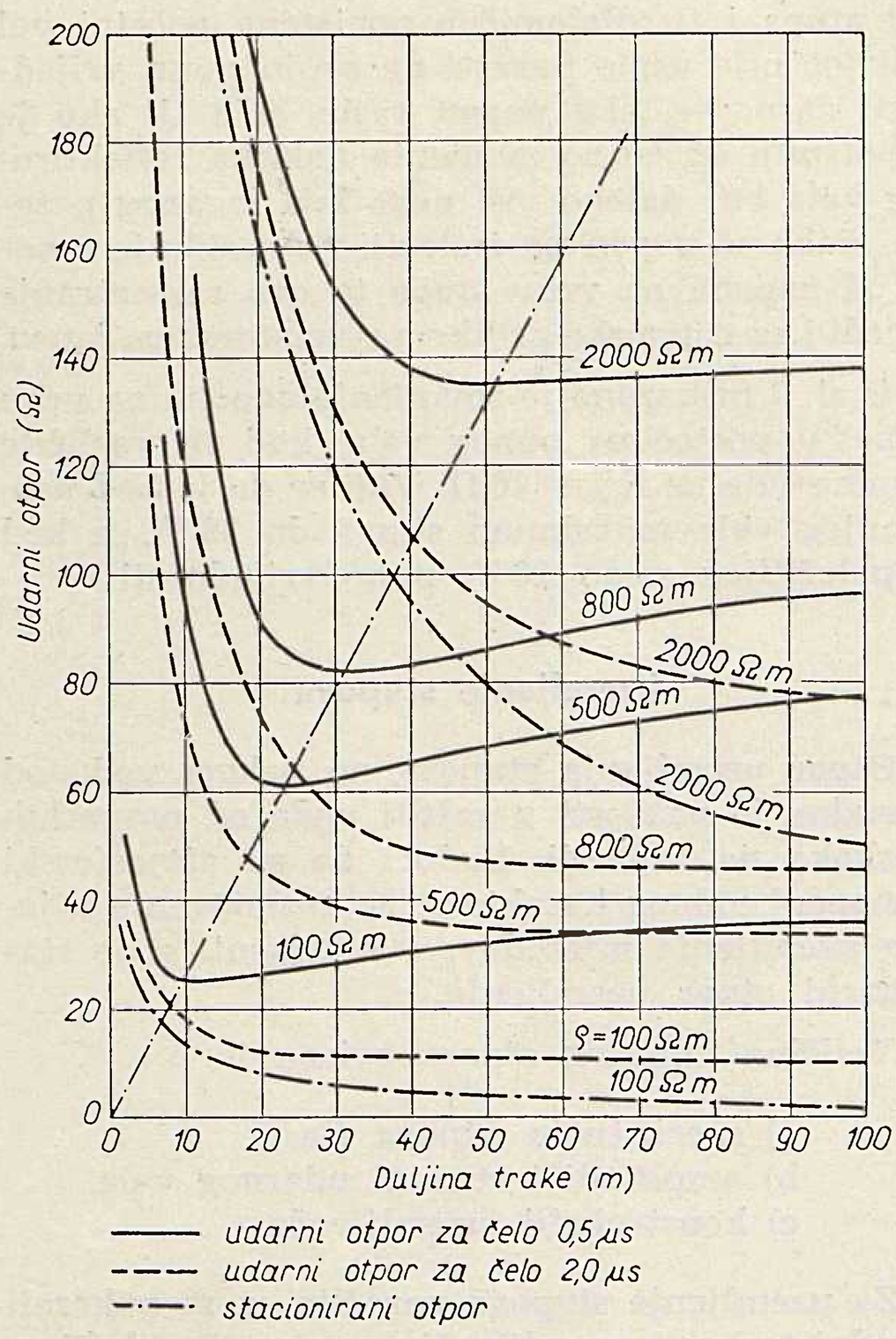
Za uzemljenje stupova naročito su se pokazali pogodni trakasti uzemljivači ne prevelike duljine, podijeljeni u više krakova. Utjecaj dužine trake uzemljivača na udarni i stacionarni otpor uzemljenja, kod različite specifične vodljivosti tla i različite strmine čela udarnog vala prikazuje dijagram sl. 4. Iz dijagrama se vidi da su naročito velike razlike između stacionarnog i udarnog otpora kod strmih valova, dugih traka i visokog specifičnog otpora tla.

Njemački propisi VDE O141 dopuštaju da se udarni otpor stupa uzima jednak stacionarnom, ako dužina trake uzemljivača ne prelazi 20 m. Iz dijagrama proizlazi da je to ispravno, ako nisu u pitanju veliki specifični otpori tla, a uz pretpostavku srednje strmine udarnog vala.

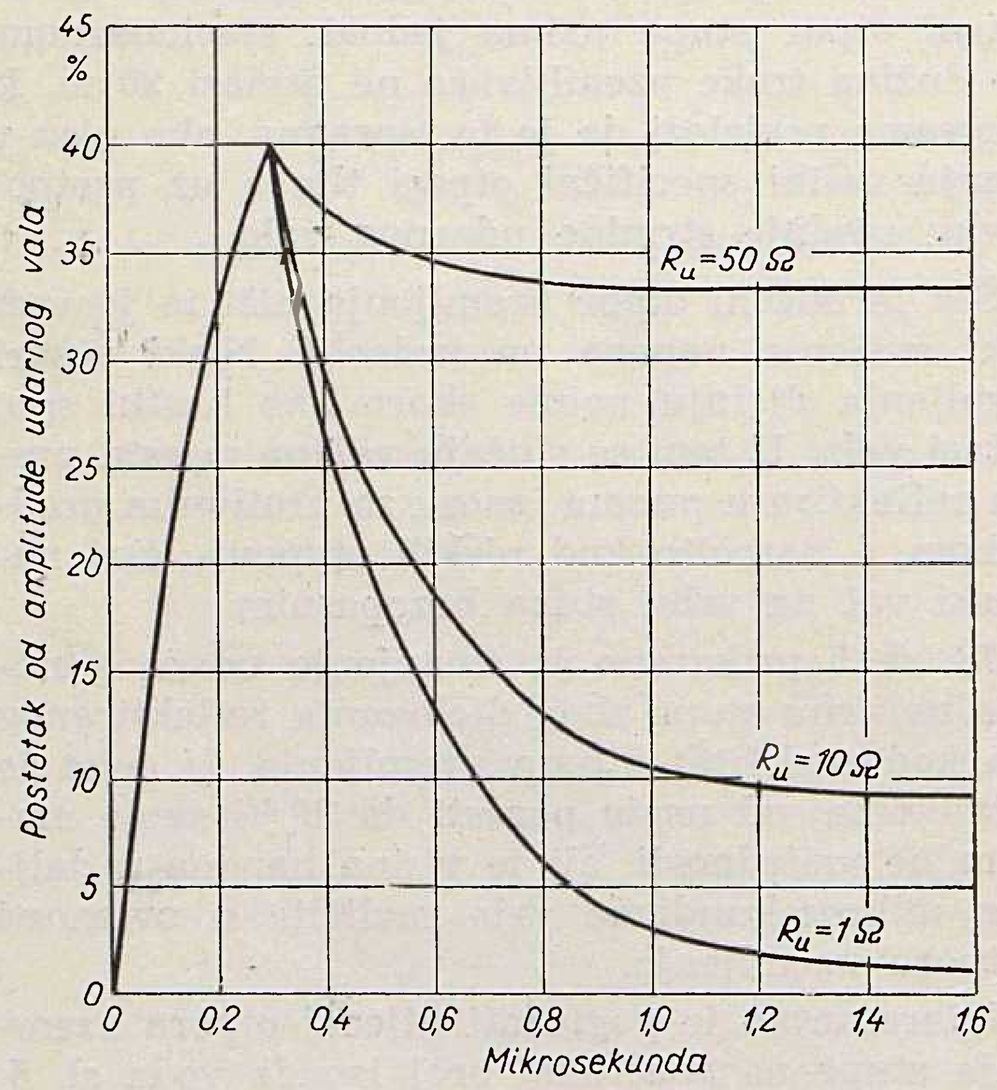
Što je udarni otpor uzemljenja niži to je veći efekt sniženja napona na izolaciji. Niski otpori uzemljenja djeluju naime skoro kao kratki spoj u stazi vala. U tom se slučaju val na mjestu prelaza reflektira u punom iznosu sa protivnim predznakom, i naročito kod niskih stupova, čini naponski val na vrhu stupa bezopasnim.

Na sl. 5 prikazano je smanjenje udarnog napona na vrhu stupa zbog djelovanja reflektiranog vala kod različitih otpora uzemljenja. U svim je slučajevima val uspio porasti do 39 % svoje maksimalne vrijednosti, ali je visina napona u daljnjim mikrosekundama vrlo različita u ovisnosti o otporu uzemljenja.

Interesantno je pogledati utjecaj otpora uzemljenja stupa na specifični broj ispada voda sl. 6, za vod 330 kV u SSSR-u. Ovdje se pod specifičnim brojem ispada misli broj ispada na 100 km

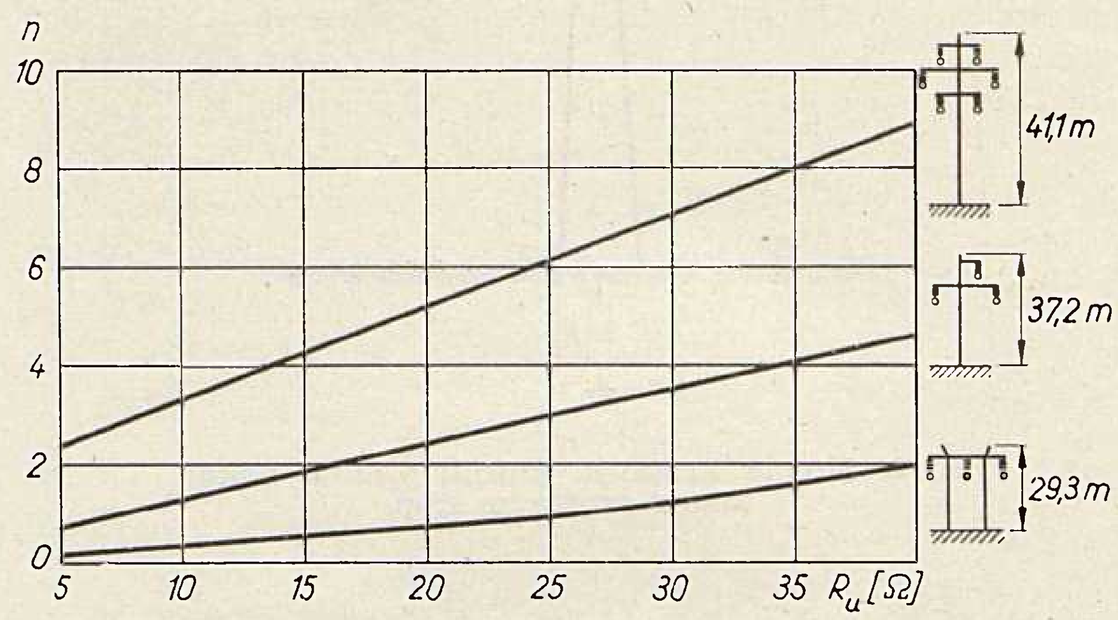


Sl. 4. Ovisnost stacioniranog i udarnog otpora uzemljenja o duljini trake, strmini vala i spec. otporu tla.



Sl. 5. Utjecaj otpora uzemljenja na napon na vrhu stupa.

dužine voda u području od 100 grmljavinskih sati godišnje. Dijagrami su dani za tri tipa stupova, koji su opremljeni izolatorskim lancima 50 % preskočnog udarnog napona od 1710 kV. U sovjetskoj se literaturi smatra da su u područjima, gdje nije moguće sniziti otpore uzemljenja ispod 30 do 40 Ω po stupu, zaštitna užeta neefikasna.



Sl. 6. Zavisnost specifičnog broja ispada voda 330 kV o otporu uzemljenja stupa R_u

Izolaciona vrijednost i karakteristike izolacije

Što je viši nominalni napon voda, to ima naravno višu izolaciju koja se dimenzionira prvenstveno prema veličini unutarnjih prenapona. No viša izolacija za unutarnje prenapone povlači za sobom i veći podnosivi udarni napon. Otuda i logična posljedica, da su vodovi viših napona otporniji prema atmosferskim prenaponima nego oni nižih napona.

Podnosivi napon izolacije voda ne ovisi samo o amplitudi vala, nego i o strmini, odnosno trajanju prenapona, kako je već naglašeno. Strmine čela udarnog vala su različite, pa zbog toga su oblici udarnog vala za ispitivanje izolacije standardizirani, kako bi najbolje odgovarali prirodnim prenaponima.

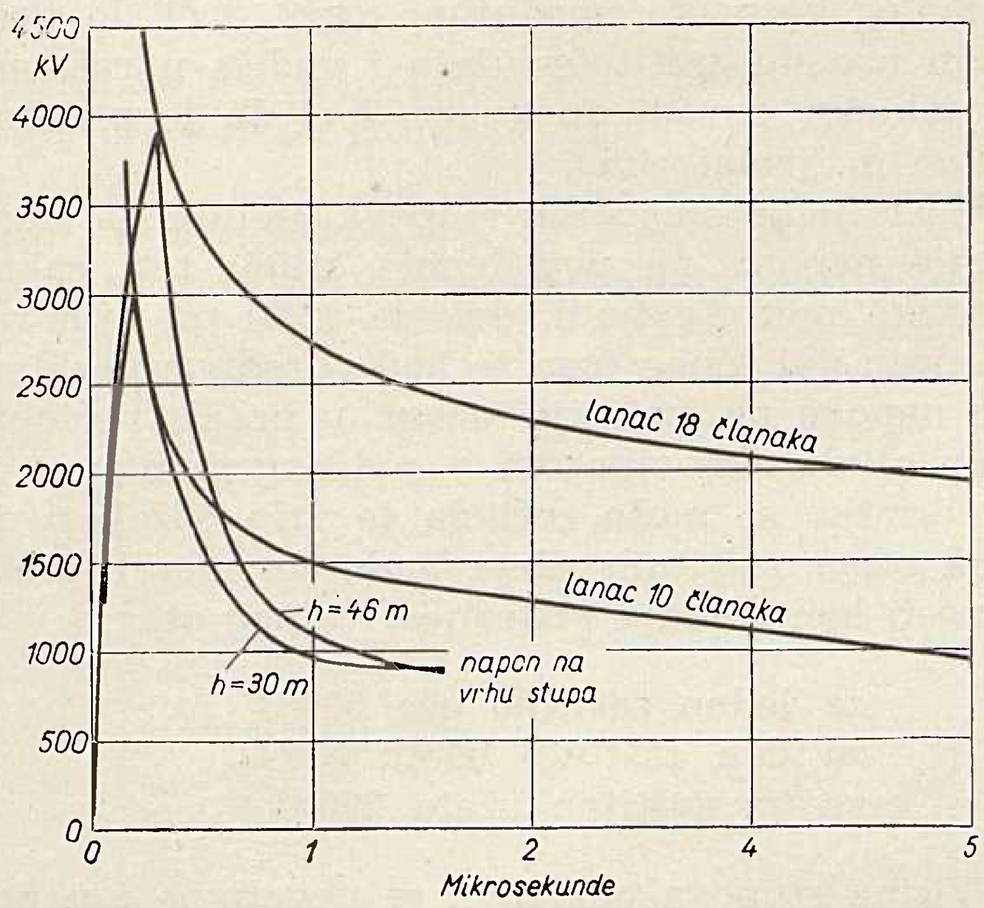
Prema našim tehničkim propisima za gradnju navedenih vodova traži se, da izolacija ima kod udarnog vala 1,2/50 podnosivi napon za kruto uzemljenje mreže:

110 kV	450 kV
220 kV	900 kV

S obzirom na udarne karakteristike izolacije smatra se da nisu opasne struje groma niže od:

7,5 kA za vodove 380 kV
5,0 kA za vodove 220 kV
2,7 kA za vodove 110 kV

Udarna karakteristika izolacije voda nije horizontalna crta u dijagramu preskočni napon - vrijeme, već je krivulja koja pada s vremenom. U dijagramu sl. 7 dane su dvije takve karakteristike za lanac od 18 i 10 članaka (američki izolatori). Na dijagramu su također nacrtane promjene udarnog



Sl. 7. Odnos karakteristika napon — vrijeme napona na stupu i izolatorskih lanaca

napona na stupu, za stup visine 46 m i 30 m. Jasno je, ako se želi spriječiti preskok na izolaciju, da mora biti naponska karakteristika udarnog vala uvijek ispod preskočne karakteristike izolatorskog lanca.

Razmatranjem o utjecaju otpora uzemljenja i visine izolacije na preskočni napon može se doći do zaključka, da se može postići u danom slučaju isti efekt smanjenjem otpora uzemljenja ili pojačanjem izolacije, pa odluka postaje tehničko-ekonomski problem. Općenito se međutim smatra da je ekonomičnije poboljšati uzemljenje nego pojačati izolaciju. U sovjetskoj se literaturi smatra da se pojačanju izolacije može pribjeći samo u specijalnim slučajevima i to ne s naročitim efektom, dok je ovaj način sprečavanja preskoka u Americi prilično uobičajen.

Ova se razlika u gledanju može tumačiti činjenicom, da su uvjeti uzemljenja općenito u SSSR-u, osim rijetkih iznimaka (Ural), vrlo dobri, dok u Americi ima dosta područja loše vodljivosti, gdje je poboljšanje uzemljenja veliki problem, pa se mora pribjeći pojačanju nivoa izolacije.

Materijal stupova

Prilike kod metalnih i armirano-betonskih stupova su podjednake, no drveni stupovi znatno doprinose sigurnosti voda od atmosferskih prenapona. Treba naime računati da je podnosivi udarni napon po m drvenog stupa 300 do 400 kV, pa treba izolacionu vrijednost drva pribrojiti onoj izolatorskog lanca. Broj udara groma u drveni stup mnogo je manji nego u metalni, ali s težim posljedicama za stup. S obzirom na visoku izolacionu vrijednost i udari u vodiče u velikom su postotku neopasni.

Visoku sigurnost vodova na drvenim stupovima pokazale su statistike. Npr. u Njemačkoj je na takvim vodovima za napon 110 kV bilo 0,3 do 0,4 ispada na 100 km. Prema sovjetskim kod istog nominalnog napona bilo je 0,13 do 0,04 ispada na 100 km za nivo 30 grmljavinskih sati godišnje, što je za oko 4 puta manje nego za slične vodove na metalnim stupovima.

Zbog navedenih izolacionih kvaliteta i znatnog poskupljenja, u SSSR-u se odustaje od stavljanja zaštitnih užeta na drvene stupove.

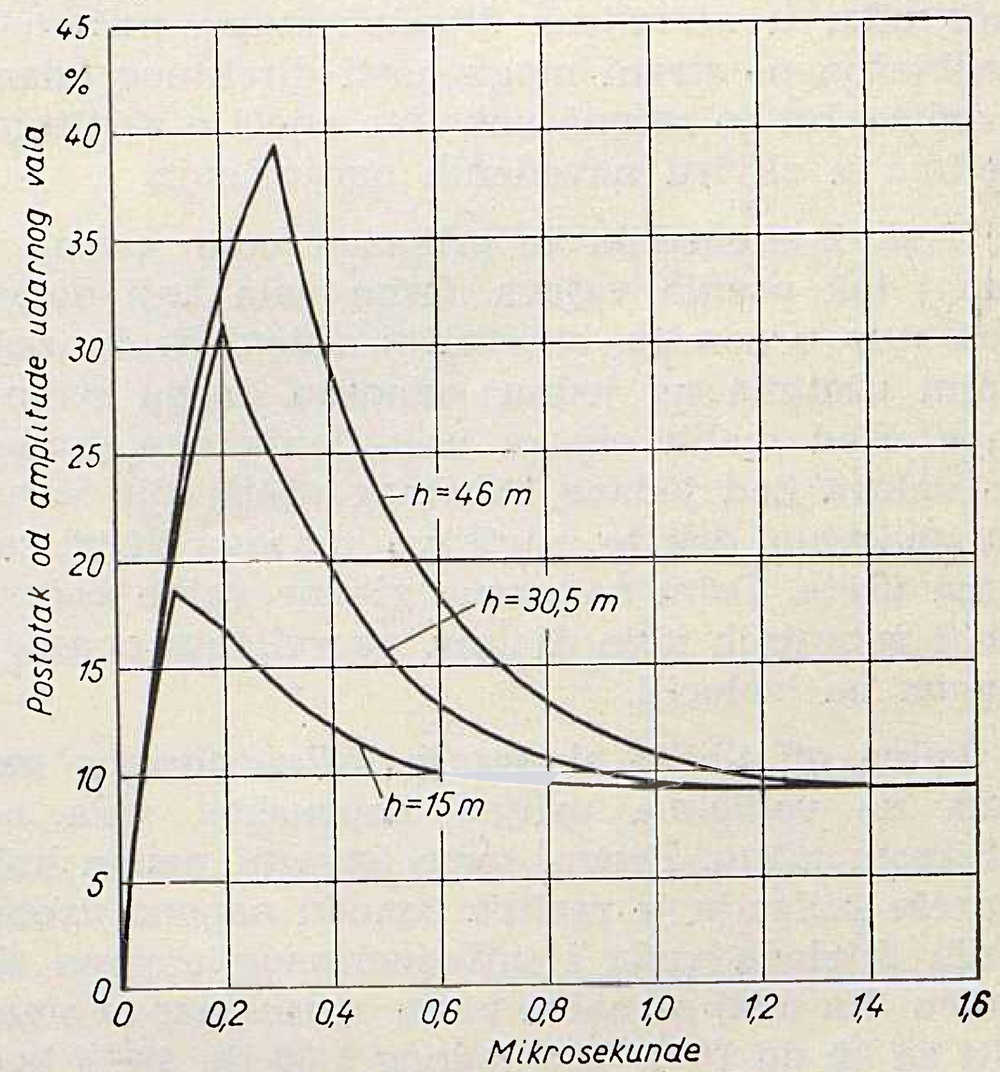
U USA, naprotiv, smatraju da je ipak korisno kod vodova 115 kV i više staviti zaštitna užeta i na drvene stupove. U takvom slučaju treba zaštitna užeta uzemljiti barem svakih 300 m, a dozemno uže voditi podalje od tačke zavješenja izolatorskog lanca, kako se ne bi smanjila izolaciona vrijednost drva.

Za naše bi se prilike, ukoliko bi se gradili vodovi 110 kV na drvenim stupovima, također moglo odustati od zaštitnih užeta. Na to ukazuje npr. 20 godišnje povoljno iskustvo na drvenom vodu 110 kV Brestanica — Zagreb, koji se proteže u izokerauničkom nivou 30 do 35 grmljavinskih dana.

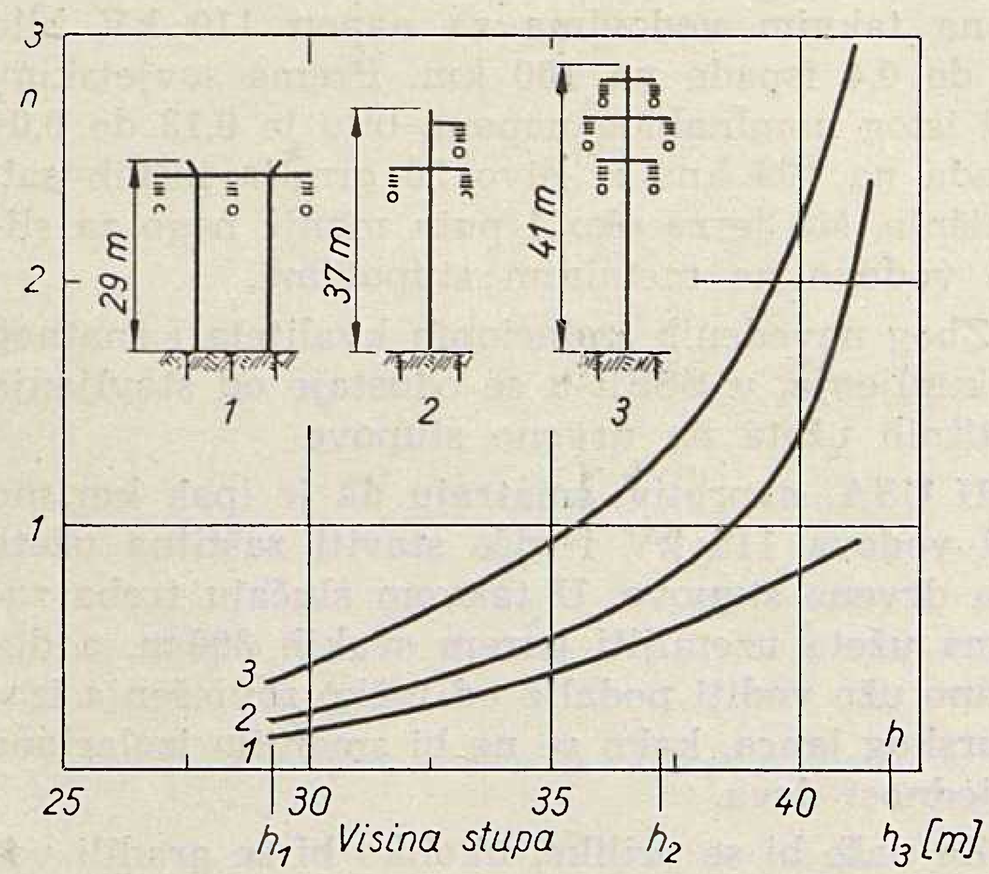
Visina stupa

Prema prije iznesenoj teoriji o kretanju i refleksiji udarnog vala jasno proizlazi da veća visina stupa nepovoljno djeluje na povratni preskok. Na višem stupu naime, reflektirani val treba dulje vrijeme da stigne na vrh stupa, pa primarni val uspijeva da postigne mnogo veću amplitudu. Na sl. 8 prikazan je utjecaj refleksije kod stupova triju visina. Vidi se, da je tjemena vrijednost napona kod stupa od 15 m najmanja, a kod stupa visine 46 m najviša.

U dijagramu sl. 9 prikazan je specifični broj ispada (na dužini od 100 km, kod 100 grmljavin-



Sl. 8. Utjecaj refleksije vala kod stupova različite visine = ukupna visina stupa do zaštitnog užeta



Sl. 9. Specifični broj ispada vodova 330 kV (SSSR) za tri različita tipa stupa

skih sati godišnje) za vodove 330 kV u SSSR-u. Prikazane su tri krivulje koje se odnose na vodove s različitim tipovima stupova. U dijagramu se može uočiti, da je karakteristika krivulja različita. Krivulje koje se odnose na vodove s jednim zaštitnim užetom mnogo naglije rastu nego krivulje koje se odnose na vod s portalnim stupovima. Ovo dolazi odatle, što se kod stupova s jednim zaštitnim užetom ispadima zbog povratnog preskoka moraju pribrojiti još i ispadi zbog direktnih udara u vodiče, o čemu će još kasnije biti govora. Kod portalnih stupova s dva zaštitna užeta direktni se udari mogu zanemariti.

Broj zaštitnih užeta

Budući da se u ovom dijelu članka razmatra samo udar u uzemljene dijelove stupa, puštajući predbježno po strani mogućnosti direktnog udara u vodiče, bit će rečeno nekoliko riječi o zaštitnim užetima u okviru navedenih ograničenja.

U sl. 2 shematski je prikazan udar groma u stup i tok putnih valova. Osim vala koji dolazi kroz stup u zemlju, simetrički valovi kreću zaštitnim užetima na jednu, odnosno drugu stranu stupa. Kod malih otpora uzemljenja ovo grananje valova kod jednog zaštitnog užeta nije naročito značajno, dok je osjetljivo kod dva ili tri zaštitna užeta. Osim navedene glavne valne pojave ima i popratnih koje djeluju na veličinu opasnog napona na izolaciji.

Jedna od tih je stvaranje influenciranog napona na vodičima uslijed naponskog vala na zaštitnom užetu. Prema tome, stvarni napon koji napreže izolaciju je razlika između napona uzemljenih dijelova voda i influenciranog napona na vodiču. Na ovaj se način može opasni napon smanjiti za 10 do 15 % kod jednog i 30 do 40 % kod dva i tri zaštitna užeta. Influencirani napon je to veći, što je zaštitno uže bliže vodičima. Kod premalog razmaka, međutim, može doći do preskoka između zaštitnog užeta i vodiča u rasponu što također dovodi do kvara, kao da je preskok nastao na izolatorima.

Uzemljenja susjednih stupova djeluju na smanjenje napona na pogođenom stupu tek nakon nekoliko mikrosekundi, dok se vrati od njih reflektiran val. Zbog toga se kod određivanja udarnog napona na izolaciji računa u praksi većinom samo s udarnim otporom pogođenog stupa.

Ukratko se može reći da je vrlo poželjno da valni otpor zaštitnih užeta bude što manji. Može se uzeti kao srednja vrijednost valnog otpora.

za jedno zaštitno uže 500 Ω
za dva zaštitna užeta 312 Ω
za tri zaštitna užeta 250 Ω

Visina stupova odražava se negativno i u pogledu valnog otpora zaštitnih užeta, jer valni otpor s visinom od zemlje lagano raste.

Utjecaj veličine raspona

Valovi koji putuju zaštitnim užetima s jedne i druge strane pogođenog stupa reflektiraju se od uzemljenja susjednih stupova i djeluju također na smanjenje opasnog napona. Naravno, što su rasponi veći, a čelo vala strmije utjecaj susjednih stupova je manji.

Sva su dosadašnja razmatranja bila vršena pod pretpostavkom udara groma u stup, međutim dobar dio udara nastane u zaštitno uže u rasponu.

Iz slijedeće tablice 1, prema njemačkim mjerenjima, vidi se razdioba udara groma u stup i raspon u ovisnosti o broju zaštitnih užeta.

Tablica 1

Broj zaštitnih užeta	0	1	2
Udara u stup %	53	34	21
Udara u raspon %	47	66	79

Iz tablice proizlazi da s povećavanjem broja zaštitnih užeta raste udio udara u raspon.

Udari li grom u zaštitno uže u rasponu, udarni se val širi simetrično na obje strane od mjesta udara. Najopasniji je udar groma u sredinu velikog raspona, jer je napon dugog trajanja zbog dugog vremena refleksije vala. U takvom slučaju, kod malih razmaka može doći do preskoka od zaštitnog užeta na vodič. Izolacija voda međutim, zbog grananja struje nije toliko ugrožena. Osim toga, amplituda i strmina vala se smanjuju zbog energetskih gubitaka koji nastaju kretanjem vala po zaštitnom užetu.

Gubici nastaju:

a) zbog radnog otpora vodiča, povećanog skin-efektom koji dolazi naročito do izražaja kod čeličnih užeta,

b) zbog korone.

Na koncu treba još spomenuti utjecaj pogonskog napona koji se, već prema momentu udara, pribraja ili odbija od udarnog napona, ali se njegov utjecaj najčešće zanemaruje.

Utvrđivanje stupnja zaštite

Uzimajući u račun navedene faktore, odnosno neke od njih, u smjernicama nekih zemalja dane su metode za izračunavanje vjerojatnosti povratnih preskoka, iz čega se može zaključiti stupanj sigurnosti voda. Budući da je vjerojatnost udara groma u vodiče, mimo zaštitnih užeta, manje vjerojatna, to se redovno ta mogućnost u računu zanemaruje.

Prema američkim smjernicama dobiva se broj povratnih preskoka na 100 milja dužine dalekovoda u području izokerauničkog nivoa od 30 grmljavinskih dana u godini, uzimajući u obzir otpor uzemljenja stupa, broj izolatora u lancu, veličinu raspona i razmak zaštitnog užeta i vodiča. Račun se vrši pomoću odgovarajućih dijagrama.

Prema sovjetskim pak smjernicama postupak se vrši pomoću računa i dijagrama uzimajući u obzir visinu stupa i odgovarajuće koeficijente.

Prema njemačkim VDE propisima smatra se da se preskoci ne trebaju očekivati, ako je otpor uzemljenja, bez zaštitnog užeta, manji ili jednak kvocijentu podnosivog udarnog napona izolatora u kV i tjemene vrijednosti struje groma u stupu u kA. Budući da propisi daju vjerojatnost veličine struje groma u stupu, postupak za određivanje vjerojatnosti preskoka je vrlo jednostavan.

S obzirom na jednakost ove formule s jedne strane i nesigurnost, odnosno netačnost, osnovnih postavki s druge strane, mnogi stručnjaci (npr. i neki američki) smatraju ovu metodu računanja vrlo prikladnom i dovoljno tačnom.

Vrlo je interesantno pogledati kakvi bi se rezultati dobili ako bi se navedene metode računanja primijenile na naše vodove 110 kV i 220 kV.

Kao primjer uzeti su stupovi tipa jednostruke jele s jednim zaštitnim užetom. Pretpostavljen je otpor uzemljenja po stupu 10 Ω, a rasponi 320 odnosno 350 m. Izokerauički nivo uzet je 30 grmljavinskih dana.

Računajući po američkoj i sovjetskoj metodi dobiven je slijedeći broj ispada na 100 km voda:

Tablica 2

Metoda računanja	110 kV	220 kV
Američke smjernice	2,2	0,37
Sovjetske smjernice	0,14	0,03

Usporede li se rezultati dobiveni po američkoj i sovjetskoj metodi vidi se, da američka metoda daje vrijednost koje su 10 puta veće. Iz toga se može izvući zaključak, da ovakvi računi mogu biti samo orijentacioni. Za naše se prilike nijedna od metoda ne može preporučiti, već bi bilo potrebno sistematski pratiti, kako stoje ovi odnosi kod nas. Burgdorf tumači ovu razliku time, da je vjerojatno u USA srednji otpor uzemljenja veći i da su nešto veći kutovi zaštite. Treba naime napomenuti da su dobiveni rezultati u redu veličine podataka navedenih u literaturi za slične vodove u USA odnosno SSSR.

Primijenimo li formulu prema njemačkim propisima dobit ćemo vjerojatnost preskoka:

4 % za vodove 110 kV
0,8 % „ „ 220 kV

Računa li se sa nekih 50 do 100 udara godišnje, vrijednosti bi bile vrlo blizu američkima. Unatoč numeričkoj razlici, ipak iz sva tri računa proizlazi da je vod 220 kV oko 5 do 6 puta sigurniji s obzirom na atmosferske prenapone od voda 110 kV, ako su u istim prilikama.

Direktni udari u vodiče

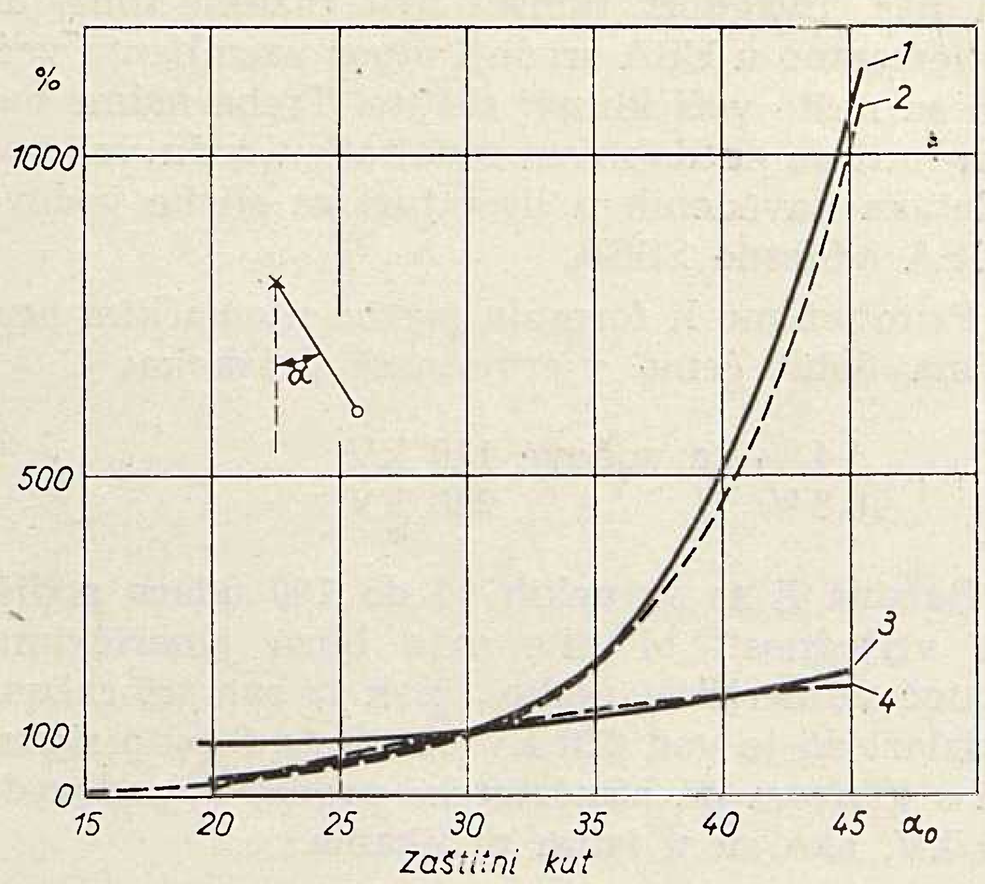
Do sada je razmatran samo udar groma u stup ili zaštitno uže uz zanemarenje eventualnog direktnog udara u vodiče, jer su kod zaštitnih vodova ispadi zbog direktnog udara groma u vodiče mnogo rjeđi od ispada zbog povratnog preskoka. Kod vrlo visokih napona odnos jednog i drugog tipa kvarova je manji, jer se kvarovi uslijed povratnih preskoka smanjuju, ali se vjerojatnost direktnog udara u vodiče povećava.

Efikasnost zaštitnog užeta u zaštiti vodiča od direktnog udara groma ovisi o položaju zaštitnog užeta tj. o kutu zaštite i visini stupa.

Zaštitni kut je kut između okosnice kroz zaštitno uže i spojnice zaštitno uže—vodič. Što je taj kut manji, to je manja vjerojatnost da će grom udariti direktno u vodiče. U svijetu se kutovi zaštite kreću od 15° do 45°. Kod nas je, kako je već uvodno navedeno, usvojen već u početku gradnje naših vodova 110 kV zaštitni kut od 30°. Ovaj se kut općenito i danas smatra kao zgodna srednja vrijednost, kod koje se dobiva zadovoljavajuća zaštita, uz nepretjerane investicije.

Smanjenje zaštitnog kuta ne izaziva kod svakog tipa stupa jednako povećanje troškova. Tako npr. kod stupova tipa jela s jednim zaštitnim užetom moguće je smanjiti zaštitni kut samo povišenjem vrha stupa, dok kod portala sa dva zaštitna užeta to je moguće izvesti zgodnom konstrukcijom rogova, nosača zaštitnog užeta. Kod nas na žalost nisu provedene kalkulacije u tom smislu, već se uvijek polazilo od zadanog zaštitnog kuta 30°. Prema mišljenju stručnjaka iz različitih zemalja, oko tog se kuta negdje kreće optimum s time, da je kod viših stupova korisno ići na nešto manji kut. U SSSR-u smatraju da je to kut oko 20°.

Za određivanje utjecaja zaštitnog kuta na broj direktnih udara groma služe dijagrami i formule sastavljeni na temelju mjerenja u pogonu, a i donesene su neke grafičko-računske metode. Odmah treba reći da se rezultati dobiveni različitim metodama računanja međusobno prilično razlikuju.



Sl. 10. Utjecaj veličine zaštitnog kuta, ako se direktni preskoci odnosno ispadi kod $\alpha = 30^0$ uzmu 100%

krivulja 1 specifični broj iskopčanja kod vodova 330 kV u SSSR
krivulja 2 broj isključenja izazvan direktnim udarom u vodiče izračunan prema empiričkoj formuli (SSSR)
krivulja 3 postotak vjerojatnosti direktnog udara groma u vodiče na njemački vod od 380 kV. Metoda prema Bergeru
krivulja 4 Specifični broj ispada prema Burgsdorfu (SSSR)

Na sl. 10 nacrtane su četiri krivulje ovisnosti broja kvarova, odnosno direktnih udara u vodič, o zaštitnom kutu. Dijagram je konstruiran tako da su vrijednosti koje odgovaraju zaštitnom kutu 30^0 uzete kao 100 %. Krivulja 1 uzeta je iz sovjetske literature, a prikazuje specifični broj ispada (na 100 km i 100 grmljavinskih sati godišnje) uzrokovanih direktnim udarom u vodiče kod vodova 330 kV, sa visinom stupa 37,3 m. Kod kuta od 30^0 specifični broj ispada iznosi 0,55. Crtkana krivulja 2, koja je vrlo bliza prije opisanoj dobivena je iz empiričke formule, koja daje broj ispada od direktnih udara u vodiče na vodovima 110 do 500 kV u uvisnosti o kutu α^0 i visini stupa h

$$\log \psi = \frac{a^\circ \sqrt{h}}{90} - 4$$

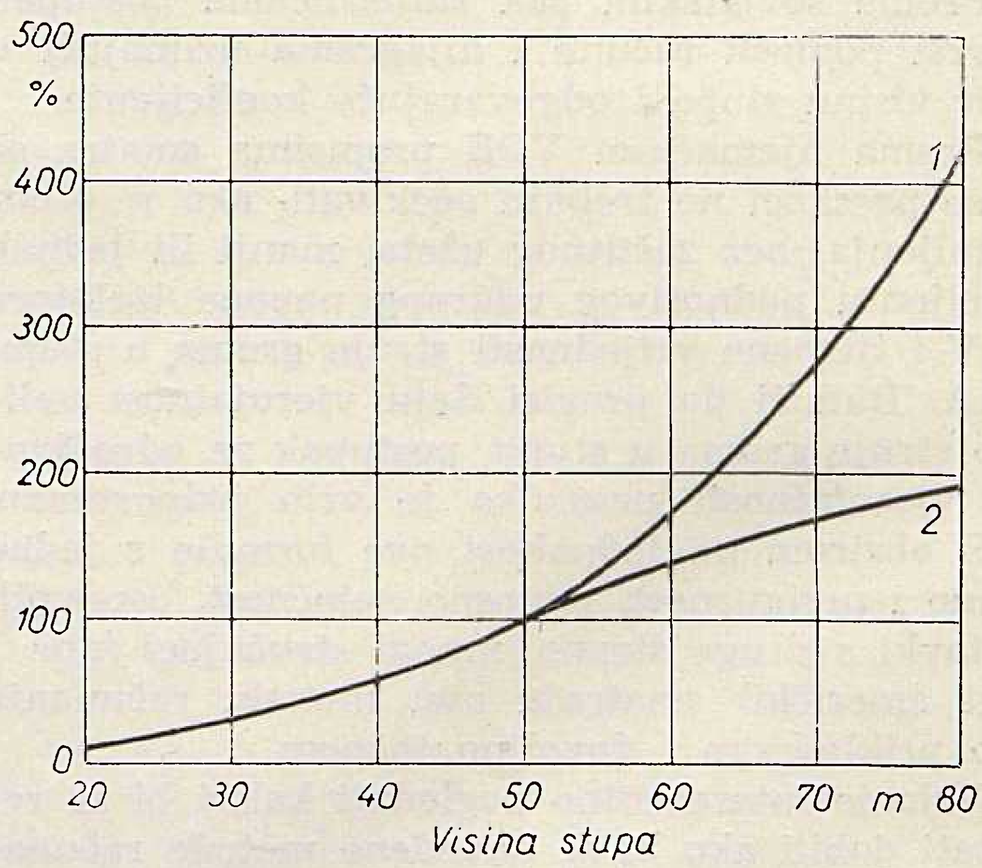
Krivulja 3 dobivena je grafičko-analitičkom metodom koju je nedavno dao Švicarac prof. Berger. Na temelju krivulje vjerojatnosti struje groma, direktne proporcionalnosti struje groma i preskočnog napona, te pretpostavke o okomitom udaru groma u zemlju, dade se pokazati kolika je vjerojatnost direktnog udara u zaštitno uže i vodiče. Ova je metoda primijenjena na računanje ovisnosti broja direktnih udara o kutu zaštite kod njemačkog dvostrukog voda 380 kV s jednim zaštitnim užetom, pa je dobivena krivulja 3. Iz dijagrama se vidi da je krivulja daleko položitija od krivulje 1 i 2 što znači da je prema ovoj metodi utjecaj kuta zaštite manji. Osim toga, usporedi li se odnos vjerojatnosti udara u zaštitno uže i vodiče, metoda prema Bergeru daje manji odnos, nego podaci prema sovjetskoj literaturi.

Interesantno je međutim, ako se nacrta krivulja koju je dao Burgsdorf za ovisnost ukupnog broja ispada voda (povratni preskok i direktni udari) o zaštitnom kutu. Ta krivulja 4 praktički pada u krivulju 3.

Iz ovoga što je rečeno jasno se razabire da ovisnost broja udara u vodič, odnosno ispada, o zaštitnom kutu nije opće prihvaćena već da postoje kvantitativne razlike u rezultatima dobivenim u različitim zemljama.

Može se još spomenuti da je metoda prema Bergeru primijenjena na naše vodove te je dobivena krivulja vrlo slična krivulji 3 u sl. 9

Visina stupa, odnosno visina zaštitnog užeta drugi je važan faktor u procjeni broja direktnih udara u vodiče. Uzmu li se i ovdje kao u prijašnjem slučaju, odnosi prema sovjetskoj literaturi i prema podacima koji su dobiveni metodom po Bergeru, razlike su također znatne.



Sl. 11. Utjecaj visine stupa na direktne udare u vodič krivulja 1, izračunano prema empiričkoj formuli SSSR. Krivulja 2 dobiveno za vod 380 kV prema Bergeru.

U dijagramu sl. 11 nacrtan je dijagram vjerojatnosti ispada voda u ovisnosti o visini stupa. Krivulja 1 dobivena je iz empiričke formule za ψ, a krivulja 2 prema metodi Bergera. Ovdje je kao 100 % ispada uzeta vrijednost za stup visine 50 m.

Zaštitna uloga zaštitnog užeta općenito

Nakon posebnog razmatranja udara u uzemljene dijelove voda i direktnih udara u vodiče, razmotrit će se zaštitna uloga zaštitnog užeta u cjelini. U prvom se redu postavlja pitanje kolike su razlike u sigurnosti voda, ako je vod bez zaštitnog užeta ili je opremljen s jednim ili dva užeta.

Prema njemačkim podacima za prosjek broja udara u vodiče i zaštitno uže vrijedi tablica 3.

Tablica 3

Broj zaštitnih užeta	0	1	2
Broj udara u vodič %	47	5	—
Broj udara u stup i zaštitno uže %	53	95	100

Prema sovjetskim podacima, na vodovima 330 kV na 100 km i 100 grmljavinskih sati godišnje, kod otpora stupa od 10 Ω dobiven je broj ispada naveden u tablici 4.

Tablica 4

Broj zaštitnih užeta	Visina stupa m	Spec. broj ispada
0	33	23,0
1	33	1,33
1	37	4,00

Vrijedan je nadalje podatak bivšeg talijanskog poduzeća Società Edison, Milano, da su u prosjeku štete na visokonaponskim vodovima bez zaštitnog užeta bile 3,7 puta veće nego na vodovima sa zaštitnim užetom što se vidi iz slijedeće tablice 5.

Tablica 5

Dalekovod	God.	Dužina km	Kvarovi	
			broj	na 100 km/god.
Sa zašt. užetom	1952	5.839	25	0,89
	1953	6.216	74	1,19
	1954	6.296	57	0,91
Bez zašt. užeta	1952	4.267	154	3,62
	1953	4.119	173	4,20
	1954	4.022	132	3,28

Iskustva u USA mogu se prosuditi po podacima za nekoliko različitih vodova napona 66 kV do 287 kV, koji su navedeni u tablici 6.

Tablica 6

Dalekovod	Napon kV	Broj zašt. užeta	Dužina km	Ispadi na 100 km i 30 grm. dana
Baynell-Rivermines	132	2	192	0,03
Toronto-Akron	138	1	100	2,46
Boulder Dam-Los Angeles	287	2	424	0,048
Coule-Spokane	230	0	134	18,09
Columbia-Cincinati	66	2	29	0,00
Ambridge-N. Substat	66	1	45	4,62

Japanska su iskustva također pokazala vrlo dobar efekt zaštitnih užeta na vodovima najvišeg napona. Tablica 7 daje rezultate osmogodišnjeg promatranja na vodovima 154 kV.

Tablica 7

Vod 15 kV	Broj kvarova od groma na 100 km/god.		
	sa z. užetom	bez z. užeta	srednje
Vod s 1 trojkom	0,80	4,58	1,22
Vod s 2 trojke	0,44	1,39	0,52

Prema navedenim podacima iz različitih krajeva svijeta, jasno proizlazi neosporna korist od ugradnje zaštitnog užeta na vodove visokog i vrlo visokog napona.

Interesantno je istaknuti da upravo novi vodovi najviših napona, koji su rađeni prema navedenim koncepcijama, imaju svi po dva zaštitna užeta i, zbog postizavanja manje visine, portalnog su tipa. Iznimka je jedino njemački vod 380 kV koji je tipiziran kao vod s dvije trojke i jednim zaštitnim užetom na vrhu. Evo nekoliko primjera izgrađenih vodova najviših napona u svijetu.

USA	345 kV	2 zašt. už.	kut zaštite	21°
SSSR	500 kV	2 zašt. už.	kut zaštite	18° — 20°
Finska	400 kV	2 zašt. už.	kut zaštite	27°
Australija	330 kV	2 zašt. už.	kut zaštite	22°
Japan	275 kV	2 zašt. už.	kut zaštite	18°
Njemačka	380 kV	1 zašt. už.	kut zaštite	33°
SSSR	750 kV	2 zašt. už.	kut zaštite	25°
Kanada	735 kV	2 zašt. už.	kut zaštite	20°

Zaključak

Prema tendencijama u modernoj gradnji vodova visokih i vrlo visokih napona zaštitno se uže uzima kao korisna i ekonomski opravdana zaštita vodova od atmosferskih prenapona. Unatoč činjenici da je tehnika ponovnog uklapanja već vrlo visoko razvijena, ne odustaje se od zaštite vodova zaštitnim užetima. Tek vrlo teški uvjeti uzemljenja ili jaka zaleđivanja mogu biti razlogom da se odustane od ugradnje zaštitnih užeta.

Izvjesne odluke o izgradnji vodova 110 i 220 kV na čeličnim stupovima bez zaštitnog užeta kod nas trebalo bi vrlo savjesno proanalizirati i utvrditi njihovu opravdanost. Činjenica je da se kod nas do sada vrlo malo učinilo na studiju tehničko-ekonomskih mjera u vezi zaštite od udara groma, premda su takvi ispadi na svim naponskim nivoima vrlo česti i neugodni.

Unatoč tome, što su mnoga pitanja u vezi udara groma u svijetu neusklađena, ipak su mnoge činjenice neosporne i treba s njima računati. Da steknemo neka vlastita iskustva u pogledu ovih pitanja potrebno je u prvom redu provoditi organizirano i savjesno statistiku kvarova od atmosferskih prenapona na vodovima, a zatim provesti tehničko-ekonomske analize u cilju optimalnog usklađenja sviju faktora utjecajnih na sigurnost voda. Kod toga treba voditi računa i o činjenici da je naša visokonaponska mreža razmjerno slaba, praktički bez rezervnih vodova, pa se prema tome

stanovišta o sigurnosti vodova u nekim zemljama s razvijenim mrežama ne mogu primijeniti još za sada kod nas. Naravno da problem zaštitnog užeta treba obuhvatiti kompleksno, uzimajući u obzir i njegovu ulogu kod zemnog spoja, kao i potrebne mehaničke osobine.

Literatura

1. Lehman, *Ein Beitrag zur Frage der Schutzraumtheorie für Freiletungsmaste*, Elektrizitätswirtschaft 1961, str. 805.
2. Baatz, *Gewitterschutz und Wirksamkeit direkter Schutzmassnahmen in Netzen*, ETZ-A 1961, str. 278.
3. Rebske, *Beitrag zur Bestimmung der Häufigkeit von Blitzeinschlagen in die Leiterseile von Hochspannungsleitungen*, ETZ-A 1965, str. 193.
4. Berger, *Elektrische Anforderungen an Höchstspannungsleitungen*, Bulletin S. E. V. 1963. str. 749.
5. Westinghouse Corp., *Electrical Transmission and Distribution Reference Book*, Pittsbourgh 1950.
6. Miller, *Anormale Überschläge an Freileitungen*, Ohio Brass Company, Mansfield 1958.
7. Burgsdorf, *Protection contre la foudre des lignes aeriennes de transport d'energie electrique*, CIGRE 1958, No. 326.
8. Meljnikov, Šerencis, *Proektirovanie električeskoj časti vozdušnih linij elektroperedači 330 — 500 kV*. Moskva — Leningrad 1963.

Naslov pisca: Ing. Boris Markovčić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

PONAŠANJE UGLJENA POD RAZLIČITIM VANJSKIM UTJECAJIMA

J. Lucati, Zagreb

Članak prikazuje tok ispitivanja tri vrste lignitnih ugljena izloženih dugotrajnim vanjskim utjecajima na zraku i pod vodom, kao i ispitivanja uz prisilno močenje, sušenje i smrzavanje. Dati su rezultati ovih ispitivanja, izraženi u promjenama kemijskog sastava, ogrijevne vrijednosti i fizikalnih osobina.

DK 662.66 : 621.311

Uvod

Za termoelektrane i toplane na užem i širem području Zagreba postoji problem optimiranja vrste ugljena. Među ostalim faktorima, koji utječu na rješavanje ovog problema, pojavljuje se i problem podesnosti pojedinih vrsta ugljena za skladištenje i transport na veće udaljenosti.

Karakter korištenja ovih termoelektrana i toplana uvjetuje držanje na skladištu velikih zaliha ugljena. Prema tome veoma je važno da se utvrdi kako se ponašaju pojedine vrste ugljena pod raznim utjecajima, spontanim i nametnutim, da bi se između više vrsta uglja mogao izvršiti izbor onog koji ima najpovoljnije osobine za zadane prilike.

Za termoelektrane u SR Hrvatskoj dolaze uglavnom u obzir lignitni ugljeni Kreka, Konjščina i Velenje i to prva dva za TE-TO Zagreb, a druga dva za TE »Jertovec«.

Ovi ligniti pod vanjskim utjecajima podvrgnuti su raznim promjenama, koje negativno utječu na proces izgaranja, naročito kod minimalnih i maksimalnih opterećenja. Pored toga kvalitetna pogoršanja poskupljuju troškove korisne topline.

Da bi se dobio bliži uvid u promjene koje nastaju u strukturi i ogrijevnoj vrijednosti prilikom uskladištenja ugljena pod raznim uvjetima, kao i da bi se ispitalo komparativno kako se ovi ugljeni, i pod najforsiranijim uvjetima laboratorijskog degradiranja ponašaju, naručila je Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske od Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, eksperimentalno utvrđivanje potrebnih elemenata za ocjenu povoljnosti pojedinih vrsta s obzirom na postavljene kriterije.

Ispitivanja su vršena počev od 15. 9. 1963. i trajala su do konca 1964. god. i to:*

1. u obliku kazeta napunjenih ugljenom i izloženih raznim utjecajima
2. u obliku laboratorijskog forsiranja degradiranja.

Ispitivanja i promatranja su vršena u krugu TE Zagreb i TE »Jertovec«, a u laboratoriju TE Zagreb vršene su laboratorijske analize i ostala laboratorijska ispitivanja.

Postupak se sastojao u formiranju i izlaganju uzoraka i to:

I — u TE Zagreb:

1. 3 uzorka u natkrivenom skladištu
2. 3 uzorka u otvorenom skladištu
3. na 3 uzorka vršilo se forsirano močenje i sušenje u laboratoriju
4. na 3 uzorka vršilo se forsirano močenje, zamrzavanje i sušenje u laboratoriju.

II — u TE »Jertovec«

5. 3 uzorka pod vodom na otvorenom skladištu.

2. Podaci o početnom stanju

Prethodne radnje:

Izvršene su prethodne radnje kao:

— izbor lignita i sortimana Kreka, Konjščina i Velenje i to kvaliteta, koji se normalno upotrebljava u TE-TO Zagreb i TE »Jertovec«,

* Na organizaciji ispitivanja, ispitivanju, te obradi rezultata sarađivali su: Krešimir Grosinger, dipl. ing., Milutin Hotlo, dipl. ing. i Vera Petrović, dipl. ing.

— određeno je mjesto pokusnog skladištenja u smjeru sjever-istok u TE Zagreb i istok-zapad u TE »Jertovec«,
— oformljene su posude (kazete) u obliku vagonetskih koševa za smještaj pokusnih uzoraka. Posude su prethodno obložene cementnom oblogom i to 3 sa drenažom i 3 bez drenaže,
— odvagana je pokusna težina ugljena u količini od 350—400 kg po uzorku,
— za prisilno sušenje i močenje uzeta su po 3 uzorka navedenih ugljena u količini od po 1 kg,
— prisilno sušeni i močeni uzorci stavljeni su na normalne željezne tave 28 x 45 cm, gdje se vrše laboratorijska ispitivanja.

Dnevna kontrola normalno uzetih uzoraka u vagonetima vršena je na slijedeći način:

Tri uzorka providena drenažom i odvodom, sa natkrivenim pokrovom, močena su do izlaska vode na odvodu svakih 3—4 dana u toplom periodu dok je u zimskom periodu taj rok neodređen. Za svih šest uzoraka vršena je svakodnevna kontrola temperature ugljene mase i temperature zraka, te dubina raspadanja pod utjecajem vanjskog zraka.

Kod prisilno močenih vršeno je također svakodnevno u isto vrijeme, tj. u 12 sati močenje, a nakon toga prisilno sušenje kod temperature od 60 °C.

Kod tih pokusa prisilnog močenja svakodnevno se promatrala ugljena masa i uočavale nastale promjene raspadanja, tj. čvrstoća, rasprskavanje u sitnije komadiće, izgled i pretvaranje u prašinu.

Od svih gore navedenih pokusnih uzoraka lignitnih ugljena uzeti su na početku pokusni uzorci i izvršena su laboratorijska ispitivanja i analize. Na kraju i u međufazama uzeti su ponovno uzorci, koji su laboratorijski ispitani i proanalizirani.

Početne analize uzoraka u TE Zagreb

Za utvrđivanje početnog stanja navedenih uzoraka, izvršene su kompletne analize za sve tri vrste ugljena.

Elementarna analiza:

Rudnik ugljena lignita Sortiman		Konjšćina orah	Kreka orah	Velenje orah
Datum uzimanja uzorka	15. 9. 1963.			
Rovna vlaga u %		23,0	15,60	31,80
Vezana vlaga u %		9,90	12,0	9,90
Pepeo u %		26,50	19,20	9,0
Sumpor gorivi u %		1,0	1,0	1,0
Sagorive materije u %		40,60	53,20	49,30
Ugljik (C) u %		28,10	31,60	27,0
Vodik (H) u %		2,30	2,60	2,30
Kisik + dušik (O+N) u %		9,20	18,0	19,0
Sagorjevna toplina Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg		2490	3410	3055
Ogrjevna moć Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg		2170	3115	2680

Imedijatna analiza:

Ukupna vlaga u %	32,90	27,60	41,70
Pepeo u %	26,50	19,20	9,0
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %	4,20	23,20	29,80
Suho hlapivo u %	36,40	30,0	19,50

Za utvrđivanje početnog stanja sastava pepela, navedenih uzoraka lignitnih ugljena, izvršene su normalne analize:

Analize pepela:

Rudnik ugljena lignita Sortiman		Konjšćina orah	Kreka orah	Velenje orah
Datum uzimanja uzoraka	15. 9. 1963.			
Kremične kiseline (SiO_2) u mg/l		49,30	50,0	31,70
Aluminijskog oksida (Al_2O_3) u mg/l		18,20	20,10	18,20
Željeznog oksida (Fe_2O_3) u mg/l		10,20	13,20	11,20
Kalcijskog oksida (CaO) u mg/l		11,60	7,20	15,10
Magnezijskog oksida (MgO) u mg/l		4,0	3,30	4,30
Manganskog oksida (MnO) u mg/l		—	—	—
Sulfata kao SO_3		6,0	5,70	18,80
Klorida		0,50	0,50	0,60
Alkalija kao Na_2O		0,50	0,60	0,50
Netopivo		—	—	—

Početno stanje uzoraka za skladištenje pod vodom u TE »Jertovec«

Elementarna analiza:

Rudnik ugljena lignita Sortiman		Konjšćina orah	Kreka orah	Velenje orah
Datum uzimanja uzorka	15. 10. 1963.			
Rovna vlaga u %		28,50	34,20	33,60
Vezana vlaga u %		6,60	6,80	8,10
Pepeo u %		26,20	15,80	13,75
Sumpor gorivi u %		1,0	1,0	1,0
Sagorive materije u %		40,30	43,20	44,55
Ugljik (C) u %		26,30	24,70	26,30
Vodik (H) u %		2,0	2,0	2,20
Kisik + dušik (O+N) u %		9,40	15,50	15,05
Sagorjevna toplina				
Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg		2400	2765	2760
Ogrjevna moć				
Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg		2050	2405	2390

Imedijatna analiza:

Ukupna vlaga u %	35,10	41,0	41,70
Pepeo u %	26,20	15,80	13,75
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %	2,0	16,50	21,0
Suho hlapivo u %	36,70	26,70	23,55

Za utvrđivanje početnog stanja sastava pepela, uzoraka lignitnih ugljena u TE Konjšćina, izvršene su normalne analize pepela:

Analize pepela:

Rudnik ugljena lignita Sortiman		Konjšćina orah	Kreka orah	Velenje orah
Datum uzimanja uzorka	15. 10. 1963.			
Kremične kiseline (SiO_2) u mg/l		53,20	52,30	34,20
Aluminijskog oksida (Al_2O_3) u mg/l		14,90	20,90	18,10
Željeznog oksida (Fe_2O_3) u mg/l		10,30	11,50	10,10
Kalcijskog oksida (CaO) u mg/l		9,20	6,65	14,50
Magnezijskog oksida (MgO) u mg/l		3,0	2,30	4,80
Manganskog oksida (MnO) u mg/l		—	—	—
Sulfata kao SO_3		8,40	5,30	17,0
Klorida		0,40	0,65	0,50
Alkalija kao Na_2O		0,60	0,50	0,60
Netopivo		—	—	—

Laboratorijska prisilna sušenja i močenja

Uzimana su sa tri uzorka u TE Zagreb uz slijedeće laboratorijske uslove:

— kroz 60 dana svakodnevno močenje uzorka a do maksimalnog upijanja

— kroz 60 dana svakodnevno sušenje uzoraka, srednja temperatura sušenja cca 60 °C.

3. Podaci o konačnom stanju

Za završne rezultate uzeti su uzorci ugljene mase sa vrha, sredine i dna vagoneta. Temperature ugljene mase za razne vrste ugljena približno su jednake, te su se kretale u periodu veljača — studeni 1964. u srednjem sloju kako slijedi:

Mjesec	Na zraku		Pod vodom	
	Minimum °C	Maksimum °C	Minimum °C	Maksimum °C
II	— 11	+ 10	— 1	+ 7
III	+ 2	+ 18	— 5	+ 12
IV	+ 9	+ 23	+ 8	+ 21
V	+ 11	+ 26	+ 15	+ 23
VI	+ 15	+ 28	+ 20	+ 33
VII	+ 17	+ 29	+ 24	+ 32
VIII	+ 17	+ 29	+ 20	+ 28
IX	+ 12	+ 25	+ 18	+ 30
X	+ 8	+ 22	+ 11	+ 25
XI	+ 3	+ 18	+ 3	+ 16

Temperatura okolišnjeg zraka, koja je mjerena istovremeno, bila je 2—3 °C viša od temperature ugljene mase u srednjem sloju.

Konačne analize uzoraka u TE Zagreb — ugljen Konjšćina

Elementarna analiza:	Otvoreno skladište			Natkriveno skladište		
Mjesto uzimanja uzorka	vrh	sredina	dno	vrh	sredina	dno
Sortiman	orah	orah	orah	orah	orah	orah
Datum uzimanja uzorka	18.12.	11.12.	18.12.	18.12.	11.12.	18.12.
Rovna vlaga u %	31,0	30,5	34,0	9,8	20,0	18,8
Vezana vlaga u %	6,8	5,5	5,7	12,1	6,8	12,0
Pepeo u %	29,6	34,8	34,8	34,5	32,2	37,6
Sumpor gorivi u %	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Sagorive materije u %	32,6	29,2	25,5	43,7	41,0	31,4
Ugljik (C) u %	21,1	20,1	14,0	27,0	26,7	18,7
Vodik (H) u %	2,0	1,9	2,0	2,1	2,0	1,8
Kisik + dušik (O+N) u %	8,5	7,2	8,7	13,5	11,3	9,9
Sagorjevna toplina						
Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	1960	1660	1270	2660	2460	1520
Ogrjevna moć						
Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	1640	1350	940	2360	2170	1390
Imedijatna analiza:						
Ukupna vlaga u %	37,8	36,0	39,7	21,9	26,8	31,0
Pepeo u %	29,6	34,8	34,8	34,5	32,2	37,6
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %	12,2	10,0	7,2	15,0	14,7	10,2
Suho hlapivo u %	20,4	19,2	18,3	28,6	26,3	21,2

Konačna analiza uzoraka u TE Zagreb — ugljen Kreka

Elementarna analiza:	Otvoreno skladište			Natkriveno skladište		
Mjesto uzimanja uzoraka	vrh	sredina	dno	vrh	sredina	dno
Sortiman	orah	orah	orah	orah	orah	orah
Datum uzimanja uzoraka		11.12.	18.12.	18.12.	11.12.	18.12.
Rovna vlaga u %		30,6	29,3	14,3	16,2	16,0
Vezana vlaga u %		5,8	8,6	11,8	17,7	10,2
Pepeo u %		25,6	23,0	30,0	26,4	31,1
Sumpor gorivi u %		0,7	0,7	0,7	0,8	0,7
Sagorive materije u %		38,0	39,1	43,9	49,7	42,7
Ugljik (C) u %		25,7	22,2	28,5	32,7	27,9
Vodik (H) u %		2,2	2,1	2,4	2,5	2,2
Kisik + dušik (O+N) u %		9,4	13,8	12,3	13,7	11,9
Sagorjevna toplina						
Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg		2340	2170	2560	3150	2570
Ogrjevna moć						
Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg		2020	1810	2390	2840	2260
Imedijatna analiza:						
Ukupna vlaga u %		36,4	37,9	26,1	23,9	26,9
Pepeo u %		25,6	23,0	30,0	26,4	31,1
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %		16,1	16,5	18,3	21,3	17,2
Sagorive materije u %		21,9	22,6	25,6	28,4	25,5

Konačna analiza uzoraka u TE Zagreb — ugljen Velenje

Elementarna analiza:	Otvoreno skladište			Natkriveno skladište		
Mjesto uzimanja uzoraka	vrh	sredina	dno	vrh	sredina	dno
Sortiman	orah	orah	orah	orah	orah	orah
Datum uzimanja uzoraka	18.12.	11.12.	18.12.		11.12.	18.12.
Rovna vlaga u %	25,0	34,3	29,8		11,1	8,6
Vezana vlaga u %	9,2	6,5	11,2		8,8	12,7

Elementarna analiza, nastavak:	Otvoreno skladište			Natkriveno skladište	
Pepeo u %	16,5	14,3	13,1	18,7	15,9
Sumpor gorivi u %	1,4	1,4	1,4	1,7	1,8
Sagorive materije u %	49,3	44,9	45,9	61,4	62,8
Ugljik (C) u %	29,8	28,0	29,5	40,0	40,2
Vodik (H) u %	2,5	2,3	2,3	2,5	2,6
Kisik + dušik (O+N) u %	15,6	15,2	12,7	17,2	18,2
Sagorjevna toplina					
Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	2380	2640	2740	3620	3720
Ogrjevna moć					
Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	2550	2300	2350	3370	3410
Imedijatna analiza:					
Ukupna vlaga u %	34,2	40,8	41,0	19,9	21,3
Pepeo u %	16,5	14,3	13,1	18,7	15,9
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %	19,9	17,7	19,5	24,7	25,6
Suho hlapivo u %	29,4	27,2	26,4	36,7	37,2

Konačna analiza ugljena iz TE Konjšćina, koji su se nalazili pod vodom

Elementarna analiza:	Konjšćina orah	Kreka orah	Velenje orah
Rudnik ugljena lignita			
Sortiman			
Rovna vlaga u %	36,2	31,6	43,6
Vezana vlaga u %	8,8	11,5	8,4
Pepeo u %	27,6	15,7	11,2
Sumpor gorivi u %	1,0	0,7	1,4
Sagorive materije u %	27,6	41,2	36,8
Ugljik (C) u %	17,2	27,2	24,8
Vodik (H) u %	1,9	2,3	2,2
Kisik + dušik (O+N) u %	7,3	11,0	8,4
Sagorjevna toplina			
Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	1600	2700	2160
Ogrjevna moć			
Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	1260	2340	1990
Imedijatna analiza:			
Ukupna vlaga u %	45,0	43,1	52,0
Pepeo u %	27,6	15,7	11,2
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %	9,1	17,6	12,9
Suho hlapivo u %	18.3	23,6	23,9

Laboratorijska prisilna sušenja i močenja za tri uzorka

Kroz 60 dana svakodnevno močenje uzoraka do maksimalnog upijanja i svakodnevno sušenje uzoraka, srednja temperatura sušenja cca 60 °C.

Za utvrđivanje završnog stanja gore navedenih uzoraka, izvršene su kompletne analize za sve tri vrste ugljena:

Elementarna analiza:	Konjšćina orah	Kreka orah	Velenje orah
Rudnik ugljena lignita			
Sortiman			
Interval forsiranja uzoraka	Od 15.9 do 15. 11. 1963.		
Rovna vlaga u %	23,0	15,60	31,80
Vezana vlaga u %	10,80	12,70	10,0
Pepeo u %	32,50	24,90	9,35
Sumpor gorivi u %	1,0	1,0	1,0
Sagorive materije u %	33,70	46,80	48,85

Elementarna analiza, nastavak:

Ugljik (C) u %	25,70	31,70	27,0
Vodik (H) u %	2,0	2,60	2,25
Kisik + dušik (O+N) u %	5,0	11,50	18,60
Sagorjevna toplina			
Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	2100	3050	3025
Ogrjevna moć			
Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	1800	2590	2670

Imedijatna analiza:

Ukupna vlaga u %	33,80	28,30	41,80
Pepeo u %	32,50	24,90	9,35
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %	0,50	9,30	27,60
Suho hlapivo u %	33,20	37,50	21,25

Konačna analiza ugljena koji su prisilno zamrzavani i sušeni

Elementarna analiza:

Rudnik ugljena	Konjšćina	Kreka	Velenje
Sortiman	orah	orah	orah
Interval forsiranja uzoraka	Od 21. 1. do 6. 3. 1964.		
Rovna vlaga u %	31,0	30,0	28,0
Vezana vlaga u %	2,2	2,2	2,3
Pepeo u %	36,6	25,0	31,0
Sumpor gorivi u %	0,7	0,6	0,7
Sagorive materije u %	30,2	42,8	38,7
Ugljik (C) u %	25,3	26,3	28,5
Vodik (H) u %	2,0	2,1	2,4
Kisik + dušik (O+N) u %	2,2	13,8	7,1
Sagorjevna toplina			
Gornja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	1560	2625	2180
Ogrjevna moć			
Donja kalorična vrijednost u dostavnom stanju kcal/kg	1200	2270	1850

Imedijatna analiza:

Ukupna vlaga u %	33,2	32,2	30,2
Pepeo u %	36,6	25,0	31,0
Fiksni ugljik (C_{fix}) u %	8,0	16,5	13,9
Suho hlapivo u %	22,2	26,3	24,8

4. Rezultati ispitivanja i promatranja

Nakon završenih ispitivanja po navedenom programu izvršene su do kraja prosinca 1964. potrebne kemijske i fizikalne analize, na temelju kojih su izvedena odgovarajuća razmatranja promjena svojstava pojedinih vrsta ugljena, te doneseni izvjesni zaključci o uočenim karakteristikama.

Uspoređivanjem rezultata analiza iz uzoraka iste vrste ugljena tretiranih uz različite, naprijed navedene uslove, dobivaju se interesantni pokazatelji, koji upućuju na odgovarajuće zaključke izvedene kako slijedi:

4.1. Konjšćina orah

Ako promatramo rezultate grube vlage uzorka uzetog sa vrha hrpe, koja predstavlja otvoreno skladište (bez krova), onda je isti za 35 % viši, a iz isto takvog uzorka sa zatvorenog skladišta (pod krovom) je gruba vlaga za 57% niža od grube vlage početnog uzorka. Ako sada pogledamo te iste rezultate, ali iz uzoraka sa dna, onda u otvorenom skladištu imamo povišenje grube vlage čak za 48 %, odnosno na natkrivenom skladištu sniženje samo za 1,4% opet u odnosu na početni uzorak. Iz ove usporedbe se izvanredno

lijepo razabire prednost natkrivenog skladišta prema otvorenom, jer se vlaga u gornjem sloju, znatno snizila, što bi trebalo da se odrazi u odgovarajućem povećanju kaloričke vrijednosti. Povećanje donje kalorične vrijednosti u gornjem sloju natkrivenog skladišta iznosi 8,7 %, dakle relativno malo u odnosu na tako znatno smanjenje vlage, dok je u donjem sloju ova kalorična vrijednost manja za 36 % od početnog uzorka. Dosta nelogično djeluje podatak, da je sadržaj pepela sa vrha natkrivenog skladišta viši za 30%, a sa dna za 42 % od sadržaja pepela u početnom uzorku. Razlog ovakvom enormnom i neočekivanom povećanju sadržaja pepela može jedino biti u nehomogenosti kompozicija, tako da je na vrhu možda slučajno bilo više jalovine, nego u donjim slojevima, ili je to posljedica, vrlo uočljivog u tom slučaju, gubitka jednog dijela suhe hlapive supstance, odnosno organskih materija uslijed oksidacije na skladištu. U prilog ove posljednje pretpostavke govori i podatak, da je nađen sadržaj suhih hlapivih komponenata sa vrha natkrivenog skladišta za 21% manji, a sa dna čak za 42% manji od sadržaja hlapivih materija osnovne početne smjese ugljena. Sve se ovo reflektira u sadržaju sagorivih materija, koje su u gornjem sloju natkrivenog skladišta više samo za 7,7%, (što je pretežno postignuto ishlapljivanjem grube vlage), a u donjem sloju manje za 23%. Još drastičnije se razabire smanjenje sadržaja sagorjevnih materija, odnosno suhog hlapivog i fiksnog ugljika (relativno), na otkrivenom (otvorenom) skladištu, što se konačno odrazuje na smanjenju donje kalorične vrijednosti u gornjem sloju za 25 %, a u donjem sloju za 57 %.

Granulometrijske analize srednjeg uzorka ugljena iz natkrivenog skladišta i otvorenog skladišta, pokazuju da je za 100% više zastupana frakcija iznad 20 mm u uzorku sa natkrivenog skladišta, ali je zato u istom uzorku i najfinija frakcija ispod 3 mm za 100 % viša od količine u uzorku iz otvorenog skladišta.

Ako promotrimo rezultate ispitivanja ugljena, koji je bio podvrgnut kontinuiranom naizmjeničnom močenju i sušenju do 60 °C, možemo konstatirati da su podaci analiza približno slični kao kod ugljena na otvorenom skladištu, koji je bio izvrgnut normalnim atmosferilijama i temperaturnim promjenama u raznim godišnjim dobama. Tako je npr. gruba vlaga, kao i ukupna, uglavnom ostala jednaka kao u početnom uzorku, sagorjevne materije u istom redu veličine sa uzorkom iz otvorenog skladišta, a donja kalorična vrijednost je za cca 10 % veća od kalorične vrijednosti ugljena sa otvorenog skladišta, odnosno za 17 % manja od kalorične vrijednosti početnog uzorka. Međutim, ovdje se napadno uočava vrlo snižen rezultat fiksnog ugljika (0,5 %), prema dosta visokom sadržaju suhog hlapivog (33,20 %), što bi govorilo u prilog tezi, da se u uslovima forsiranog sušenja pospješuje postepeno i djelomično isplinjavanje ugljika sa kisikom iz zraka, tako da se kao produkt procesa razvija vjerojatno CO ili eventualno jedan dio i kao CO_2, dakle u plinovitoj formi. Druga je mogućnost da analitički podatak nije sasvim tačan.

Kod prisilnih pokusa došlo je do promjene sortimana, tj. ugljen orah raspao se i to: ugljen Velenje je zadržao usitnjenu drvenastu strukturu, a oba druga ugljena pretvorila su se u prašinu.

Kod naizmjeničnog zamrzavanja i sušenja, ugljena vlaga je gotovo jednaka kao i u početnom uzorku, ali higroskopna (kemijski vezana vlaga) je vrlo niska (2,2 %), zatim smanjenje suhog hlapivog iznosi za 39 %, te sagorivih materijala za 25 %, dok je pepeo viši za 35 %, što sveukupno daje smanjenje kalorične vrijednosti za 45 % u odnosu na početni uzorak ugljena. Prema ovim pokazateljima u ovom slučaju dolazi do ovako jake degradacije, najvjerojatnije uslijed razaranja strukture ugljena prouzrokovane zamrzavanjem, a zbog toga i do gubitaka organskih materija, hlapivih tvari i higroskopne vlage, što se sve odvaja u obliku plinovitih produkata, od kojih se neki spajaju i sa kisikom iz zraka.

Pokusi potapanja ugljena pod vodom u svrhu zaštite od djelovanja atmosferskog kisika, kod ove vrste ugljena, u odnosu na početnu analizu, nisu pokazali zadovoljavajuće rezultate u pogledu sačuvanja ugljene supstance i gorive tvari. Gruba, odnosno ukupna vlaga povećala se za 27 do 28 %, suho hlapivo se smanjilo za 50 %, sagorjevne materije za 30 %, a donja kalorična vrijednost za 39 %. Prema ovim podacima izgleda da je voda, koja je sa jedne strane izvršila zaštitu od pristupa kisika iz zraka, sa druge strane djelovala vrlo nepovoljno na kemijski sastav ugljena, ekstrahirajući djelomično uz negativne i pozitivne komponente ugljene materije. Osim toga pokazala su se loša svojstva uslijed djelovanja vode na raspadanje ugljena, isto kao uglavnom i na ostalim načinima skladištenja, gdje je u svakom pojedinom slučaju ugljena supstanca došla u kontakt sa vodom.

4.2. Kreka — orah

Kod ove vrste ugljena mogu se zapaziti analogne pojave kao i kod prethodne vrste, samo što su na nekim mjestima jače, a na nekim slabije izražene. Tako npr. promjene svih pokazatelja utječu na kvalitetu ugljena, tako da je donja kalorična vrijednost sa sredine otvorenog skladišta za 35 % niža, a sa dna za 58 % niža, dok je sa vrha natkrivenog skladišta niža za 23 %, a sa dna za 27,5 % od vrijednosti dobivenih iz početnog uzorka. S obzirom na činjenicu da je gruba i ukupna vlaga natkrivenog skladišta i početnog uzorka ostala gotovo jednaka, upada u oči prilično jako smanjenje sadržaja suho hlapivog i fiksnog ugljika, odnosno ukupnih sagorivih materija uz ekvivalentno povećanje sadržaja pepela. Ovo ukazuje na to da je ovaj ugljen još manje kemijski stabilan prema oksidaciji od prethodne vrste, iako ima višu kaloričnu vrijednost. Kod naizmjeničnog močenja i prisilnog sušenja dobiva

se kalorična vrijednost manja za 20 %, a kod naizmjeničnog zamrzavanja i sušenja za 27 % niža od vrijednosti početnog uzorka.

Interesantno je zapaziti, da je granulometrijski sastav ugljena sa otvorenog i natkrivenog skladišta dosta sličan, samo se u najfinijoj frakciji, tj. ispod 3 mm razlikuje i to tako da u ugljenu iz natkrivenog skladišta ima za cca 100 % više ove najsitnije frakcije.

Nadalje se može opaziti, da je sadržaj goriva sumpora u svim uzorcima, osim kod naizmjeničnog močenja i sušenja, postao nakon završenog ispitivanja niži, što pokazuje da je u toku svih procesa starenja i oksidacije došlo do spajanja ove komponente sa kisikom u odgovarajuće okside sumpora, te do njihova izdvajanja iz ispitne komponente.

Kod razmatranja rezultata ispitivanja potapanja ugljena pod vodom, zapaža se sasvim neznatno povišenje ukupne vlage, te održavanje sagorivih komponenata uglavnom na istoj vrijednosti, tako da je kalorična vrijednost snižena samo za 2,7 %. Prema tome, ova se vrsta ugljena dade dosta dobro sačuvati od oksidacije uskladištavanjem ispod vode, prema kojoj pokazuje priličnu rezistentnost, što znači da je struktura ovog ugljena dosta kompaktna i neporozna.

4.3. Velenje — orah

Ova vrsta ugljena, za razliku od prethodnih dviju vrsta, pokazuje najbolju rezistentnost prema oksidaciji, jer se u uzorku sa natkrivenog skladišta zbog samog gubitka grube vlage, koji iznosi do 65 % prema početnom uzorku, dobiva povišenje donje kalorične vrijednosti za 25 % iz sredine, a za 26 % sa dna tog skladišta. Kod otvorenog skladišta dobiva se sa vrha smanjenje kalorične vrijednosti za 5 %, a sa dna za 12 %.

Iz granulometrijskog sastava se razabire, da je frakcija iznad 20 mm u uzorku sa natkrivenog skladišta veća za 3 % od uzorka iz otvorenog skladišta. Ostale frakcije su također vrlo povoljne. Na žalost nije moguće odrediti naklonost prema rasipanju pojedine vrste ugljena, jer u početnom uzorku nije ispitan granulometrijski sastav, nego samo u uzorcima nakon završenog ispitivanja pod uslovima pokrivenog i otvorenog skladišta.

Kod naizmjeničnog močenja i sušenja dobivena je približno jednaka donja kalorična vrijednost, dok je kod naizmjeničnog zamrzavanja i sušenja dobivena vrijednost manja za 31 %, što znači da je struktura ugljena podložna razaranju uslijed zamrzavanja. Isto tako otpornost prema djelovanju vode je slaba, jer u uzorku potopljenom pod vodom, kalorična vrijednost je umanjena za 17 %, zbog smanjenja sadržaja fiksnog ugljika za oko 50 %.

5. Osvrt na rezultate ispitivanja

Ovaj rad predstavlja skraćeni postupak za dobivanje orijentacionih podataka, koji su interesantni za donošenje zaključaka o nekim pitanjima podesnosti ugljena s obzirom na ponašanje pod raznim uvjetima, a za potrebe elektroprivrede. Postupak, koji je primijenjen nije sveobuhvatan. U drugim zemljama slična ispitivanja vrše se uz angažiranje mnogo većih sredstava i to u dužem periodu vremena i sa većim brojem uzoraka razvrstanih stepenovano po veličini zrna.

U cilju dobivanja uporedivih vrijednosti i potvrde valjanosti dobivenih rezultata Institut za elektroprivredu ima namjeru ispitivanja ponoviti i proširiti na proučavanje promjena pod uslovima praktičnog uskladištenja raznih vrsta ugljena u termoelektranama.

Naslov pisca: Jakob Lucati, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

ZAŠTITA VISOKONAPONSKIH IZOLATORA U UVJETIMA ZAGAĐIVANJA

Tomislav Pavlović, Zagreb

U članku su prikazana neka iskustva u vezi primjene silikonske masti raznih proizvođača u različitim uvjetima zagađivanja. Svrha je tih masti povećanje izolacione sposobnosti izolatora, koji se želi zaštititi. Dobiveni rezultati ispitivanja ukazuju na činjenicu, da je za potpuni uspjeh trebalo primijeniti znatno deblji sloj masti, ali u svakom slučaju ohrabruju i otvaraju mogućnost daljnje primjene takovih masti u spomenute zaštitne svrhe.

DK 621.315.6.004

Uvod

U časopisu »Energija« br. 5—6/1963. dat je prikaz primjene silikonske masti u svrhu zaštite površine izolatora. Navedena su i neka iskustva, koja su na tom području do tada bila postignuta u USA i Mađarskoj. Budući da smo u nekoliko visokonaponskih postrojenja SRH također imali izvjesnih problema sa zagađivanjem izolatora, odlučili smo da u svrhu eksperimentiranja nabavimo izvjesnu količinu silikonske masti. Obratili smo se radi toga direktno predstavništvu američke firme DOW CORNING za Evropu, kao i predstavništvu mađarske firme CHEMOLIMPEX, koja vrši distribuciju mađarskog proizvoda. Obje firme su se spremno odazvale našoj molbi i besplatno nam poslale po cca 100 grama masti. Iako su dobivene količine bile skromne, odlučeno je da eksperiment provedemo u dva postrojenja, bitno različita po karakteru nečistoća, ali jednaka po težini problema zagađivanja.

Izabrano je postrojenje 110 kV unutar tvornice karbida i ferosilicija Dugi Rat i 110 kV postrojenje, koje se nalazi u sklopu TE Jertovec. Na žalost naša ispitivanja nismo mogli proširiti i na ispitivanje efikasnosti zaštite silikonskom mašću visokonaponskih postrojenja u obalnom pojasu, koja su zbog taloženja soli na površini izolatora također često izvrgnuta kvarovima, jer kod vlažnog vremena često dolazi do preskoka i do propaljivanja glava drvenih stupova.

Pokus u postrojenjima tvornice Dugi Rat

Problem zagađenosti okoline Tvornice karbida i ferosilicija Dugi Rat star je toliko koliko i sama tvornica. U poslijeratnim godinama on je postao još aktuelniji radi 110/15 kV postrojenja, koje je postavljeno u zgradi u krugu same tvornice, kao i radi 110/30 kV postrojenja vanjske montaže, koje se nalazi u neposrednoj blizini same tvornice, a koje je također izloženo zagađivanju. Prašina koja izlazi iz dimnjaka tvornice ima svojstva slična cementu, tako da se vremenom skruti, pa ju je bez nekih naročitih sredstava praktički nemoguće skidati. I pored znatnog zagađivanja do sada na ovim postrojenjima nije bilo kvarova, koji bi se mogli pripisati zagađivanju od strane tvornice. Jednom godišnje, za vrijeme remonta postrojenja, vršilo se temeljito čišćenje svih površina provodnih izolatora, strujnih i naponskih transformatora, sklopki kao i zamjena otponskih lanaca na samom ulazu u zgradu, u kojoj se nalazi 110 kV postrojenje, zatim na susjednom stupu. U posljednje vrijeme izolatorske lance, koje bi se skinulo pokušalo se ponovo temeljito očistiti razrijeđenom solnom kiselinom. Ovim postupkom uspjelo se cementiranu nečistoću prilično lako odstraniti s površine izolatora. Teško je međutim reći da li je kiselina oštetila i samu površinu izolatora. Međutim prema dosadanjim iskustvima izgleda da nisu nastala oštećenja, koja bi bitno smanjila izolacionu sposobnost izolatora. Tako očišćene izolatore slijedeće bi se godine ponovo postavilo na staro mjesto.

Mnogo teže je i do sada nije pronađena metoda, koja bi bila primjenjiva za čišćenje površine izolatora naponskih i strujnih transformatora, provodnih izolatora, sklopki i ostalih aparata, jer bi primjena razrijeđene solne kiseline kao sredstva za čišćenje bila neprikladna radi opasnosti da kiselina ošteti spojeve, kabele kao i pocinčene dijelove aparata, koji bi poslije skidanja sloja cinka bili izloženi rđanju. Eventualno povećanje dužine izolacione staze kao sredstva za povećanje izolacione sposobnosti cijelog izolatora, a radi smanjenja električne čvrstoće po jedinici dužine izolatora, prouzrokovane zagađivanjem površine izolatora, došlo bi u obzir samo kod K3 izolatora, gdje se primjenom većeg broja članaka povećava dužina staze. Ova metoda je do sada u ovom postrojenju s uspjehom primjenjivana. Međutim i dalje je ostao neriješen problem za sve gore navedene aparate, čiju dužinu nismo u stanju povećavati, jer je ona unaprijed određena izborom samog aparata. Mehaničko pak čišćenje porculanskih kućišta visokonaponskih aparata i suviše je mukotrpan posao. Koliko je to teško može nam pokazati primjer čišćenja porculanskog kućišta jednog strujnog transformatora, za što je trebalo utrošiti nekoliko sati rada.

Navedene poteškoće su upravo bile odlučne u izboru objekata za naše pokuse. Kako je naprijed spomenuto, na raspolaganju smo imali dva različita uzorka silikonske masti, jedan mađarskog porijekla oznake Silonit 1742, a drugi američkog porijekla oznake Dow Corning 5. Premazivanje izolatora izvršeno je dana 15. 12. 1963. i to na rasteretnim lancima na samoj zgradi u kojoj se nalaze 110/15 kV učinski transformatori. Izolatori su premazani s gornje i donje strane. Jedan kompletan izolatorski lanac premazan je mađarskom, drugi američkom mašću, dok je treći lanac radi upoređenja rezultata ostavljen nepre-

mazan. Sva tri izolatorska lanca ostala su pod istim uvjetima do 19. 8. 1964, kada su prigodom godišnjeg remonta postrojenja skinuti i podvrgnuti daljem ispitivanju.

Nanašanje masti na izolatore izvršeno je rukom (sl. 1). Nanesen sloj s obzirom na malu količinu masti, koju smo imali na raspolaganju, bio je relativno tanak. Po jednom K3 izolatoru za premazivanje gornje i donje površine upotrebljeno je oko 5 grama masti što je, kako je i samo ispitivanje kasnije pokazalo, bilo premalo. O kakovim i kojim količinama zagađivanja se ovdje radi, najbolje nam pokazuje primjer 110 kV vodiča; na njima se sakupio vrlo debeli sloj nečistoće, koja je povećala promjer vodiča na dvostruko.

Izgled zagađenih izolatora premazanih silikonskom mašću nakon što su 8 mjeseci bili izloženi utjecaju zagađivanja iz tvorničkih dimnjaka pokazuje, da je na ovima zbog ljepljivih svojstava masti došlo do stvaranja debljeg sloja nečistoća od onog stvorenog na nepremazanim izolatorima. Za razliku od izgleda kod skidanja nečistoće imali smo obrnutu situaciju. Kod nepremazanih izolatora skidanje nečistoće uopće nije bilo moguće postići pomoću krpe. Na izolatorima premazanim mađarskom mašću nečistoća se uz malo napora ipak mogla skinuti običnom krpom, dok se nečistoća sa izolatora premazanih američkom mašću vrlo lako običnom krpom mogla odstraniti. Ova razlika u skidanju nečistoće kod premazanih izolatora vjerojatno proističe iz različitih svojstava masti, koje nisu jednako postojane pod utjecajem sunca, kiše, zraka i nataloženih nečistoća, pa se jedna vrsta suši brže od druge.

Visokonaponska ispitivanja zagađenih izolatora izvršena su u montažnom tornju »Elektroprenosa Split«, u kojem smo pomoću pokretnog visokonaponskog generatora improvizirali visokonaponski laboratorij. Na žalost ovaj je generator imao prilično ograničene mogućnosti, kako u pitanju visine napona, tako i po dužini trajanja električnog luka, jer je nakon preskoka dolazilo do isključenja visokonaponskog generatora. Ispitivanje je izvršeno na izolatorima u suhom, a zatim u mokrom stanju. Budući da nismo imali na raspolaganju uređaj za umjetnu kišu, izolatori nisu mogli biti ispitivani pod uvjetom kiše.

Dobiveni rezultati ispitivanja navedeni su u tablici 1.

Tablica 1

Red broj	Vrst premaza	suho stanje preskok u kV	mokro stanje preskok u kV	odnos suho/mokro
1	Dow Corning 5	146	71	2,07
2	Silonit 1742	146	70	2,09
3	nepremazan	149	60	2,50

Iz gornjih podataka vidimo, da nema bitne razlike u električnoj čvrstoći izolatora premazanih i nepremazanih, ali samo u suhom stanju.

Sl. 1. Ručno nanašanje silikonske masti na izolatore K3

Čak je električna čvrstoća nepremazanog nešto viša, ali vjerojatno se tu radi o grešci ispitivanja. Bitno drukčiju sliku imali smo kod izolatora u mokrom stanju, iako je sloj silikonske masti nanesen na površinu izolatora bio pretanak, da bi masnoća uspjela obuhvatiti svu nečistoću nataloženu na njegovu površinu, pa više nismo imali ono toliko naglašavano svojstvo silikonske masti u sprečavanju stvaranja vodenog filma na površini izolatora, jer je gornji sloj nečistoće neobuhvaćen mašću zadržavao vlagu i vodu praktički isto kao i kod nepremazanog izolatora.

Dobivene vrijednosti ispitivanja izolatora u mokrom stanju su ispod onih koje JUS propisi zahtijevaju za dva kom K3 članka tj ispod 95 kV, što ukazuje na opravdanost povećanja broja članaka u lancu u svrhu povećanja probojne čvrstoće lanca kao cjeline.

U gornjem pokusu su obe silikonske masti pokazale približno iste rezultate u pogledu električne čvrstoće u mokrom i suhom stanju. Međutim nepremazani izolator je pokazao znatno lošija izolaciona svojstva. U postocima to iznosi oko 65%, što ukazuje da iako tanak premaz, ipak je poboljšao električna svojstva samog lanca.

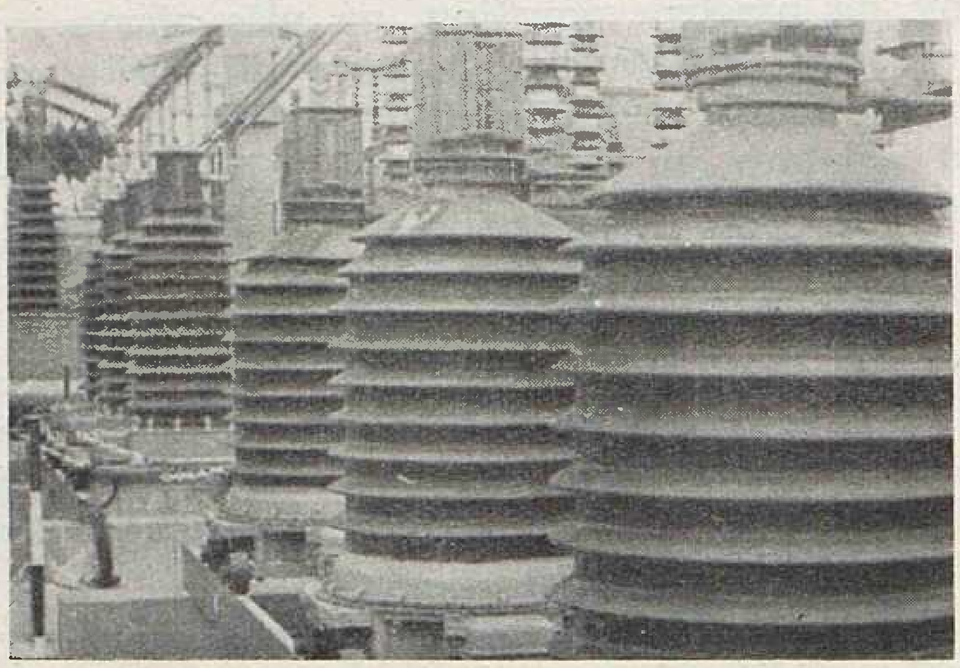
Pokus u postrojenju TE Jertovec

Drugi elektroprivredni objekat, čije je električno postrojenje znatnije izloženo zagađivanju od strane izlaznih plinova iz dimnjaka je 110 kV postrojenje termoelektrane Jertovec (sl. 2 i 3). Kako ovdje za filtriranje izlaznih plinova postoje samo mehanički filteri, to dobar dio pepela odlazi sa izlaznim plinovima u atmosferu, pada po 110 kV postrojenju i lijepi se poput cementa na površine izolatora, pa kod i malo vlažnijeg ili kišovitog vremena na izolatorima dolazi do vrlo jakog tinjavog izbijanja, koje se čak i prostim okom može opaziti. Osim toga u ovom je postrojenju bilo nekoliko kvarova, koji se mogu objasniti zagađenošću površine izolatora. Ti kvarovi bi bili:

1. Dana 21. VII 1960. u blok poliu transformatora stradao je jedan struini i dva naponska transformatora napona 110 kV.

Kvar se desio za vrijeme nevremena praćenog grmljavinom i pljuskom. Došlo je do proboja preko izolatora, kod čega je puknuo porculan, tako da je ulje iscurilo i zapalilo se. Oba naponska transformatora proizvodnje Siemens kao i strujni transformator proizvodnje CdC potpuno uništeni.

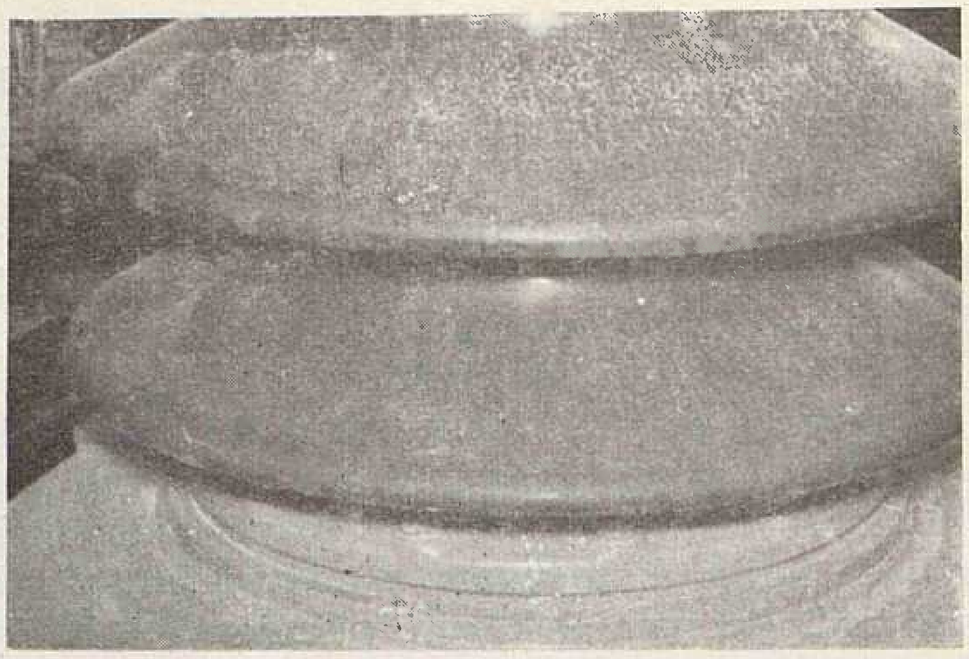
2. Dana 12. III 1963. za vrijeme nevremena praćenog kišom i grmljavinom došlo je do površinskog oštećenja na dva naponska transformatora proizvodnje CdC (kod jednog je napuklo rebro). Oba su transformatora još u upotrebi, ali im je oštećena glazura premazana bakelitnim lakom (sl. 4). Ispitivanja izvršena u tvornici »Rade Končar« pokazala su, da im je izolaciona vrijednost pala na 80%. Kod 120% nominalnog napona na izolatorima dolazi do pucketanja.



Sl. 2. Izgled postrojenja 110 kV u TE Jertovec. Površina izolatora je uslijed napadanih nečistoća (pepela) postala siva.

Obzirom na gornja opažanja i kvarove, nastale u ovom postrojenju, smatrali smo da je 110 kV postrojenje u TE Jertovec u priličnoj mjeri ugroženo zagađivanjem padavina iz dimnjaka, pa smo odlučili da pokus zaštite površine silikonskom mašću provedemo i u ovom postrojenju. U tu je svrhu izabran nosivi stup u dalekovodnom polju Resnik unutar samog 110 kV postrojenja, sa vertikalno postavljenim izolatorskim lancima. Kao i u prethodnom pokusu i ovdje je na jedan lanac nanesena mađarska mast Silonit 1742, na drugi američki Dow Corning 5, dok je treći lanac ostao nepremazan. Premazivanje lanca je izvršeno rukom dana 11. VI 1964. uz prethodno čišćenje izolatora. Naime nisu upotrebljeni novi izolatori, jer ih nismo imali na raspolaganju, već oni isti, koji su već bili na vodu. Prethodno je izvršeno njihovo čišćenje i pranje u etilenu. Međutim ovom metodom nismo uspjeli u potpunosti odstraniti svu nečistoću, jer se dio prašine cementirao i čvrsto prilijepio uz površinu izolatora.

Izolatori su skinuti sa voda 20. V 1965., a njihovo ispitivanje u laboratoriju visokog napona



Sl. 3. Detalj porculanskog kućišta 110 kV strujnog transformatora. Jasno se vidi nataložena nečistoća.

Instituta za elektroprivredu u Zagrebu izvršeno je 14. VI 1965. Ispitivanje je izvršeno na po dva članka i to najprije u suhom stanju, a zatim pod umjetnom kišom. Intenzitet padavina iznosio je 3 mm/min, kut padavina prema vertikali iznosio je 45°, specifični otpor vode 100 Ohm metara, dok je temperatura vode bila jednaka temperaturi prostorije. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 2.

Tablica 2

Red. broj	Vrst premaza	suho stanje preskok u kV	mokro stanje (pod kišom) preskok u kV	odnos suho/mokro
1	Dow Corning 5	158,1	91,3	1,735
2	Silonit 1742	151,6	97,8	1,55
3	nepremazan	168,0	76,3	2,21

Iz odnosa preskočnog napona u suhom stanju prema onom u mokrom stanju (pod kišom), vidimo da nam povoljnije električne rezultate daje mađarska mast »Silonit 1742«, kod koje je taj odnos najmanji. Nešto lošije rezultate za ovu vrstu zagađenja pokazala je američka mast Dow Corning 5, dok je najlošije rezultate dao onaj lanac, koji uopće nije bio premazan. Obzirom da su ova tri lanca bila podvrgnuta prirodnom pro-

Sl. 4. Oštećena glazura na porculanskom kućištu 110 kV naponskog transformatora.

cesu zagađivanja, dobiveni rezultati nam daju i stvarnu sliku stanja njihove izolacione sposobnosti.

Nešto je drukčija situacija sa odstranjivanjem nečistoća sakupljenih na samoj površini izolatora. Oni, kojima površina nije premazana silikonskom mašću, iako izgledaju relativno čisti, ipak se najteže čiste, odnosno nije ih uopće bilo moguće potpuno očistiti. Drugi lanac, premazan mađarskom mašću Silonit 1742, moguće je očistiti pomoću krpe, ali je skidanje otežano (kao što je bilo otežano i njeno nanašanje rukom), jer je ova mast i suviše kruta. Najlakše skidanje (a i nanašanje rukom) postigli smo kod američke masti Dow Corning 5, jer izgleda da je i sama struktura ove masti takova da je najmekša, a osim toga i najpostojanija pod utjecajem zraka, sunca, vode i prašine. Treba napomenuti, da je i u ovom slučaju za ovakovu količinu padavina vrijeme u kojem je premazana površina izolatora bila izložena onečišćenju predugačko, odnosno da je količina odnosno debljina premaza bila premalena, pa bi ili trebalo skratiti vrijeme između dva premaza ili bi trebalo da je premaz znatno deblji. Naime već se i prostim okom moglo vidjeti, da je na premazanoj površini iščezlo ono toliko naglašavano svojstvo odbojnosti premazane površine protiv stvaranja filma vode na zagađenoj površini.

Iako još nismo imali konkretne rezultate ispitivanja, koja bi nam mogla potvrditi da je ovakova vrsta preventivne zaštite površine izolatora efikasna i za zagađivanje nečistoćama koje izlaze iz dimnjaka termoelektrane Jertovec (vanjska iskustva su nam potvrđivala da ni ovdje neće biti bitno drukčija situacija), ipak je uprava TE Jertovec odlučila nabaviti izvjesnu količinu mađarske silikonske masti Silonit 1742. Za vrijeme ovogodišnjeg remonta postrojenja izvršeno je premazivanje najvećeg dijela 110 kV postrojenja. Premazivanje je izvršeno djelomično rukom, što je bio vrlo mučan posao, jer je mast bila i suviše kruta. Pokušalo se je mast razrijediti razređivačem, pa je na površinu izolatora nanositi metodom prskanja. Međutim iako je ova metoda jednostavna i relativno brza, ipak nije najpogodnija, jer se jedan dio masti kod toga gubi, pogotovo ako vrijeme nije potpuno mirno. Kao najpovoljnija metoda nanašanja masti na površinu izolatora pokazala se metoda nanašanja pomoću običnog ličilačkog kista. Prethodno se mast razrijedi razređivačem toliko da postane žitka kao uljana boja, a zatim se nanosi na površinu izolatora. Nanošenje je također brzo, a nema nikakvih gubitaka i rasipanja.

Nakon izvršenog premazivanja jednog 110 kV polja silikonskom mašću opaženo je, da je tinjavo izbijanje za vlažnog ili kišovitog vremena potpuno prestalo. Iako sada površine izolatora izgledaju znatno više prljave, jer mast zadržava svu nečistoću koja padne na površinu izolatora, njegova izolaciona sposobnost je bitno povećana.

Zaključak

Naprijed provedena ispitivanja nedvojbeno su nam pokazala dvije stvari:

1. upotreba silikonske masti kao premaza omogućila je znatno brže čišćenje površine izolatora, što nam je naročito važno za porculanska kućišta električnih aparata, koja ni u kom slučaju ne bi smjeli čistiti kiselinama;
2. ako se želi potpun uspjeh i u poboljšanju električnih svojstava, sloj masti koji se nanosi na izolatore trebao bi biti znatno deblji ili bi trebalo od vremena do vremena, kada se ustanovi da su naslage prljavštine na površini toliko debele da više ne može obuhvatiti svu nečistoću koja se zadrži na površini izolatora, ne skidajući postojeću nečistoću nanesti novi sloj masti i to pomoću prskalice (u USA postoje aparati koji omogućuju da se mast nanosi, dok je postrojenje pod naponom).

Naslov pisca: Tomislav Pavlović, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

PONAŠANJA AUTOPNEUMATSKIH APARATA PRI PREKIDANJU ELEKTRIČNIH KRUGOVA I NJIHOVO ISPITIVANJE NA UDARNE I TRAJNE STRUJE KRATKOG SPOJA

Pavle Jovanović, Sarajevo

Savremeni autopneumatski aparati, s obzirom na svoje mogućnosti prekidanja električnih krugova za svega 10 — 25 ms, vrlo su pogodni za primjenu u malim i srednjim razvodnim postrojenjima, a također i kao zaštitni aparati za kondenzatorske baterije za poboljšanje faktora snage, jer vrše prekidanja bez ponovnih paljenja luka, te prema tome i bez pojava visokih prenapona. U drugom dijelu autor izlaže neke rezultate ispitivanja na novom, rekonstruiranom tipu autopneumatskog aparata 17,5 kV, 400 A, sa povećanom nominalnom strujom i visokom otpornošću na trajne i udarne struje kratkog spoja.

DK 621.316.54.06

Uvod

Autopneumatski aparati visokog napona, imajući sve prednosti aparata sa zračnim gašenjem električnog luka, vrlo su uspješno primijenjeni kod razvodnih postrojenja srednjih i manjih snaga do 35 kV.

Pored toga oni se upotrebljavaju u iste svrhe i kod kondenzatorskih postrojenja za poboljšanje faktora snage.

Savremeni autopneumatski aparati vrše prekidanje induktivnih i kapacitivnih struja kao i struja kratkog spoja za 0,5 — 1,2 periode, dakle, bez povratnih paljenja luka pri prekidanju kapacitivnih struja, a prema tome i bez visokih prenapona.

Osim toga, pošto nisu potrebni posebni izvori zraka i uređaji za sušenje i kompresiju (kao kod pneumatskih prekidača), a istovremeno su robustni u konstrukciji, sigurni u pogonu, lako se održavaju i ekonomični su, omogućuju da se ovi aparati vrlo uspješno primjenjuju u navedenoj oblasti.

Autopneumatski aparati, u kombinaciji sa termičkim relejima i osiguračima štite i od preopterećenja i od kratkih spojeva. Autopneumatski aparati tipa RN i RDN, pored gornjih prednosti, konstruirani su za nominalne struje 200 A i 320 A, što je nedovoljno, pa je bilo potrebno povećati njihovu čvrstoću na trajne i udarne struje kratkog spoja.

Radi toga je izvršena rekonstrukcija ovih aparata i stvoren novi tip, koji je, zadržavajući sve karakteristike snage, brzine i vremena prekidanja prijašnjih, dimenzioniran i za nominalne struje od 400 A s preopterećenjem od 15 % uz visoko povećanje otpornosti na trajne i udarne struje kratkog spoja.

Na ovaj način stvoren je aparat na nivou savremenih svjetskih aparata ove vrste i to iz domaćeg materijala i s mogućnostima plasmana na sva inostrana tržišta što nije bio slučaj sa starim licenciranim aparatima.

Izvršena ispitivanja na prototipu rekonstruiranog aparata u laboratorijima IRCE-a* Stup kao i ispitivanja na aparatima tipa RN i RDN u laboratoriju firme Delle u potpunosti su potvrdila njihove visoke tehničke karakteristike.

Prekidanje induktivnih struja

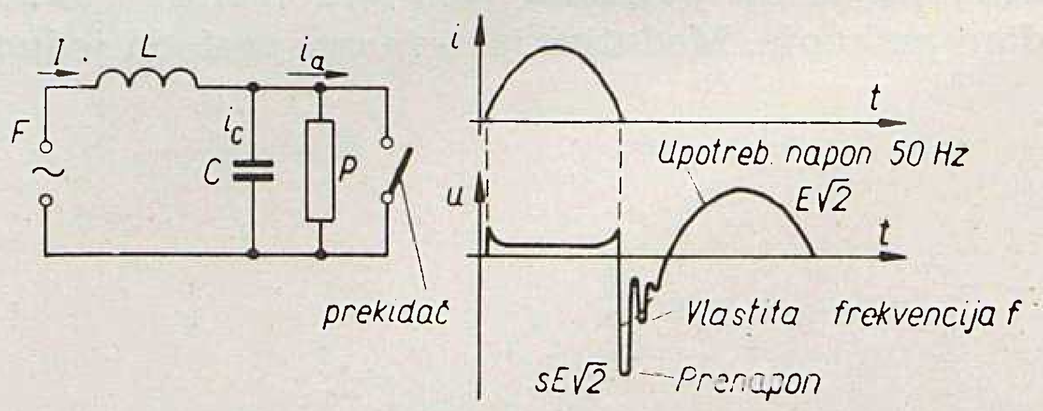
Ponašanje pri prekidanju električnih krugova sa induktivnim strujama, kako velikih pri kratkom spoju, tako i malih, jedno su od dominantnih mjerila kvalitete aparata.

Prekidanje malih induktivnih struja (struja magnetiziranja transformatora i električnih strojeva) postavlja posebne probleme prekidanja, posebne teškoće i fenomene, te je i sposobnost aparata da ih savlada jedno od mjerila vrijednosti konstrukcije.

Sam proces prekidanja sastoji se iz tri faze. Prva faza je isključenje do početka razdvajanja kontakta. Protuelektromotorna sila sa induktancijama i u paraleli vezanim kapacitetima proizvodi oscilacije sa frekvencijama 5-50 kHz. Ove oscilacije mogu biti ponovno pobuđene u zavisnosti od promjena elektromotorne sile.

Diferencijalna jednadžba koja definira struju ispred prekidača u ovoj fazi, uglavnom niske frenkvencije od nekoliko stotina do 1000 Hz, je uvijek nelinearna, jer se induktancija mijenja sa strujom.

Na slici 1 je ekvivalentna shema i oscilogram napona pri prekidanju induktivnih struja.



Sl. 1. Ekvivalentna shema i oscilogram napona pri prekidanju induktivnih struja

Da bi se jednostavnije odredio red veličine prenapona, uzima se da je L_m konstantno (njegova srednja vrijednost).

U tom slučaju je rješenje jednadžbe ispred prekidača:

$$U_t = e^{-\sigma_T t}\left(\sqrt{\frac{L_m}{C_m}}\, I_m \sin \beta_T t - U \sin \varphi \cos \beta_T t\right)$$

gdje je:

β_T — vlastita frekvencija strujnog kruga ispred prekidača $\sigma_t = \frac{\beta_T}{2 S_t}$

S_t — faktor prenapona kruga

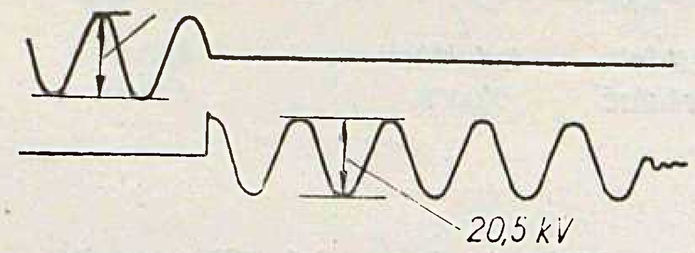
φ — fazni kut

Rješenje za prenapon za krug iza prekidača sa istom aproksimacijom je:

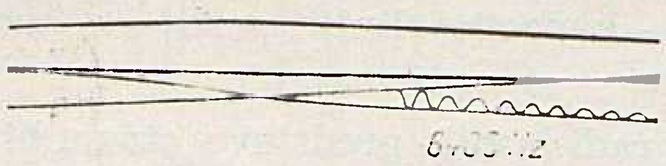
$$U_g = e^{-\sigma_G t} \left[\sqrt{\frac{L_g}{C_g}} I_g \sin \beta_G t - U \sin (\omega t + \varphi) \right]$$

U drugoj fazi, pošto su struje male, one se najčešće prekidaju prije njihovog prolaska kroz nulu, te magnetska energija koja odgovara trenutnoj vrijednosti prekinute struje i koja je koncentrirana u induktivnim otporima kruga kao i kapaciteti vodova i namotaj transformatora čine oscilatorni krug pa se napon brzo povećava.

Njima izazvana struja teorijski bi mogla neograničeno rasti, ali praktično ona je ograničena kapacitetom prekidača vezanih u paralelu te je maksimalni prenapon koji se stvara u određenom krugu ograničen.



Sl. 2. Oscilogram monofaznog prekidanja aparata RA-5, za struju 405 A i napon 26,5 kV

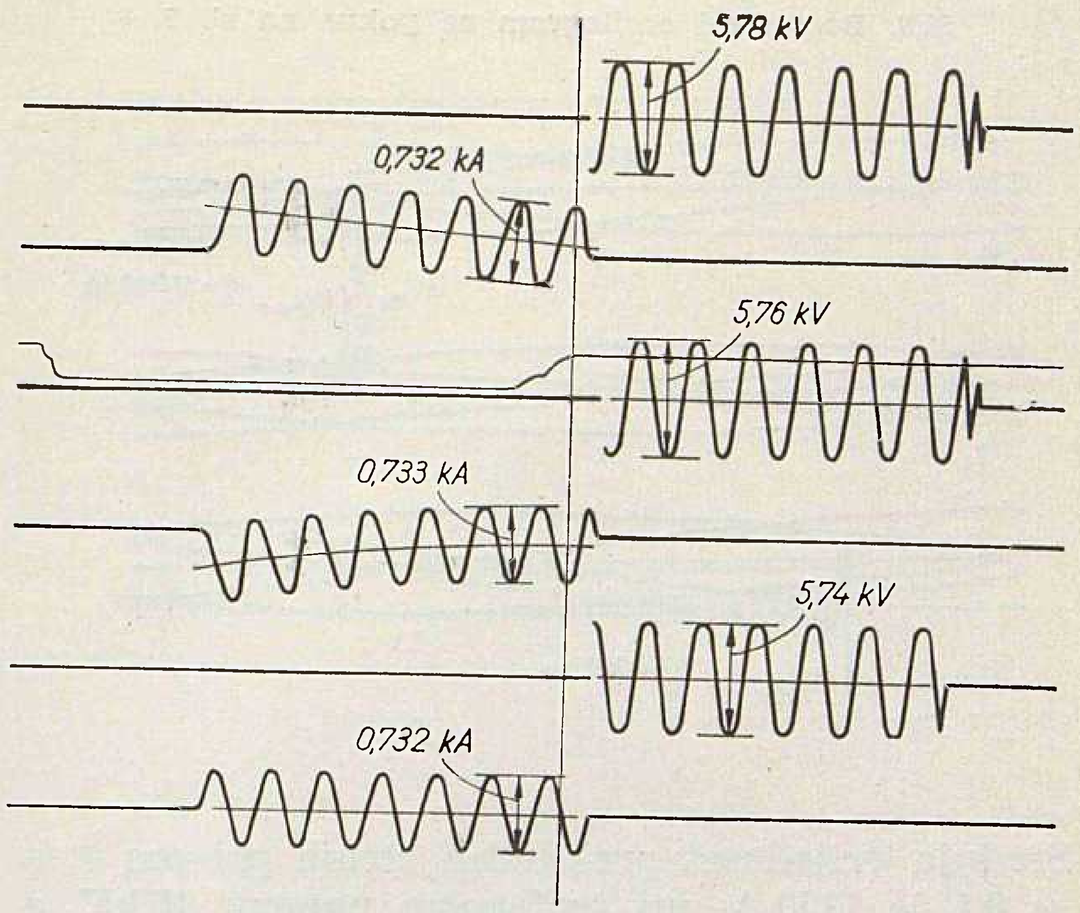


Sl. 3. Razvučeni oscilogram

Prekidanje se završava u ovoj drugoj fazi, ukoliko prenapon ne izazove ponovo paljenje luka, te prekidanje ulazi u treću fazu, koju karakterizira proces ponovnih paljenja luka, pa se i cio proces druge faze ponavlja. Ovu fazu karakteriziraju vrhovi prenapona koje stvaraju prekinute struje sa uzastopnim ponavljanjem ponovnih paljenja i prekinute struje sve do konačnog gašenja.

Iz gornjih jednadžbi jasno je da se sa povećanjem faktora vremena postiže i ublaživanje prenapona. Na taj način amplituda posljednje oscilacije biva znatno smanjena. Tako u slučaju kad nema ponovnog paljenja luka, smanjenje prenapona uslijed amortizacije vlastitog kruga je samo 10—20 %, dok može da dostigne 60 % pa i više prilikom ponovnih paljenja.

Ova konstatacija je izvanredno važna. Ona pokazuje da prilikom ponovnih paljenja električnog luka pri prekidanju induktivnih struja ova ne samo da nisu štetna već su vrlo korisna.



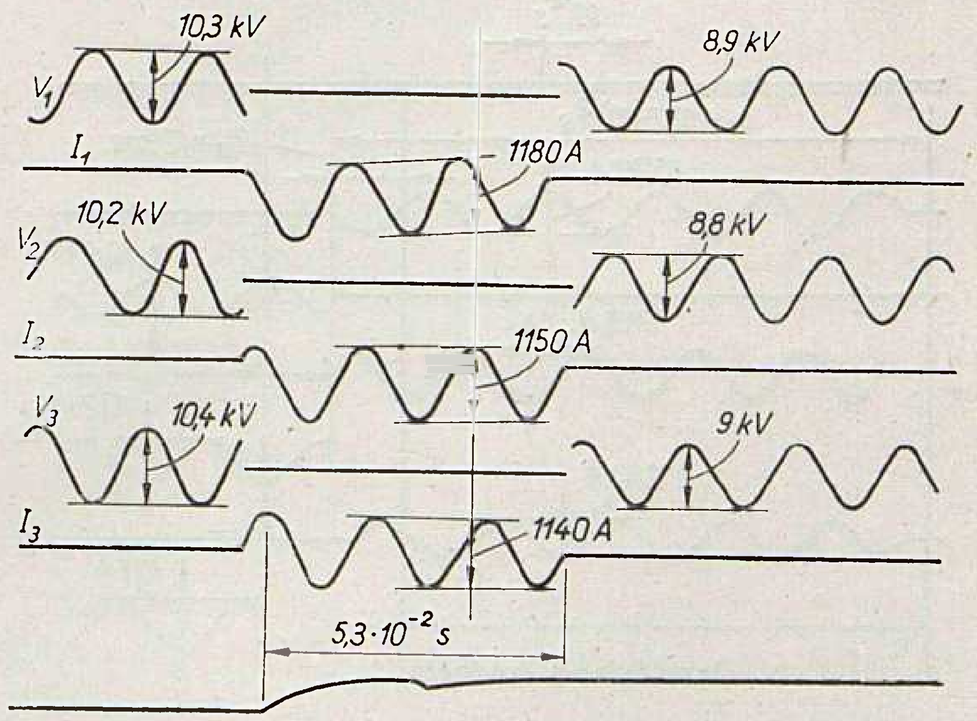
Sl. 4. Oscilogram 3-faznog kratkog spoja za aparat RA-5, struja prekidanja je 732 A, uz fazni napon 5,76 kV

Autopneumatski aparat tipa RA-5 ima vrlo kratka vremena prekidanja električnog luka (tj. jednaka savremenim pneumatskim prekidačima). Njegovo vrijeme gorenja luka iznosi svega 10—20 ms za cio spektar prekinutih struja do 1100 A pri cos $\varphi = 0{,}1$.

Na slici 4. je njegov oscilogram trofaznog kratkog spoja pri 10 kV gdje je struja prekidanja po fazi 732 A, a fazni napon 5,76 kV. Vrijeme gašenja luka je 12 ms.

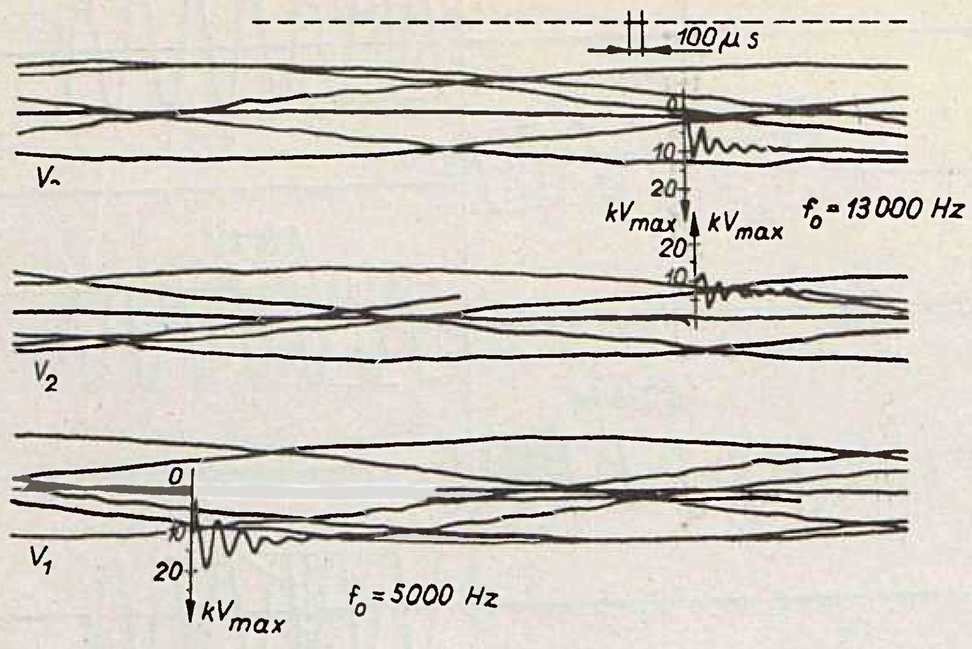
Na slici 2 je monofazno prekidanje istog tipa aparata i to za faznu struju 405 A, kod 20,5 kV, što odgovara jednom trofaznom prekidanju na 23,6 kV. Na slici 3 je razvučen oscilogram luka za ogled monofaznog prekidanja autopneumatskog aparata RA-5 kod 11,2 kV i 400 A prekinute struje. Vidi se da je ovdje vlastita frekvencija kruga 6400 Hz.

Na slici 5 prikazan je oscilogram trofaznog kratkog spoja za aparat RD-5 17,5 kV, 200 A.



Sl. 5. Oscilogram 3-faznog kratkog spoja za aparat RD-5 pri cos $\varphi = 0{,}1$

Sl.6. Razvučeni oscilogram za pokus na sl. 5.



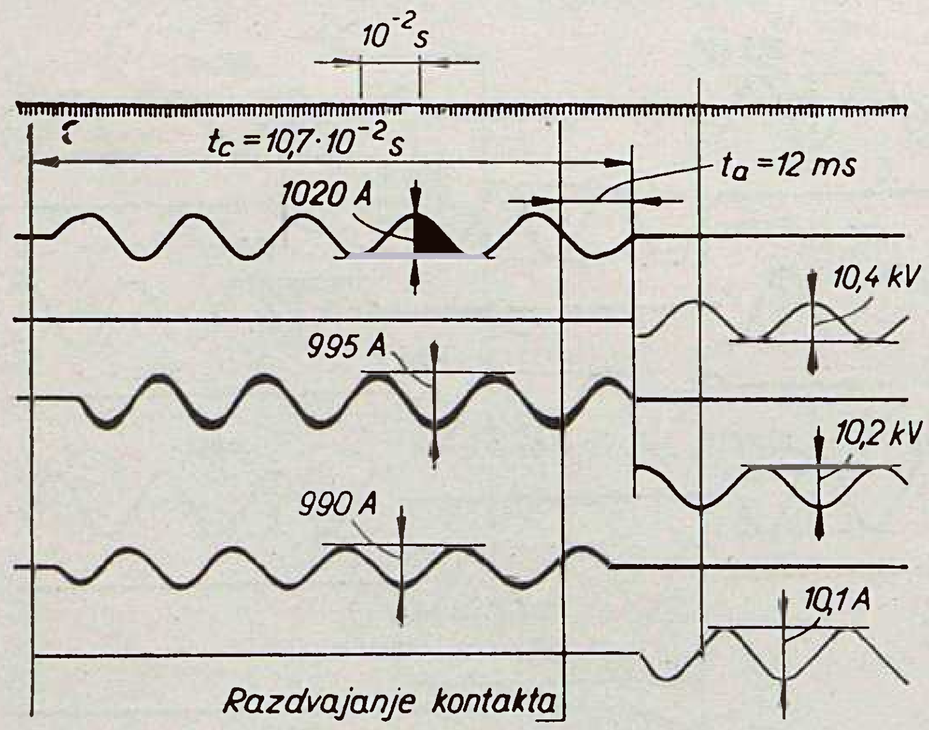
Srednja vrijednost prekinutih struja pri cos φ = = 0,1 je 1150 A, pri trofaznom naponu 15 kV, a faznim naponima 8,1 kV. Ukupno vrijeme od impulsa kalema za isključenje do završenog procesa prekidanja je t_c = 52 ms, dok je samo vrijeme gašenja luka svega 19 ms. Vlastita frekvencija kruga za prvu fazu je 5000 Hz, a za ostale dvije je 13000 Hz. Na slici 6 je razvučen dijagram za isti pokus izveden katodnim oscilogramom.

Na slici 7 je oscilogram trofaznog kratkog spoja za autopneumatski aparat RF-5 17,5 kV, 200 A. Ovdje su struje po fazama bile 1020 A, 995 A i 990 A pri cos φ = 0,1 pri naponu između faza 17,6 kV i faznim naponima 10,4 kV, 10,2 kV i 10,1 kV, pri čemu je vrijeme gašenja luka svega 12 ms, a vlastita frekvencija kruga 4800 Hz i faktor prenapona 1,4.

Ovi pokusi vršeni su u ispitnom laboratoriju firme Delle. Ispitivanje snage prekidanja vršeno je direktno metodom pomoću generatora kratkog spoja prema shemi na slici 8.

Zaštitni prekidač služi da prekine krug ukoliko to nije u stanju da učini ispitni prekidač.

Induktivnosti u kolu su promjenljive i omogućuju regulaciju jačine struje.



Sl. 7. Oscilogram trofaznog kratkog spoja za aparat RF-5 prekinute struje po fazama 1020 A, 995 A i 990 A pri cos φ = 0,1

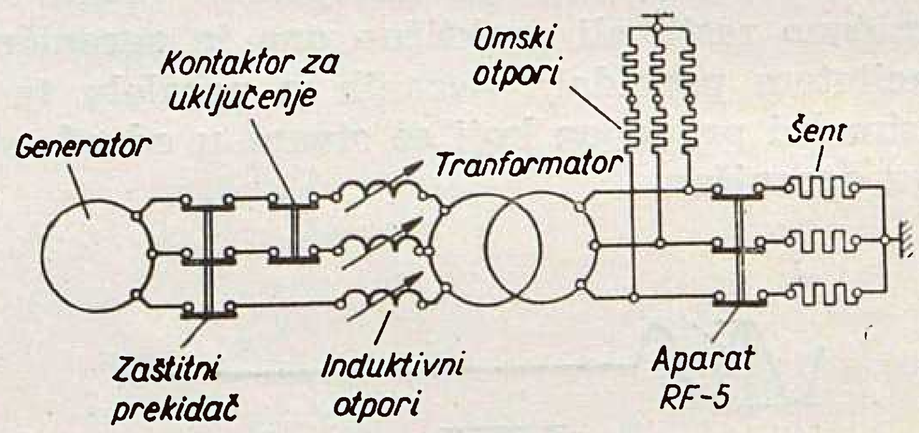
Kontaktor služi samo za uključenje napona na ispitivani objekt i pod opterećenjem za vrijeme ispitivanja. Isključenje obavlja samo pod naponom bez struje.

Djelitelji napona i šentovi služe za mjerenje napona i struja pomoću oscilografa.

Potenciometar za upisivanje hoda prekidača prenijetog na oscilograf omogućuje praćenje položaja pokretnih kontakata u ma kom trenutku za vrijeme isključenja.

Mjerenje vrijednosti napona i struje na aparatu i struje u namotu daljinske komande za uključenje vršeno je pomoću magnetnih oscilografa. Razvučeni oscilogrami napona snimani su pomoću katodnog oscilografa.

Sl. 8. Tropolna shema veze ispitanog generatora kratkog spoja



Prekidanje kapacitivnih struja

Za duge linije teorijski se može postaviti ekvivaletna shema monofaznog isključenja (sl. 9a), gdje je C_1 — kapacitet linije, a G_1 — konduktancija zemlje.

I ovdje će radi jasnije predstave, struja biti podijeljena na one iza i ispred prekidača, a struja pri prekidanju linije bit će razmatrana u 2 slučaja.

1. prekidanje struje pri prvom prolasku kroz nulu.
2. prekidanje struje sa ponovnim paljenjem.

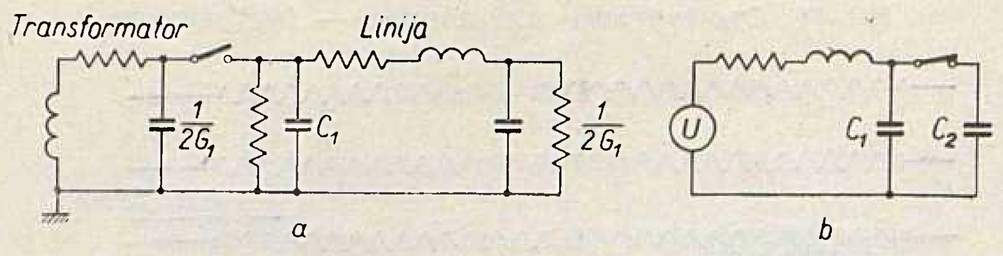
U prvom slučaju luk se neposredno gasi pri prolasku kroz nulu. Linija se puni na napon U i prazni dosta sporo, srazmjerno konstanti vremena $\frac{G_1}{C_1}$; G_1 = ukupna konduktancija zemlje. S druge strane, napon iz prekidača varira po sinusoidi industrijske frekvencije.

Zanemarujući valove proizvedene prekidanjem malih struja, napon uspostavljanja na priključcima prekidača približno je:

$$U_d = U\left(e^{-\frac{G_1}{C_1}t} - \omega t\right)$$

gdje je: ω — pogonska frekvencija

U drugom slučaju luk se također gasi pri prolasku kroz nulu, ali dolazi do ponovnog paljenja



Sl. 9. a-b Ekvivalentna shema monofaznog isključenja linije na prazno

luka čim je uspostavljeni povratni napon premašio dielektričnu čvrstoću međukontaktnog prostora i, stavljajući u vezu krug iza i ispred prekidača, dolazi do oscilacije.

Rezultantni napon će sada biti u prvoj aproksimaciji:

$$U_R = U\left[e^{-\frac{\beta_e(t-t_0)}{2S_e}}\left(e^{-\frac{G_1 t_0}{C_1}} - \cos\omega t_0\right)\cos\beta_e(t-t_0) + \cos\omega t\right]$$

gdje je:

β_e — vlastita frekvencija kruga (rezultanta sastojeći se iz 2 kruga iza i ispred prekidača).

S_e — ekvivalentni faktor prenapona

t_0 — vrijeme poslije koga se stvara (dolazi do ponovnog paljenja u odnosu na prvo gašenje luka).

Pri prolasku struje kroz nulu, odnosno u njenoj okolini, luk se gasi. Linija sada može biti izložena većem naponu od nominalnog te može doći do novog paljenja luka, a rezultanta oscilacija stvara novo povišenje napona.

Iz dvije posljednje formule vidi se da suprotno prekidanju induktivnih struja ponovno paljenje luka pri prekidanju kapacitivnih izaziva povećanje prenapona. Međutim sam broj ponovnih paljenja nije jedini i dovoljan kriterij za visinu prenapona. Vrijednost napona uspostavljanja ponovnog paljenja luka je također vrlo značajna. Na primjer, 2 paljenja u oblasti maksimalnog povratnog uspostavljenog napona daje prenapon veći nego 4 ponovna paljenja kod napona znatno manjeg.

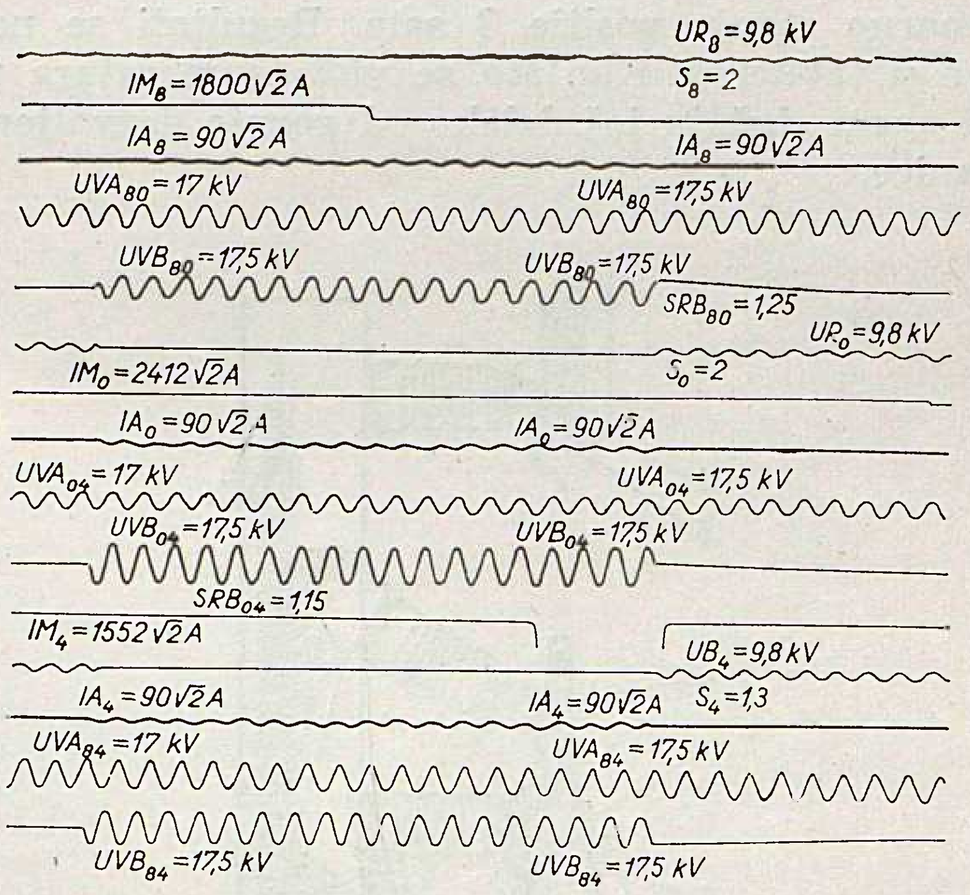
U slučaju trofazne mreže i čvrsto uzemljenog zvjezdišta, prekidanje triju faza može se predstaviti kao 3 monofazna prekidanja sa faznim naponom U. Naprotiv, ako je neutralna tačka izolirana, onda su uslovi znatno teži. Na prvo mjesto napon linije se penje na 1,5 U pri prekidu posljednje faze. Ponovna paljenja će biti vjerojatnija i prenaponi kao njihova posljedica oko 20 % veći. S druge strane kada je luk ponovnog paljenja na prvoj fazi, a druge dvije faze ostaju paljenjem luka u prvoj fazi odbija se od izolirane nule transformatora. Rezultat je jedna varijacija prenapona od 20 % koja može da dovede do ponovnog paljenja luka na druge dvije faze. Krug oscilira s povećanom frekvencijom te je faktor prenapona veći nego u slučaju kada je neutralna tačka uzemljena, jer je amortizacija slabija a prenaponi veći.

Analogan proces odigrava se i pri prekidanju kondenzatorskih baterija za poboljšanje faktora snage. Na slici 9 b je ekvivalentna shema za krug sa zračnom linijom i kondezatorskom baterijom.

Autopneumatski aparati konstruirani su i za prekidanje električnih vodova na prazno (zračnih, kabelskih), kao i za prekidanje kondenzatorskih baterija.

Tako, na primjer, aparat RA-5 omogućava prekidanje kapacitivnih struja do 100 A bez povratnih paljenja (sl. 10) sa prenaponima 1,6 — 1,8. Na ovaj je način ovim aparatima omogućena manipulacija i zaštita kondenzatorskih baterija za poboljšanje faktora snage do 10000 kVar, pri 1 kV i prekidanje kola praktično bez povratnih paljenja.

Sl. 10. Oscilogram prekidanja kapacitivnih struja aparatom RA-5, struja 100 A bez povratnih paljenja



Ispitivanja

S obzirom na izloženo u prethodnim tačkama, autopneumatski aparati imaju dobre karakteristike u odnosu na brzinu, snagu i vrijeme prekidanja, pa je pri rekonstrukciji bilo neophodno zadržavati sve ove njihove karakteristike poboljšavajući njihovu veličinu nominalne struje i otpornost na udarne i trajne struje kratkog spoja.

Radi toga su, pored ispitivanja zagrijavanja, u toku i ispitivanja otpornosti i zagrijavanja na struje kratkog spoja; vršena su i ispitivanja i određivanja krivulja uključenja i isključenja radi utvrđivanja istovjetnosti ovih krivulja i kod starih i kod rekonstruiranog novog tipa aparata radi zadržavanja svih karakteristika aparata u pogledu prekidanja, koja su bila potrebna zadržati.

Ispitivanja su izvršena:

1. — na zagrijavanje nominalnom strujom od 400 A sa preopterećenjem od 15 %
2. — ispitivanja krivulja uključenja i isključenja
3. — ispitivanja na udarne i trajne struje kratkog spoja

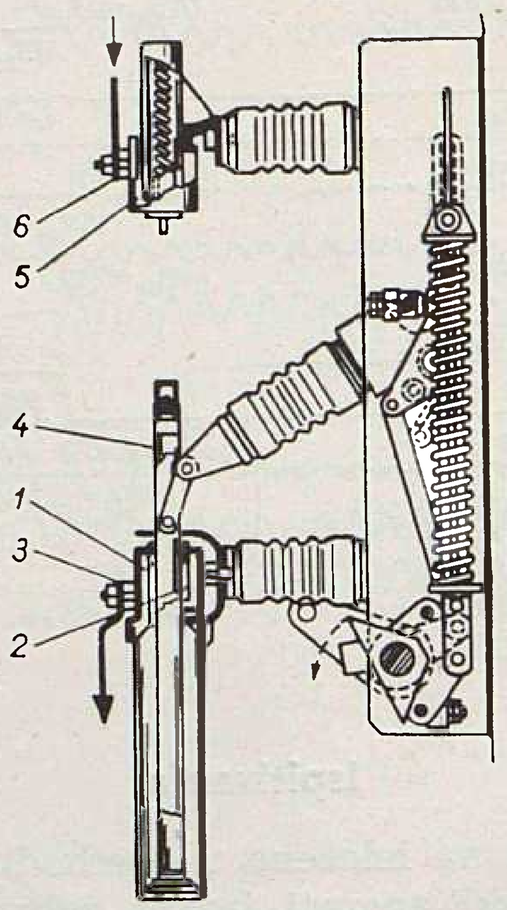
Ispitivanja na zagrijavanje

Svrha ispitivanja je bila provjeravanje zagrijavanja novog tipa aparata za nominalnu struju od 400 A i na struju preopterećenja za 15%, tj. na 460 A.

Ispitivanja su izvršena izmjeničnom strujom 50 Hz, sinusoidalnog oblika. Izvor je bio regulacioni transformator koji je napajao sekundare strujnih transformatora povezanih u seriji i koji sa ispitivanim aparatom čine zatvoreni strujni krug.

Temperatura je mjerena na 6 mjesta (sl. 11), a u tablici 1 dati su rezultati zagrijavanja koji su daleko ispod dozvoljenih od 65° C po preporukama IEC-a, (za posrebrene kontakte), odnosno 55°C prema propisima GOST 8024 — 56.

Poslije postizanja stacionarnog stanja, povećana je struja za 15% i postignuto je novo stacionarno stanje poslije 3 sata. Rezultati se nalaze u tablici 1. Kao što se vidi temperatura je i u ovom slučaju još daleko od gornje dozvoljene granice.



Sl. 11. Presjek rekonstruiranog aparata s označenim mjernim mjestima iz tablice 1

Mjerenje temperature svih 6 tačaka na aparatu izvršeno je termoelementima bakar-konstantan. Termonaponi su mjereni galvanometrom. Hladni kraj termoelementa bio je u termos boci sa ledom i u seriji spojen preko odgovarajućeg prekidača sa svakim mjernim mjestom.

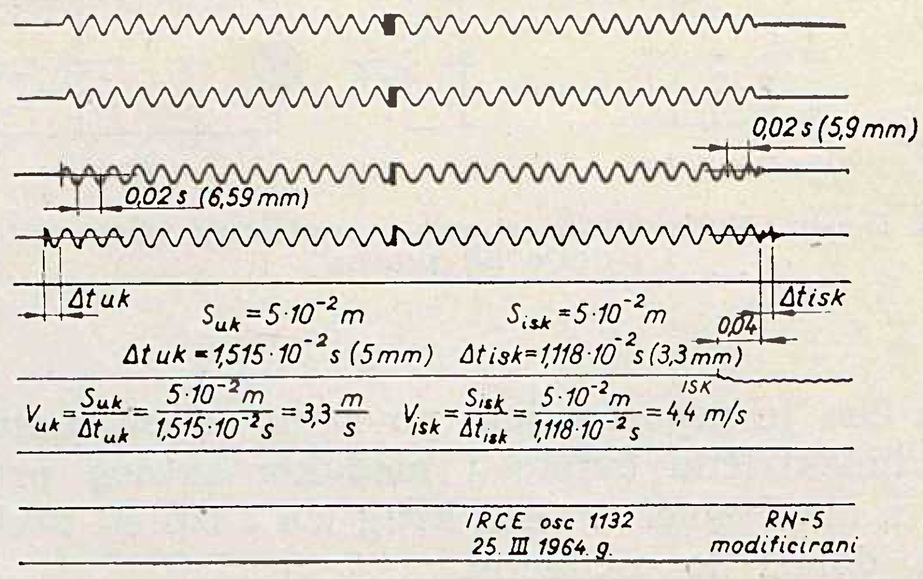
Ispitivanja krivulja isključenja i uključenja

Kontrola djelovanja mehanizma novog tipa autopneumatskog aparata u praznom hodu izvršena je:

a — snimanjem dijagrama »uključenje — isključenje« pomoću registratora brzine

b — oscilografskim snimanjem pojava uključenja i isključenja pomoću višekanalnog elektromagnetnog oscilografa

Sl. 12. Oscilogrami uključenje — isključenje



Radi upoređivanja snimljena je registratorom brzine pored krivulje »uključenje — isključenje« za rekonstruirani aparat, ista krivulja za stari aparat za nominalnu struju od 200 A.

Tablica 1

$I = 1 \times I_n = 400$ A

Red. br.	Vrijeme očitav. min.	Nadtemperatura mjernih mjesta					
		1	2	3	4	5	6
1.	0	0	0	0,2	0,5	0,6	0,6
2.	15	8,4	8,4	12,6	11,9	9,9	8,7
3.	30	14,7	14,2	18,3	17,9	15,7	14,0
4.	45	18,7	18,0	21,5	21,0	19,0	16,8
5.	60	20,9	20,4	23,9	22,9	21,4	19,2
6.	75	23,4	22,9	26,4	25,4	23,7	21,4
7.	90	24,0	23,5	26,7	25,9	25,0	22,3
8.	105	22,5	22,1	25,1	24,6	23,1	20,1
9.	120	22,2	21,18	24,6	24,0	22,5	20,0
10.	180	23,0	22,8	26,0	25,2	24,6	22,0
11.	210	24,0	23,6	27,0	26,2	25,5	22,8
12.	240	24,2	24,0	27,8	26,5	25,6	23,0
13.	300	24,5	24,2	28,0	26,6	26,0	23,5
14.	360	24,7	24,3	28,2	26,7	26,4	23,7
		$I = 1{,}5 \times I_n = 15 \times 400 = 460$ A					
1.	00	24,7	24,3	28,2	26,7	26,4	23,7
2.	30	28,2	28,0	33,3	31,5	30,4	27,0
3.	60	29,7	29,6	34,4	32,2	31,1	27,6
4.	120	30,3	30,1	35,0	32,8	31,6	28,4
5.	180	30,7	30,5	35,3	33,3	31,8	28,9

Srednja temperatura okolnog zraka 24,7 °C.

Približna kontrola vrijednosti brzina uključenja izvršena je i oscilografskim snimanjem pojave uključenja i isključenja. Na jednom polu aparata postavljen je pomoćni kontakt učvršćen za nepokretni kontakt toga pola na tačno određenom rastojanju. Pri uključenju kontaktne šipke ostvari se najprije dodir sa ovim pomoćnim kontaktom, a zatim poslije određenog vremenskog intervala (Δt_{uk}) izvrši se uključenje sva tri pola.

Pri isključenju kontaktna šipka se najprije odvoji od kontaktne ruže, a zatim nakon određenog vremena (Δt_{isk}), prekine dodir sa pomoćnim kontaktom. Posebna pisaljka registrirala je prolazak struje kroz pomoćni kontakt.

Iz poznatog rastojanja između pomoćnog kontakta i nepokretnog kontakta i registriranih vre-

mena Δt_{uk} i Δt_{isk}, određena je prosječna brzina na tom rastojanju (50 mm).

Na oscilogramu na sl. 11 vidi se, također, da je sinhronizam polova pri uključenju i isključenju gotovo potpun.

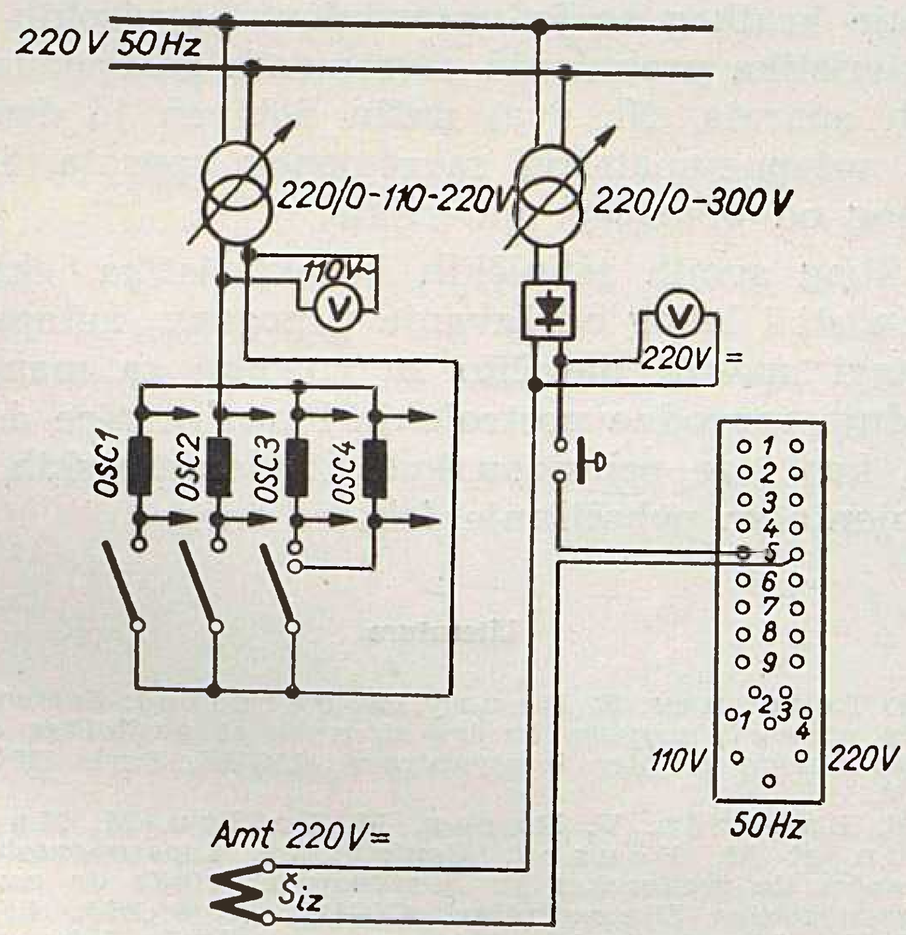
Snimljeni dijagrami i oscilogrami uključenja-isključenja (sl. 12) pokazali su da su brzine uključenja i isključenja rekonstruiranog aparata u granicama garantiranih vrijednosti, te da su prema tome i zadržane sve karakteristike prekidanja ranijeg tipa aparata.

Na slici 13 je shema veze pri oscilografskom snimanju mehaničkih karakteristika aparata.

Ispitivanja na udarne i trajne struje kratkog spoja

Ispitivanje aparata na udarne i trajne struje kratkog spoja radi određivanja njegove dinamičke i termičke otpornosti, izvršeno je prema propisima VDE 0670 član 55. Ispitni strujni krug shematski je prikazan na slici 8. Mjerenja struje vršena su u sva tri pola šestkanalnim elektromagnetnim oscilografom pomoću šentova. Prigušnice su bile prilikom ovog ispitivanja premoštene.

Ispitivanja na termičke struje kratkog spoja za jednu sekundu, vršena su za slijedeće vrijednosti struja: 2,96 kA, 3,22 kA, 4,00 kA, 6,52 kA, 10,7 kA i 15,1 kA kao i sa cifrom tri sekunde za vrijednost struje 5,36 kA.



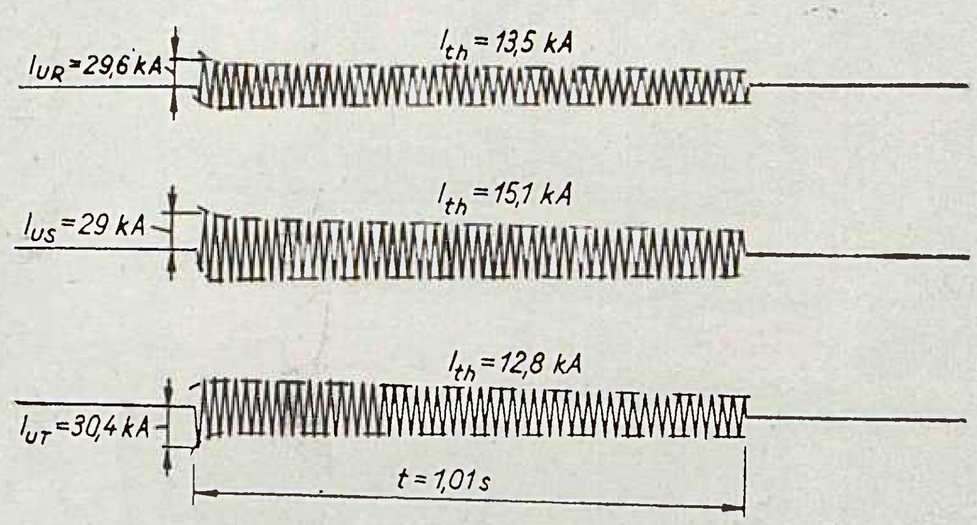
Sl. 13. Shema veze pri oscilografskom snimanju mehaničkih karakteristika

Za ispitivanja dinamičke čvrstoće, aparat je bio podvrgnut slijedećim vrijednostima udarnih struja kratkog spoja: 5,1 kA, 7,05 kA, 9,7 kA, 13,1 kA, 21,0 kA i 30,4 kA.

Pri ovim ispitivanjima granična nadtemperatura za najveću strujnu vrijednost 15,1 kA — 1 sec, bila je 31,3°C, odnosno 33°C za kontaktna mjesta na lamelama, a 50°C za sredinu šipke.

Vizuelnim pregledom kontakata poslije ispitivanja nisu zabilježeni nikakvi tragovi oštećenja ili zavarivanja kontakata na bilo kom dijelu aparata zbog dinamičkih, odnosno termičkih naprezanja.

Prema tome aparat je zadovoljio kako na dinamičku čvrstoću strujom od 30,4 kA tako i termičku čvrstoću strujom od 15,1 kA 1 sek.



Sl. 14. Oscilogram za trajnu i udarnu struju kratkog spoja, udarna struja u fazi I_{UT} = 30,4 A

U tablici 2 nalaze se sređene ispitivane vrijednosti udarnih i trajnih struja kratkog spoja, respektivno po fazama.

Prilikom mjerenja na termičku čvrstoću strujama kratkog spoja, registrirana je nadtemperatura na srednjem polu aparata termoelementima željezo — konstantan. Rezultati su dati u tablici 3, za mjerena mjesta prema slici 11.

Na slici 14 prikazan je oscilogram za maksimalnu udarnu struju kratkog spoja od 30,4 kA i trajnu struju kratkog spoja — 1 sek od 15,1 kA za fazu S.

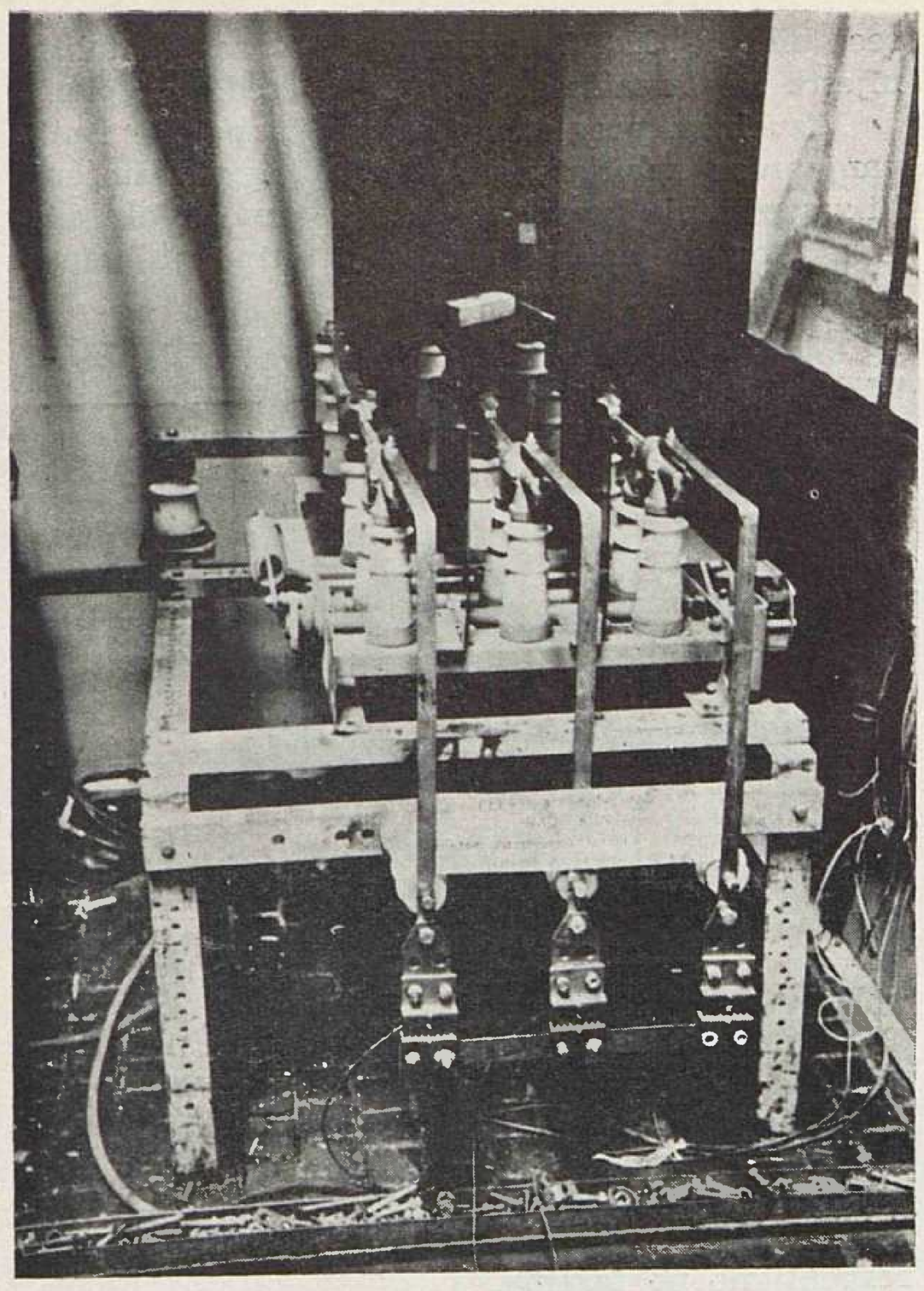
Na slici 15 prikazan je aparat u ispitnoj ćeliji u »Zavodu za velike snage« Elektrotehničkog instituta »Rade Končar« u Zagrebu.

Tablica 2

Broj oscilograma	Struja kA						Vrijeme s
	Termička			Dinamička			
	r	s	t	R	S	T	
781	3,55	4,00	3,38	9,7	9,65	7,7	1,01
782	5,8	6,52	5,3	13,1	11,5	11,75	0,992
783	8,95	10,7	9,2	21,0	19,3	20,6	1,02
785	5,15	5,36	4,9	12,6	12,8	12,7	2,89

Tablica 3

Mjereno nakon oscilograma br.	Termička struja kA	Vrijeme s	Nadtemperatura u C° mjerena na mjestima označenim na skici			
781	4,00	1,01	2,5	1	2,5	2
782	6,52	0,992	8,5	4,5	8,0	5,0
783	10,7	1,02	26,5	13,5	25,5	16,5
784	15,1	1,01	51	31,5	50	33
785	5,36	2,89	20	15	20	14,5



Sl. 15. Aparat na ispitnom postolju u Zavodu za velike snage, Instituta »Rade Končar« u Zagrebu.

Ova ispitivanja bila su eksperimentalni dio istraživanja kojima su prethodila teorijska razmatranja i uvođenje izvjesnih novih postavki i korekture u postojeću teoriju kontakata. Ovo radi toga, jer je klasična teorija kontakata u stacionarnom stanju radovima Holma i Schelschin iscrpno razmatrala i riješila teorijske pojave na kontaktima, dok je oblast pojava na kontaktima pri kratkom spoju nedovoljno teorijski i praktično istražena.

Poznato je naime da za ovo stanje izuzetnih dinamičkih i termičkih naprezanja na provodnim elementima aparata, ne postoji dovoljno egzaktna teorija. Osnovni parametri, kao struja zavarivanja kontakata, granična temperatura itd. određuju se aproksimativnim obrascima, u koje se unose korekcioni koeficijenti prema tipu kontakata. Eksperimentalna istraživanja dugim udarnim strujnim valovima od 2 ms, kao što je poznato u inostranstvu ne daju dovoljno analogna stanja, pa su prema tome iz njih dobijeni rezultati, formule i obrasci samo približni. Jednom riječi, oblast nestacionarnih stanja dinamičkih i termičkih struja kod električnih kontakata u punom je razvoju.

Teorijska predviđanja i novo uvedene postavke u teoriju kao i ova ispitivanja, kao eksperimentalni dio potvrde teorijskih zaključaka, pokazala su mogućnost znatnog pomicanja gornje granice za dinamičke i termičke struje kratkog spoja, odnosno graničnih struja zavarivanja kod električnih kontakata, no što se do sada smatralo u teoriji i praksi.

Poslije ovoga je moguće pored ostalog uvesti i nove obrasce za gornje parametre koji se znatno razlikuju od do sada objavljenih u literaturi.

Ovo je od naročitog interesa za konstruktore visokonaponskih aparata.

Zaključak

Savremeni autopneumatski aparati imaju snagu prekidanja do 30 MVA, a u kombinaciji sa osiguračima do 600 MVA.

Njihovo vrijeme gašenja električnog luka iznosi 10 — 20 ms i to, kako za maloinduktivne struje, tako i za struje kratkog spoja kao i za kapacitivne struje, te se kod ovih posljednjih gašenje luka obavlja praktično bez ponovnih paljenja luka, dakle i bez velikih prenapona.

Izvedenom rekonstrukcijom autopneumatskog aparata povećana je nominalna struja na 400 A i visoko povećana otpornost na trajne i udarne struje kratkog spoja uz zadržavanje visokih karakteristika prekidanja savremenih autopneumatskih aparata. Na ovaj način dobiven je domaći tip autopneumatskog savremenog aparata, izrađenog od domaćeg materijala.

Zbog svojih tehničkih karakteristika, ekonomičnosti i lakog održavanja u pogonu, autopneumatski aparati naročito su pogodni za manja i srednja razvodna postrojenja i trafostanice do 35 kV, kao i za primjenu kod kondenzatorskih postrojenja za poboljšanje faktora snage.

Literatura

1. S. Teschner, E. Maury, M. Perolini: *Surtensions de coupure, moyens de les attenuer et posibilités d'une reglementation des interrupteurs.* CIGRE, Paris 1954. br. 146.
2. M. Laborde, V. Baron, M. Fallou, M. Mascarin et M. Pouard, *Contribution experimentale du centre de recherches de Fontanay a l'etude de certains phenomenes d'interruption. CIGRE, Paris 1954., br. 149.*
3. Pavle Jovanović, *Komore za gašenje luka malouljnih prekidača visokih napona, fizički procesi u njima i izvođenja, II Tehnika, 1959., br. 10, str. 1591—1610.*

Naslov pisca: Doc. Pavle Jovanović, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet, Sarajevo, Nahorevska 6.

STUDIJSKI, LABORATORIJSKI I MJERNI RADOVI INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU U GODINI 1964.

Organizacija i djelovanje

Djelatnost Instituta odvija se u 9 radnih jedinica:

Elektroenergetski sistemi

U radnoj jedinici za studij elektroenergetskih sistema proučava se razvoj konzuma, raspored i karakteristične veličine elektrana, te elektroenergetske podloge za konfiguraciju mreže u sistemu. Pomoću metoda razvijenih u grupi izrađen je niz energetskih bilanca za energetske sisteme u Jugoslaviji. Izrađen je također velik broj studija i elaborata iz područja razvoja potrošnje električne energije, moguće proizvodnje i karakteristike hidroelektrana, odnos hidroenergije i termoenergije u kombiniranom elektroenergetskom sistemu, energetske podloge za proučavanje prijenosnih mreža, eksploatacija elektrana u okviru kombiniranog elektroenergetskog sistema, eksploatacione mogućnosti izrađenih hidroelektrana i sl.

Mreže visokog napona

Radna jedinica za mreže visokog napona rješava problematiku regionalnih prijenosnih mreža 110 kV, superponirane mreže 220 kV, kao i probleme povezivanja sistema i prijenosa električne energije općenito. Razrađivane su metode rješavanja prijenosnih sistema i proučavane karakteristike elemenata mreže.

U okviru rada grupe izrađena su kompleksna rješenja republičkih perspektivnih mreža 110 kV i rješenja konfiguracije perspektivne mreže 220 kV Jugoslavije. Teoretski, računski te pomoću istosmjernog mrežnog analizatora obrađivan je kratki spoj u visokonaponskim mrežama. Mnogo je također rađeno na problemima konstrukcije dalekovoda, problema zaštite, kompenzacije jalove snage, uzemljenja, utjecaja atmosferskih prilika na dalekovode, ekonomike prijenosa električne energije i sl.

Distributivne mreže

Radna jedinica za distributivne mreže bavi se problemima razdjelnih vodova i gradskih mreža do srednjih napona od 30 i 35 kV. Rad grupe bio je usmjeren u tri glavna pravca: planiranje gradskih i većih mjesnih mreža, planiranje i projektiranje republičkih mreža 35 kV i mreža 10 kV za opću elektrifikaciju, te studij tehničkih ekonomskih i drugih problema, vezanih uz razvoj distributivne mreže. Grupa je obradila čitav niz konkretnih osnovnih rješenja za elektrifikaciju širih područja na cijelom teritoriju SR Hrvatske, a posebno se bavila rješenjem gradskih mreža u Zagrebu, Rijeci, Osijeku, Karlovcu, Šibeniku, Puli Zadru i Tuzli, kao i u nekim drugim našim gradovima. Kod rješavanja problema distributivnih mreža grupa se služi istosmjernim analizatorom, koji je izrađen u Institutu. Među ostalim vršena su opsežna ispitivanja mreže grada Skopja.

Termoenergetski sistemi

Jedinica je radila na ključnim termoenergetskim zadacima u elektroprivredi i industriji, rješavajući studijske razvojne zadatke i dajući praktičnu pomoć u unapređenju i vođenju pogona.

Iz područja toplinskih procesa i toplinskog gospodarstva razrađuje se tehnika i ekonomija proizvodnje i potrošnje toplinske energije, proučavaju se toplinski procesi i njihova primjena u zemlji.

Na području toplinskih mjerenja u pogonima utvrđuje se specifični potrošak goriva, tog najvažnijeg mjerila rentabilnosti rada termoelektrana i ostalih energetskih postrojenja, te ispituje kapacitet i sigurnost rada postrojenja i pravilnost vođenja pogona.

Laboratorij za toplinska mjerenja

Laboratorij za toplinska mjerenja bavi se ispitivanjima i baždarenjem svih vrsta mjerila i regulatora temperature, a popravlja i udešava specijalne instrumente. Toplinske izolacije se ispituju u pogonima i u laboratoriju. Ispitivanje vatrostalnog materijala drugi je osnovni rad laboratorija, koji je na tom području proširio svoje djelovanje diljem cijele zemlje. Iz područja prolaza topline vršena su mnogobrojna ispitivanja na raznim postrojenjima, građevinskim objektima te brodskim i kopnenim hladnjačama. Laboratorij je ispitivao i razna toplinsko-tehnička svoj-

stva materijala, kao npr. koeficijente toplinske vodljivosti, specifične topline, rastezanja, temperaturne granice upotrebljivosti i dr.

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

Laboratorij za visoki napon ispituje električnu opremu do 110 kV pomoću udarnog generatora od 800 kV i drugih odgovarajućih uređaja. Svojim preciznim aparaturama laboratorij može ispitivati sve električne izolacione materijale, te ispitivati aparate široke potrošnje niskog napona. Ispitivanje instalacionog materijala također je važan zadatak ovog laboratorija. Laboratorij se bavi i tehničkim preuzimanjem električne opreme i kompletnih postrojenja, daje stručna mišljenja o opremi i materijalu, te savjetuje kod izbora aparata.

Laboratorij za slabu struju i elektroniku

Ovaj laboratorij bavi se problematikom telekomunikacionih veza u elektroprivredi, a osobito u području prijenosa visokim frekvencijama na vodovima visokog napona i spojne tehnike. Laboratorij razmatra i problematiku elektronike za razne potrebe elektroprivrede i industrije. Razvijeni su mnogi uređaji i prototipovi za elektroprivredu, industriju, elektronski uređaj s fotoćelijama za zaštitu od požara i provala, elektronski termoregulator, mali visokofrekventni uređaj za telekomunikacije, tranzistorizirani uređaj kao izvor visokih napona u elektronici i sl. U posljednje vrijeme grupa pristupa razvojnom radu na problematici registracije bioloških napona. Kao rezultat toga rada razvijeni su prvi jugoslavenski elektroencefalografi, koji su izrađeni za niz medicinskih klinika i bolnica u našoj zemlji. Pristupilo se također i razvoju fotostimulatora i bioloskopa.

Ekonomska pitanja elektroprivrede i statistike

Ova se grupa bavi ekonomskom problematikom elektroprivrede. U tom okviru ona obrađuje pitanja suvremenih tarifnih sistema i na tom području već dulji niz godina surađuje sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede na izradi jedinstvenog tarifnog sistema za čitavu zemlju. Predmet posebnih studija bile su i cijene električne energije za izvoz na tržište srednje Evrope. Studijski rad grupe obuhvaća i druga područja ekonomske problematike elektroprivrede, među kojima se ističu problemi racionalizacije opskrbe električnom energijom, normiranje troškova, valorizacija električne energije u energetskim sistemima, zatim prognoziranje ekonomskog razvoja elektroprivrede i drugi. U okviru rada na području elektroprivredne statističke grupe prati razvoj elektroprivrede kod nas i vrši uspoređivanje s razvojem u ostalim zemljama.

Opća energetika

Od početka djelovanja grupa je usmjerila rad na problematiku optimalnog razvoja energetske privrede Jugoslavije i na regionalne energetske probleme u Hrvatskoj. Studira se razvoj potrošnje energije u industriji, saobraćaju, domaćinstvu i komunalnoj djelatnosti, poljoprivredi i ostalim sektorima, i utvrđuje njeno najpovoljnije dugoročno podmirenje, a u odnosu na opći privredni i društveni razvoj zemlje. Osim klasičnih domaćih energetskih izvora razmatra se i ekonomska opravdanost uvoza energije i njezina proizvodnja nuklearnim putem. Od značajnih radova ističu se studije o važnosti uvođenja nuklearne proizvodnje energije, usmjerivanja i predviđanja razvoja cjelokupne energetske privrede Jugoslavije, usmjerivanja i trošenja proizvodnje ugljena, tekućih goriva, zemnog plina i električne energije.

Radne jedinice Instituta služe se u svom radu institutskom bibliotekom koja raspolaže velikim brojem časopisa i knjiga iz svih industrijski razvijenih zemalja. Vodi se i opsežna dokumentacija za čitavo područje elektrotehnike i energetike. U redakciji Instituta izdaje se nadalje časopis »ENERGIJA«, koji obrađuje problematiku cjelokupne energetike i u kojem se između ostalog objavljuju i rezultati rada Instituta.

Osnovu kadra u Institutu čini tehničko osoblje sa slijedećom strukturom u godini 1964.

Inženjeri i diplomirani ekonomisti	27 %
Tehničari, crtači i kvalificirani radnici	43 %
Administrativno i ostalo osoblje	30 %

Ekonomsko-financijsku sliku poslovanja u 1964. možemo sagledati iz slijedećih podataka: Broj službenika zaposlenih u 1964 bio je 91, a ostvareni specifični bruto produkt iznosio je 3,120.000 Din/službeniku.

U Pregledu kratkih sadržaja objavljujemo samo sažetke većeg broja važnijih studijskih, mjernih i razvojnih radova objavljenih u godini 1964.

Pregled kratkih sadržaja

Elektroenergetski sistemi

Moguća proizvodnja hidroelektrane Solakovac
Moguća proizvodnja HE Višegrad i HE Dubravica nakon HE Kokin Brod i HE Buk Bijela
Moguća proizvodnja hidroelektrane Obrovac
Korekcioni faktori za Soču, Dravu, Cetinu, Neretvu, Drinu i Vardar
Vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije
Karakteristike potrošnje električne energije u Jugoslaviji
Rezerve u termoelektranama s obzirom na veličine jedinica u Jugoslaviji
Daljnje energetsko korištenje voda u slivu rijeke Cetine
Kriterij za izbor i redoslijed izgradnje hidroelektrana
Zaštita statorskog namota generatora od spoja s masom
Moguća proizvodnja HE Komarnica i HE Perućica
Moguća proizvodnja HE Tara Morača I i II i HE Andrijevo I i II
Punjenja i pražnjenja akumulacionih bazena hidroelektrana
Elektroenergetske podloge za usporedbu lokacije aluminijske industrije
Elektroenergetski odnosi u sistemu Jugoslavije 1965—1968.
Elektroenergetske podloge za superponiranu mrežu Jugoslavije u 1968.
Prijedlog sistema obračuna energije među proizvodnim poduzećima elektroprivrede

Mreže visokog napona

Opskrba područja Metković — Ploče električnom energijom
Mreža 110 kV SR Hrvatske
Mreža 220 kV Jugoslavije za 1968.
Snabdijevanje Bosanske Krajine električnom energijom
Dobava električne energije području jugoistočno od Zagreba
Utjecaj struja dozemnog spoja na TT-linije kod uzemljenja mreža 30/35 kV preko visokonaponskog otpora
Studija tropolnog kratkog spoja u čvorištima perspektivne mreže 220 kV na području SR Bosne i Hercegovine
Mjerenja konstanata vodova 30/35 kV za priključak otoka Visa
Rad releja tipa L3 wyaS u mreži visokog napona SR Hrvatske

Distributivne mreže

Osnovno rješenje električne mreže grada Slavonskog Broda
Rješenje električne mreže na području Bulevara I u Tuzli
Rješenje električne mreže na području Solane u Tuzli
Osnovno rješenje električne mreže grada Virovitice

Termoenergetski sistemi

Problemi zamrzavanja ugljena za vrijeme željezničkog transporta
Problemi transporta ugljena u termoelektranama
Studija o ponašanju ugljena pod raznim vanjskim uslovima
Studija o minimalnim opterećenjima i kratkotrajnim obustavama u termoelektranama SR Bosne i Hercegovine
Studija o trenutnim ispadima u Termoelektrani Kakanj
Primopredajna ispitivanja
Razni radovi

Laboratorij za toplinska mjerenja

Racionalnost primjene električnog grijanja prostorija na teritoriju SR Hrvatske sa stanovišta elektroprivrede
Domaće elektroakumulacione peći i proizvodnja električne energije (II dio, ispitivanja)
Studija rješenja toplinskih izolacija unutar brodskih reaktora
Ispitivanje hladnjače za brodski teret na m/b »Sennar« i m/b »Erkowvit«
Ispitivanje hladnjače za brodski teret na m/b »Sennar«
Elaborat o toplinskom ispitivanju toplinskih i akustičkih osobina zgrade i elemenata
Mjerenja i atesti

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

Uređaj za ispitivanje releja
Ispitivanje elektrotehničke opreme
Ispitivanje za znak kvalitete
Ispitivanje mjernih instrumenata, uređaja, releja i transformatora
Ispitivanje odvodnika prenapona
Ispitivanje izolatora, kabela, izolacionih i instalacionih materijala
Ispitivanja i mjerenja na električnim postrojenjima pruge Novska — Zagreb
Mjerenje napona koraka i dodirnog napona
Uređaj za ispitivanje kabela
Mogućnost upotrebe istih odvodnih prenapona za mreže nazivnog napona 30 i 35 kV

Laboratorij za slabu struju i elektroniku

Razvoj novog tipa elektroencefalografa
Razvoj bioloskopa
Razvoj uređaja za dojavu zaleđivanja dalekovoda

Ekonomska pitanja elektroprivrede i statistika

Ekonomska problematika opskrbe toplinom iz Toplane Ljubljana

Opća energetika

Električna energija u energetskoj privredi Jugoslavije
Optimalni razvoj elektrane Zagreb - zapad
Katastar ugljena Jugoslavije za elektroprivredu
Energetska bilanca i usmjeravanje energetske privrede SR Hrvatske

Izdavačka djelatnost Instituta

Moguća proizvodnja HE Solakovac

(Uz korištenje uzvodnih akumulacija Jablanice i Rame po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana)

Narudžba Hidroelektrana na Neretvi, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i Juraj Keglević, dipl. ing.; dovršeno u siječnju 1964.

U elaboratu je izvršena obrada HE Jablanica nakon izgradnje HE Rama uz korištenje akumulacija prema kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana. Na taj način dobiveni regulirani protoci HE Jablanica služili su kao podloga za obradu HE Solakovac.

Opseg: 15 strana s tablicama, 10 slika.

Moguća proizvodnja HE Višegrad i HE Dubravica nakon HE Kokin Brod i HE Buk Bijela (330 m/sek)

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u ožujku 1964.

Obrada HE Višegrad i HE Dubravica nakon HE Kokin Brod i izgradnja HE Buk Bijela sa instaliranim protokom od 330 m³/sek, izvršena je uz korištenje akumulacija prema kriteriju Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Opseg: 15 strana s tablicama, 10 slika.

Moguća proizvodnja HE Obrovac

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u siječnju 1964.

Na temelju protoka vodotoka Otuče, Krivaka, Ričice i Opsenice izrađena je moguća proizvodnja HE Obrovac uz korištenje akumulacije prema kriteriju Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Opseg: 10 strana s tablicama, 6 slika.

Korekcioni faktori za Soču, Dravu, Cetinu, Neretvu, Drinu i Vardar

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar; dovršeno u veljači 1964.

Na osnovu eleborata »Korekcioni faktori za određivanje iskoristivih protoka na osnovu srednjih mjesečnih protoka« izrađenog u ovom Institutu, određeni su korekcioni faktori za Soču, Dravu, Cetinu, Neretvu i Vardar i to za jedan profil, dok je za Drinu izvršena obrada za dva profila.

Opseg: 200 strana s tablicama, 80 slika.

Vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u travnju 1964.

Obrađena je metoda određivanja vrijednosti gubitaka u elektroenergetskom sistemu. Za pokrivanje gubitaka potrebno je povećati instaliranu snagu u termoelektranama radi pokrića povećane potrošnje u kritičnom razdoblju, a isto tako je potrebno povećati proizvodnju termoelektrana tokom godine. Poznavajući utjecaj gubitaka, mogu se odrediti troškovi koje izazivaju gubici, a prema tome i vrijednost gubitaka.

Opseg 50 strana i 22 slike.

Karakteristike potrošnje električne energije u Jugoslaviji

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i Juraj Keglević, dipl. ing.; dovršeno u studenom 1964.

Svrha elaborata je da posluži kao podloga za predviđanja karakteristika potrošnje u budućnosti, jer je poznavanje karakteristika potrošnje neophodno kod analize prilika u elektroenergetskom sistemu. Karakteristike potrošnje određene su za konzum bez konstantnih potrošača. U elaboratu je određena sezonska oscilacija potrošnje električne energije kao utjecaj porasta potrošnje tokom godine. Osim toga određene su oscilacije i tendencije promjene faktora opterećenja u radnom danu i udjela varijabilne energije u ukupnoj dnevnoj potrošnji, kao i oscilacije veličina + i —, pomoću kojih se vrši aproksimacija dijagrama opterećenja s tri pravca.

Opseg: 175 strana s tablicama, 55 slika.

Rezerve u termoelektranama s obzirom na veličine jedinica u Jugoslaviji

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Jerko Jerić, dipl. ing.; dovršeno u siječnju 1964.

U elaboratu su obrađene osnovne postavke elektroenergetskog sistema, zatim pogonska sigurnost u elektranama Bernoulli i Poisson, te su iznijete osnovne teorije vjerojatnosti u vezi sa potrebama u elektroenergetskom sistemu. Obrađen je problem frekvence u sistemu kao i prosječno trajanje kvara. Na kraju elaborata autor je dobivene rezultate primijenio na jugoslavenski elektroenergetski sistem.

Opseg: 50 strana s tablicama, 20 slika.

Daljnje energetsko korištenje voda u slivu rijeke Cetine

Narudžba Hidroelektrana na Cetini, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar; dovršeno u svibnju 1964.

U elaboratu obrađeno je današnje stanje izgradnje u slivu Cetine, te daljnja izgradnja, koja je promatrana u dvije alternative. Prva, izgrađuje se akumulaciona HE Orlovac, ali bez povećanja instalirane snage HE Split, i druga, izgrađuje se akumulaciona HE Orlovac i udvostručuje se instalirana snaga HE Split. U obje varijante pretpostavljena je izgradnja HE Đale. Obrada je izvršena za 30. godišnje razdoblje i po kriteriju Jugoslavenske investicione banke.

Opseg: 40 strana s tablicama, 4 slike.

Kriteriji za izbor i redoslijed izgradnje hidroelektrana

Narudžba Jugoslavenske investicione banke, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar; dovršeno u lipnju 1964.

Opći elementi i kriteriji za određivanje energetske vrijednosti hidroelektrana uzevši u obzir sve njihove karakteristike (instalirana snaga, raspored protoka, postojanje akumulacije), kao i njihov redoslijed izgradnje, obrađeni su

u studiji. Osim toga u studiji su postavljeni kriteriji za određivanje optimalnog odnosa hidroelektrana i termoelektrana u sistemu. Isto tako je u studiji određen najpovoljniji moment stavljanja u pogon nove hidroelektrane.

Opseg: 70 strana, 40 slika.

Zaštita statorskog namota generatora od spoja s masom

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Josip Vuletić, dipl. ing.; dovršeno u listopadu 1964.

Ovaj elaborat obuhvaća statorsku zaštitu generatora u bloku s otcjepom i bez otcjepa za vlastitu potrošnju, te generatora u paralelnom radu na sabirnice. Za karakteristične konkretne slučajeve proveden je analitički i vektorski prikaz stanja i napona za vrijeme kvara metodom simetričnih komponenata.

Opseg: 47 strana, 65 slika.

Moguća proizvodnja HE Komarnica i HE Perućica

(Kriterij Jugoslavenske investicione banke)

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Crne Gore, autor Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u srpnju 1964.

Obrada HE Komarnica i HE Perućica izvršena je uz korištenje akumulacija prema kriteriju Jugoslavenske investicione banke, a koji se sastoji u tome, da su kao kritični mjeseci odabrani siječanj, veljača, druga polovina srpnja, kolovoz, rujan i prva polovica listopada.

Opseg: 15 strana s tablicama, 2 slike.

Moguća proizvodnja HE Tara—Morača I i II i HE Andrijevo I i II

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Crne Gore, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar; dovršeno u srpnju 1964.

Obrada moguće proizvodnje HE Andrijevo I, te obrada HE Tara-Morača I kao i HE Andrijevo II nakon HE Tara-Morača I, zatim obrada moguće proizvodnje HE Tara-Morača II i HE Andrijevo II nakon HE Tara-Morača II izvršena je uz korištenje akumulacija prema kriteriju Jugoslavenske investicione banke.

Opseg: 30 strana s tablicama, 6 slika.

Punjenje i pražnjenje akumulacionih bazena hidroelektrana

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i Juraj Keglević dipl. ing., dovršeno u ožujku 1964.

Elaborat se sastoji iz četiri poglavlja, od kojih se u prvome prikazuje poželjno stanje u akumulacionom bazenu, ako se vrši izravnanje proizvodnje termoelektrana. U drugom poglavlju nakon prikaza načina preračunavanja poželjnih procenata energije u akumulacionim bazenima sa promjenljivim padom u poželjne procente volumena, date su upute za praktičnu primjenu kriterija za izravnanje proizvodnje termoelektrana.

Poznavajući maksimalno potrebni volumen akumulacije za godišnje izravnanje, može se iz raspoložive akumulacije odrediti iznos akumulacije, koji stoji na raspolaganju za višegodišnje korištenje (dodatni akumulacioni bazen) a mogućnosti tog korištenja obrađene su u trećem poglavlju, dok su u četvrtom poglavlju prikazani rezultati analize korištenja akumulacija na opisani način.

Opseg: 110 strana s tablicama, 50 slika.

Elektroenergetske podloge za usporedbu lokacije aluminijske industrije

Narudžba Instituta za lake metale, Zagreb, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar i Boris Markovčić, dipl. ing., dovršeno u listopadu 1964.

Razrađene su podloge, koje omogućuju određivanje potrebne izgradnje električne energije mreža u ovisnosti o lokaciji aluminijske industrije. U studiji su promatrana četiri čvorišta (Split, Mostar, Dubrovnik i Titograd) u kojima je skoncentrirana sva potrošnja i proizvodnja.

Opseg: 40 strana s tablicama, 17 slika.

Elektroenergetski odnosi u sistemu Jugoslavije

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autori prof dr ing. Hrvoje Požar i Božo Udovičić dipl. ing., dovršeno u prosincu 1964.

Na osnovu podataka o razvoju konzuma za period 1965 — 1968 godine i na osnovu predviđenih ulazaka u pogon izvora električne energije koji se nalaze u gradnji, izvršena je obrada elektroenergetskih prilika u sistemu Jugoslavije za svaku godinu promatranog perioda. Elaborat se sastoji iz pet knjiga, od kojih je u četiri izvršena obrada prilika po godinama, a u petoj knjizi izvršena analiza rezultata i dan rezime.

Opseg: 490 strana s tablicama, 90 slika.

Elektroenergetske podloge za superponiranu mrežu Jugoslavije u 1968. godini

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u listopadu 1964.

Obrada podloga za superponiranu mrežu izvršena je prema metodama razrađenim u ovom Institutu. Na osnovu podataka o konzumu i rokova ulazaka u pogon novih objekata izvršena je obrada podloga za superponiranu mrežu Jugoslavije u 1968. god. Obrada je izvršena za određeni broj područja, a termoelektrane su za veća područja, osim što su angažirane po ekonomičnosti, angažirane prema potrebama područja, kako bi se ustanovila najmanja mogućnost prenosa.

Opseg: 90 strana s tablicama, 31 slika.

Prijedlog sistema obračuna energije među proizvodnim poduzećima elektroprivrede

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar; dovršeno u prosincu 1964.

Predloženi sistem obračuna zasniva se na troškovima proizvodnje i on nije vezan za određene pretpostavke o razgraničenju poduzeća. On se može primijeniti za svako poduzeće bez obzira da li se područje poduzeća pokriva sa teritorijem republike ili ne.

Opseg: 60 strana s tablicama.

Opskrba područja Metković — Ploče električnom energijom

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Boris Markovčić, dipl. ing., dovršeno u srpnju 1964.

U području ušća Neretve danas, doduše, nema velike potrošnje, ali je predvidivi razvoj potrošača takav, da je trebalo izraditi plan razvoja mreže 110 kV i stanice 110/35 kV za to područje. Učinjena je detaljna analiza potreba luke Ploče, poljoprivrednog kombinata, industrije i monofazne mreže. Uvaživši današnje stanje mreže 110 kV, predviđeno je rješenje snabdijevanja električnom energijom u etapnom razvoju, nakon analize nekoliko alternativa.

Opseg: 17 strana, 14 tablica, 5 slika.

Mreža 110 kV SR Hrvatske

(Aktualizacija 1964)

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Boris Markovčić, dipl. ing., dovršeno u rujnu 1964.

I ove je godine obrađena mreža 110 kV Hrvatske kao stalan rad Instituta. Način obrade bio je prilično sličan kao i prijašnjih godina. Najprije je sređeno ostvarenje u vezi energije i snage u 1963, a zatim su na temelju analize ostvarenja izvršena predviđanja za perspektivu do 1970. godine.

Kao konačni rezultat rada utvrđena su opterećenja stanica 110/35 kV i predviđeni odgovarajući radovi.

Opseg: 57 strana, 61 tablica, 32 slike.

Mreža 220 kV Jugoslavije za 1968 godinu

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autori studije dipl. ing. Boris Markovčić, dr ing. Marijan Plaper, dr ing. Slobodan Despotović; dovršeno u prosincu 1964.

Obrada perspektivne superponirane mreže Jugoslavije već je postao stalan zadatak triju jugoslavenskih instituta.

Na temelju elektroenergetskih podloga, izrađenih u Institutu u Zagrebu, razrađena je perspektivna mreža Jugoslavije za 1968. godinu.

Studija predstavlja zajednički rad Instituta u Zagrebu, Beogradu i Ljubljani.

Najprije su utvrđeni izvjesni principi razrade mreže, a zatim su utvrđena pogonska stanja i opterećenja čvornih tačaka. Razdioba opterećenja i naponske prilike provjeravane su na mrežnom analizatoru, uzimajući u obzir odabrana pogonska stanja u zdravoj mreži i u mreži u kvaru. Analizom rezultata dobiven je konačni prijedlog mreže za 1968. godinu.

Opseg: 2 dijela, 118 strana, 52 stablice, 82 slike.

Snabdijevanje Bosanske Krajine električnom energijom

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Bosne i Heregovine, autor Boris Markovčić, dipl. ing. dovršeno u ožujku 1964.

Budući da se u cijelom području Bosanske Krajine neće graditi u bližoj budućnosti neki veći elektroenergetski izvori, a i mreža 110 kV nije razvijena, trebalo je riješiti najpogodniji način snabdijevanja tog područja električnom energijom.

Nakon utvrđenog postojećeg stanja i analize razvoja konzuma, promatrane su u varijantama potrebne etape izgradnje mreže 110 kV, tj. vodova i transformacija 110/35 kV. Kod toga je također uvažen plan razvoja 35 kV i 110 kV mreže susjednih područja, kako bi se predvidjele veze koje neće tražiti pretjerana ulaganja, a podići će sigurnost pogona.

Kao konačni rezultat razmatranja i analize dan je prijedlog etapne izgradnje mreže 110 kV na području Bosanske Krajine.

Opseg: 39 strana, 12 tablica, 12 slika.

Dobava električne energije području jugoistočno od Zagreba

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Boris Markovčić, dipl. ing, dovršeno u svibnju 1964.

Veliko proširenje željezare i rafinerije nafte u Sisku, priključak elektrovučnih željezničkih stanica monofaznog sistema, izgradnja tvornice dušika u Kutini i na koncu porast opće potrošnje tražili su da se riješi dobava električne energije ovom jakom industrijskom području.

Na temelju detaljne analize potreba i razvoja velikih potrošača i opće potrošnje, dano je rješenje dobave električne energije putem vodova 110 kV u zdravoj mreži i mreži u kvaru.

Opseg: 26 strana, 14 tablica, 11 slika.

Utjecaj struja dozemnog spoja na TT-linije kod uzemljenja mreža 30 (35) kV preko niskonaponskog otpora

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Miroslav Jung, dipl. ing., dovršeno u ožujku 1964.

U elaboratu je najprije naveden općeniti prikaz pojedinih vrsta uzemljenja zvjezdišta mreža visokog napona, kao i načina njihove izvedbe, u svjetlu domaćih i inozemnih propisa. Također, izvršena je i usporedba osnovnih svojstava pojedinih vrsta uzemljenja. Potom su navedene osnovne karakteristike naših distributivnih mreža, odlučne za proračun utjecaja nesimetričnih struja u nadzemnim vodovima na TT-linije, te je dan prikaz graničnih iznosa struja kratkog spoja u spomenutim mrežama. Konačno, na temelju spomenutih podataka izvršen je i proračun utjecaja struja jednopolnog kratkog spoja na TT-linije kod različitih iznosa rezistencije uzemljenja. Rezultati su prikazani grafički i tabelarno.

Zaključno, elaborat preporuča, da se kod korištenja rezistentnog uzemljenja zvjezdišta naših distributivnih mreža upotrebe metalni otpornici, čiji iznos rezistencije treba izabrati u granicama između 60 i 100 oma.

Opseg: 71 strana, 17 tablica, 22 slike.

Studija tropolnog kratkog spoja u čvorištima perspektivne mreže 220 kV na području SR Bosne i Hercegovine

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Bosne i Hercegovine, autor Miroslav Jung, dipl. ing., dovršeno u svibnju 1964.

Studija prikazuje rezultate proračuna maksimalnih iznosa početnih i prelaznih struja te minimalnih iznosa trajnih struja tropolnog kratkog spoja u čvorištima mreže 220 kV na području SR Bosne i Hercegovine. Proračuni su

provedeni pomoću istosmjernog analizatora, a rezultati su dani za tri različita stanja uvrštenja generatorskih kapaciteta kod dvije varijante povezanosti mreža 110 i 220 kV u termoelektranama Kakanj i Tuzla. Rezultati su dani po udjelima svih grana u svakom čvorištu, za sve kombinacije trajanja kvara, uvrštenja generatorskih kapaciteta i povezanosti mreža 110 i 220 kV.

Opseg: 8 strana, 10 tablica, 14 slika.

Mjerenje konstanata vodova 30 (35) kV za priključak otoka Visa

Narudžba Elektrodalmacije — Split, autor Miroslav Jung, dipl. ing. dovršeno u studenom 1964.

Nakon završetka izgradnje zračno-kabelske veze Starigrad — Hvar — Vrelo Točilo — Stenjalo — Vis, izvršena su mjerenja električnih konstanata izvedenih objekata, te elaborat sadrži rezultate obavljenih mjerenja. Najinteresantniju osobitost ovoga rada predstavlja utvrđivanje konstanata triju jednožilnih kabela položenih u viškom kanalu između KK Velo Točilo i KK Stenjalo, u dužini od oko 20 km i na razmaku od oko 300 m.

Opseg: 4 strane teksta, 49 strana proračuna, 2 tablice.

Rad releja tipa L3wyaS u mreži visokog napona SR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Željko Zlatar, dipl. ing., suradnik Antun Šaler; dovršeno u prosincu 1964.

U prvom dijelu elaborata dan je matematski izvod krivulja mjesta usmjerenog mjernog releja CM za jednopolni, dvopolni i tropolni kratki spoj na strani voda i na strani sabirnica pomoću simetričnih komponenti. Krivulje mjesta su kružnice koje prema vrsti kvara i utjecaju impedancije generatora jednom prolaze a drugi put ne prolaze kroz ishodište koordinatnog sustava. Jednadžbe kružnica su dane u simboličkom obliku, pa je za konstrukciju kružnica primijenjena inverzija pravca.

U drugom dijelu elaborata prikazan je način snimanja krivulja mjesta distantnog releja L3wyaS. Snimljene su krivulje mjesta za I, II i III stepen distantnog releja L3wyaS za tropolni kratki spoj i jednopolni kratki spoj (zanemaren utjecaj impedancije generatora); kod snimanja krivulja mjesta za tropolni kratki spoj snimljena je i mrtva zona releja.

Opseg: 39 strana, 21 tablica, 27 slika.

Distributivne mreže

Osnovno rješenje električne mreže grada Slavonskog Broda

Narudžba Elektroslavonije — Osijek, autor Ivan Janić, dipl. ing., dovršeno u ožujku 1964.

Dano je idejno rješenje električne mreže grada Slav. Broda.

Kao osnova za izradu elaborata služila je nadopunjena Idejna regulaciona osnova Generalnog urbanističkog plana Slavonskog Broda, što ga je izradio »Projektbiro« — Beograd, 1960.

U elaboratu je najprije provedena analiza dosadašnjeg razvoja električne mreže i konzuma, te je prikazano sadašnje stanje električne mreže i izvora električne energije.

Nakon osvrta na Idejnu regulacionu osnovu Generalnog urbanističkog plana, provedena je analiza perspektivnog konzuma za period 1963 do 1993 godine, tj. za period od idućih 30 godina.

Nakon toga dano je rješenje buduće električne mreže, a ujedno je dana ocjena naponskih prilika i proračun jalovih snaga u gradskoj mreži Slavonskog Broda.

Također je dan proračun kratkog spoja i prikazana etapna izgradnja mreže.

Na kraju elaborata je dan i aproksimativni troškovnik izgradnje perspektivne visokonaponske mreže.

Opseg: 128 strana, 27 tablica, 27 slika.

Rješenje električne mreže na području Bulevara I u Tuzli

Narudžba Električnog poduzeća Tuzla, Tuzla — — Kreka, autor Dragan Borojević dipl. ing., dovršeno u listopadu 1964.

U elaboratu je razrađena mreža 10 kV i niskog napona na novoplaniranom gradskom području u Tuzli, koje je nazvano Bulevar I.

Bulevar I je dio područja Gradine, koje je ranije u cjelini bilo urbanistički razrađeno, a kasnije dijelom i izgrađeno.

Na osnovu ranijih urbanističkih koncepcija je također bila razrađena, a u izgrađenom dijelu izvedena i distributivna mreža; (ranije rješenje je također dao Institut za elektroprivredu, Zagreb).

Međutim, prema novim urbanističkim koncepcijama Bulevar I će biti formiran sadržajno i veličinski drugačije nego što je bilo ranije zamišljeno, pa je bilo nužno da se izradi novo rješenje električne mreže.

U ovom rješenju je dan osvrt na mrežu 10 kV u kojem su određeni: potreban broj novih TS 10/0,4 kV, njihove lokacije, uloga i uklapanje u mrežu 10 kV.

Zatim je dano detaljno rješenje niskonaponske mreže u kome su definirane kabelske trase, presjeci kabelskih vodova i načini priključka pojedinih objekata.

Na kraju su dane mogućnosti etapne izgradnje te aproksimativni troškovi za novopredviđeni dio mreže.

Ovaj rad je dio općeg rješenja perspektivne mreže Tuzle u kome će biti detaljnije obrađene i dokumentirane energetske osnove i opće koncepcije razvoja mreže.

Opseg: 28 strana, 2 tablice, 4 slike.

Rješenje električne mreže na području Solane u Tuzli

Narudžba Električnog poduzeća Tuzla, Tuzla — — Kreka, autor Dragan Borojević dipl. ing.; dovršeno u studenom 1964.

Grad Tuzla se u pogledu planiranja izgradnje nalazi u posebnoj situaciji. Urbanistički plan za grad kao cjelinu nije još razrađen, a potrebe i pored toga zahtijevaju da se tempo stambene izgradnje održi i dalje nastavi. Zato urbanisti iznalaze i razrađuju manja gradska područja na kojima će se odmah pristupiti izgradnji objekata. Ovako razrađena manja područja će se uzeti u obzir, odnosno uklopiti u generalni plan razvoja Tuzle, koji će biti razrađen kasnije.

Ovoj situaciji se moralo prilagoditi i kod rješavanja električne mreže, jer urbanistički plan služi kao osnova za razradu mreže.

Područje Solane je jedan manji dio Tuzle razrađen na navedeni način. U okviru perspektivne mreže u ovom rješenju je najprije dan osvrt na mrežu 10 kV u kojem su određeni: potreban broj TS 10/0,4 kV, njihova veličina, lokacije, uloge i način povezivanja u mreži 10 kV. S obzirom na lokacije stanica dane su dvije varijante mreže (sa stanicama u zgradama i sa stanicama na otvorenom).

Nakon toga je dano detaljno rješenje niskonaponske mreže sa određenim presjecima kabelskih vodova, kabelskim trasama i načinima priključka objekata.

Na kraju su dane mogućnosti elastičnog razvoja mreže, te aproksimativni troškovi.

Ovo rješenje je dio općeg rješenja perspektivne mreže Tuzle, koje će biti šire razmatrano kasnije.

Opseg: 26 strana, 2 tablice, 6 slika.

Osnovno rješenje električne mreže grada Virovitice

Narudžba Narodnog odbora općine Virovitica, autor Dragan Borojević, dipl. ing.; dovršeno u ožujku 1964.

Elaborat obrađuje energetske i tehničke smjernice za budući razvoj gradske električne mreže u Virovitici.

Kao podloga za obradu je služio urbanistički plan razvoja grada, koji je razrađen za tridesetgodišnju perspektivu.

U elaboratu su najprije ocijenjene karakteristike dosadašnjeg razvoja i postojećeg stanja mreže i konzuma.

Nakon toga su prognozirani veličina i tok razvoja perspektivnog konzuma. Analize su pokazale da napajanje grada treba dimenzionirati za oko 15 . . . 18 MW, odnosno ako se uzme u obzir i gravitirajući seoski konzum za oko 18 . . . 21 MW.

Na osnovu procijenjene veličine i predviđene raspodjele konzuma dano je rješenje mreže 35 kV. Predloženo je da se područje grada u konačnoj fazi napaja iz tri TS 35/10 kV veličine 2 × 2,5 MVA i 3 × 4 MVA.

Perspektivna mreža 10 kV je predviđena kao radijalna s potrebnim brojem rezervnih veza za sigurnost pogona. U njoj je predviđen jedinični presjek kabela od 70 mm² Cu. TS 10/0,4 kV su predviđene sa transformatorima snage 400 kVA.

Posebno je dan i kratki osvrt na mrežu niskog napona, te najosnovnije smjernice za njen dalji razvoj.

Na kraju su dane mogućnosti etapnog razvoja mreže ovisno o razvoju konzuma, a navedeni su i aproksimativni troškovi njene izgradnje.

Opseg: 86 strana, 7 priloga, 13 tablica, 25 slika.

Termoenergetski sistemi

Problemi zamrzavanja ugljena za vrijeme željezničkog transporta

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Jakob Lucati, dipl. ing.; dovršeno u prosincu 1964.

Problem zamrzavanja ugljena za vrijeme transporta stvara velike poteškoće pri zimskom snabdijevanju termoelektrana. Iskustva stečena pri otklanjanju ovih poteškoća, kako dobra, tako i loša, nisu prenošena dovoljno organizirano s jednog objekta na drugi. Da se doprinese organiziranijem rješenju ovog problema, izrađena je ova studija, u kojoj je obrađeno:

- Razmatranje poteškoća koje se pojavljuju
- Studija iskustva iz drugih zemalja
- Mogućnosti primjene kod nas i izbor tehničkih rješenja.

Opseg: 40 strana, 10 slika.

Problemi transporta ugljena u termoelektranama

(Lijepljenje ugljena)

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Jakob Lucati, dipl. ing.; dovršeno u prosincu 1964.

Problemi, koji se pojavljuju u termoelektranama koje upotrebljavaju lignitne ili manje vrijedne ugljene, postaju sve ozbiljniji prijelazom na jedinice veće snage. Poteškoće nastupaju uslijed lijepljenja i zapinjanja ugljena na transportnim putevima, što dovodi do poremećaja u kontinuitetu opskrbe kotlova ugljenom.

U ovoj studiji date su teoretske osnove i praktična iskustva za rješavanje ovih problema stečena u drugim zemljama, te kod nas, naročito na primjeru TE—TO Zagreb.

Opseg: 30 strana, 25 slika.

Studija o ponašanju ugljena pod raznim vanjskim uslovima

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Jakob Lucati, dipl. ing. sa suradnicima, dovršeno u prosincu 1964.

Da bi se dobio bliži uvid u promjene, koje nastaju u strukturi i ogrjevnoj vrijednosti prilikom uskladištenja ugljena izvršen je niz ispitivanja tih promjena pod različitim uvjetima skladištenja. Promatrani su razni asortimani ugljena Kreka, Konjščina i Velenje na otvorenim skladištima, natkrivenim skladištima, skladištenje u vodi, te ponašanje ugljena pri forsiranom postupku čestih močenja i sušenja.

Opseg: 30 strana, 4 slike.

Studija o minimalnim opterećenjima i kratkotrajnim obustavama u TE SR BiH

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Bosne i Hercegovine, autori Jakob Lucati, dipl. ing. i Zdenko Selanec, dipl. ing., dovršeno u listopadu 1964.

Ova studija izrađena je u dva dijela. Prvi dio obrađuje s općeg stanovišta probleme minimalnih opterećenja i noćnih obustava. Ova problematika razmatrana je s konstruktivno-tehničkog, pogonskog i ekonomskog aspekta. Nadalje su iznesena iskustva i rezultati postignuti u drugim zemljama.

Drugi dio obrađuje ovu problematiku primijenjenu na konkretne objekte u SR BiH i to za TE Kakanj i TE Zenica.

Opseg: 110 strana, 12 slika.

Studija o trenutnim ispadima u TE Kakanj

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Bosne i Hercegovine; autori Jakob Lucati, dipl. ing., Hrvoje Brkić, dipl. ing. i Zdenko Selanec, dipl. ing., dovršeno u studenom 1964.

U TE Kakanj postoji akutan problem gubitka kondenzata pri trenutnim ispadima pojedinih blokova, a naročito cijele elektrane. Posljedica toga su dugi prekidi i otežano ponovno upuštanje uzrokovano neimanjem dovoljnih količina napojne vode. Ova pojava je veoma štetna, jer dovodi do nesposobnosti za elastično raspolaganje sa kapacitetom obično u najnepovoljnijim prilikama u sistemu.

Da bi se tome pomoglo, povjerila je Zajednica elektroprivrednih poduzeća BiH Institutu zadatak iznalaženja i predlaganja rješenja, koja bi mogla zadovoljiti opravdane investicije i prihvatljive rekonstrukcije.

Opseg: 54 strane, 17 slika.

Primopredaja ispitivanja

Narudžbe raznih industrijskih poduzeća; dovršeno tokom 1964.

Po narudžbi raznih industrijskih poduzeća i tvornica izvršen je niz primopredajnih ispitivanja toplinske i industrijske opreme. Tako su vršena primopredajna ispitivanja kotlova u Željezari Vareš, Fabrici papira Ivangrad, Šećerani Peć, TE Tuzla, Fabrici »Sloboda«, Čačak, Tvornici papira Rijeka, Tvornici papira Plaški, »Segestici«, Sisak i drugima. Ispitivanje turbina vršeno je u TE Tuzla, Tvornici papira Rijeka, Šećerani Senta, brodu Split i drugima.

Nadalje su vršena primopredajna ispitivanja cijelog termičkog kompleksa broda objekt 181, primopredajna ispitivanja kompresora u RTB Bor, te primopredajna ispitivanja uređaja za pripremu napojne vode.

Za sva primopredajna ispitivanja, osim potrebnih mjerenja na raznim objektima izrađen je odgovarajući obračun i tehnički izvještaj.

Razni radovi

Po narudžbi industrijskih poduzeća i tvornica vršen je niz ispitivanja i intervencija u svrhu poboljšanja rada postrojenja i uklanjanja eventualnih manjkavosti, te ukazivanje pomoći kod rješavanja raznih energetskih problema i zadataka.

Nadalje su obavljena razna mjerenja i ispitivanja, vršene potrebne analize, baždareni pogonski instrumenti i slično u industrijskim i elektroprivrednim poduzećima.

Isto tako su vršene konzultacije i ekspertize o raznim termoenergetskim problemima na zahtjev elektroprivrednih i industrijskih poduzeća.

Laboratorij za toplinska mjerenja

Racionalnost primjene električnog grijanja prostorija na teritoriju SR Hrvatske sa stanovišta elektroprivrede

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Božidar Filipović, dipl. ing.; dovršeno u travnju 1964.

Obrađene su prednosti i ekonomičnost električnog grijanja prostorija pomoću akumulacionih peći nabijenih toplinom tokom noći, što je za elektroprivredne stručne krugove postalo naročito interesantno, kada se je ukazalo da se ispunjenje noćnih dolina sa električnim bojlerima ne da u dovoljnoj mjeri postići. Naročita pažnja posvećena je tehnici grijanja prostorija, kako bi se onim zahtjevima, koji se općenito stavljaju na grijanje prostorija, moglo što bolje prilagoditi.

Opseg: 312 strana, 25 tablica, 26 slika.

Domaće elektrokomunikacione peći i proizvodnja električne energije

(II dio — Ispitivanja)

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Fedor Šprung, dipl. ing. i Emica Hohnjec, dovršeno u travnju 1964.

U elaboratu su obrađena komparativna ispitivanja elektroakumulacionih peći sa različitim odnosima akumulacione jezgre i izolacionog plašta. Sve akumulacione peći su ispitivane pod istim uvjetima i sa više programa rada, kako bi se dobio najpogodniji režim rada, faktor tromosti peći i jednolikosti odavanja peći, a prema zahtjevima koji su postavljeni u prvom dijelu ovog elaborata.

Opseg: 216 strana, 12 tablica, 36 slika.

Studija rješenja toplinskih izolacija unutar izvedenih reaktora

Narudžba Savezne komisije za nuklearnu energiju, Beograd, autor Fedor Šprung, dipl. ing., dovršeno u svibnju 1964.

Razmatrane su izvedbe toplinskih izolacija sa metalnim folijama na dosadašnjim reaktorima, kao i izvedbe drugih vrsta izolacija reaktora, kako bi se upoznala i druga rješenja i iskoristili podaci do kojih se je moglo doći. Naročito je korištena literatura o toplinskom štitu, jer taj je element reaktora građen od materijala koji dolazi u obzir za toplinsku izolaciju.

Opseg: 96 strana, 12 tablica.

Ispitivanje hladnjače za brodski teret na M/B »SENNAR« i M/B »ERKOWIT«

Narudžba Uljanika — Pula, autor Vladimir Debogović, dipl. ing., dovršeno u kolovozu 1964.

U elaboratima su obrađena ispitivanja hladnjače za brodski teret na motornim brodovima »Sennar« i »Erkowit«. Ova ispitivanja rađena su po propisima društva »Lloyd's Register of Shipping«. Na temelju ispitivanja i rezultata obrađenih u ovim elaboratima hladnjače na oba ova broda dobile su najvišu klasu.

Opseg: 63 strane, 18 tablica, 19 slika.

Ispitivanje hladnjače za brodski teret na M/B »LJUBLJANA«

Narudžba Uljanik — Pula, autor Fedor Šprung, dipl. ing. i Emica Hohnjec; dovršeno u prosincu 1964.

Elaborat obuhvaća opis hladnjače na motornom brodu »Ljubljana«, rezultate baždarenja opreme, opis metoda baždarenja, opis rashladnog pokusa, tok i rezultate, te komentar. Ispitivanja su vršena po propisima društva »Bureau Veritas« i na temelju ispitivanja i rezultata obrađenih u ovom elaboratu hladnjača je dobila najvišu klasu.

Opseg: 92 strane, 15 tablica, 9 slika.

Elaborati o toplinskom ispitivanju toplinskih i akustičkih osobina zgrade i elemenata

Narudžbe raznih interesenata, autor Kurt Sonns.

Izrađeno je 8 elaborata.

Mjerenja i atesti

Narudžbe raznih interesenata.

Kontrolirano je 438 uređaja za mjerenje i automatsku regulaciju. Rezultati su dati u obliku atesta ili kontrolnih karata.

Uređaj za ispitivanje releja

Narudžbe poduzeća: Fabrika celuloze i papira u izgradnji »Milan Stepanović Matroz« Sremska Mitrovica, Elektrotehna Ljubljana, Elektromakedonija Skopje, Montažno projektno preduzeće Sarajevo, Preduzeće Beogradski vodovod i kanalizacija Beograd, Elektrarna Brestanica, Elektroistok Beograd.

Za ispitivanje i udešavanje releja razvijen je u »Laboratoriju za visoki napon i jaku struju« odgovorajući uređaj. Njime se mogu ispitivati nadstrujni releji bilo primarni bilo sekundarni, a također i sve vrsti naponskih releja. Uređaj se izrađuje u dvije varijante: a) za ispitivanje i udešavanje primarnih i sekundarnih nadstrujnih releja (oznaka tipa IR-2 S), b) za ispitivanje i udešavanje samo sekundarnih nadstrujnih releja (oznaka tipa IR-3).

Tip IR-2 sastoji se iz slijedećih dijelova: izvor reguliranih struja i napona, izvor jakih struja, električna stop-ura i posebni vodiči za spajanje. Izvor reguliranih struja i napona omogućava regulaciju napona od 0—250 V, a za ispitivanje sekundarnih releja regulaciju struje od 0—12 A i priključuje se na mrežu 220 V, 50 Hz. Izvor jakih struja upotrebljava se za ispitivanje i primarnih nadstrujnih releja od 1000 A, a priključuje se na izvor reguliranih struja. Električna stop-ura prespojiva je za istosmjerne i izmjenične napone 110 i 220 V s područjima 0—1 sekunde i 0—20 sekunda. Cijeli uređaj osigurava tačnost klase 1.

Tip IR-3 sastoji se od izvora reguliranih struja do 30 A za priključak na mrežu 220 V, 50 Hz, električne stop-ure i potrebnih vodiča za spajanje.

Prema potrebi izrađuju se i uređaji specijalne izvedbe, kao na primjer uređaji za ispitivanje primarnih releja do 2000 A.

Ispitivanje elektrotehničke opreme

Narudžba: HE Trebišnjica, pogon Dubrovnik i pogon Grančarevo i HE Senj.

Ugovoreno je ispitivanje čitave elektrotehničke opreme za HE Trebišnjicu tj. generatora, učinskih transformatora, visokonaponske elektroopreme napona 220 kV, 35 kV, 14,4 kV i 10 kV, dizalica, hidromehaničke opreme, kućnih agregata, zaštite, regulacije, uređaja za komandu i daljinska mjerenja, UKV i VF telefonije.

Ispitivanja se vrše kod preuzimanja u tvornici, kao i poslije montaže prije puštanja u pogon; ona obuhvaćaju i laboratorijska ispitivanja.

Ove godine su nastavljena ispitivanja započeta u god. 1963.

Ispitivanje za znak kvalitete

Narudžba Sekretarijata Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Zagreb.

Sekretarijat Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Zagreb kvalitetnim proizvodima dodjeljuje znak kvalitete, koji je ujedno garancija da dotični proizvod potpuno odgovara standardima. Proizvod koji dobije kvalitetni znak mora imati zagarantirano: besprijekornost proizvodnje, adekvatnu konstrukcionu izvedbu, kvalitetan upotrebljeni materijal, estetski vanjski izgled i praktičnost upotrebe.

Sekretarijat Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Zagreb povjerava ispitivanje za kvalitetni znak »Laboratoriju za visoki napon i jaku struju«. Ispitivanja se provode prema propisima JUS, a ako ih za neki proizvod nema, provjerava se prema propisima CEE i VDE. U tu svrhu Laboratorij raspolaže svim potrebnim uređajima, tako da se mogu provesti sva ispitivanja potpuno u skladu s propisima.

Na osnovu rezultata ispitivanja i analize proizvodnih mogućnosti tražilaca, posebna komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara odlučuje da li dotični proizvod zaslužuje znak kvalitete.

Ispitivanje mjernih instrumenata, uređaja, releja i transformatora

Narudžbe raznih poduzeća.

»Laboratorij za visoki napon i jaku struju« raspolaže instrumentima klase 0,1 i ispitnim uređajima za ispitivanje mjernih instrumenata za istosmjernu i izmjeničnu struju. Osim toga raspolaže etalonima za ispitivanje kao i svim potrebnim uređajima. Laboratorij ispituje i udešava sve vrsti releja pomoću uređaja vlastite proizvodnje. Za ispitivanje strujnih i naponskih mjernih transformatora raspolaže mostom za mjerenje kutne i postotne greške. Klasa tačnosti mosta za strujne transformatore 0,1 a za naponske 0,2. Osim toga Laboratorij može ispitivati, a i izvoditi, razne mjerne uređaje.

Ispitivanje odvodnika prenapona

Narudžbe raznih poduzeća.

U »Laboratoriju za visoki napon i jaku struju« ispitan je niz odvodnika prenapona. Laboratorij u tu svrhu raspolaže potrebnim ispitnim transformatorom za ispitivanje odvodnika pogonskom frekvencijom, kao i udarnim generatorom. Za snimanje prorade na raspolaganju je katodni oscilograf za snimanje prijelaznih pojava.

Ispitivanje izolatora, kabela, izolacionih i instalacionih materijala

Narudžbe raznih poduzeća.

U »Laboratoriju za visoki napon i jaku struju« ispituju se izolatori svih napona bilo pojedinačno ili u lancima ili stupovima po svim propisima određenim uvjetima. Isto tako ispituju se sve vrsti izolacionih materijala mjerenjem njihove električne čvrstoće, dielektrične konstante i kuta gubitaka. Osim toga ispituju se kabeli prema propisima JUS, a također i različiti izolacioni dijelovi. Također se ispituje instalacioni materijal, razna niskonaponska oprema, kao oprema za kranove, sklopke itd.

Ispitivanja i mjerenja na električnim postrojenjima pruge Novska — Zagreb

Narudžba Zajednice željezničkih poduzeća, Zagreb.

Vršena su kompleksna ispitivanja postrojenja, među ostalima pregled stanica i uređaja, ispitivanje releja i transformatorskog ulja, ispitivanje položenog kabela, davanje uputa na licu mjesta za otklanjanje nedostataka, funkcionalnog ispitivanja itd.

Mjerenje napona koraka i dodirnog napona

Narudžba HE Trebišnjica, pogon Dubrovnik.

Mjeren je dodirni napon i napon koraka na čitavom području HE Dubrovnik.

Mjerenja su vršena vlastitim uređajima i instrumentima, koji su specijalno za ta mjerenja razvijeni u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju Instituta i koji su se u radu pokazali vrlo podesni, praktični u primjeni i tačni tako da je Laboratorij u stanju izvršiti sva takva mjerenja u najkraćem vremenu i s najvećom tačnosti.

Osim toga za vrijeme ispitivanja dani su na licu mjesta prijedlozi i upute za otklanjanje nedostataka, a poslije konačnih ispitivanja dan je opsežni atest i analiza dobivenih rezultata.

Uređaj za ispitivanje kabela

Za vlastite potrebe izrađen je uređaj za ispitivanje kabela, kojim se poslije polaganja mogu ispitivati kabeli do 10 kV.

Također je izrađen i uređaj za traženje mjesta kvara na položenim kabelima.

Oba uređaja pokazali su se u praksi besprijekornima, a rukovanje je vrlo jednostavno. Rad s uređajima provjeren je višekratno u praktičnoj primjeni i dao je odlične rezultate.

Mogućnost upotrebe istih odvodnika prenapona za mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Blaž Uzelac, dipl. ing.

U elaboratu je određen način, na koji se pravilno odabiru odvodnici prenapona za zaštitu postrojenja, a posebno je razmotrena mogućnost upotrebe istih odvodnika prenapona za mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV sa stvarnim prijedlozima za rješenje tog problema.

Na kraju su dane smjernice za izbor i postavljanje odvodnika prenapona u spomenutim mrežama.

Laboratorij za slabu struju i elektroniku

Razvoj novog tipa elektroencefalografa

Narudžbe raznih bolnica. Razvoj elektronskog dijela Ante Šantić, dipl. ing.; razvoj mehaničkog dijela Miroslav Kolaj, dipl. ing.

Pristupljeno je razvoju novog tipa elektroencefalografa na sasvim drugim principima. Po prvi puta se primjenjuju parametarska pojačala kod ovih uređaja, na čemu su vršeni opsežni razvojni radovi. Ovo je izazvalo i rekonstrukciju ostalog dijela pojačala. Kod ovih je pojačala ostvaren mali šum i veliki faktor rejekcije. Razvijen je i novi tip pisača, koji po svojim kvalitetama, kako po frekvencijskoj karakteristici tako i po mehaničkoj kompletnosti, daleko nadmašuje današnje pisače, a može se uvrstiti u red, danas najsuvremenijih pisača. Sve je ovo doprinijelo da se cijeli uređaj dade izvesti znatno smanjenih dimenzija. Razvojni će radovi biti završeni u 1965. godini.

Razvoj bioloskopa

Narudžbe raznih bolnica, autor Ante Šantić, dipl. ing.

Bioloskop je specijalni osciloskop s dvije zrake, razvijen specijalno za primjenu u elektromedicini, no može korisno poslužiti i za promatranje bilo kakvih sporih promjena. Njegova primjena, osim u miografiji, je u retino- i nistagmografiji kao i u vektorkardiografiji. Specijalnost ovog osciloskopa je mogućnost registracije na magnetskoj traci, tako da se promatrana pojava može, po volji, mnogo puta promatrati.

Razvoj uređaja za dojavu zaleđivanja dalekovoda

Narudžbe HE Senj i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Razvoj elektronskog dijela Momir Vujnović, dipl. ing.; razvoj mehaničkog dijela Miroslav Kolaj, dipl. ing.

Ovaj se razvoj nastavlja na radove iz 1963 godine. Nakon projektiranja pojedinih sastavnih elemenata uređaja, prišlo se njihovoj izradi. Izrađen je tranzistorski predajnik za slanje potrebnih signala s ugroženog dijela dalekovoda, zatim uređaj za prijem tih signala na kontrolnom mjestu, a u toku je izrada opruge dinamomentra, koji reagira na promjene opterećenja ledom.

Ekonomska pitanja elektroprivrede i statistika

Ekonomska problematika opskrbe toplinom iz Toplane Ljubljana

Narudžba Elektrogospodarske skupnosti Slovenije. autor Božidar Filipović, dipl. ing., saradnici Ljiljana Wipplinger-Ivančić, dipl. oec, i Ružica Dilberović; dovršeno u srpnju 1964.

Studija obuhvata ekonomsku problematiku opskrbe toplinom iz toplane Ljubljana kod promjenljive potražnje topline i električne snage u spregnutoj proizvodnji. Pogonska problematika spregnute proizvodnje predočena je grafički ovisno od označajnika sprege i trajanja maksimalne potražnje. Proračun stupnja djelovanja spregnute proizvodnje energije u toplani proveden je u ovisnosti varijacija toplinske potražnje, odnosno označajnika sprege.

Konkretna obrada opskrbe potrošača topline na području grada Ljubljane do god. 1970 provodi se odvojeno za potrošače parovoda (industrije) i za potrošače vrelovoda (kućanstva). Razvod i predaja topline, uvažujući vrst razvodnog medija, promatra se za paušalni obračun i obračun prema mjernim veličinama dobavljene topline.

Ekonomski proračun ukazuje na utjecaj metode raspodjele troškova spregnutog pogona na visinu proračunske vrijednosti topline i električne energije, a napose na razliku raspodjele troškova na temelju entalpije i eksergije. Grafička provedba proračuna vrijednosti energije spregnute proizvodnje u ovisnosti od udjela potrošne topline i električne energije za svaki pogonski slučaj, iskazuje se kao podesan elastičan instrumenat operativnog pogonsko-ekonomskog rukovođenja promatrane topline. Ova metoda proračuna općenito je primjenljiva za analogna operativno-ekonomska razmatranja svake toplane.

Prijedlog za tarifni sistem prodaje potrošne topline, dopunjen tarifnim stavovima i komparativnim proračunima sa individualnom proizvodnjom topline u industriji i stanovima, ukazuje na konkurentnost centralne opskrbe toplinom na području grada Ljubljane.

Opseg: 2 dijela 275 strana, 52 tablice, 63 slike.; prilog, 68 tablica, 24 slike.

Električna energija u energetskoj privredi Jugoslavije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing.; dovršeno u siječnju 1964.

Prikazani su faktori i osnove energetskog razvoja Jugoslavije; posebno su obrađeni energetski izvori Jugoslavije i njihova eksploatacija, potrošnja energije područja Jugoslavije te ekonomski faktori usmjeravanja energetskog razvoja. Na osnovu djelovanja tih faktora utvrđene su smjernice za pravilni razvoj energetike Jugoslavije te predvidivi razvoj buduće potražnje energije i njezinog podmirenja. Detaljnije su obrađeni usmjeravanje razvoja i raspodjele ugljena te raspoloživost energetskih izvora za elektroprivredu. Na osnovi svega toga utvrđeno je usmjeravanje upotrebe i proizvodnje električne energije u Jugoslaviji. Dolazi se do zaključka da treba intenzivno nastaviti izgradnju hidroelektrana, upotrebljavati u prvom redu za druge svrhe neupotrebive vrste i sortimente ugljena, i da će pod kraj stoljeća već biti potrebna vrlo jaka proizvodnja električne energije nuklearnim putem.

Opseg: 130 strana, 18 tablica, 17 slika.

Optimalni razvoj Elektrane Zagreb zapad

Narudžba Elektrane Zagreb, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing., saradnici Andrija Fuderer, dipl. ing., Dragutin Suppe; dovršeno u lipnju 1964.

Studija obrađuje dokazivanje opravdanosti povećanja kapaciteta stare zagrebačke elektrane, optimalne karakteristike potrebnih novih osnovnih uređaja i njihov smještaj. Pri tome se prikazuju osnove utvrđivanja opravdanosti proširivanja, posebno tehničke i ekonomske karakteristike te Elektrane, njezin značaj za elektroprivredu i snabdijevanje toplinom zapadnog područja Zaggreba, razvoj potražnje toplinske i električne energije iz nje, toplinska mreža, bilanca potražnje topline i za to raspoloživih kapaciteta te potreba i društvena korist od proširenja. Na osnovu dokazane opravdanosti proširenja analiziraju se razna moguća rješenja i utvrđuju optimalne karakteristike novog kotla i parne turbine. Pri tomu se razmatraju investicioni i godišnji pogonski troškovi. Navode se i osnovne smjernice za smještaj novih postrojenja.

Opseg: 172 strane, 18 tablica, 34 slike.

Katastar ugljena Jugoslavije za elektroprivredu

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Jugoslavije, autori Ivo Jamnicki dipl. ing., Juraj Keglević, dipl. ing. i Dragutin Suppe; dovršeno u kolovozu 1964.

Izrađena su Uputstva za izradu republičkih katastara ugljena, prema kojima su republičke organizacije izradile katastre ugljena pojedinih soc. republika Jugoslavije.

Na osnovi republičkih katastara ugljena izrađen je zbirni katastar ugljena za cijelu Jugoslaviju. Iz datih predviđanja proizvodnje i potražnje ugljena po planovima republičkih zavoda za privredno planiranje, ugljenokopa i rudarskih instituta načinjene su bilance ugljena za pojedine republike i Jugoslaviju kao cjelinu. Bilance izrađene po vrstama, kvalitetima i sortimentu su pokazale viškove odnosno manjkove ugljena pojedinih republika. Iz ovih bilanca, izrađenih do godine 1980, utvrđena je raspoloživost ugljena za elektroprivredu, i to na taj način da je uzeto da ona u osnovi smije trošiti samo nekvalitetne i sitne ugljene, neupotrebive za drugo korišćenje.

Opseg: 27 strana, 81 tablica, 6 slika.

Energetska bilanca i usmjeravanje energetske privrede SR Hrvatske

Narudžba Zavoda za privredno planiranje SR Hrvatske, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing; dovršeno u svibnju 1964.

Studija obrađuje faktore i osnove usmjeravanja energetskog razvoja Hrvatske, posebno današnju potrošnju energije i njeno podmirenje, energetske izvore područja Hrvatske te ekonomiju proizvodnje pretvorbe, dostave i korišćenja energije.

Na osnovu utjecaja svih faktora daju se smjernice za razvoj energetike Hrvatske te predviđanja toga razvoja. Vrše se analize pravilnosti i koristi od predloženog usmjeravanja i iznose mjere potrebe za pravilni energetski razvoj. Dolazi se do zaključka da su vlastiti energetski izvori daleko premaleni za podmirenje potražnje te da se Hrvatska mora orijentirati na što brže iskorišćivanje vodnih snaga, umjereno iskorišćivanje vlastitih zaliha ugljena, nafte i plina, jak uvoz nafte u međunarodnoj razmjeni dobara, intenziviranje istražnih radova na naftu i plin i brzo uvođenje nuklearne proizvodnje energije. Ukazuje se na značaj domaće proizvodnje energetske opreme. Usmjeravanje je dato kako za dobavu tako i za korišćenje energije. Detaljno su izrađene energetske bilance za 1960 i prijedlog za 1970. godinu. Dugoročni razvoj razmatran je do kraja stoljeća, uvijek vezano na razvoj narodnog dohotka.

Opseg: 210 strana, 70 tablica, 12 slika.

Izdavačka djelatnost Instituta

Tokom 1964. objavljeno je 6 dvobrojeva časopisa »Energija« (ukupno 380 strana formata A4) i više posebnih otisaka iz časopisa »Energija«. Šapirografirano je i 6 brojeva časopisa interne dokumentacije »Informacije stručne biblioteke Instituta za elektroprivredu Zagreb«.

Na institutskim uređajima za umnožavanje kopirano je tokom 1964. na ozalid - papiru oko 8.000 tisuća kvadratnih metara nacrta, a na ručnim strojevima za umnažanje umnoženo je oko 150.000 listova papira formata A4.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 551.594.221 : 621.315.17.027.3
Beitrag zur Bestimmung der Häufigkeit von Blitzeinschlägen in die Leiterseile von Hochspannungsleitungen
W. Rebske
ETZ-A 86 (1965) No 7, 193—197.

DK 538.3 : 621.362
Der heutige Stand der Energie-Direktumwandlung
J. Euler
Atom u. Strom 11 (1965) No 3, 21—28.

DK 620.9
Le devéloppement de l'économie énergétique yougoslave
Z. Rupnik
L'Économie Électrique 38 (1964) No 40, 109—111.

DK 620.9 : 061.3
Kampf den Verslusten in der Energiewirtschaft
(Bericht über die 14. Teiltagung der Weltkraftkonferenz 1964)
H. J. Hildebrand
Energietechnik 15 (1965) No 3, 137—140.

DK 620.9
Erdgas als Wettbewerber um den Energiemarkt
E. O. Genzsch
Gas u. Wasserfach 106 (1965) No 13, 345—348.

DK 620.9 : 621.311.22
Verlustquellen infolge von Schutzmassnahmen gegen schädliche Auswirkungen der Energieumwandlung
E. Zehnder
BWK 17 (1965) No 3, 111—112.

DK 620.9
Energiewirtschaft in Polen in den Jahren 1964—1965
F. Brzozowski
Energetyka (Polj.) 19 (1965) No 5, 129—132.

DK 620.9
Energieprobleme in Westeuropa
E. Rose
Energetyka (Polj.) 19 (1965) No 5, 156—158.

DK 620.91
Bewirtschaftung der energetischen Primärquellen in der ČSSR
L. Kopec
Energetika 15 (1965) No 5, 228—231.

DK 620.93 : 621.311
Gedanken zur Lage in der schweizerischen Elektrizitätsversorgung
H. Leuthold
ÖZE 18 (1965) No 4, 117—131.

DK 620.93.003
Entwicklungstrend bei der Finanzierung der österreichischen Elektrizitätswirtschaft
H. Märzendorfer
ÖZE 18 (1965) No 5, 167—175.

DK 621.039.5
500 MW Nuclear Stations on Load
Electrical Export Review 4 (1965) No 2, 37—38.

DK 621.039.5
Planung, Bau und Betrieb von Kernkraftwerken
Atomwirtschaft-Atomtechn. 10 (1965) No 2, 95—96,

DK 621.22
Turkey's Hydro Development Programme
Energy International 2 (1965) No 4, 12—15.

DK 621.224.35
Das Gezeitenkraftwerk an der Rance-Mündung
H. Sequenz
E. u. M. 82 (1965) No 3, 97—104.

DK 621.3
Übersicht über den Stand des österreichischen Vorschriftenwesens auf dem Gebiete der Elektrotechnik
F. Smola
E. u. M. 82 (1965) No 4, 197—201.

DK 621.3
Neue schwedische Elektrizitätstarife
J. Fletcher
Bull. SEV 56 (1965) No 11, 442—443.

DK 621.3 : 338.52
Betrachtungen zum neuen Verbundtarif. Seine Verursachung und seine Ausstrahlungen auf den Ausbau und die Organisation der österrechischen Elektrizitätswirtschaft
A. Kothbauer
ÖZE 18 (1965) No 5, 153—167.

DK 621.3
Internationaler Vergleich von Belastungskurven
Bull. SEV 56 (1965) No 6, 198—199.

DK 621.3 : 338
Elektrizitätswirtschaft
K. Ch. Klöss
BWK 17 (1965) No 4, 170—173.

DK 621.3.015.3
Der Sternpunkt-Sonderableiter zum Schutz von Transformator-Sternpunkt gegen Überspannungen und seine Auswirkung auf das Netz
E. Fischer
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 6, 141—145.

DK 621.015.38
Električeskaja pročnost' vozdušno promežutka meždu provodom linii sverhvysokogo naprjaženija i zemlej pri vnutrennih perenaprjaženijah
G. N. Aleksandrov
Električestvo 85 (1965) No 4, 20—24.

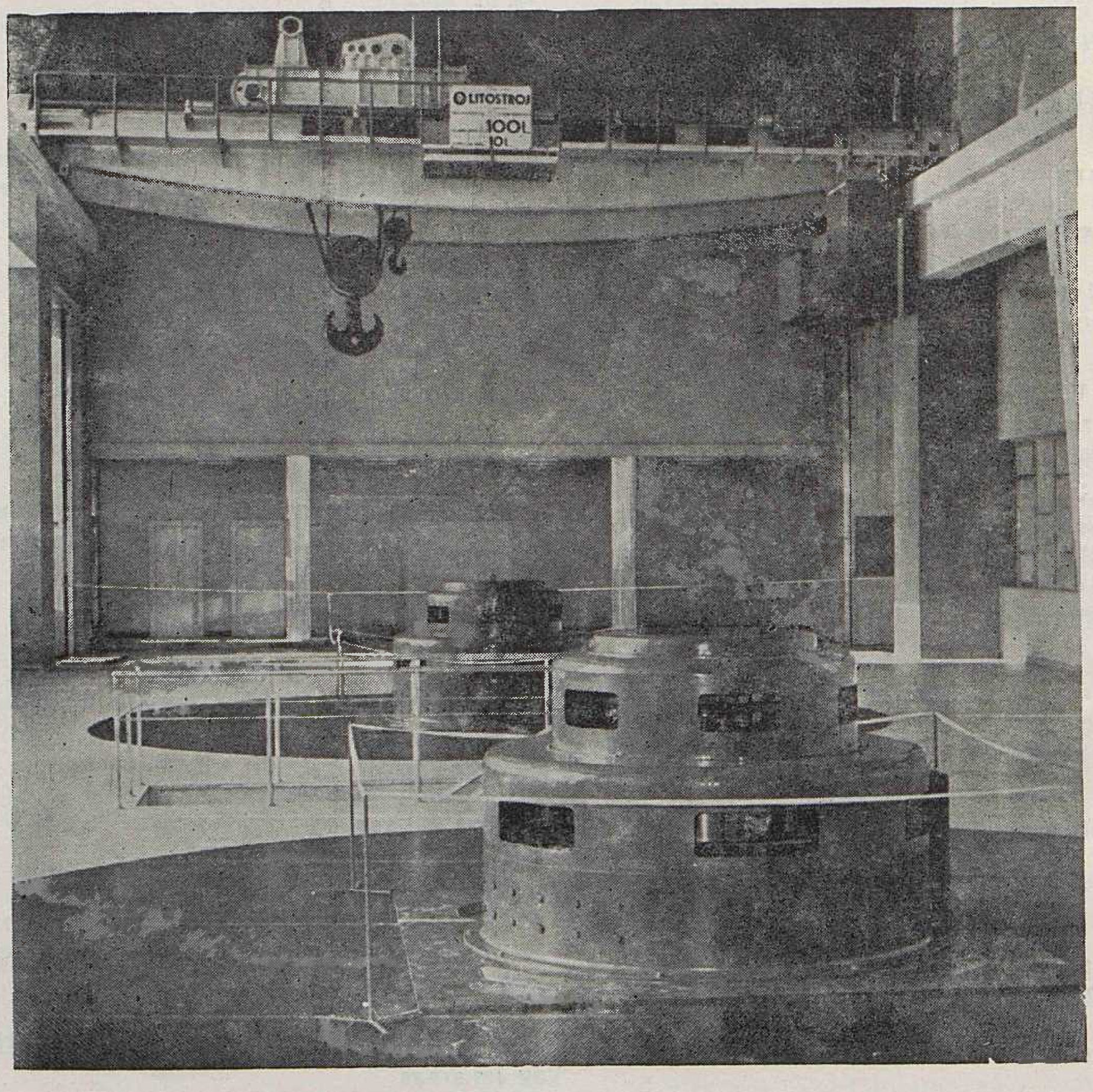
DK 621.3.016.35
O vlijanii nesimmetrii i tolčkov promežutočnoj nagruzki na ustojčivost' slabyh mežsistemnyh svjazej
L. A. Žukov
Električestvo 77 (1965) No 5, 7—11.

»ELEKTROOPSKRBA«

PODUZEĆE ZA NABAVKE ELEKTROPRIVREDE NR HRVATSKE

ZAGREB, GUNDULIĆEVA 32, TELEFON 34-641

Dobavlja kompletnu strojarsku i elektroopremu za hidroelektrane iz domaće proizvodnje i uvoza



Do sada smo opremili slijedeće hidroelektrane:

HE NIKOLA TESLA • HE GOJAK • HE PERUĆA • HE SPLIT

Opremamo **HE SENJ**

DK 621.3.016.35 : 621.311.1
Povyšenie ustojčivosti električeskih sistem s pomošćju bystrodejstvujušćego regulirovanija parovyh turbin
V. E. Kašteljan
Električestvo 85 (1965) No 4, 1—8.

DK 621.3.017
Verminderung der Energieverluste in vermaschten Verteilungsnetzen
S. Bladowski
Energetyka (Polj) 19 (1965) No 5, 152—156.

DK 621.3.015
Billige Mittel- und Niederspannungsnetze auch bei elektrischer Raumheizung
P. Otzen
Energie 17 (1965) No 5, 173—181.

DK 621.3.064.1
Einschaltüberspannungen und ihre Messung im Netzmodell
H. Stephanides
E. u. M. 82 (1965) No 5, 240—247.

DK 621.31
L'économie électrique des pays de la Communauté Européenne comparée à celles des Etats-Unis, du Royaume-Uni et de l' U. R. S. S.
L'Economie Electrique 38 (1964) No 40, 106—108.

DK 621.31.07
Entwicklungsbeiträge zur Automatisierung in der Energieversorgung
E. Dietrich
Siemens-Z 39 (1965) No 5, 473—482.

DK 621.311
Universal-Kurzschliessvorrichtung für Nieder-und Mittelspannungsnetze
W. Schween
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 8, 192—196.

DK 621.311
Zur Elektrizitätsversorgung in Hessen
H. Wagner
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 10, S. 254.

DK 621.311
Spaniens Elektrizitätswirtschaft — ein Überblick
A. Reisser
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 11, 302—309.

DK 621.311
Entwicklungsrichtungen der Elektrizitätsversorgung in den USA
A. Kroms
Bull. SEV 56 (1965) No 11, 439—441.

DK 621.311.003
Mindestgrösse für Blockeinheiten in der Bundesrepublik 300 MW?
H. Leininger
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 8, 189—191

DK 621.311.1
Predvariteljnaja ocenka propusknoj sposobnosti mežsistemnoj elektroperedači
Električeskie stancii 36 (1965) No 4, 49—53.

DK 621.311.1
Primenenie harakterističeskih funkcij dlja rasčeta i issledovanija režimov raboty električeskih setej
Ju. S. Krajčik
Električestvo 77 (1965) No 5, 19—23.

DK 621.311.1.004
Diskussija
Organizacija ekspluatacii električeskih setej
I. G. Barg
Električeskie stancii 36 (1965) No 6, 71—78.

DK 621.311.153
Regulirovanie grafikov nagruzki energosistemy promišlennymi potrebiteljami
V. S. Ermakov
Električeskie stancii 36 (1965) No 6, 56—59.

DK 621.2 : 621.039.4
Aussichten der Elektrizitätsbedarfsdeckung durch Kernenergie
H. Mandel
Energie 17 (1965) No 4, 137—142.

DK 621.311.21
Wasserkraftwerke und hydro-thermischer Verbundbetrieb
B. Gersdorff
BWK 17 (1965) No 3, 112—119.

DK 621.311.22
Das Kraftwerk Staudinger der Preussenelektra
H. Schäfer
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 11, 293—301.

DK 621.311.22
Hunterston — grösstes britisches Kernkraftwerk
Energie 17 (1965) No 5, 183—186.

DK 621.311.22
Europas erstes Verbundkraftwerk in Österreich
W. Rogner
Energie 17 (1965) No 5, 181—182.

DK 621.311.22 : 697.34
Optimale Lastverteilung auf Dampfkraftwerke unter Berücksichtigung von Fernwärmeabgabe und einem Pumpspeicherwerk
H. H. Nissen
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 5, 115—120.

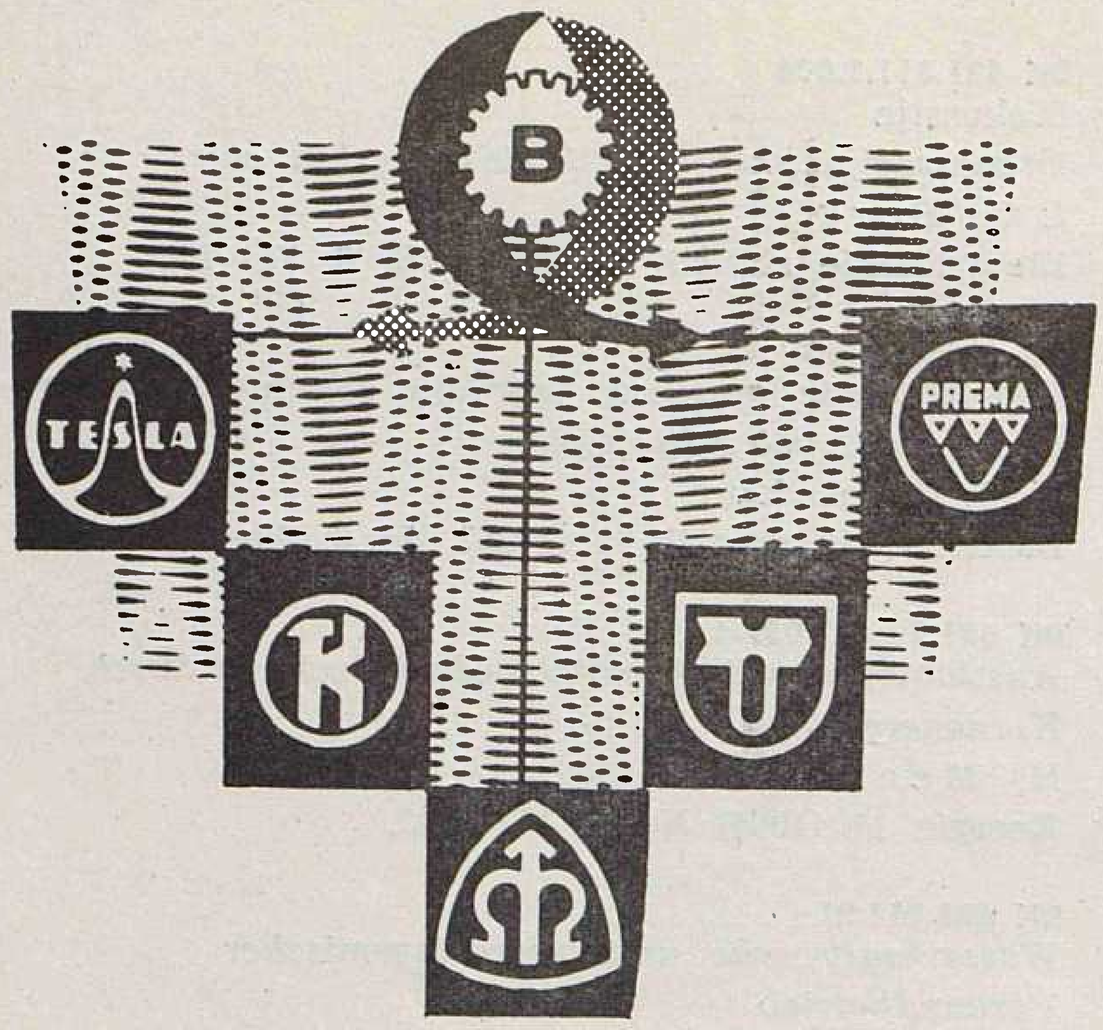
DK 621.311.24
Die Bedeutung der Windkraft für die deutsche Energiewirtschaft
R. Clausnizer
Elektrizitätswirschaft 64 (1965) No 7, 180—183.

DK 621.311.25
Das Kernkraftwerksprojekt Lingen
VDI-Z 107 (1965) No 2, 44—45.

DK 621.311.4
La normalisation des postes de transformation d'abonnés
(Nouvelle norme UTE C 13-100)
G. Sellier
RGE 49 (1965) No 3, 223—232.

Ivan Šimurina

BRNO-65



Proizvodne marke aparata za mjerenje, regulaciju i automatizaciju.

Izložbeni štand, na kome će biti prikazani vrhunski aparati iz ove grane čehoslovačke industrije, nalazi se na

VII. MEĐUNARODNOM SAJMU U BRNU (12.—26. IX 1965)

u Paviljonu C — II. Galerija

IZLOŽBA KOVO — mjerna i regulaciona tehnika

Mnoga poduzeća u Čehoslovačkoj proizvode elektronske kao i električne mjerne i regulacione aparate,- koji se s potpunim uspjehom nalaze u radu niza industrijskih velikih pogona u svijetu. Na našem izložbenom štandu nalaze se u stvari samo proizvodi najviše kvalitete.

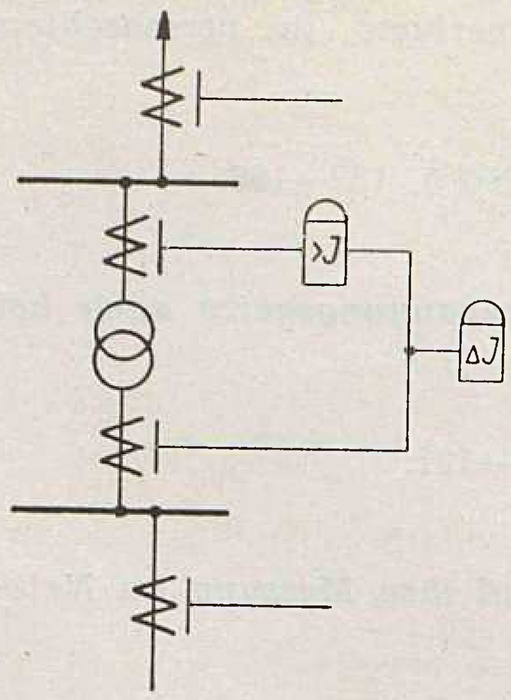
Izvozi

KOVO

PRAHA — ČEHOSLOVAČKA

Zastupnik za SFRJ: KONTINENTAL — Beograd, Terazije 27/III; Zagreb, Proleterskih brigada 60

Što vrijede zaštitni uredaji, ako nisu ispravni?



Zato Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, objavljeni u Sl. listu FNRJ od 6. 2. 1957. u točci 3. 5. 4. nalažu: *Djelovanje zaštite ispituje se za vrijeme pogona mjesečno, ako za to postoje uvjeti; u protivnom jedanput godišnje.*

Čime ispitivati releje?

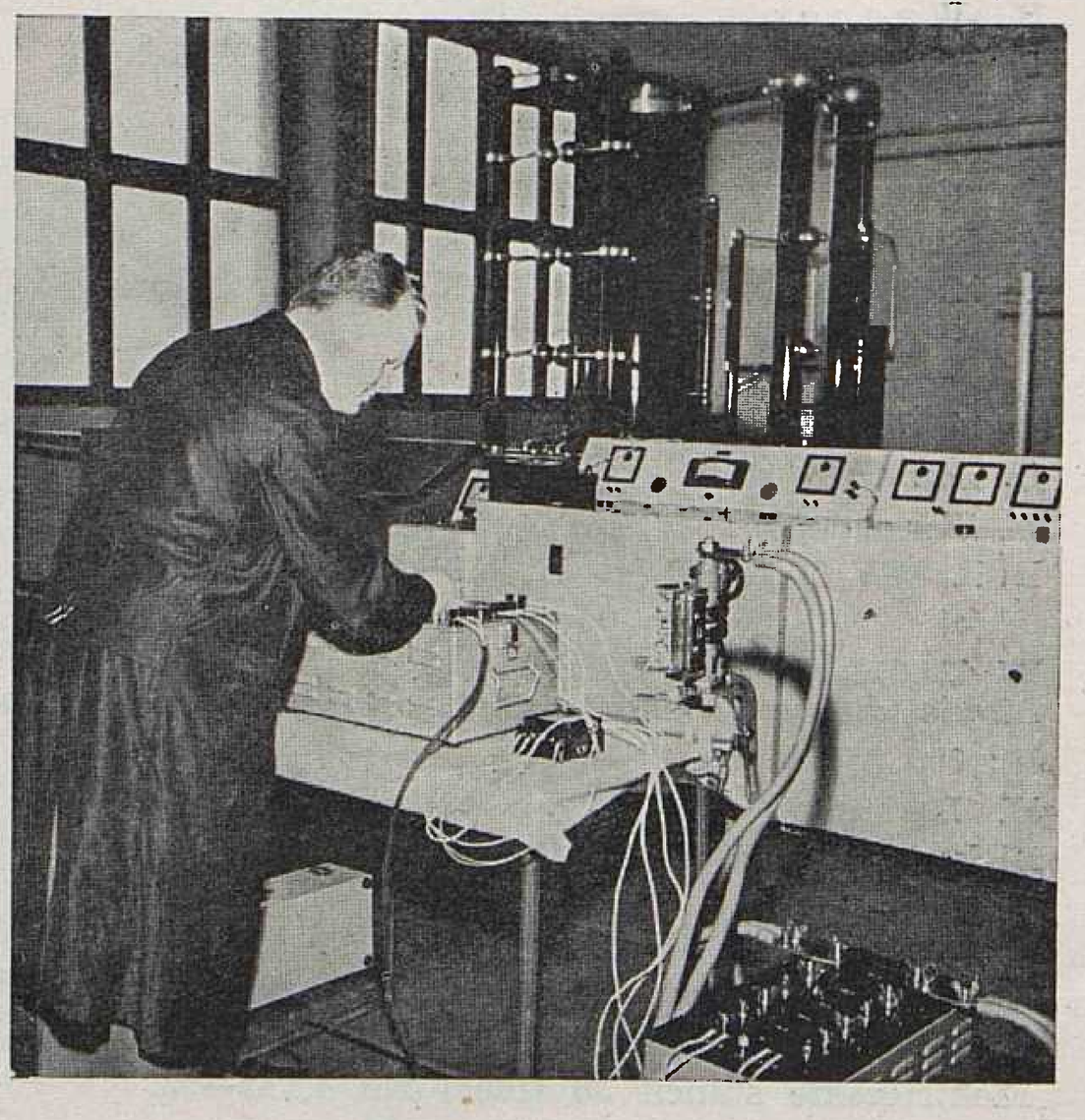
Domaće uređaje za ispitivanje releja izrađuje Institut za elektroprivredu u Zagrebu.

Dvije serije uređaja već se nalaze u eksploataciji kod distributivnih poduzeća. Pomoću ovog uređaja mogu se ispitivati primarni i sekundarni nadstrujni releji te njihovi vremenski članovi.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA, a maksimalna trajna struja 1000 A.

Narudžbe šaljite na naslov:
INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37, p. p. 451.

Uređaj za ispitivanje releja I R — 2 S u eksploataciji.



Hidroenergetski projekt na rijeci Oranje u južnoj Africi. 1964. započela je izgradnja hidroenergetskog projekta na rijeci Oranje. Prvi dio projekta obuhvaća izgradnju dviju brana, triju hidroelektrana, sistem kanala s pumpnim stanicama i jedan tunel od 82 km. Prema predviđanjima ovi objekti bi trebali biti dovršeni u toku 5 godina s investicionim ulaganjem od 140 milijuna dolara SAD. Troškovi izgradnje cijelog projekta predviđeni su s 425 milijuna dolara SAD.

Centralna elektroenergetska dispečerska služba Evrope. Organi UCPTE rade na realizaciji centralne elektroenergetske dispečerske službe za Evropu.

Elektr energetski region Hamburga. Slobodni Hansa grad Hamburg najveći je grad SR Njemačke a ujedno i njezina samostalna pokrajina (Bundesland). Prostire se na području od 750 km² i ima 1,850.000 stanovnika. Za pokriće godišnjeg vršnog opterećenja od 1250 MW raspolaže snagom elektrana od 1450 MW. Premda je energetski vezan s elektroenergetskim sistemom SR Njemačke u mogućnosti je pokriti potrebe svog konzuma proizvodnjom vlastitih elektrana.

Hamburgische Elektrizitätswerke AG snabdijeva područje Hamburga električnom energijom i raspolaže vlastitim regionalnim elektroenergetskim sistemom. Elektrane hamburškog regiona bile su do 1958. godine vezane 110 kV mrežom. Zbog stalnog porasta opterećenja a s tim u vezi i porasta snage u prenosu trebalo je izgraditi superponiranu električnu mrežu višeg napona. Hamburgische Elektrizitätswerke AG odlučilo se za 380 kV napon. Suprotno uobičajenoj praksi u razvoju napona preskočen je 220 kV napon i izgrađuje se 380/110 kV opskrbni elektroenergetski sistem.

Drugo međunarodno savjetovanje o električnim kontaktima. Od 4. do 6. maja 1964. održano je u Grazu II Savjetovanje International Symposium on Electric Contact Phenomen. Poznati stručnjaci iz Austrije, Japana, SAD, SR Njemačke i Velike Britanije podnijeli su na ovom savjetovanju 40 referata.

Commonwealth Edison Co New York odustaje od planirane izgradnje nuklearne elektrane snage 1000 MW kod Ravenswooda. Commonwealth Edison Co. New York zatražila je svojevremeno odobrenje za izgradnju nuklearne elektrane od 1000 MW kod Rawenswooda. Poduzeće povlači sada ovaj svoj zahtjev s motivacijom da su se odnosi cijena u međuvremenu izmijenili. Izgradnju ove nukleanre elektrane odgađa za kasnije a sada će kod Ravenswooda izgraditi jednu termoelektranu od 1000 MW na loživo ulje i jednu pumpno-akumulacionu hidroelektranu od 2000 MW kod Cornwalla, New York. Osim toga planira izgradnju i jedne parne elektrane od 1120 MW direktno na rudniku ugljena kod Kincaida u ugljenom regionu centralnog dijela države Illinois, udaljenom oko 280 km od Chicaga. Za prenos električne energije do mreže New Yorka izgradit će se dva dalekovoda 345 kV. Proračuni pokazuju da su ova rješenja sada ekonomičnija od izgradnje nuklearne elektrane.

Nuklearna elektrana od 1180 MW u Velikoj Britaniji. Central Electricity Generating Board iz Velike Britanije (Centralna uprava za proizvodnju električne energije) dala je nalog Atomic Power Group za izgradnju do sada najveće nuklearne elektrane od 1180 MW-el kod Wylfa. Ova nuklearna elektrana će imati dva reaktora — blizanca Magnox-Typ. Velika Britanija će nakon izgradnje ove elektrane imati ukupno 5 GW snaga nuklearnih elektrana.

Prva nuklearna elektrana Španjolske. Firma Westinghouse Electric isporučuje Španjolskoj njenu prvu nuklearnu elektranu. Rok puštanja u pogon je 1968.

Elektrifikacija željeznica SSSR. SSSR će u toku 1964. i 1965. elektrificirati daljnjih 4300 km željezničkih pruga.

120 MW agregat za Bagdad. SR Njemačka (AEG) isporučuje za parnu elektranu Daura kod Bagdada jedan turbogenerator snage 120 MW.

Energetske potrebe svijeta u 2000 godini. Sir John Cockcroft atomski istraživač i nobelovac Velike Britanije iznio je u toku svog predavanja na Univerzitetu u Hamburgu da će se svjetska potrošnja energije do 2000 godine predvidivo upeterostručiti te da će tada dostići godišnju potrošnju od 20 milijarda ugljenih tona (SKE). Nuklearna energija kao oblik energije zauzet će u strukturi potrošnje energije četvrto mjesto uz ugljen i naftu. Pod pretpostavkom da će godišnje potrebe za nuklearnom energijom odgovarati energiji od 3 milijarde ugljenih tona trebalo bi godišnje 1000 tona potpune fisije urana. Prema tome kod 2%-tnog iskorištenja, godišnje potrebe uranovih ruda iznosile bi 50.000 tona. Ako se u toku razvoja nuklearne tehnologije uspije povećati ovaj procenat iskorištenja, godišnje potrebe uranovih ruda bit će za toliko manje.

Francuska gradi svoju petu nuklearnu elektranu od 2400 MW. Electricité de France zaključila je izgradnju svoje pete nuklearne elektrane u departmanu Ain kod Saint-Vullas u blizini Lyona. U prvoj fazi izgradit će se samo 500 MW. U zadnjoj fazi izgradnje ova elektrana će imati snagu od 2400 MW s godišnjom proizvodnjom od 15 TWh. S izgradnjom će se započeti u toku 1965. Ocjenjuje se da će izgradnja trajati 5 do 6 godina.

Electricité de France započela izgradnju nuklearne elektrane snage 500 MW. U departmanu Loir et Cher Electricité de France započela je s izgradnjom svoje nuklearne elektrane od 500 MW. To je četvrta i do sada najveća nuklearna elektrana EdF.

Potrošak loživog ulja u elektroprivredi SR Njemačke. U toku 1963. javna elektroprivreda SR Njemačke utrošila je 1,1 milijun tona loživog ulja.

Velike termoelektrane na lignit u SSSR-u. SSSR planira izgradnju niza velikih termoelektrana na lignit duž transsibirske željezničke pruge.

Specifični potrošci električne energije po stanovniku. ECE (Economic Commission for Europe) u Ženevi objavljuje svake godine specifične potroške električne energije po stanovniku za pojedine države. Preko 100 kWh godišnjeg potroška električne energije po stanovniku imajú ove države:

Država	1961. kWh/stanov.	1962. kWh/stanov.	Stopa porasta
Norveška	8305	9070	9,2%
Luksemburg	4628	4813	4,0%
SAD	4415	4670	5,8%
Švedska	4285	4542	6,0%
Švicarska	3020	3090	2,3%
Velika Britanija	2376	2583	8,7%
DR Njemačka	2157	2237	3,7%
SR Njemačka	2063	2180	5,7%
Austrija	1724	1819	5,5%
Belgija	1512	1623	8,0%
Francuska	1514	1600	5,7%
Nizozemska	1337	1437	7,5%
SSSR	1313	1416	7,8%
Italija	1031	1122	8,8%

Specifični potrošak električne energije izveden je iz količine ukupne predaje električne energije iz javne mreže i industrijskih elektrana te prosječnog broja stanovnika promatranih godina.

Instalirana snaga nuklearnih elektrana SAD u 1980. Prema izjavi Dr. Gleen Seaborga predsjednika Komisije za atomsku energiju SAD, instalirana snaga nuklearnih elektrana SAD iznosit će 1980. oko 7 GW.

Proizvodnja zemnog plina u SR Njemačkoj. U SR Njemačkoj je u toku 1963. godine proizvedeno 2,9 milijarda m³ zemnog plina odnosno dvostruko od proizvodnje u 1960. Najveći potrošač zemnog plina je široka potrošnja s 800 milijuna m³, zatim kemija s 400 milijuna m³ i crna metalurgija s 300 milijuna m³.

Elektroprivreda Francuske u 1963. Prema izvještaju EdF, »Premiere Resultats Provisoires pour l' Anné 1963«, u Francuskoj je ostvarena slijedeća struktura proizvodnje električne energije:

	Neto proizvodnja 1962 TWh	Neto proizvodnja 1963 TWh	Razlika %
Hidroelektrane			
EdF	26,9	32,9	22,3
Compagnie Nationale du Rhône	6,2	7,2	16,1
Državne željeznice	1,5	1,6	6,7
Ostalo	1,2	1,7	41,6
Ukupno	35,8	43,4	23,5
Termoelektrane			
EdF	26,2	25,1	— 4,2
Industrijske elektrane	12,1	10,7	— 11,6
Crna metalurgija	5,2	4,8	— 7,7
Ostalo	3,8	4,3	13,2
Ukupno	47,3	44,9	— 5,1
Zajedno	83,1	88,3	6,3

Porast neto proizvodnje samo za područje EdF u 1963. iznosi 9,2 %.

Za proizvodnju električne energije utrošene su slijedeće vrste i količine energetskih goriva:

	1962	1963	Razlika %
Kameni ugljen (Mt)	6,80	5,70	— 16,2
Mrki ugljen (Mt)	1,30	0,90	— 30,8
Loživo ulje (Mt)	1,00	1,40	40,0
Zemni plin (Gm³)	1,51	1,30	— 13,9

U strukturi potrošnje energetskih goriva najveći udio zauzima kameni ugljen. Međutim udio ugljena opada (1962 = 60,6% a 1963 = 55,2%) dok udio loživog ulja, kao ekonomičnijeg oblika goriva naglo raste (1962 = = 15,1 % a 1963 = 22,9 %).

U toku 1963. stavljeno je u pogon novih 350 km vodova napona 380 kV (ukupno 2374 km) i 1000 km vodova 225 kV napona (ukupno 14.918 km).

Elektroprivreda Belgije u 1963. Prema podacima FBE, Bruxelles, Statistiques provisoires 1963. u Belgiji je ostvarena slijedeća struktura proizvodnje:

	Neto proizvodnja 1962 GWh	Neto proizvodnja 1963 GWh	Razlika %
Javna elektroprivreda			
privatna poduzeća	9.115	9.858	8,2
javna poduzeća	515	461	— 10,5
nuklearne elektrane	3	43	—
Ukupno	9.633	10.362	7,6
Općinske i industrijske elektrane			
općinske elektrane	2.314	3.103	34,1
industrijske elektrane	4.463	4.296	— 3,7
Ukupno	6.777	7.399	3,7
Zajedno	16.410	17.761	8,2

Da. Fe.

* U strukturi potrošnje energetskog goriva povećan je udio loživog ulja od 15 na 20 %.

Zinke O., Brunswig H.: *Lehrbuch der Hochfrequenztechnik,* Springer—Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1965., XII+549 stranica, 672 slike, cijena DM 43,50.

Iako sam naslov upućuje da je to priručnik, ipak se ta činjenica ne smije gotovom prihvatiti, niti sa sadržajne, a niti s formalne strane. Naime, sadržaj raspoređen po poglavljima, obrađen je na način kakav se može poželiti kod mnogih knjiga, koje su pisane sa svrhom da daju i više od jednog priručnika. Dan je vrlo iscrpno i uz način gledanja koji se susreće kako u američkoj, tako i u njemačkoj elektrotehničkoj literaturi. Time je knjiga kompletnija i interesantnija.

Čitajući knjige sličnog sadržaja, čovjek je zadnjih nekoliko godina već gotovo uvjeren da je formalna oprema teksta (crteži, oznake na njima, matematički izrazi i slično) dotjerana do prilične usavršenosti. Međutim, kad dobije u ruke novija djela, čini mu se da usavršavanju načina prikazivanja nema kraja. Svakako je tačno, da je za neko djelo bitan sadržaj, no isto je tako i formalna obrada neobično važna za samo usvajanje tog sadržaja.

Što se tiče gornje knjige, vidi se da su pisci posvetili neobičnu pažnju zornosti prikazivanja (niz slika, dijagrama). S druge pak strane, u 672 slike, kojima je popraćen tekst, striktno se provodi detaljizirano označavanje sudjelujućih fizikalnih veličina. Ovo doprinosi preciznijem proučavanju materije, no ujedno zahtijeva i veću pažnju pri čitanju.

Sadržaj po poglavljima ovako je raspoređen:

U prvom su poglavlju prikazani jednostavni i vezani rezonantni krugovi (reaktivni dvopoli s dvije ili više reaktancija, kvarc kao rezonator). Drugo do četvrto obrađuje širenje Lecherovih valova po vodovima i kabelima; peto daje kritički osvrt na teoriju valovoda s polazištem od Maxwellovih jednadžbi; šesto objašnjava zračenje elektro-magnetskih valova i opisuje razne vrste antena.

U poglavljima 7—12 razmotrena su ova područja: elektronke, tranzistori, pojačala (širokopojasna, selektivna, izlazna, mikrovalna, maseri, laseri, paramemetarska), oscilatori, proces miješanja, modulacija, demodulacija. Trinaesto opisuje stvaranje i formiranje impulsa. Na kraju je dodatak o matematičkim operacijama grad, div, rot.

M. Vujnović

H. H. Meinke: *Einführung in die Elektrotechnik höherer Frequenzen,* I. Band: Bauelemente und Stromkreise; Springer — Verlag Berlin — Heidelberg — New York 1965., VIII + 293 stranice, 225 slika, cijena DM 24.

Ovim se štampanjem gornja knjiga predstavlja svojim drugim izdanjem, koje je u osnovi ostalo nepromijenjeno, ali u detaljima poboljšano. Ujedno ona predstavlja uvodni dio za materiju, koja bi se razlagala u drugom dijelu, gdje bi bila prikazana teorija elektromagnetskih valova i antene. Međutim, mora se naglasiti, da čitanje i ovog uvodnog dijela nije moguće onom čitaocu, koji se tek želi upoznati s prikazanom materijom, nego je nužno izvjesno predznanje iz područja matematike, elektronike, a i nekih drugih rubnih područja.

U knjizi je dovoljno jasno izraženo nastojanje, da se materija vrlo pedantno iznese, pri čemu se svaki detalj želi postaviti i učvrstiti na svoje pravo mjesto. Tako se već u početku nailazi na tačno definirane (prema — u tekstu citiranim — određenim DIN normama) oznake fizikalnih veličina i karakterističnih konstanata.

U daljnjem tekstu, prvo poglavlje obrađuje vladanje nekih tvari u električkom i magnetskom polju kod visokih frekvencija, drugo opisuje linearne elemente (otpornik, kondenzator, zavojnica, transformator) za primjenu pri istim frekvencijama, dok treće daje pregled spojeva tih elemenata (rezonantni krugovi, širokopojasni filtri i visoki, niski i pojasni propust, pojasna brana) kao i njihovo vladanje pri istovremenom prolazu više signala kroz njih. Ponašanje vodova kod visokih frekvencija razmatrano je u četvrtom poglavlju.

Područje nelinearnih elektronskih elemenata zahvaćeno je s dva posljednja poglavlja. U petom su prikazane tehničke forme nelinearnih otpora pri djelovanju signala malih i velikih amplituda. Također su navedene i primjene nelinearnog kapaciteta (parametarska pojačala i sl.).

Šesto poglavlje daje prikaz upravljivih nelinearnih elemenata (elektronke i tranzistori).

M. Vujnović

Zinke O.: *Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe;* Springer — Verlag Berlin — Heidelberg — New York 1965., XII+232 stranice, 195 slika, cijena DM 28,50.

Poželjna je svaka knjiga koja nas obavještava na zoran, jednostavan i još uvijek prilično iscrpan način o materiji koju razmatra. Jedna od knjiga ovakovih svojstava jest i ova pod gornjim naslovom. U njoj je posvećeno mnogo pažnje da se sva razmatranja upotpune nizom vrlo jasnih i informativnih slika naročito grafičkih prikaza, čime se mnogo proširuje interes pri čitanju. Inače je naročita odlika ove knjige, što se materija obrađuje s nekoliko različitih aspekata. U njoj, naime, nailazimo na objašnjenje kako s teoretske strane, tako i s tehnološke i s praktičke, što je inače rijedak slučaj među mnogim autorima.

Ova je knjiga uvod u područje pasivnih elemenata otpornika, kondenzatora i zavojnica, koji se susreću u elektronskoj tehnici. U prvom su poglavlju obrađeni otpornici, koji su najmnogobrojniji elementi u tehnici spojeva. Bez njih se ne može zamisliti niti

jedno pojačalo s elektronkama ili tranzistorima, kod kojih oni nailaze u sijaset različitih uloga. Obrađeno je vladanje raznih otpornih materijala pri promjenama temperature (pozitivni i negativni temperaturni koeficijent), frekvencije (skinefekt), magnetskog polja (Hall-elekt), napona (varistori), svjetlosti (fotootpori). Na kraju su dati i šumovi u otpornicima.

Kondenzatori spadaju u daljnje poglavlje ove knjige. I njihova je primjena vrlo raznovrsna. Mogu služiti u filterskoj tehnici, kao vezni elementi u krugovima izmjenične struje, kao energetski rezervoari u impulsnoj tehnici i kao fazni zakretači u tehnici jake struje.

U posljednjem, trećem poglavlju obrađene su zavojnice. Razmatrani su razni oblici namotaja (zavojnice s jednim, dva i tri namotaja i raznim međusobnim položajem; zatim zavojnice plosnatog, kvadratičnog presjeka i slično) uz njihova odgovarajuća svojstva, kao i razni materijali na koje su zavojnice namotane (uzdušne, željezne, feritne jezgre).

Momir Vujnović

I. N. Bronštajn, K. A. Semendjajev, *Matematički priručnik za inženjere i studente.* Prijevod s ruskog. Izdanje Tehničke knjige, Zagreb 1964., 696 strana s 427 crteža, format 17×11.

Ovo djelo je odličan prijevod (9. izdanja) i kod nas već poznatog ruskog matematičkog priručnika namijenjenog inženjerima i studentima.

Kod prevođenja je upotrebljena matematička terminologija koja se upotrebljava na Sveučilištu u Zagrebu, što će mnogo pomoći onima koji se njome služe, jer je literatura tog žanra vrlo oskudna.

Priručnik je vrlo spretno sastavljen, s bogatim i dobro odabranim sadržajem iz područja više matematike i numeričke analize, pa će sigurno dobro doći i onima koji se matematikom služe i onima koji je žele naučiti.

Želja autora — da u malom volumenu priručnika sažeto dadu osnove matematike, potrebne inženjerima i studentima pri studiju i praksi — izgleda da je u potpunosti ostvarena.

Možda netko i neće materiju koju traži naći na upravo onom mjestu gdje je inače navikao prema sistematizaciji kojom se služe naši udžbenici, jer je ovo — ne zaboravimo — priručnik, no zato postoji na kraju iscrpno abecedno kazalo koje nam to u potpunosti nadoknađuje.

Teško je za ovako koncentriranu materiju napisati iscrpni prikaz svih poglavlja, ili neko poglavlje naročito istaknuti, jer su sva poglavlja podjednako neophodna i važna, zato ću nabrojiti ukratko najvažnije dijelove sadržaja, što će pomoći onima koji su još u dilemi za kupnju ovog odličnog priručnika.

TABLICE I GRAFOVI

Tablice, *Tablice elementarnih funkcija, Tablice specijalnih funkcija*
Grafovi, *Elementarne funkcije, Važnije krivulje*

ELEMENTARNA MATEMATIKA

Pravila približnog računanja
Algebra, *Identičke pretvorbe, Jednadžbe, Dopunske glave algebre*
Geometrija, *Planimetrija, Stereometrija.*
Trigonometrija, *Ravninska trigonometrija, Sferna trigonometrija, Hiperbolna trigonometrija.*

ANALITIČKA I DIFERENCIJALNA GEOMETRIJA

Analitička geometrija, *Geometrija u ravnini, Geometrija u prostoru.*
Diferencijalna geometrija, *Ravninske krivulje, Prostorne krivulje, Plohe.*

OSNOVI MATEMATIČKE ANALIZE

Uvod u analizu
Diferencijalni račun
Integralni račun, *Neodređeni integrali, Određeni integrali, Krivuljni, višestruki i plošni integrali.*
Diferencijalne jednadžbe, *Obične diferencijalne jednadžbe, Parcijalne diferencijalne jednadžbe.*

DOPUNSKA POGLAVLJA

Kompleksni brojevi
Vektorski račun, *Vektorska algebra i vektorske funkcije skalara, Teorija polja.*
Fourierovi redovi (Harmonijska analiza).

OBRADA OPAŽANJA

Osnovi teorije vjerojatnosti i teorije pogrešaka.
Empirijske formule i interpolacija.

U sastavu priručnika nalazi se još pregled matematičkih oznaka upotrijebljenih u ovoj knjizi, kao i grčki alfabet.

Ivan Šimurina

J. Mihajlov: *Termoelektrane — projektiranje i izgradnja,* Tehnička knjiga, Zagreb 1965., tvrdi uvez 479 strana, mnoštvo slika, tablica i dijagrama.

Autor je ovo djelo izdao koristeći tekst svojih predavanja na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Sadržaj u prvom dijelu upućuje na sistematsko upoznavanje sa osnovama polazeći od izvora i potrošnje energije u predratnoj Jugoslaviji preko ostvarenja do danas i prognoziranja budućeg razvoja. Nadalje obrađuje električno i toplotno opterećenje, tipove termoelektrana i termodinamičke osnove, te njihov utjecaj na ekonomičnost pogona.

U drugom dijelu obrađeno je projektiranje termoenergetskih izvora i njihov razvoj kod nas i u svijetu.

U trećem dijelu dati su osnovni elementi opreme, dok je četvrti dio posvećen ekonomskoj problematici izgradnje i pogona. Posebno mjesto u tom dijelu zauzima pregled postojećih zaliha fosilnih goriva u Jugoslaviji i vjerojatna lokacija budućih termoenergetskih izvora.

Autor je dao specijalni naglasak na domaće izvore i razvoj u našoj zemlji, ukazujući na specifičnost istog. Zato je ovo djelo, koje sadrži sve potrebne teoretske podloge za projektiranje i izgradnju, kompletnije nego što su publikacije o istoj temi u drugim zemljama.

Pored toga, ovo djelo je specijalno orijentirano na praktičnu primjenu i brzo snalaženje.

Premda djelo ne tretira posebno pogonsku problematiku, ono može korisno poslužiti i u pogonu za rješavanje mnogobrojnih problema, koji se tamo pojavljaju, tim više jer sadrži mnogo podataka iz prakse i konkretnih primjera za proračun bitnih dijelova kompleksa termoelektrane.

J. L.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE OŽUJAK I TRAVANJ 1965.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. 1964.	188.812	41.432	1.265	16.688	190.077	58.120	17.377	10.986	+ 413	276.973
6. 1964.	126.411	39.154	880	18.948	127.291	58.102	53.744	21.306	— 180	260.263
7. 1964.	66.991	63.541	908	17.522	67.899	81.063	69.788	42.810	+ 61	261.621
8. 1964.	80.253	73.476	679	17.403	80.932	90.879	69.682	26.566	+ 12	268.071
9. 1964.	105.605	70.324	1.075	28.316	106.680	98.640	51.312	12.238	+ 554	269.424
10. 1964.	175.179	33.563	2.097	26.416	177.276	59.983	46.119	13.053	— 9.552	286.879
11. 1964.	223.164	26.909	1.828	20.920	224.992	47.829	16.413	14.841	— 9.366	294.709
12. 1964.	272.005	30.450	2.289	23.197	274.294	53.646	867	21.447	— 6.075	344.179
Ukupno 1964.	2,008.381	613.310	17.991	231.483	2,026.372	844.803	241.803	354.554	— 42.668	3,425.864
1. 1965.	274.722	24.932	2.359	19.183	277.081	44.115	4.921	3.028	— 834	328.311
2. 1965.	204.815	46.580	1.661	20.663	206.476	67.243	18.097	17.275	— 2.411	306.680
3. 1965.	273.588	44.630	2.279	17.493	275.867	62.123	— 19.228	11.241	— 8.016	321.987
4. 1965.	235.954	51.966	2.279	16 551	238.233	68.517	— 13.147	22.638	— 12.642	303.599
Ukupno 1. — 4. 1965.	989.079	168.108	8.578	73.890	997.657	241.998	— 9.357	54.182	— 23.903	1,260.577

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1965.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	12.278	11.121	73.518	120,0	124,7	205,4	21,0	19,3	—	—
		Gojak	48,0	27.502	29.029	98.779	127,9	120,8	162,3	77,7	82,8	—	—
		Ozalj	5,1	3.089	2.907	10.713	110,7	103,5	137,5	81,5	80,5	—	—
		Kraljevac	67,0	40.241	24.737	146.208	250,0	156,2	331,8	80,0	83,3	—	—
		Peruća	42,0	19.951	11.298	71.829	526,3	313,8	288,0	64,5	36,6	—	—
		Split	224,0	159.240	114.898	541.470	114,3	101,4	102,2	95,2	90,0	—	—
		Manojlovac	20,5	14.376	14.871	57.255	93,3	99,3	111,7	93,3	100,6	—	—
		Jaruga	5,5	4.004	3.882	15.516	102,5	105,2	106,6	97,5	76,9	—	—
	TE	Zagreb — TO	64,0	27.042	33.777	101.083	128,5	135,0	72,1	56,2	73,9	3.052	2.871
		Zagreb	17,0	489	—	2.585	52,1	33,3	219,2	3,9	—	6.820	—
		Jertovec	36,0	14.787	15.386	54.976	95,5	136,3	90,1	54,1	60,0	4.366	4.324
		Vlaška	8,0	2.312	2.803	9.464	67,6	135,2	67,8	37,7	49,1	5,260	5.056
		Rijeka	7,2	616	—	4.445	22,2	31,5	43,6	11,2	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1.903	1.475	9.882	76,0	51,4	111,1	15,3	15,2	—	—
		Sladorana, Županja	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	2.253	2.275	9.877	143,7	115,0	162,3	50,4	53,4	—	—
		Željezara, Sisak	5,5	2.853	3.590	13.087	80,5	171,5	105,6	69,6	90,0	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1964. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1965. godine

Elementi energetske bilance	Ožujak		Travanj		Od početka god.		Indeks 1964 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Ožujak	Travanj	Od početka god.
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	318.218	78,3	287.920	78,0	1,157.187	76,2	120,2	117,0	117,2
Proizvodnja industrijskih elektrana	19.772	4,9	18.830	5,1	82.468	5,4	95,0	105,5	114,2
Ukupna proizvodnja na generatoru	337.990	83,2	306.750	83,1	1,239.655	81,6	119,0	116,8	118,0
Nabava elektr. energ. od susjed. zaj.	67.968	16,8	62.168	16,9	278.960	18,4	102,5	76,5	87,5
Nabava elektr. energije iz inozemstva	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupno raspoloživa el. energija	405.958	100,0	368.918	100,0	1,518.615	100,0	115,3	106,7	110,9
Vlastiti potrošak elektrana u sistemu	7.312	1,8	7.432	2,0	27.665	1,9	87,0	129,8	88,8
Vlastiti potrošak industrij. elektrana	1.977	0,5	1.883	0,5	8,246	0,5	105,3	105,5	117,1
Ukupno raspoloživo na pragu elektr.	396.669	97,7	359.603	97,5	1,482.704	97,6	116,2	106,5	112,0
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(Prag elektrana u sistemu)	(380.862)	(93,8)	(342.656)	(90,2)	(1,416.761)	(93,8)	(122,9)	(106,5)	(113,6)
Gubici prijenosa u sistemu	34.040	8,3	21.007	5,7	86.588	5,6	163,5	123,5	110,0
Gubici razvoda u sistemu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna predaja el. energije potrošaču	362.629	89,4	338.596	91,8	1,396.116	92,0	113,6	105,6	111,2
Od toga:									
Prodano susjednim zajednicama	76.155	18,7	52.677	14,4	234,335	15,5	131,6	94,6	111,8
Prodano inozemstvu	8.016	2,0	12.642	3,4	25.764	1,6	188,4	92,8	126,3
Industrija vlastita opskrba	17.795	4,4	16.947	4,6	74.222	4,8	95,1	106,2	117,4
Potrošači u sistemu	260.663	64,3	256.330	69,4	1,063.795	70,1	109,0	109,4	110,4
Struktura potrošnje u sistemu. Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta poslovnih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta društvenih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Motori i aparati	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poljoprivredni motori	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Javna rasvjeta	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preprodavaoci	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna potrošnja na malo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vodovod	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gradska električna vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna komunalna potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ugljenokopi	16.887	4,1	—	—	16.887	1,1	—	—	—
Tvornice cementa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ostala veća potrošnja	4.024	0,9	4.181	1,1	8.205	0,5	—	—	—
kod elektrokemije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrometalurgije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod ostalih	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna ostala velepotrošnja	20.911	5,0	4.181	1,1	25.092	1,6	—	—	—
Karbid	18.450	4,5	17.087	4,6	70.800	4,6	221,5	141,6	229,0
Aluminij	10.098	2,5	9.765	2,7	38.202	2,5	85,7	105,3	82,6
Ostala elektrokemija	6.109	1,5	9.212	2,5	28.733	1,9	175,4	262,8	254,5
(Ukupno elektrokemija)	(34.657)	(8,5)	(36.064)	(9,8)	(137.735)	(9,0)	(146,9)	(103,1)	(155,0)
Ferolegura el. metalurgije	6.579	1,6	3.086	0,8	26.746	1,8	144,3	20,0	103,8
Elektrotoplina	2.489	0,6	2.366	0,6	9.530	0,6	98,4	96,0	90,0
Željeznička elektr. vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melioracija	—	—	4.918	1,4	4.918	0,4	—	—	—
Željezara Sisak	—	—	4.382	1,2	4.382	0,3	—	—	—
Ukupna specijalna velepotrošnja	43.725	10,7	50.816	13,8	183.311	12,1	142,5	98,0	146,4

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesec ožujak i travanj 1965.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	3. 1965.	1183	801	382	274	56	119	123	138	83	143	114	32	6	95	—
	4. 1965.	1189	807	382	236	52	122	133	176	86	147	104	33	7	93	—
Indeks na bazi	3. 1964.	111	128	88	128	93	139	83	139	66	139	123	122	79	95	—
	4. 1964.	116	117	112	114	152	160	97	124	103	115	130	281	106	76	—

Proizvodnja ugljena za mjesece ožujak i travanj 1965. god.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrst ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1964 = 100		
		Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša		65.080	65.930	262.480	102,9	94,3	99,7
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	4.447	4.304	17.584	88,6	94,1	88,7
	Rudnik Pregrada	6.410	6.622	25.297	87,4	98,7	89,5
	Ostali	6.319	5.903	24.303	104,9	96,6	99,1
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	15.059	14.090	58.122	101,3	97,5	98,5
	Dalmacija: Rudnik Siverić	7.692	7.993	29.153	93,4	102,6	92,5
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.158	2.058	6.380	50,7	124,8	64,0
	Svega mrki	41.085	40.970	160.839	93,7	99,3	92,8
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	31.022	30.826	118.672	100,7	98,1	96,9
	Zagorski rudnici, Konjšćina	9.795	9.957	40.972	80,3	95,3	95,4
	Rudnik lignita Poljanica	5.178	4.874	19.042	97,3	88,6	98,9
	Ostali	1. 93	1.255	6.464	101,9	70,5	86,4
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	8.680	8.129	35.618	119,2	98,3	108,6
	Ostali	6.648	6.177	25.885	120,4	102,4	115,5
	Ostala područja	1.427	1.640	6.424	129,7	159,8	140,4
	Svega lignit	64.543	62.858	253.077	100,8	97,5	100,5
Ukupno sve vrste ugljena		170.708	169.758	676.396	99,8	96,6	98,2

NAPOMENA: 1 Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1965.

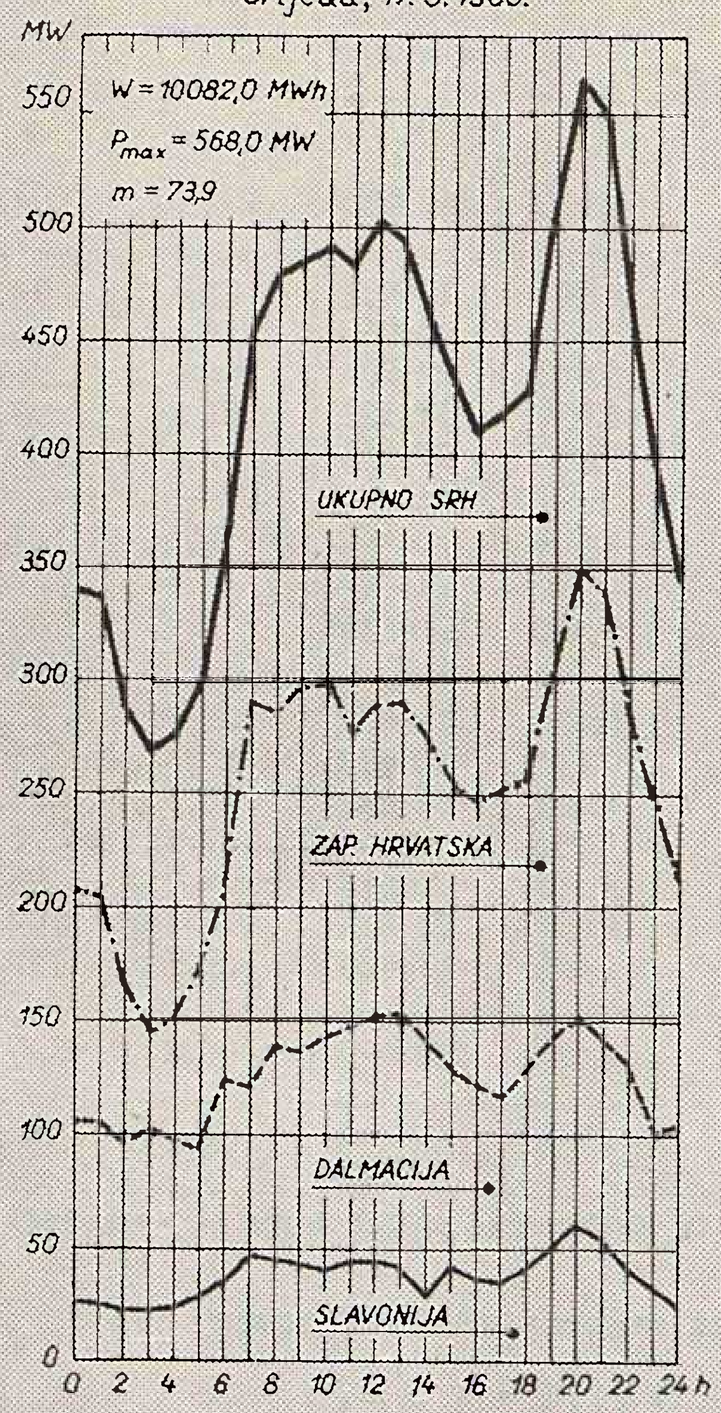
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	3. 1965.	2679	103	992	1584	2098	105
	4. 1965.	2521	98	933	1489	1973	103
Indeks na bazi	3. 1964.	108	96,2	106,8	108,4	108,2	110,4
	4. 1964.	108,1	86,7	231,5	231,5	105,2	118,0

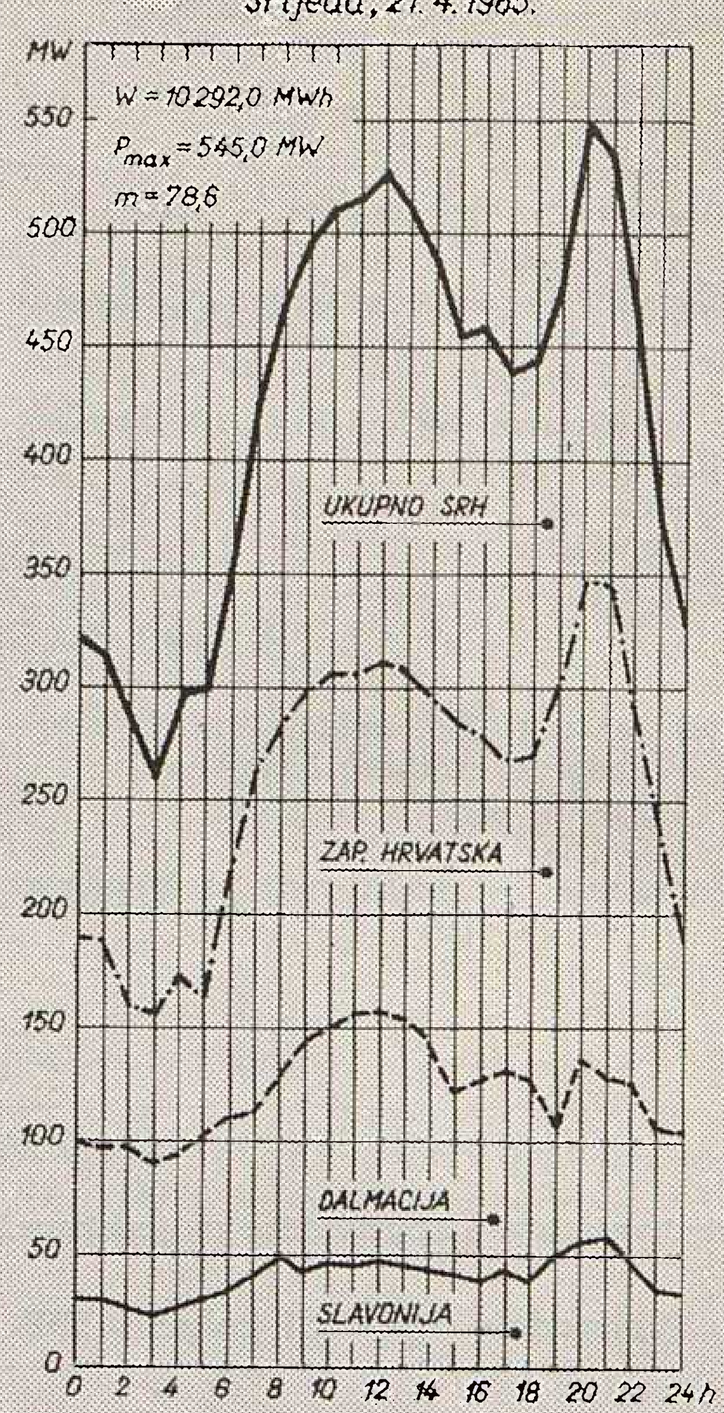
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1965.

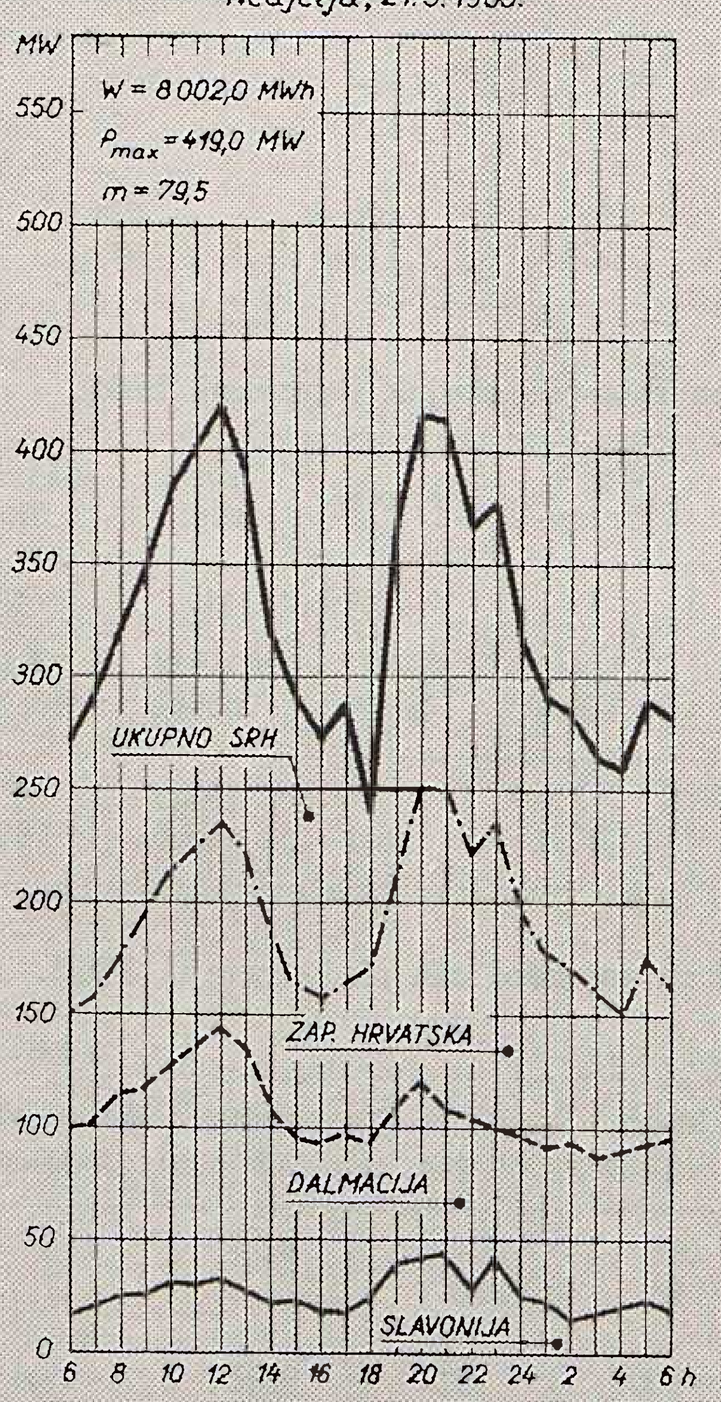
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivo ulje	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	3. 1965.	175.036	27.321	198.106	34.454	1.543	6.407	61.538	12.432	75.484
	4. 1965.	165.349	25.865	207.525	37.640	1.543	4.979	70.442	13.300	72.314
Indeks na bazi	3. 1964.	118,7	131,2	115,3	92,0	75,0	104,9	105,3	147,6	154,6
	4. 1964.	111,4	130,0	128,3	140,6	107,3	56,1	125,0	107,6	135,8

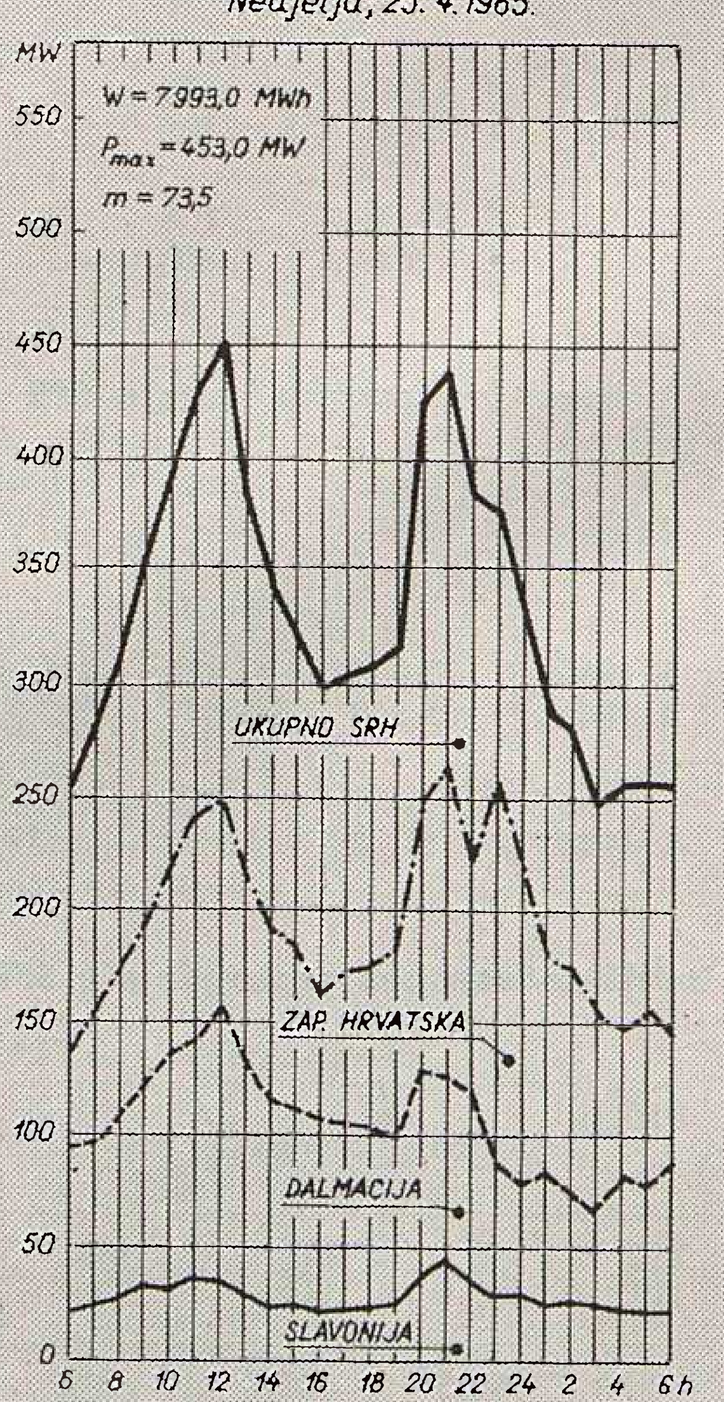
Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1965.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
1. ožujak 1965.	113	112	111	109	118	116	114	114	113	111
1. travanj 1965.	111	107	112	112	114	113	110	113	112	107
1. ožujak 1964.	100,0	97,3	102,7	100,0	101,7	93,5	93,5	98,2	99,1	101,8
1. travanj 1964.	96,0	96,3	99,1	99,1	98,0	94,5	88,7	97,4	96,5	95,5

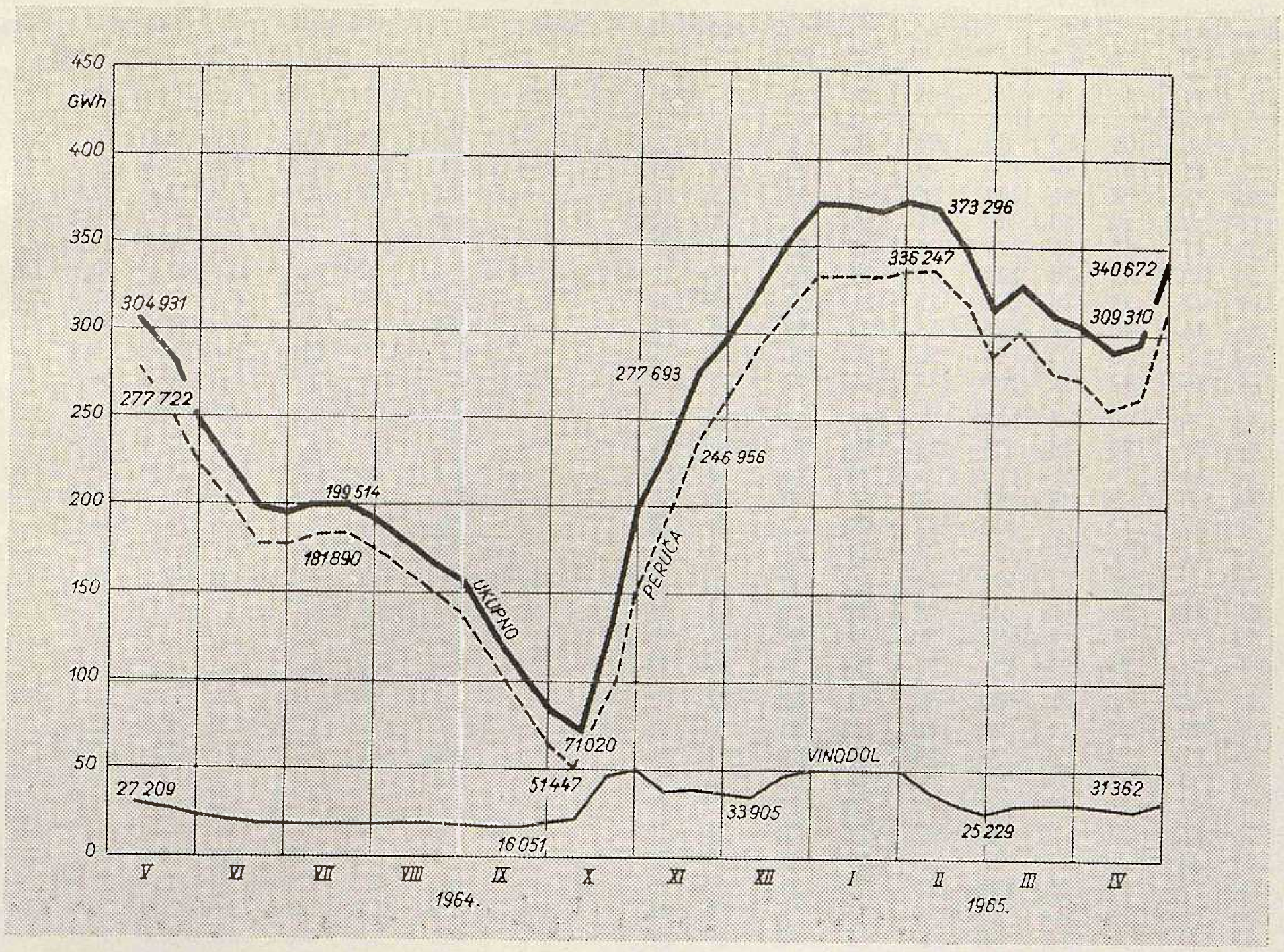

Srijeda, 17. 3. 1965.
MW
W = 10082,0 MWh
P_{max} = 568,0 MW
m = 73,9
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 h


Srijeda, 21. 4. 1965.
MW
W = 10292,0 MWh
P_{max} = 545,0 MW
m = 78,6
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 h


Nedjelja, 21. 3. 1965.
MW
W = 8002,0 MWh
P_{max} = 419,0 MW
m = 79,5
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6 h


Nedjelja, 25. 4. 1965.
MW
W = 7993,0 MWh
P_{max} = 453,0 MW
m = 73,5
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6 h

AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece ožujak i travanj 1965.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1964.		III — IV mj. 1965. prema III — IV mj. 1964.		12 mjeseci 1965/64. prema 12 mjeseci 1964/63.	
	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %
Ukupno SRH	100,0	100,0	104,7	94,0	112,4	107,7	110,8	110,9	107,2	107,3
Direktni potrošači	14,1	19,6	91,5	139,5	140,4	187,4	131,9	156,1	85,7	96,2
Distribucija	70,4	65,3	95,7	92,9	110,4	99,9	106,3	104,9	108,6	107,1
Gubici i ostalo	6,3	12,5	95,4	198,0	71,7	184,0	71,9	94,7	80,5	87,7

Srednji dnevni protoci vode za mjesece ožujak (3) i travanj (4) 1965 (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manoilovac		Jaruga		Vinodol				Gojak		Ozalj	
	3.	4.	3	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3	4.	3.	4.
1	33	38	101	79	56	80	40	60	16	26	—	—	1,2	0,8	1,9	0,9	5,0	35,7	—	—
2	73	48	101	80	109	70	87	66	29	24	—	—	12,6	0,6	14,2	0,6	65,0	27,5	—	—
3	105	35	37	81	244	75	191	55	63	22	—	—	8,0	0,3	15,0	0,5	162,0	22,9	—	—
4	127	39	50	50	240	64	200	6	54	22	—	—	1,9	—	4,3	0,9	94 0	23,2	—	—
5	127	42	63	81	227	64	182	55	51	22	—	—	3,8	0,1	4,0	0,2	70,0	21,1	—	—
6	89	40	41	70	228	60	174	73	63	22	—	—	3,1	0,2	4,5	0,6	107,0	20,1	—	—
7	97	42	32	76	220	57	151	51	55	21	—	—	2,3	0,4	3,1	0,5	76,0	17,9	—	—
8	84	46	42	74	196	53	125	38	44	21	—	—	0,9	—	1,9	—	52,0	16,3	—	—
9	69	63	100	82	181	56	180	50	39	21	—	—	0,8	34,0	0,8	1,4	43,5	23,7	—	—
10	69	86	93	32	168	117	162	72	35	30	—	—	0,3	1,3	0,6	0,7	40,0	30,6	—	—
11	56	76	99	4	148	118	147	27	32	33	—	—	0,8	0,6	0,1	1,0	35,6	63,6	—	—
12	57	71	97	45	125	102	110	54	30	33	—	—	0,2	0,5	0,2	0,3	31,5	50,0	—	—
13	51	61	79	55	115	91	70	46	30	33	—	—	0,4	0,6	0,5	0,6	28,0	41,1	—	—
14	45	67	38	76	98	64	21	40	28	32	—	—	0,5	1,6	0,6	1,0	25,0	54,0	—	—
15	50	55	63	64	100	83	75	47	24	28	—	—	1,2	2,0	1,3	2,6	28,1	143,9	—	—
16	38	57	100	73	106	74	85	41	23	24	—	—	1,3	1,0	1,7	2,1	23,3	100,7	—	—
17	44	45	85	67	109	53	85	39	22	22	—	—	1,7	0,5	2,2	1,6	39,0	76,4	—	—
18	44	40	84	8	107	60	93	6	22	22	—	—	1,5	1,3	2,0	0,9	40,0	68,8	—	—
19	53	50	90	61	103	56	85	47	22	26	—	—	1,2	1,0	1,6	1,6	34,2	66,1	—	—
20	36	63	92	68	102	81	85	53	22	39	—	—	0,8	1,0	1,8	1,7	32,0	129,5	—	—
21	37	93	69	8	100	159	64	67	22	79	—	—	1,7	1,0	1,1	1,9	31,5	91,3	—	—
22	33	108	75	6	99	180	72	85	22	75	—	—	0,6	0,8	1,4	2,6	30,7	73,4	—	—
23	33	97	92	8	97	180	85	82	21	66	—	—	0,8	0,9	1,3	2,8	34,2	63,2	—	—
24	62	91	85	18	120	164	78	60	23	60	—	—	3,2	2,3	3,3	1,5	43,5	86,7	—	—
25	71	88	40	18	152	152	56	55	37	59	—	—	1,6	1,0	2,4	2,0	48,9	51,5	—	—
26	75	86	31	8	134	142	57	58	37	59	—	—	1,9	2,6	2,6	3,2	50,0	49,3	—	—
27	61	84	47	18	118	134	71	51	33	59	—	—	1,5	2,2	1,7	3,3	47,5	47,6	—	—
28	44	79	29	20	104	119	43	36	32	59	—	—	0,9	4,0	1,4	5,4	36,1	51,5	—	—
29	53	79	64	20	99	120	53	35	30	58	—	—	0,9	2,0	1,2	8,8	33,4	77,0	—	—
30	53	74	78	15	96	120	72	40	29	58	—	—	0,9	2,8	1,1	3,2	31,6	53,4	—	—
31	45		74		91		62		28			—	0,9		1,2		37,2		—	—
M. p[1].	56,7	64,7	70,0	45,5	135,2	98,2	98,7	49,8	34	38	—	—	1,2	2,2	2,7	1,8	48,5	56	—	—

[1] M. p. = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat,* tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač,* direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Boris *Markovčić,* glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes,* direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati,* ing. Vladimir *Štengl,* ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević.* Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec.* Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač.* Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Tehnički urednik: Ivan *Šimurina.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 14 (1965) energija BROJ 7 — 8

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

NEKE MOGUĆNOSTI ZA ANALIZU ENERGETSKIH KARAKTERISTIKA KUĆANSTAVA*

Vladimir Štengl — Dragan Borojević, Zagreb

U članku su izložene dvije metode za analizu veličine i strukture potrošnje električne energije u kućanstvima i za ocjenu vršnog opterećenja koje kućanstva izazivaju u mreži. Ukratko su opisane same metode, a zatim su prikazani rezultati njihove primjene u konkretnom primjeru.

DK 621.31 : 64

Kućanstva su najbrojniji i prostorno najviše rasprostranjeni potrošači električne energije. Daleko najveći dio distributivne mreže je izgrađen i gradi se upravo zbog njih. Kućanstva izazivaju najveći dio investicija u distributivnu mrežu i najveći dio troškova njenog uzdržavanja i eksploatacije.

Dok tako utječu na razvoj i troškove mreže, po vremenskom slijedu svojih zahtjeva i po volumenu potrošnje, kućanstva su u energetskom pogledu nerentabilan potrošač u distributivnoj mreži. Izazivaju relativno visoke vrhove opterećenja s malim trajanjem, zbog čega su instalirani kapaciteti vodova i transformatora za njihovo snabdijevanje općenito slabo iskorišteni.

Potrošnja energije u kućanstvima bilježi već niz godina visoke stope porasta. Konzum u toj grupi potrošnje mjestimično se udvostručuje kroz pet do osam godina i postavlja sve veće i složenije zahtjeve za ekonomskim i tehničkim zahvatima u mreži. Po svojoj prirodi uzroci tog rasta leže van domašaja distributera, koji treba da taj rast zadovolji izgradnjom mreže.

Sve te činjenice ukazuju na značajan utjecaj potrošnje u kućanstvu na razvoj i ekonomiku distributivnih mreža. Tendencije daljnjeg razvoja pokazuju, da će taj utjecaj biti s vremenom sve veći i složeniji, što više raste potrošnja, što se veći broj štednjaka, bojlera, grijalica i drugih aparata priključuje na mrežu.

Takav razvoj nameće potrebu istraživanja osnovnih karakteristika, strukturalnih odnosa i zakonomjernosti potrošnje u kućanstvu. Potrebno je da se istražuju kvantitativna mjerila o tome, kolike su energetske potrebe kućanstva i o kojim faktorima one ovise; kolik je udio kuhanja, grijanja vode, zagrijavanja prostorija i drugih namjena u potrošnji kućanstva i kakav je njihov utjecaj na opterećenje mreže.

Takova istraživanja od jednakog su interesa za ocjenu ekonomskih i tehničkih zahvata kojima se može utjecati na racionalniji raspored potrošnje i povoljnije iskorištenje postojeće mreže (tarife, daljinsko upravljanje i dr.), kao i za sigurnije prognoziranje budućeg razvoja konzuma i optimalno usmjeravanje razvoja mreže.

Istraživanja karakteristika konzuma u kućanstvu mogu se podijeliti u dva osnovna pravca:

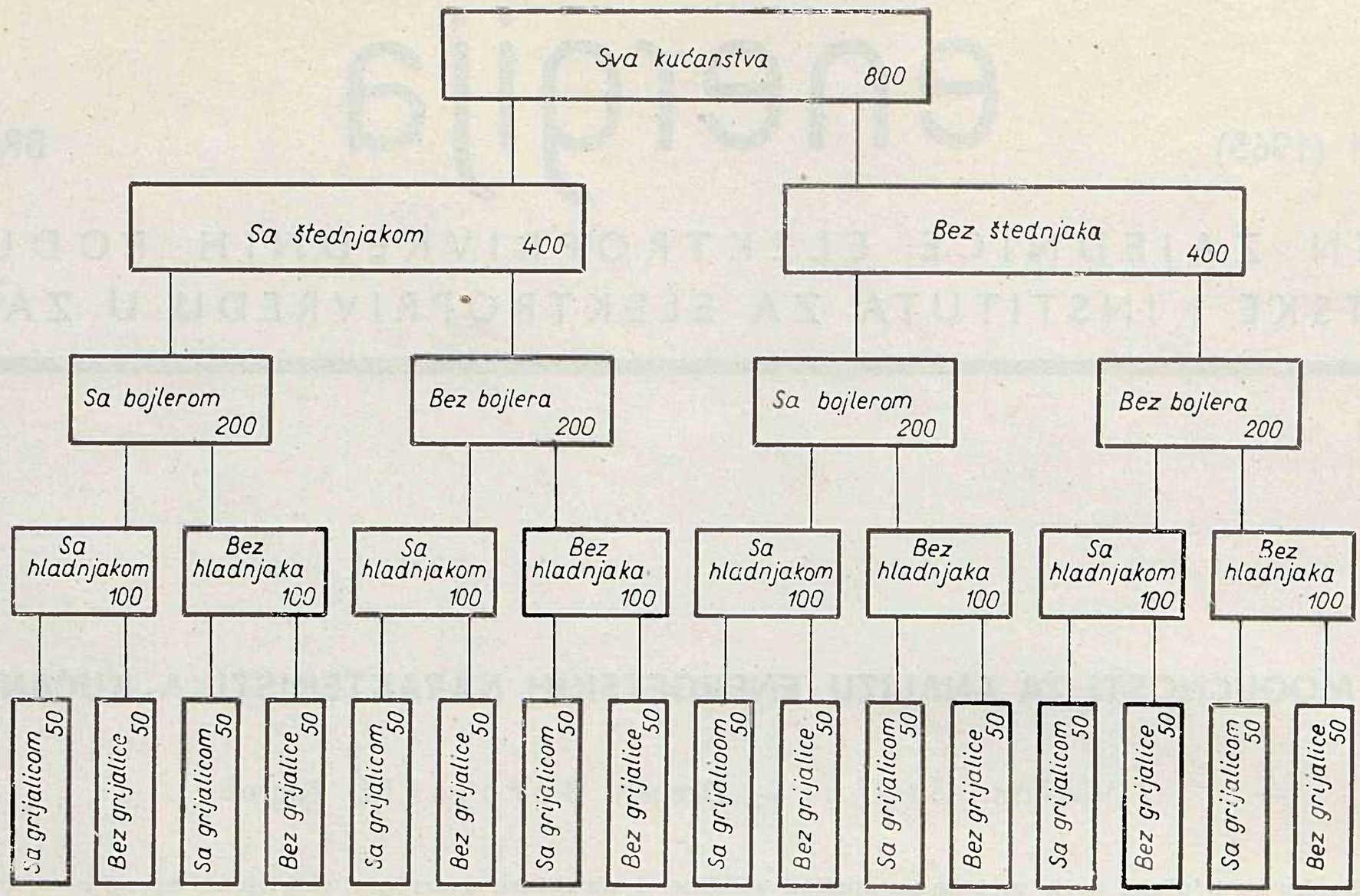
— istraživanje strukture potrošnje energije i njene ovisnosti o raznim ekonomskim, socijalnim i drugim faktorima,
— istraživanje veličine i karaktera opterećenja koje kućanstvo izaziva u mreži.

Metode tih istraživanja su različite, ovisno o posebnim ciljevima i tačnosti koja se želi postići. Međutim, osnovu svih istraživanja čini obrada velikog broja podataka, prikupljenih bilo putem ankete, bilo mjerenjima u mreži.

U ovom članku iznosimo dvije metode istraživanja:

— metodu diferenciranja za ocjenu strukture potrošnje u kućanstvu i
— metodu matematsko-statističkog ocjenjivanja faktora istovremenosti korištenja instaliranih snaga i vršnog opterećenja kućanstva u mreži.

* Prema referatu priređenom za II savjetovanje rukovodilaca poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije — Beograd, decembra 1965.



Sl. 1. Shema računa diferencija

Najprije je izložen kraći opis samih metoda a zatim je prikazana njihova primjena na konkretnom primjeru.

Metoda diferenciranja

Ova metoda predstavlja primjenu zakona velikih brojeva na postupno i progresivno diferenciranje grupacija kućanstava s određenom, ali između grupa različitom, strukturom instaliranih aparata. Prema zakonu velikih brojeva može se potrošak energije prosječnog kućanstva iz iste grupe kućanstava reprezentativno izraziti prosječnim potroškom cijele grupe. Ako su pak grupe sastavljene od kućanstava s određenom strukturom aparata, može se prema istom zakonu očekivati, da će i rezultirajući specifični potrošak u stanovitoj mjeri biti funkcija strukture aparata. Razlike u specifičnim potroščima pojedinih grupa kućanstava pripisuju se, dakle, razlikama u strukturi aparata, pa se stoga postupnim diferenciranjem može utvrditi prosječni potrošak svakog aparata. Na taj se način u konačnom rezultatu dobiva slika strukture potrošnje energije u kućanstvu, a i prosječni ukupni potrošak energije po kućanstvu kao funkcija strukture instaliranih aparata.

Postupak diferenciranja općenito je prikazan u shemi na sl. 1. Shema prikazuje slučaj diferenciranja grupe od 800 kućanstava sa ciljem da se utvrdi potrošak energije za kuhanje (štednjak), za grijanje vode (bojler), za hladnjak, za grijanje prostorija (grijalica) i za sve ostale namjene zajedno. U shemi je pretpostavljen idealan slučaj razdiobe aparata po kućanstvima, u kojem su sve grupacije kućanstava na istom stepenu diferenciranja jednako velike. U stvarnosti grupe se više ili manje razlikuju po veličini, ovisno o stvarnoj razdiobi aparata po kućanstvima.

U prvom stepenu promatraju se sva kućanstva zajedno i određuje prosječni potrošak svih kućanstava. U drugom stepenu kućanstva su podijeljena u dvije grupe: sa štednjakom i bez štednjaka, a prosječni potrošak računa se posebno za svaku grupu. U trećem stepenu formiraju se iz svake prethodne grupe po dvije podgrupe: s bojlerom i bez bojlera, i za svaku se računa odgovarajući prosječni potrošak. Postupak se zatim analogno nastavlja dalje do kraja. Kao rezultat postupka dobiva se u ovom slučaju 31 podatak o prosječnom potrošku, odnosno 16 alternativa u pogledu strukture instaliranih aparata. Tako velik broj podataka omogućuje da se njihovim međusobnim uspoređivanjem višestruko ispita i provjeri svaka od traženih veličina.

Uspoređivanje podataka odvija se po određenom sistemu tako, da se uspoređuju grupe koje se razlikuju samo po jednom aparatu, i to onom za koji se traži potrošak. Na primjer, ako se želi odrediti potrošak hladnjaka, onda se prema shemi na sl. 1 uspoređuju kućanstva po slijedećim linijama diferenciranja:

a) prva usporedba: kućanstva — bez štednjaka, bez bojlera, sa hladnjakom, bez grijalice; prema kućanstvima — bez štednjaka, bez bojlera, bez hladnjaka, bez grijalice;

b) druga usporedba: kućanstva — bez štednjaka, bez bojlera, sa hladnjakom, sa grijalicom; prema kućanstvima — bez štednjaka, bez bojlera, bez hladnjaka, sa grijalicom;

c) treća usporedba: kućanstva — bez štednjaka, sa bojlerom, sa hladnjakom, bez grijalice; prema kućanstvima — bez štednjaka, sa bojlerom, bez hladnjaka, bez grijalice;

d) četvrta usporedba: kućanstva — bez štednjaka, sa bojlerom, sa hladnjakom, sa grijalicom; prema kućanstvima — bez štednjaka, sa bojlerom, bez hladnjaka, sa grijalicom.

Pored navedenih usporedbi mogu se načiniti još četiri analogne usporedbe promatrajući grupe kućanstava sa štednjakom. Svaka od ovih kombinacija daje prosječni potrošak hladnjaka u kućanstvima s različitom strukturom aparata, što omogućava višestruko provjeravanje rezultata.

Na isti način se može odrediti prosječni potrošak i svakog ostalog aparata — štednjaka, bojlera, grijalice itd.

Tačnost konačnih rezultata diferenciranja općenito ovisi o izboru kućanstava za takvo istraživanje i o tome, u koliko se stepena diferenciranje vrši. Pri tome je ukupan broj kućanstava značajan utoliko, što i u svakoj grupi u posljednjem stepenu diferenciranja treba da ostane još toliki broj kućanstava, da može biti mjerodavan za ocjenu prosječnog potroška. Nadalje je vrlo važno da se kućanstva međusobno što više razlikuju po strukturi aparata, ali da bude zastupljen približno jednak broj kućanstava s raznim kombinacijama aparata. U tom se slučaju približavamo idealnoj shemi kao što je gore prikazana. Istovremeno je poželjno, sa stanovišta tačnosti rezultata, da se ne uzmu u obzir kućanstva čija potrošnja ekstremno odstupa, prema gore ili prema dolje, od općeg prosječnog potroška, budući da takva odstupanja nisu zakonomjerna i kvare sliku prosjeka. I konačno, potrebno je da sva promatranja kućanstva posjeduju jednako dugo, barem kroz jednu obračunsku godinu, sve zatečene aparate s kojima ulaze u račun.

Metoda matematsko-statističkog ocjenjivanja vršnog opterećenja kućanstava

Ova metoda služi se zakonima teorije vjerojatnosti da bi utvrdila koliko se vršno opterećenje može očekivati u pojedinom ogranku mreže, ako je poznato koliko je i kakvih aparata instalirano u priključenim kućanstvima. Upotreba tih aparata općenito se ne odvija po nekoj određenoj zakonitosti, već ovisi o potrebama i navikama svakog pojedinog korisnika. Zbog toga je i broj istovremeno uključenih aparata na ogranku mreže slučajna veličina koja se može ocjenjivati jedino po zakonima teorije vjerojatnosti.

Istovremenost korištenja aparata određuje vršno opterećenje u mreži, za koje treba da su dimenzionirani razdjelni vodovi i pojne tačke. Mogućnost ocjenjivanja tih veličina od jednakog je značaja za predskazivanje porasta tereta u postojećoj mreži, zbog priključivanja novih aparata, kao i za planiranje novih dijelova mreže.

Matematsko-statističko ocjenjivanje opterećenja u mreži ne isključuje istraživanja putem mjerenja. Naprotiv, zajedno s mjerenjima daje potpuniji uvid u ovisnost vršnog opterećenja o broju i vrsti priključenih aparata i režimu njihove upotrebe.

Problem matematsko-statističkog ocjenjivanja vršnog opterećenja svodi se na slijedeće:

Ako, je u nekom ogranku mreže priključen određen broj kućanstava sa ukupno »n« različitih aparata, čija ukupna instalirana snaga iznosi »P_i«, onda se postavlja pitanje, koliki je najveći broj aparata n_k koji će s velikom vjerojatnošću biti istovremeno uključeni. Pri tom je faktor istovremenosti određen omjerom

$$f = n_k/n$$

a vršno opterećenje relacijom

$$P_m = f \cdot P_i$$

Veličina »n_k« se određuje uz pomoć zakona teorije vjerojatnosti. Za jedno određivanje potrebno je poznavati slijedeće polazne podatke: broj i vrstu aparata u mreži, njihove instalirane snage i prosječne godišnje potroške energije.

Iz ovih podataka najprije se određuje pojedinačna vjerojatnost upotrebe za svaku vrstu aparata. U općem slučaju ta je vjerojatnost određena prosječnim dnevnim korištenjem instalirane snage aparata odnosno omjerom

$$p = \frac{t}{24} = \frac{W\,(\mathrm{kWh/god})}{24 \cdot 365 \cdot P_i\,(\mathrm{kW})}$$

Za pojedine aparate vjerojatnost upotrebe se može definirati i drugačije, tako da u račun dođu s većom ili manjom vjerojatnošću od gore definirane. To će ovisiti o eventualnim specifičnim uvjetima upotrebe s obzirom na sezonski ili dnevni raspored potrošnje.

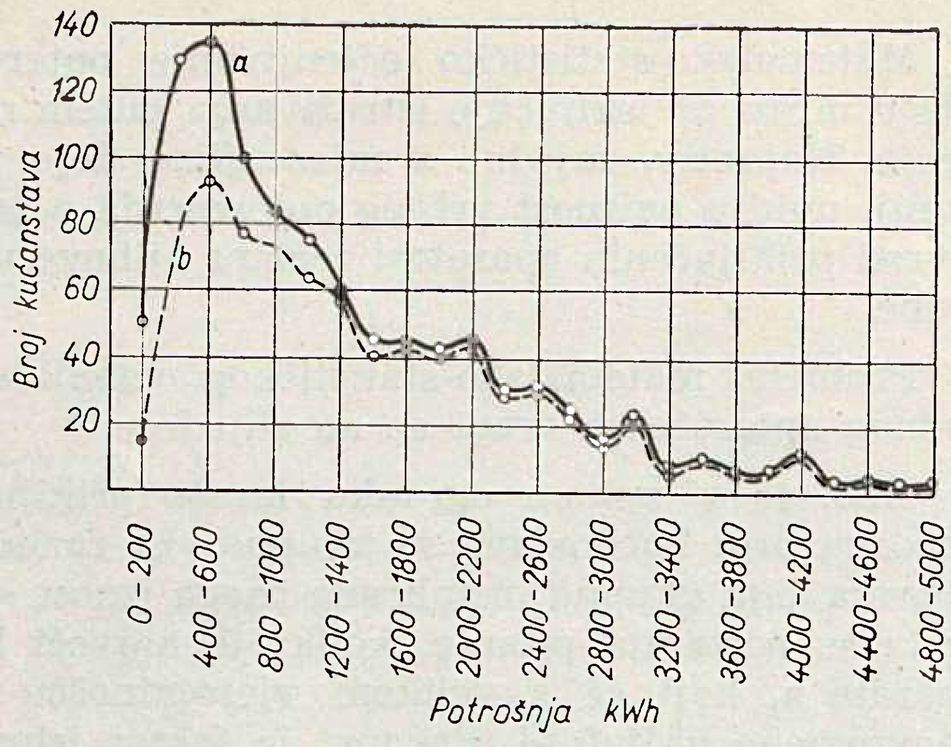
S poznatim pojedinačnim vjerojatnostima određena je i složena fiktivna vjerojatnost upotrebe svakog aparata:

$$p_s = \left(p_1^{n_1} \cdot p_2^{n_2} \ldots p_x^{n_x}\right)^{\frac{1}{n}}$$

gdje su: $p_1 \ldots p_x$ — pojedinačne vjerojatnosti za svaku vrst aparata; $n_1 \ldots n_x$ — broj aparata iste vrste; n — ukupan broj svih aparata.

U daljnjem postupku potrebno je da se ispita koja od poznatih krivulja distribucije frekvencije (Bernoullijeva, Poissonova, Laplace-Gaussova) dovoljno aproksimira promatrani skup veličina. Primjenom zakonitosti jedne od tih distribucija određuje se konačno traženi kritični broj »n_k« istovremeno uključenih aparata.

Na kraju treba istaknuti da jedan od osnovnih podataka (prosječni godišnji potrošak određenog aparata) dobivamo prethodno opisanom metodom diferenciranja, što povezuje obje metode u ovim istraživanjima.



Sl. 2 a Krivulja raspodjele potrošnje električne energije u Tuzli (područja TS 1070,4 kV Kula, Stadion i Novi)
b Izdvojena kućanstva s većim trošilima

I konačno, za provjeru dobivenih rezultata, i za eventualnu korekciju pretpostavki u pogledu određivanja vjerojatnosti s kojom pojedini aparat ulazi u račun, mogu poslužiti snimanja dijagrama opterećenja u mreži. Na taj način se povezuju i međusobno upotpunjuju matematsko-statističke i mjerne metode istraživanja.

Za ilustraciju primjene izloženih metoda navodimo primjer konkretnih istraživanja, provedenih u gradskoj mreži Tuzle.

Istraživanja energetskih karakteristika kućanstava u Tuzli provedena su kao sastavni dio radova na planu budućeg razvoja gradske mreže, koji razrađuje Institut za elektroprivredu u Zagrebu.

Treba istaknuti, da potrebne podatke za ta istraživanja nije trebalo prikupljati posebnom anketom, već su preuzeti iz tekuće dokumentacije o strukturi instalirane snage i potrošku u kućanstvu, koju Elektro-Tuzla sistematski vodi.

Analiza je provedena za stanje koje je vrijedilo u godinama 1963. i 1964.

Istraživanje strukture potroška energije metodom diferenciranja

Za analizu su odabrana područja triju transformatorskih stanica 10/0,4 kV Kule, Stadion i Novi, koje su u neku ruku reprezentativne za grad Tuzlu, jer uglavnom zasebno obuhvaćaju kućanstva s različitim standardom potrošnje. Tako su na TS Kule priključena kućanstva s relativno visokim iznosima potrošnje, na TS Stadion sa srednjim iznosima potrošnje, a na TS Novi s niskim iznosima potrošnje promatrano u relacijama potrošnje u Tuzli.

S druge strane područja tih stanica obuhvaćaju dovoljan broj kućanstava, da bi se diferenciranje moglo provesti u željenom opsegu, te da rezultati budu reprezentativni.

U račun je uključeno ukupno 1 002 kućanstva od oko 9 000 koliko ih ima u gradu Tuzli. Na sve tri promatrane stanice priključeno ih je nešto više, no jedan dio je isključen iz razmatranja zbog ekstremno visokih potrošaka, a drugi dio zbog nepouzdanih podataka o potrošnji.

U promatranoj grupi od 1002 kućanstva bili su zastupljeni, pored rasvjete, razni drugi aparati u slijedećem broju:

Vrsta aparata	Broj aparata
Štednjak	420
Kuhalo	431
Bojler	298
Hladnjak	156
Grijalica	66
Stroj za pranje rublja	28
Radio aparat	876
Televizor	213
Glačalo	831
Usisač	172

Ukupni potrošak energije svih 1 002 kućanstava je u 1963. godini iznosio 1 377 292 kWh ili u prosjeku 1 370 kWh/kućanstvu.

Prosječni potrošak, međutim, ne daje pravu sliku razdiobe potrošnje, pa je stoga u tablicama 1 i 2 i na slici 2 prikazano s kolikom učestalošću se pojavljuje određeni nivo potrošnje u kućanstvima. Prikazi u tablicama na slici sređeni su po kategorijama potrošnje s razlikom u potrošku od po 200 kWh.

Tablica 2 i krivulja b na slici 2 prikazuju iste prilike, ali samo za ona kućanstva koja posjeduju barem jedan od većih aparata po kojima je provedeno diferenciranje potroška.

Ordinate krivulje raspodjele potrošnje u kućanstvima u Tuzli (područja TS 10/0,4 kV Stadion, Kule i Novi)

Tablica 1

Godišnja potrošnja kWh		Broj kućanstava	Suma broja kućanstava	Procenat sume broja kućanstava
	do 200	51	51	5,1
od 200	do 400	130	181	31,5
400	600	133	314	31,3
600	800	100	414	41,3
800	1000	84	498	49,6
1000	1200	76	574	57,2
1200	1400	60	634	63,2
1400	1600	45	679	67,6
1600	1800	45	724	72,1
1800	2000	42	766	76,4
2000	2200	46	812	81,0
2200	2400	30	842	83,9
2400	2600	31	873	87,0
2600	2800	26	899	89,6
2800	3000	17	916	91,3
3000	3200	24	940	93,7
3200	3400	8	948	94,4
3400	3600	10	958	95,5
3600	3800	8	966	96,3
3800	4000	8	974	97,1
4000	4200	12	986	98,3
4200	4400	3	989	98,6
4400	4600	5	994	99,1
4600	4800	4	998	99,4
4800	5000	4	1002	100,0

Ordinate krivulje raspodjele potrošnje u kućanstvima sa većim trošilima u Tuzli (područje TS 10/0,4 kV Stadion, Kule i Novi)

Tablica 2

Godišnja potrošnja kWh		Broj kućanstava	Suma broja kućanstava	Procenat sume broja kućanstava
od 0	do 200	15	15	1,8
200	400	77	92	11,2
400	600	94	186	22,6
600	800	78	264	32,2
800	1000	72	336	40,9
1000	1200	65	401	48,9
1200	1400	59	460	56
1400	1600	41	501	61
1600	1800	44	545	66,4
1800	2000	41	586	71,4
2000	2200	46	632	77
2200	2400	30	662	80,6
2400	2600	31	693	84,4
2600	2800	25	718	87,5
2800	3000	17	735	89,5
3000	3200	24	759	92,4
3200	3400	8	767	93,4
3400	3600	10	777	94,6
3600	3800	8	785	95,6
3800	4000	8	793	96,6
4000	4200	12	805	98
4200	4400	3	808	98,4
4400	4600	5	813	99
4600	4800	4	817	99,5
4800	5000	4	821	100

Ako se usporede ovi podaci s prosječnim potroškom u kućanstvu, onda je vidljivo da u ovom slučaju prosječni potrošak ne karakterizira dobro grupu kućanstava, jer se dosta razlikuje od najučestalijih potrošaka (400—600 kWh). Takva razdioba potrošnje odstupa od normalne, čija krivulja je simetrična i koja općenito daje najpouzdanije rezultate u takvim istraživanjima.

Diferenciranje potroška provedeno je prema slijedećim aparatima:

štednjak,
kuhalo,
bojler,
hladnjak,
grijalica i
stroj za pranje rublja.

Diferenciranje prema tolikom broju aparata dalo je u konačnom rezultatu 127 podataka o prosječnom potrošku i 64 alternativne kombinacije u pogledu strukture aparata. Zbog obimnosti tih podataka ovdje ih ne dokumentiramo, već dajemo samo krajnje rezultate uspoređivanja.

Analiza je dala slijedeće konačne rezultate za prosječni potrošak pojedinih aparata u promatranoj grupi kućanstava:

Vrsta aparata	Potrošak kWh/god.	
Štednjak	950	1 200
Kuhalo	200	500
Bojler	700	800
Hladnjak	750	850
Grijalica	550	700
Stroj za pranje rublja	oko 120	
Rasvjeta i sitni aparati	oko 500	

Pored ovih pojedinačnih potrošaka, iz ukupnog broja kombinacija izdvajamo podatke o prosječnom potrošku kućanstava s onim strukturama aparata koje su u ovom slučaju najbrojnije zastupljene. Za njih su dobiveni slijedeći prosječni potrošci energije:

— kućanstva s kuhalom, rasvjetom i sitnim aparatima 700 kWh/god
— kućanstva s kuhalom, bojlerom, rasvjetom i sitnim aparatima 1 460 kWh/god
— kućanstva sa štednjakom, rasvjetom i sitnim aparatima 1 460 kWh/god
— kućanstva sa štednjakom, bojlerom, rasvjetom i sitnim aparatima 2 160 kWh/god
— kućanstva sa štednjakom, hladnjakom, rasvjetom i sitnim aparatima 2 200 kWh/god
— kućanstva sa štednjakom, bojlerom, hladnjakom, rasvjetom i sitnim aparatima 3 010 kWh/god

Interesantno je konstatirati, da pored štednjaka i bojlera i hladnjak ima znatan utjecaj na potrošak kućanstva, što se na početku razmatranja nije očekivalo. Naknadnim provjeravanjem je, međutim, utvrđeno da su promatrana kućanstva opremljena gotovo isključivo apsorpcionim hladnjacima za koje je karakterističan takav potrošak energije. Također je utvrđeno da i grijalice imaju osjetan utjecaj na visinu potroška, no ovaj se podatak nije mogao pouzdanije ocijeniti zbog relativno malog broja grijalica.

Iz istog razloga nije se mogao pouzdanije ocijeniti ni utjecaj stroja za pranje rublja.

Kod kuhala je utvrđen relativno velik raspon potroška energije, što je vjerojatno uvjetovano većim razlikama u korištenju kuhala pored ostalih sredstava za kuhanje.

Potrošak za rasvjetu i sitne aparate od oko 500 kWh/god utvrđen je kao prosjek svih kućanstava bez obzira na strukturu sitnih aparata. Unatoč tome ovaj se podatak može smatrati dosta pouzdanim, jer većina kućanstava posjeduje one sitne aparate koji mogu imati utjecaj na nivo potroška (glačalo, radio aparat).

Dobiveni rezultati daju uvid u energetsku vrijednost važnijih kućanskih aparata i kućanstava s različitom strukturom aparata za sadašnje prilike u gradu Tuzli.

Ovi rezultati se ne mogu bez daljnjega poopćiti, iako se može pretpostaviti, da se rezultati istraživanja u drugim gradovima sa sličnim prilikama ne bi bitno razlikovali.

Za konkretne prilike u Tuzli dobiveni rezultati pružaju pouzdanu osnovu za planiranje razvoja konzuma u bližoj budućnosti, a napose sa izgradnjom novih predjela grada gdje je unaprijed poznata orijentacija u pogledu korištenja električne energije u kućanstvu.

Ocjenjivanje faktora istovremenosti i vršnog opterećenja matematsko-statističkim putem

Za ilustraciju navodimo primjer istraživanja provedenih na području TS 10/0,4 kV Kule koja je bila obuhvaćena i prethodnim istraživanjima potrošnje.

Iz TS Kule napaja se preko transformatora od 250 kVA ukupno 181 kućanstvo. Struktura instaliranih aparata u tim kućanstvima bila je slijedeća:

Vrsta	Broj aparata	Instalirana snaga (W)	
		Prosječna	Ukupna
Štednjak	139	6 100	847 900
Bojler	175	1 425	249 375
Hladnjak	59	145	8 555
Grijalica	55	1 680	92 400
Kuhalo	47	820	38 540
Ostalo	181	1 150	208 150
Ukupno	656	—	1 444 920

Navedene prosječne instalirane snage odgovaraju srednjim veličinama svih aparata u istoj grupi.

Vjerojatnosti s kojima je pojedini aparat uzet u račun za ocjenu istovremenosti uključivanja su određene pomoću poznatog prosječnog potroška energije po aparatu utvrđenog u prethodnoj analizi. Kod toga je pretpostavljeno da se svaki aparat može uključiti u bilo koje vrijeme u toku dana.

Na taj način dobivene su za pojedine aparate slijedeće vjerojatnosti upotrebe:

Vrsta aparata	Prosj. potrošak (kWh/god.)	Vjerojatnost upotrebe *(p)*
Štednjak	950	0,0178
Bojler	750	0,0598
Hladnjak	800	0,63
Grijalica	600	0,0407
Kuhalo	400	0,0556
Ostalo	510	0,0506

Prema ranije opisanom postupku s ovim pojedinačnim vjerojatnostima, izračunata je složena fiktivna vjerojatnost upotrebe

$$P_s = 0{,}052\,4\,,$$

s kojom se ulazi u račun za određivanje kritičnog broja istovremeno uključenih aparata »n_k«.

S obzirom na relativno velik broj aparata (ukupno 656) i na malu fiktivnu vjerojatnost upotrebe u ovom se slučaju, za određivanje kritičnog broja »n_k« istovremeno uključenih aparata, mogla upotrebiti Laplace-Gaussova distribucija.

Kritični broj »n_k« je izračunat za sigurnost od 1% i 0,1% u iznosima

$$n_{k_{0,01}} = 47 \quad \text{i}$$

$$n_{k_{0,001}} = 52.$$

Ovi brojevi pokazuju koji se najveći broj aparata može očekivati da bude istovremeno uključen s vjerojatnošću 99% i 99,9%.

S tim vrijednostima određeni su konačno faktori istovremenosti korištenja svih priključenih aparata:

$$f_{0,01} = \frac{47}{656} = 0{,}072 \quad \text{i}$$

$$f_{0,001} = \frac{52}{656} = 0{,}08\,.$$

Iz toga slijede i granice vršnog opterećenja koje se može očekivati u tom dijelu mreže odnosno na transformatoru u TS Kule:

$$P_M = f\,P_i = (0{,}072\,...\,0{,}008)\;1\,444\,920$$

$$P_M = 104\,...\,116\;\text{kW}$$

Ako se uzme u obzir da je na stanicu priključeno ukupno 181 kućanstvo onda se dobiva da prosječni udio kućanstva u vršnom opterećenju stanice iznosi

$$P_1 = \frac{104\,...\,116}{181} = 575\,...\,640\;\text{W/kućanstvu}$$

Dobiveni rezultati su dosta mali s obzirom na ukupnu instaliranu snagu u priključenim kućanstvima, koja iznosi oko 1,5 MW. Međutim, snimak dijagrama opterećenja na transformatoru u TS Kule pokazuje da se rezultati matematsko-statističke ocjene vršnog opterećenja dobro podudaraju sa stvarnim stanjem.

Na sl. 3 prikazan je dnevni dijagram opterećenja na transformatoru u TS Kule za jednu proizvoljno odabranu nedjelju u kojoj je snimanje vršeno.

Treba naglasiti, da je nedjeljni dijagram karakterističan po tome što tog dana nastupaju osjetno veća vršna opterećenja nego u radnim danima.

U dijagramu su ucrtane i granice vršnih opterećenja utvrđene gornjim proračunima, pa se vidi da mjerne vrijednosti samo s kratkotrajnim vrhovima padaju u te granice.

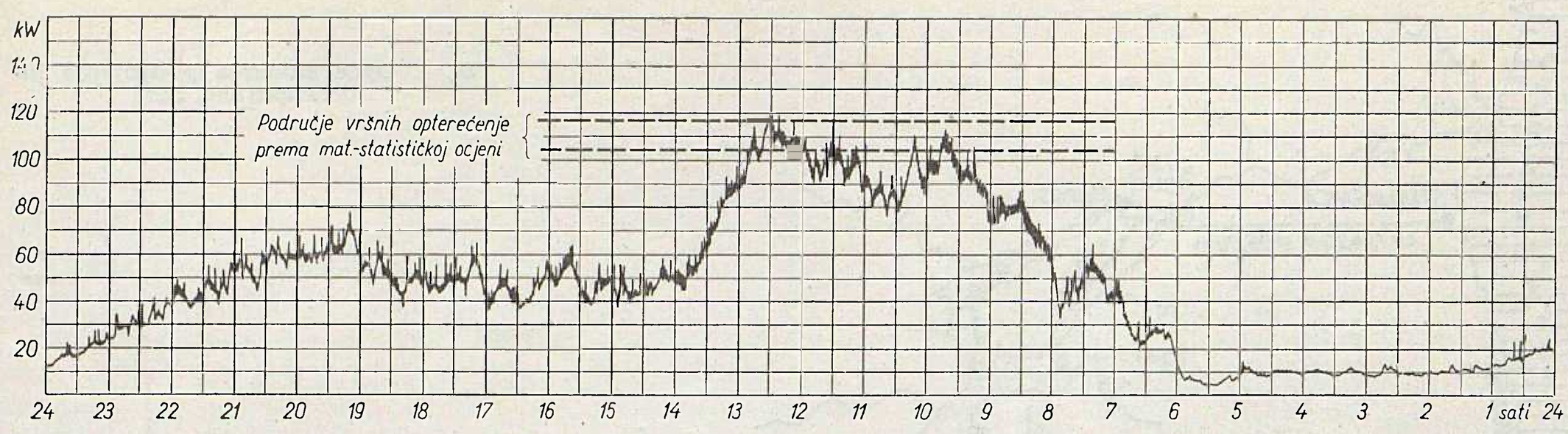
Prikazani dijagram doduše ne pokazuje godišnje vršno opterećenje, ali se pretpostavlja da se ono neće znatnije razlikovati od snimljenog stanja, a prema tome i od računom utvrđenih tereta.

Dobiveni rezultati pokazuju da se, uz poznatu strukturu instalirane snage i prosječni potrošak energije za pojedine namjene u kućanstvu, može dosta pouzdano ocijeniti i vršno opterećenje koje kućanstva izazivaju u mreži.

Ta mogućnost je od interesa za planiranje mreže u novim stambenim predjelima grada, ako je poznata orijentacija u pogledu korištenja električne energije u kućanstvu za kuhinje, pripremu tople vode i slično.

Na kraju treba dodati da se sličnim matematsko-statističkim postupkom mogu unaprijed ocjenjivati efekti eventualnog usmjeravanja potrošnje putem tarifa ili drugim mjerama.

Sl. 3. Dnevni dijagram opterećenja za TS 10/0,4 kV Kula — 250 kVA (Nedjelja 27. 9. 1964.)



Zaključak

Stalni i nagli porast konzuma u distributivnoj mreži zahtijeva kvalitetna ispitivanja uzroka i mjerila njegova rasta.

Od posebnog su interesa istraživanja energetskih karakteristika kućanstava, koja na sebe vežu najveći dio distributivne mreže.

U referatu su izložene dvije metode takvih istraživanja, metoda diferenciranja za ocjenu strukture potrošnje u kućanstvu i metoda matematsko-statističkog ocjenjivanja faktora istovremenosti korištenja instalirane snage u kućanstvu i vršnog opterećenja koje kućanstva izazivaju u mreži.

Na konkretnom primjeru istraživanja pokazano je da one daju zadovoljavajuće rezultate, i da omogućuju dobivanje pouzdanih osnova za ocjenu budućih energetskih potreba, a samim time i za planiranje razvoja mreže.

Naslov pisaca: Vladimir Štengl, dipl. ing. i Dragan Borojević, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

PROGRAMIRANJE VOZNOG REDA HE SENJ

Žarko Petrović, Zagreb

Sistem HE Senj, od zahvata vode i glavne akumulacije do elektrana vrlo je dugačak i složen, pa je trebalo izvršiti posebnu studiju vođenja pogona, kako bi se dobilo najekonomičnije rješenje voda elektrane. U članku su navedeni optimalni režimi pogona elektrane, te uslovi i metode kako će ih pogonsko osoblje u konkretnom slučaju odrediti i provoditi.

DK 621.311.21 : 518.5

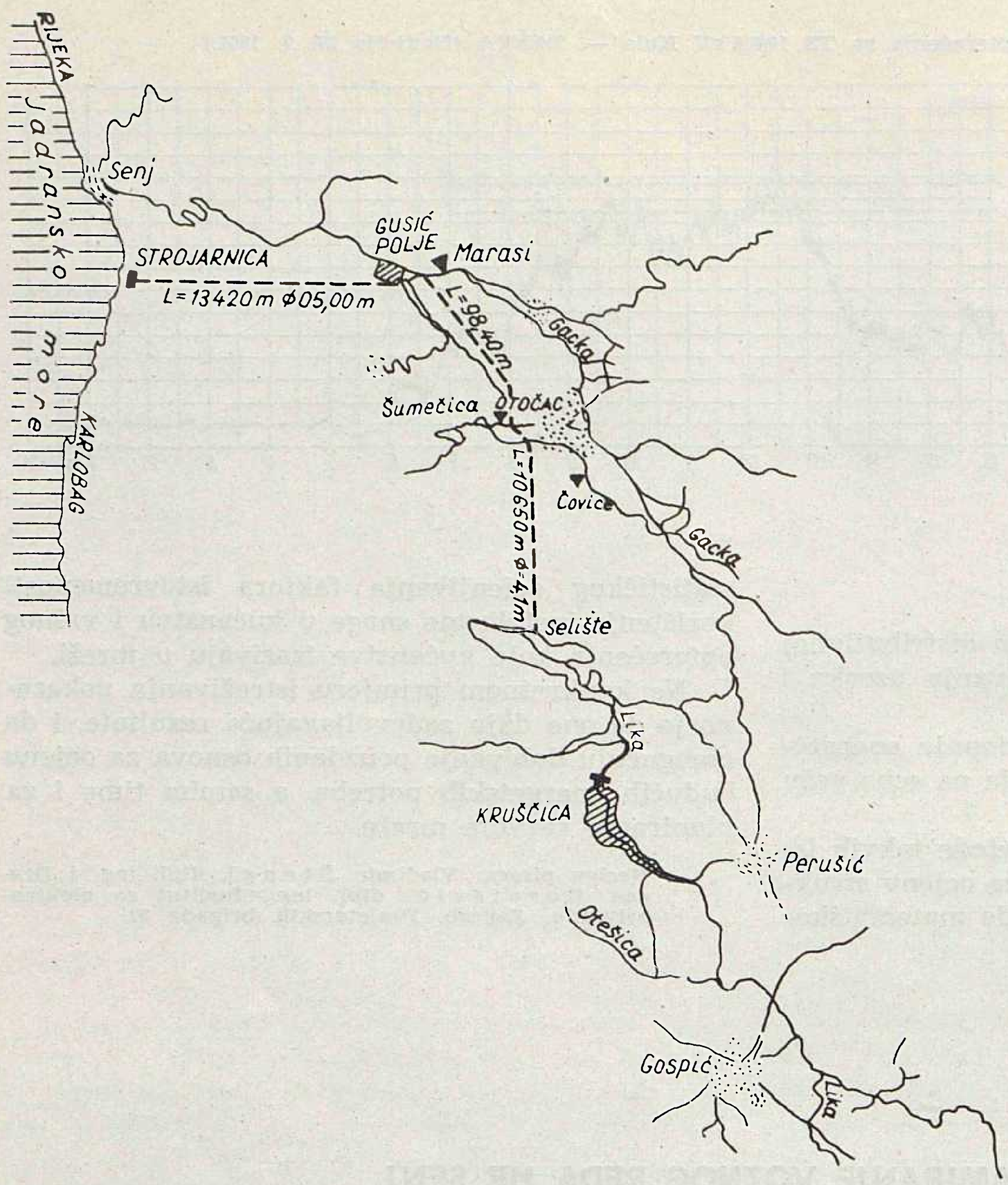
1. Uvod

Hidroelektrana Senj za svoj rad koristi vode Like i Gacke. Geografski i geološki uslovi su odredili lokaciju akumulacije, a ponori rijeke Like i Gacke zahvatne uređaje na Selištu odnosno Šumečici, te teren Gusić polja lokaciju kompenzacionog bazena (sl. 1). Zbog toga je sistem od zahvata voda do hidroelektrane veoma složen, te je nametnuo čitav niz problema kod programiranja rada postrojenja u energetskom sistemu.

Ovdje navodimo najvažnije probleme, koji su uzrokovali tu složenost.

Zaustaviti Liku i stvoriti akumulaciju značajnijeg volumena koja će, koliko je to moguće, moći izravnati vrlo hirovitu rijeku, bilo je moguće jedino uzvodno od Kosinja kod Kruščice, gdje se gradi brana Kruščica, koja će stvoriti akumulaciju od 141 hm³. U konačnoj će izgradnji biti neposredno uz branu podignuta pribranska hidroelektrana Sklope. Prolazom kroz tu elektranu vršit će se ispuštanje vode u dovodne organe HE Senj. S obzirom na želju da se obuhvate i vode Gacke, bila je zadana i trasa tunela Lika—Gacka, a potrebna akumulacija za dnevno izravnanje u Gusić polju odredila je daljnju trasu srednjeg tunela Gornja Švica — Gusić polje i trećeg tunela Gusić polje — Hrmotine, kao i lokaciju kompenzacionog bazena Gusić polje. Iz ovoga je proistekao prvi problem da je HE »Senj« dobila vrlo duge derivacije u ukupnoj dužini preko 50 km.

Drugi problem proističe iz zahvatanja dviju rijeka s veoma različitim hidrološkim karakteristikama u isto postrojenje. Naime, rijeka Lika varira tokom godine od preko 300 m³/sek do praktički 200 l/sek, a Gacka je već prirodno dosta izjednačena i varira mnogo manje. Veoma je složen problem uklopiti ove vode u određeni režim da se one međusobno dopunjavaju i dadu čim je moguće više izravnat protok prema kompenzacionom bazenu Gusić polje.



Sl. 1. Opća situacija postrojenja hidroelektrane Senj

Koncentracija je zamišljena tako, da se Lika akumulaciono zahvati na Kruščici i tamo izravna njen dotok, dok je Gacka branom Šumetica (bez akumulacije) odsječena od Švičkih ponora i uvodi se u kompenzacioni bazen Gusić polje protočno. S tim u vezi nastaje daljnji problem, kako na nereguliranu Gacku dozirati Liku, a da se njena akumulacija ipak koristi planski i da HE Senj proizvede čim više električne energije. Osim toga, treba HE Senj uklopiti u mrežu te najbolje udovoljiti zahtjevu elektroenergetskog sistema tj. da dade čim više energije u kritičnom razdoblju godine, a i u kritičnom razdoblju dnevnog dijagrama (u doba vršnog opterećenja).

Geološko-hidrološke prilike terena i želja za smanjenjem troškova izgradnje doveli su do znatnog smanjenja kompenzacionog bazena Gusić polje, koji je po prvoj zamisli od nekoliko milijuna kubika realiziran konačno sa 1,3 hm^3 korisnog volumena. Ovako ograničen volumen nametnuo je čitav niz pogonskih problema. Put vode od brane Kruščica do bazena Gusić polje uz količinu od 50 m^3/s traje 12 sati. Prema tome je potrebno planski ispuštati vodu iz akumulacije Kruščica da bi u pravi čas stigla u kompenzacioni bazen. U vezi toga nastaju nadalje problemi u slučaju da elektrana ispadne iz pogona, kako bi se spriječio preljev.

Zbog znatne veličine izgradnje (Q_i = 60 m^3/s) opravdana je i težnja da rezervni volumen na Gusić polju bude čim manji, jer su gubici po 1 m pada u vrijeme izvan preljevnih zona dosta veliki. U prikazanom primjeru se vidi da kod HE Senj 1 m pada predstavlja proizvodnju od 1 659 MWh. Zbog toga je trebalo iznaći orijentaciono-optimalne pogonske kote nivoa bazena Gusić polje. Rezultati su uneseni u tablicu 1 i ucrtani na slici br. 4 po vremenskom rasporedu.

Konačno i uloga HE Senj u sistemu traži posebno razmatranje, jer ovakova elektrana se ne bi smjela koristiti bez jasno unaprijed fiksiranih uslova i režima rada. Naime, njena snaga od 216 MW je značajna za sistem, a proizvodnja je i te kako interesantna u deficitarnom području kakovo je područje SR Hrvatske.

Pri traženju rješenja, kako smanjiti dužinu trajanja dolaska vode od Kruščice do Gusić polja i time stvoriti pogon mnogo elastičnijim i jednostavnijim, pokazalo se nužno utvrditi da li korito Like kod brane Selište omogućuje stvaranje manje akumulacije dovoljne veličine za doziranje Like u Gacku. Mjerenja su pokazala da prirodne obale omogućavaju volumen od cca 4 hm^3 što je sasvim zadovoljavajuće. Korištenjem ove akumulacije prebacilo bi se mjesto reguliranja dotoka Like sa Kruščice na Selište čime bi se

put vodnog vala skratio od 12 sati na svega 2 sata i 40 min. kod punog protoka. S tim u vezi i upravljanje režimom postaje moguće čak i u slučaju naglih pogonskih promjena. Naime, odabiranjem pravilnog rezervnog volumena i skraćenjem vremena dotjecanja voda Like, mogu se blagovremeno izbjeći preljevi na Gusić polju. Prije to nije bilo moguće, jer se program morao uskladiti 12 pa i više sati ranije, tako da se na nenadane pojave u pogonu nije moglo dovoljno efikasno reagirati i gubici su bili neizbježni.

Osim stvaranja međuakumulacije na Selištu, potrebno je bilo predvidjeti tačke mjerenja vodostaja i mrežu telefonskih veza, kako bi se moglo u svako doba bilancirati dotoke i raspoložive zalihe vode, a putem veza izdavati određene naloge, bilo radi redovnog programiranja rada ili pak hitne intervencije u slučaju poremećenja predviđenog programa.

U daljem izlaganju izneseni su odgovori na spomenute probleme prema rješenju koje je izrađeno u Zajednici elektroprivrede Hrvatske.

Prije prelaza na daljnje izlaganje dajemo glavne karakteristike cijelog postrojenja:

Akumulacija Kruščica:

ukupna = 141 m³
maks. kota = 554 m n. m.
min. kota = 485 m n. m.
korisna = 136 hm³

Kompenzacioni bazen Gusić polje:

ukupna = 1,5 hm³
maks. kota = 436,25 m n. m.
min. kota = 432,50 m n. m.
korisna = 1,3 hm³

Tunel Lika — Gacka:

protok Q = 50 m³/s
dužina L = 10,5 km

Tunel Gornja Švica — Gusić polje:

protok Q = 60 m³/s
dužina L = 9,2 km

Pad:

bruto H_{br} = 434,5 m
neto srednji H_{sr} = 412,9 m

Instalirani protok:

Q_i = 3×20 = 60 m³/s

Turbina Francis vertikalna:

gutanje Q_{iT} = 20 m³/s
konstr. pad H_k = 413 m
br. okretaja n = 600 o/min
snaga P_t = 97 000 KS

Generator:

snaga P_g = 80 MVA
napon U_g = 10,5 kV
fakt. snage cos φ = 0,88
br. okretaja n = 600 o/min

Ukupna snaga elektrane:

P_{el} = 240 MVA

Godišnja proizvodnja:

W_{god} = 1 180 000 MWh

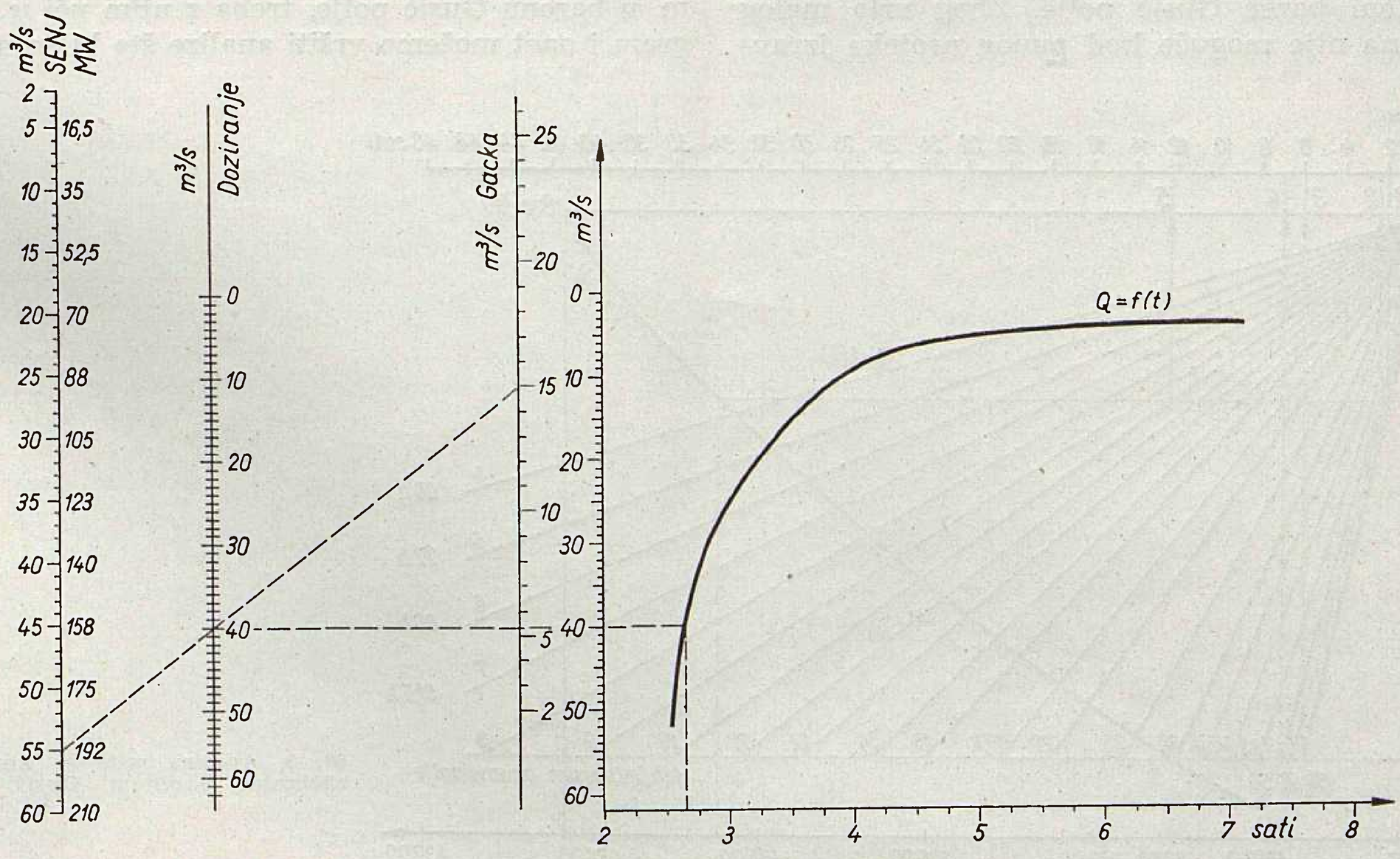
Energetski ekvivalenti:

1 m³/s = 3,5 MW
1 m³ = 0,974 kWh

2. Programiranje rada HE Senj

Prilikom razrade problema programiranja rada sistema HE Senj morale su se uzeti slijedeće pretpostavke:

a) Da će investitor urediti korito Like na potezu Kruščica — Selište i omogućiti akumuliranje vode branom Selište bar u iznosu 2,5 hm³ (Snimanja obala pokazuju mogućnost akumulacije od 4,15 km³). U tom



Sl. 2. Programiranje rada HE Senj

slučaju je omogućeno daleko elastičnije doziranje Gacke vodom iz sliva Like, a međudotok na tom potezu ne čini poteškoće.

b) Da očitanje vode Gacke kod Čovića neće biti bitno iskrivljeno međuslivom od Čovića do Šumečice.

c) Da će protoke sjeverne Gacke biti očitavane pred ulazom u kompenzacioni bazen i da se može pribrajanjem očitanju kod Čovića dobiti podatak ukupnog protoka Gacke s kojom se u stvari operira u materijalu.

d) Da brzine protjecanja u tunelima i kanalima dovoda neće u praksi odstupiti mnogo od teoretskih.

Uz ove uslove učinjena su pomagala koja će biti opisana i pomoću kojih se mogu dati odgovori na sva pitanja, koja će se javiti tokom eksploatacije HE Senj.

Kod utvrđivanja rada HE Senj uz navedene pretpostavke potrebno je zadati željenu proizvodnju i raspolagati sa podatkom ukupnog dotoka Gacke (očitanje u Čovićima i Marasima).

Spajanjem tih veličina na nomogramu dobije se veličina doziranja u kubicima u sekundi (vidi sl. 2). Iz sjecišta srednje skale treba povući horizontalnu liniju do krivulje $Q = f(t)$. Sjecište ovog pravca sa krivuljom određuje na apscisi vrijeme koje je potrebno da vodni val određenog intenziteta doputuje od Selišta do kompenzacionog bazena Gusić polje. Krivulja brzina je načinjena zbrajanjem računskih krivulja brzina za svaku dionicu na cijelom potezu i obuhvaća cijelo područje mogućih protoka od 0 — 50 m³/s, tako da se svako doziranje može i vremenski uskladiti. Npr. ako trebamo dozirati bazen sa 40 m³/s od 6 h ujutro onda vodu treba pustiti na Selištu u 3,20 h, a ako treba prekinuti u 15 h onda treba zatvoriti u 12,20 h itd.

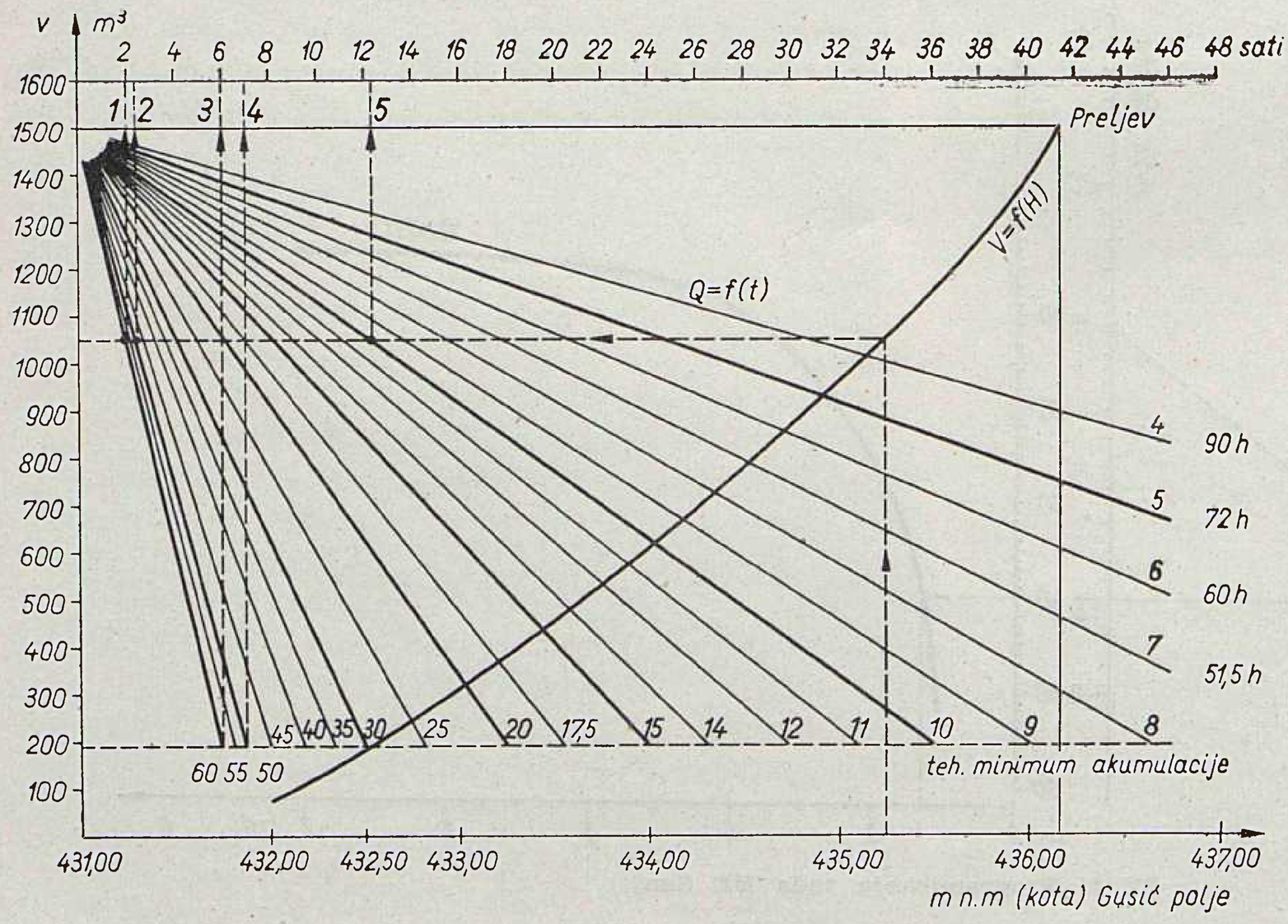
U cijelom sistemu HE Senj usko grlo je kompenzacioni bazen Gusić polje. Zbog vrlo malog volumena nije moguće kod punog protoka izravnati dotok na vrijeme duže od 6 sati. U svrhu analiziranja situacije u svakom momentu načinjen je dijagram sl. 3. Na njemu je nanesena krivulja volumena i pravci punjenja i pražnjenja bazena kod raznih dotoka odnosno odtoka. Kombinacijom apscisa (donja pokazuje kotu, a gornja vrijeme u satima) moguće je analizirati stanje kompenzacionog bazena u svakom momentu. Radi objašnjenja ucrtan je u ovaj dijagram jedan praktični primjer.

Neka bude u promatranom danu slijedeća situacija. Kota na Gusić polju je očitana 435,25 m. n. m., Gacka ukupno daje u tom času 10 m³/s, a HE Senj ima pun teret tj. guta 60 m³/s.

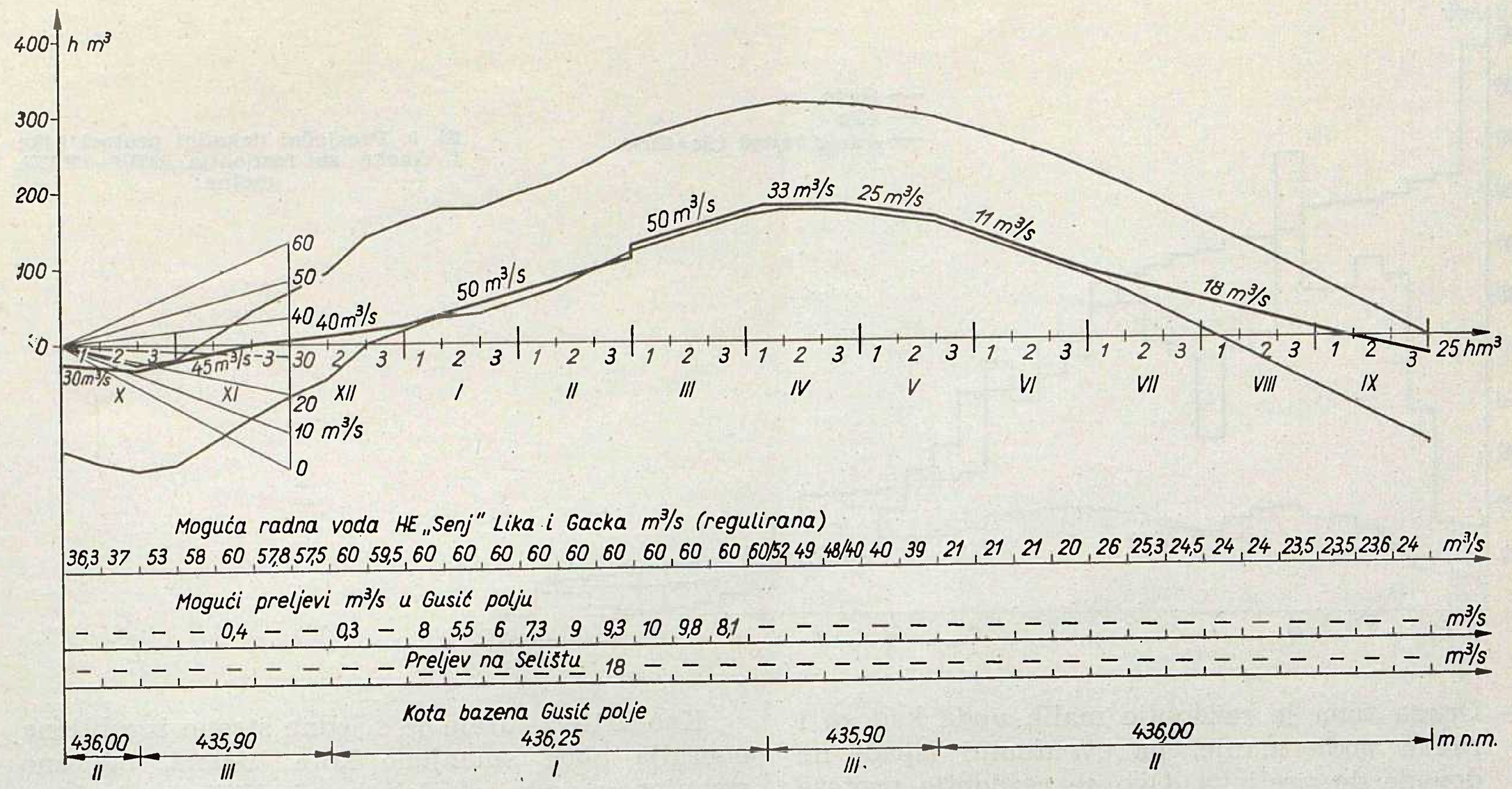
Ako uđemo u dijagram s podatkom kote od 435,25, povučemo okomicu do krivulje $V = f(H)$ vidimo da nam ordinata pokazuje stanje zalihe u bazenu od 1 050 000 m³ vode. Ako nam je u tom času preostalo doziranje onda se vidi na gornjoj skali apscise da ovaj teret možemo voziti oko 4,6 sati. Ako pak pretpostavimo da je elektrana u tom momentu ispala iz pogona sa sva tri agregata, onda se odmah vidi da bi prema pravcu punjenja 60 m³/s za približno 2 sata nastupio preljev (okomica 1 i ordinata dijagrama). Treći podatak koji se može dobiti iz ucrtanog primjera daje nam, uz uslov da je doziranje u času analiziranja prestalo i da je Gacka imala 10 m³/s i kod kote od 435,25 m n. m., HE Senj mogla bi izaći iz mreže za 12 h i 30 min, a da ne dođe do preljeva (od ordinate do okomice 5 po pravcu punjenja 10 m³/s).

Prema tome, pomoću ovog dijagrama i dijagrama na sl. 2 uz poznavanje kote Gusić polja i dotoka možemo unaprijed analizirati svaki vozni red, a također i razne nepredviđene momente koji u pogonu mogu nastupiti.

Za neki drugi vodostaj, na primjer 436,00 m n. m. u bazenu Gusić polje, treba s njim ući u dijagram i opet možemo vršiti analize što bi se moglo



Sl. 3. Analiza rada sa kompenzacionim bazenom Gusić polje



Sl. 4. Rad sa akumulacijom Kruščica

učiniti kod ovog bazena, odnosno, kakove će biti posljedice ako se nenadano režim rada mora mijenjati.

Na sl. 4 prikazana je dinamika rada s akumulacijom Kruščica u prosječnoj hidrološkoj godini. Ovaj dijagram je sastavljen na temelju slijedećih analiza:

- Analizirana je hidrologija sliva Like mjerene kod Kosinja i Gacke kod Luka u vremenskom razdoblju od 1935./1936. do 1952./1953., ukupno 18 godina. Izrađeni su prosječni dekadni protoci promatranog razdoblja za obje rijeke, te krivulja sumarnih dekadnih protoka Like.
- Na prosječne dekadne protoke Gacke koju moramo tretirati protočno, baziran je režim korištenja akumulacije Kruščica u granicama dotoka i raspoloživog volumena.
- Pretpostavljena je mogućnost produženja sušnog razdoblja do 25. X ili čak do 1. XI, pa je na početku ostavljeno 20% akumulacije s tim, da se to isto dogodi na kraju hidrološke godine kao rezerva za nastupajuću godinu.

Iz slike se vidi da je akumulacija 1. XI potpuno prazna. Zbog nastupajućih kiša Lika se sa 40 m³/s koristi protočno, a ostatak ostaje u akumulaciji. 10. I akumulacija je puna, ali pošto i Gacka u to vrijeme ima vode, u srednjoj godini nastupa zona preljeva. Lika se od tada koristi sa 50 m³/s sve do 5. IV s tim, da će u trećoj dekadi veljače biti mogući preljevi na Kruščici, koji se radi visoke Gacke ne mogu izbjeći. Od 5. IV pa do 1. VII akumulacija se po mogućnosti treba držati puna, a dotok Like upotrijebiti protočno. Od 1. VII do 1. X bi se akumulacija planski praznila imajući u vidu da u toku VIII mjeseca, s obzirom na male dotoke, treba planirati remont agregata. Razdoblje od 5. IV — 20. V je tretirano kao protočno iz razloga što ostale hidroelektrane u to vrijeme imaju vodu, a u šestom mjesecu je Drava jaka pa akumulaciju treba čuvati. U slučaju pak da se mokro razdoblje produži, pražnjenje akumulacije se može odgoditi za kasnije, recimo do 15. VII pa će se moći prazniti s većim protokom u sušnom razdoblju.

Imajući u vidu da je to prosječna hidrološka godina, treba odmah unaprijed računati s tim da će pojedinačne godine odstupati od ovog dijagrama, ali u većini godina u malom postotku, dok će izrazito mokra, odnosno izrazito suha godina odstupati znatnije što se ne može izbjeći.

Za ovakvu prosječnu godinu na istoj slici nanesene su regulirane radne vode HE Senj (Lika + Gacka) za svaku dekadu s kojima se može planirati i bilanca za željeno razdoblje te vršiti unaprijed grublje predviđanje rada HE Senj.

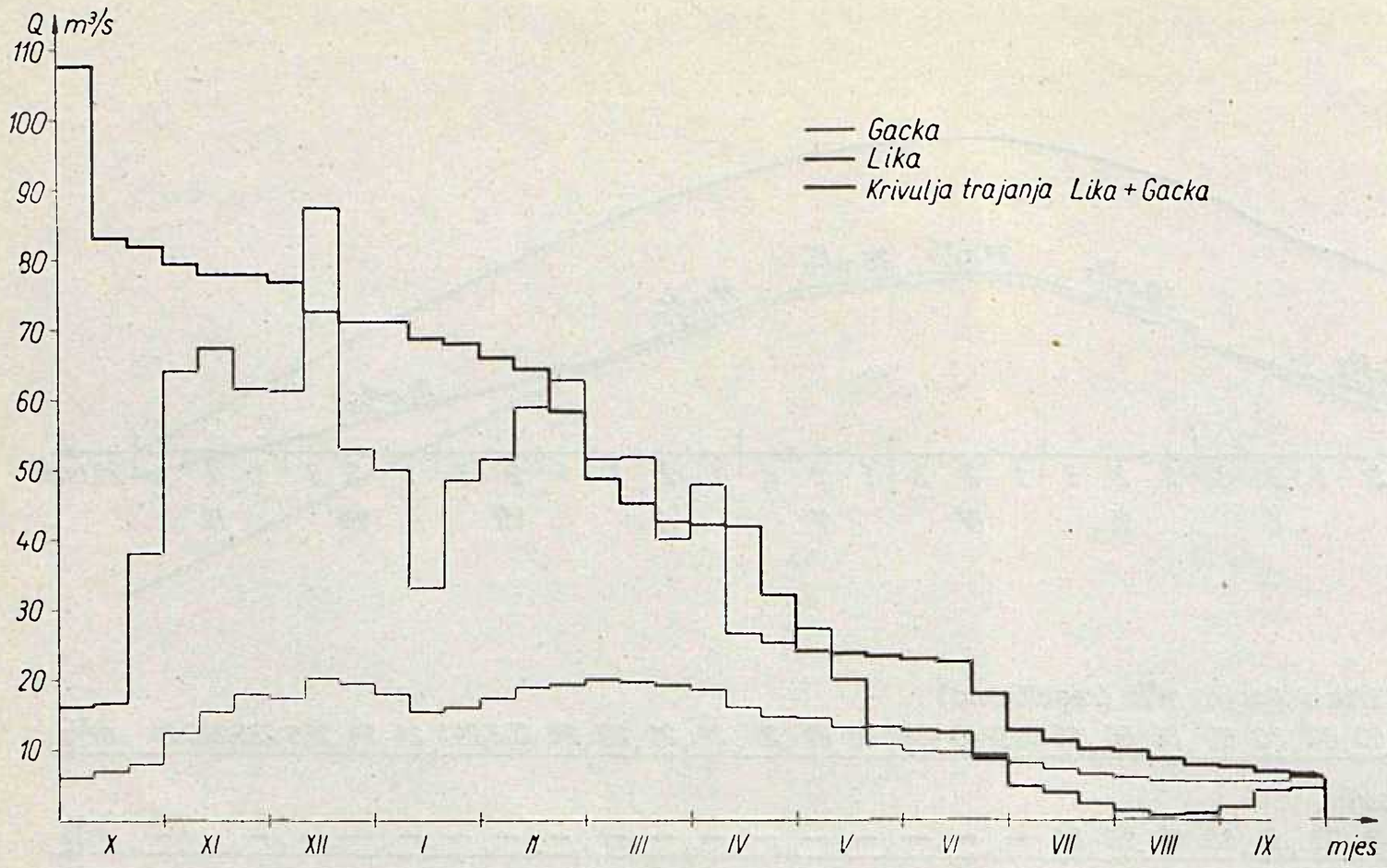
Ispod toga se vide mogući preljevi čija se lokacija može mijenjati bilo na Gusić polju, bilo na Selištu zavisno od toga, gdje smo odlučili prelijevati, odnosno gdje smatramo da je pametnije prelijevati.

Nadalje je izvršena analiza orijentaciono-optimalne pogonske kote bazena Gusić polje u odnosu na potrebni rezervni volumen.

Analiza je provedena na slijedeći način:

Sumarna krivulja je podijeljena na tri zone i to:

- Prva zona obuhvaća razdoblje preljeva, a to znači i doba kada će bazen normalno biti pod maksimalnim usporom. Iz toga proizlazi da u toj zoni nema rezervnog volumena i da nema gubitaka na padu. Vrijeme od 10. XII — 5. IV



Sl. 5. Prosječni dekadni protoci Like i Gacke za razdoblje 1935/6—1952/53. godine.

— Druga zona je razdoblje malih voda kad su i radne vode manje, pa eventualni ispadi ne dovode do preljeva. Ovo se razdoblje proteže od 20. V do 20. X. S obzirom na tu situaciju moguće je kotu bazena držati dosta visoko i rezervni volumen može biti malen.

— Treća zona je razdoblje od 20. X do 10. XII kad počinju mogući preljevi i razdoblje od 5. IV do 20. V. U ovoj zoni su još visoke radne vode i dosta velika doziranja pa eventualni ispad može dovesti do prelijevanja vode. Tada je potrebno imati nešto veći rezervni volumen u bazenu.

Rezultati te analize nalaze se u tablici 1 i 2.

Vrijednost 1 m pada po zonama

Tablica 1

Trajanje zone h	Prosj. radna voda m³/s	Proizvod. MWh	Gubitak na 1 m pada MWh	Kota bazena Gusić polje m n. m.	Dužina mogućeg ispada h
2784	60	528.000	—	436,25	Normalni preljevi
3672	23	264.000	718	436,00	P_{max} . . . 30 min $\frac{P_{max}}{2}$ . . . 1,5 h
2304	48	38 .000	941	435,90	P_{max} . . . 40 min 0,5 P_{max} 1,1 h
8760	43,6	1180.000	1659	—	—

Vrijednost preljeva trajanja 1 h

Tablica 2

m³'sek	10	20	30	40	50	60
MWh	35	72	110	145	175	210

Analiza orijentacione optimalne kote u svakoj zoni je izrađena na bazi slijedećih razmatranja.

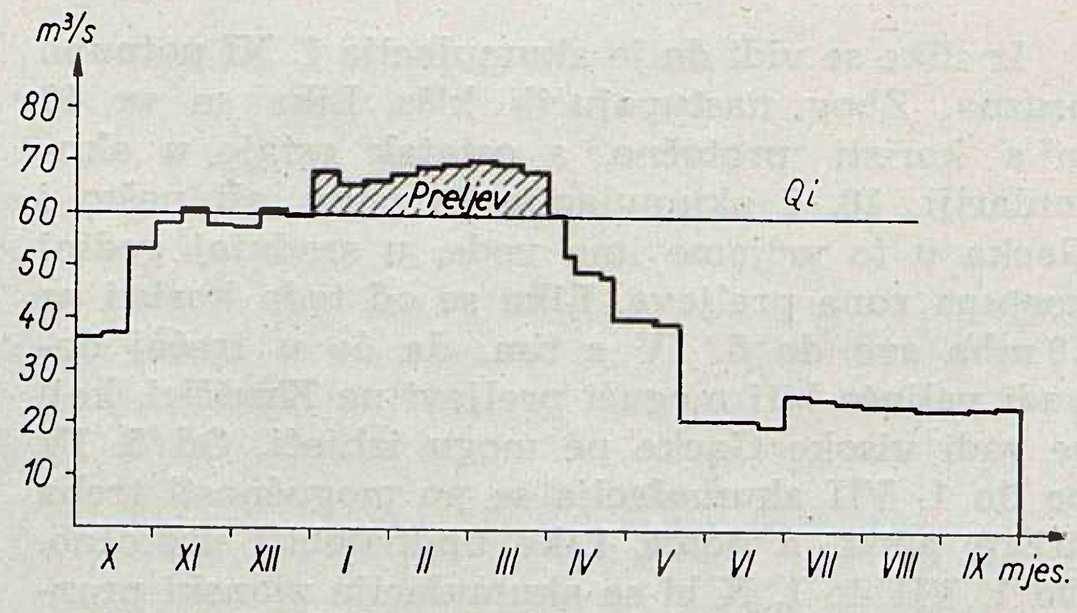
Kao kriterij uzeta je s jedne strane izgubljena energija zbog smanjene kote bazena, odnosno smanjenog pada u cijeloj zoni. Vidimo, da bi u slučaju da se tokom druge i treće zone drži kota 1 m ispod krune brane, gubitak na proizvodnji bio 1 659 000 kWh/god.

S druge pak strane za komparaciju je uzet preljev od 60 m³/s (maksimalni) u trajanju od 1 sata, koji bi nastao uslijed ispada elektrane.

Nedolazak vode nije razmotren, jer se neposredno prije dolaska nove nenadane vode može forsiranjem HE Senj u toku od 4—5 sati stvoriti rezervni volumen od 900 000 m³. Nadalje je analiziran broj mogućih totalnih ispada u ovim zonama.

Uspoređenjem jednog i drugog faktora dobije se gruba ocjena o mogućoj koti u pojedinim zonama.

Iz toga proizlazi da se npr. u zoni II uslijed smanjenja pada od 1 m, gubi 718 000 kWh/god. Moguće je da elektrana i dnevno jednom ispadne kompletna na pola sata i da do preljeva ne dođe. Ako za 15 min. uđe bar jedan agregat onda je to već 45 min. a da ne dođe do preljeva, dok ispad samo pola maksimalne snage daje vrijeme od 1,5 sati itd. (vidi tablicu 1 i sliku 3). Neka nam se u toku zone dogodi da ispadne elektrana 2 puta s kompletnom snagom i neka ispad traje čak



Sl. 6. Regulirani srednji dekadni protoci Lika i Gacka

i 2 sata, u oba slučaja prelijevali bi ukupno 1,5.2 = 3 sata. Kroz to vrijeme bi prelili 630 000 kWh, ali pod uslovom da u ta 2 sata uđe u pogon bar po jedna turbina. Ova energija odgovara i jednom ispadu u ukupnom trajanju od 4 sata. Teško je pretpostaviti da se nakon ispada neće u prvom satu moći ponovno sinhronizirati bar 1 agregat, a sa nešto manje vjerojatnosti i 2 agregata.

Može se zaključiti da ispad cijele elektrane od 4 sata manje šteti, nego držanje rezervnog volumena od 1 m.

U tablici 1 su nanesene orijentacione optimalne kote koje se preporučuju, a praksom će se ovo stanovište provjeriti i eventualno korigirati.

Za korištenje materijala obrađenih u ovom članku treba konstantno vršiti mjerenja i dostavljati ih u elektranu, a djelomično i u dispečerski ured. Na taj način bit će moguće izvršiti bilanciranje voda u svakom momentu.

Iz načinjenih dijagrama izlaze kao nužna slijedeća mjerenja:

a) Očitanje kote svaka 2 sata na brani Kruščica. Ovaj podatak i krivulja volumena akumulacije daju uvid u stanje akumulacije, te se pomoću dijagrama za rad sa akumulacijom ona može režimski koristiti na najbolji način.

b) Očitanje kote uspora na Selištu svaki sat. Ovaj podatak i krivulja volumena daju uvid u stanje akumulacije kao i dinamiku ispuštanja vode iz Kruščice u ovaj kompenzacioni bazen. Ovdje će biti poželjno držati čim višu kotu u svako doba godine radi elastičnosti pogona.

c) Očitanje protoka Gacke svaka 2 sata na mjernoj stanici Čovići iz kojeg se dobiva podatak o protoku Gacke. Mjerenje je prebačeno iz stare stanice Luke u Čoviće, jer stanica Luke dolazi pod uspor.

d) Očitanje protoka sjeverne Gacke svaka 2 sata na brani Marasi. Zbrajanjem očitanja kod Čovića i Marasa dobivamo ukupnu Gacku i tada možemo odrediti doziranje vode iz Selišta na određeni vozni red elektrane.

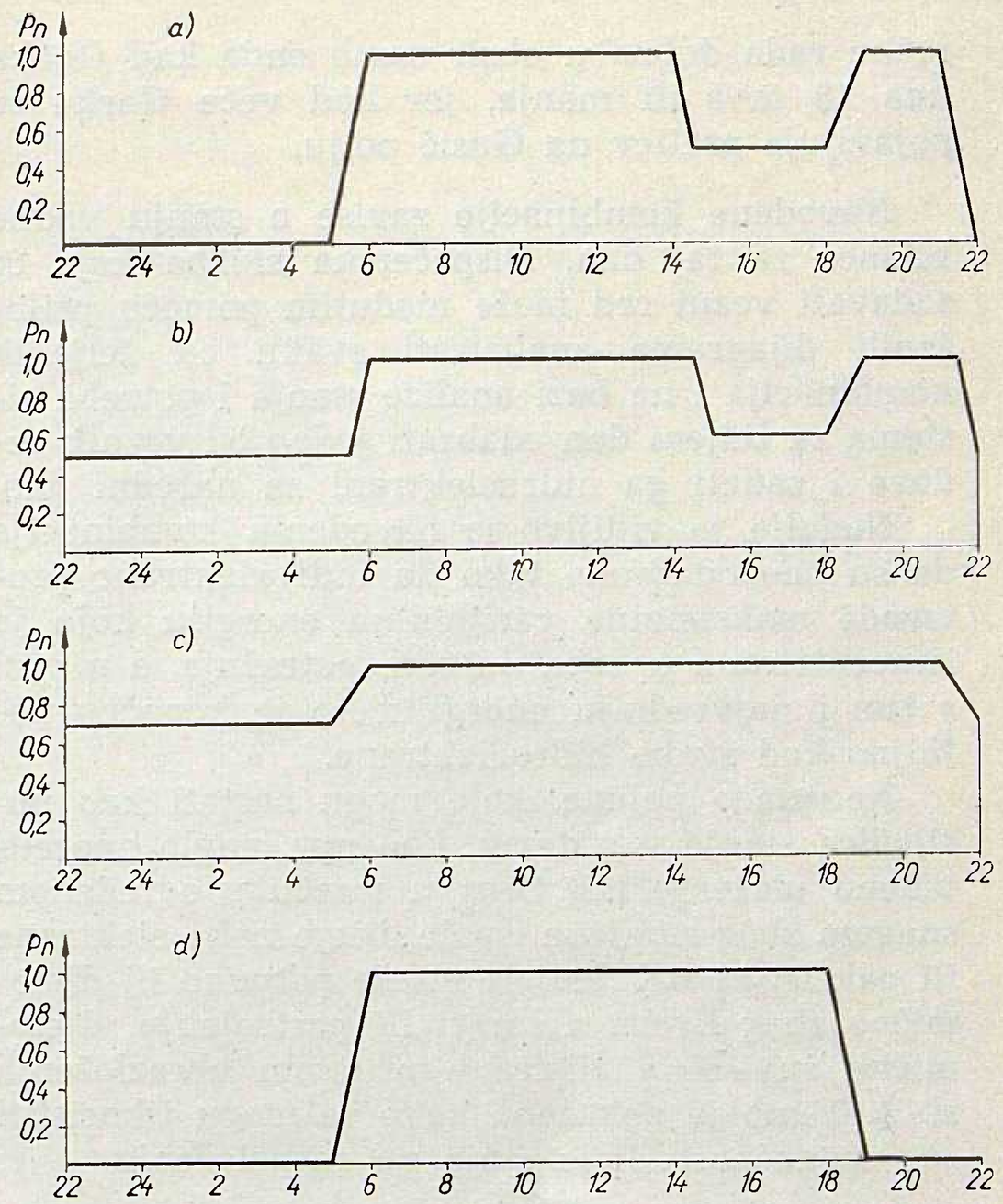
e) Očitanje kote svaki sat na ulaznom uređaju kompenzacionog bazena Gusić polje. Pomoću ovog podatka i dijagrama na slici 3 možemo analizirati sve moguće kombinacije voznog reda.

Kotu na brani Šumečica nije potrebno dostavljati u elektranu, jer će ona biti regulirana poznavanjem očitanja Čovići, Marasi i Selište.

Sistem mjerenja i dojave podataka treba biti pouzdan, jer je zbog male zapremine kompenzacionog bazena Gusić polje potrebno više puta tokom dana vršiti izmjene u doziranju vode, ovisno o voznom redu elektrane.

3. Karakteristični vozni red

Iz dosadašnjih razmatranja, a u želji da HE Senj po mogućnosti proizvede maksimum varijabilne energije, pretpostavljaju se ovi karakteristični vozni redovi (sl. 7):



Sl. 7. Karakteristični vozni redovi za HE Senj

— U doba zone II imamo razdoblje štednje vode, odnosno treba akumulaciju oprezno i racionalno koristiti. U tom razdoblju, a zavisno o intenzitetu Gacke, preko noći tj. od 22—5h elektrana će stajati, od 6—14h voziti najveći raspoloživi teret, a od 15—19h spuštati se na polovinu snage da u večernjem vršnom opterećenju preuzme maksimum.

— Drugi će karakteristični vozni red biti opet zavisan o intenzitetu Gacke i potrebi pražnjenja akumulacije (prema sl. 3). Kombiniran će biti tako da se jedan dio tretira kao konstantna energija, a drugi dio kao varijabilna.

— Treći karakteristični vozni red, koji bi bio u dijelu III zone i u cijeloj prvoj zoni, uzima da HE Senj vozi konstantno 24 sata s eventualnom mogućnosti da između 22h i 5h pređe npr. na 70—80% opterećenja, ukoliko to ne izaziva preljev.

— Četvrtu kombinaciju predstavlja sistem radni — neradni — radni dan. U ovoj kombinaciji bi mogla da se nađe mogućnost tokom II zone da elektrana prvi radni dan radi po prvom tipskom voznom redu, a u neradni dan stoji ili uđe u pogon samo u večernjem vrhu. Nakon večernjeg vršnog opterećenja elektrana bi stajala do slijedećeg radnog dana, koji može biti kombiniran po prvom ili reduciran drugom tipskom voznom redu.

— Konačno kao peta kombinacija, koja traži ujedno i najoštrije zahtjeve, bila bi da elektrana preuzme od 6—16h maksimum, a od 16—6h da stoji. Međutim, kako je vidljivo na sl. 3, ovakav

režim rada dolazi u obzir samo onda kad Gacka ima 10 m^3/s ili manje, jer kod veće Gacke se pojavljuje preljev na Gusić polju.

Navedene kombinacije zavise o stanju vodne bilance za taj dan. Dispečerska služba koja će zadavati vozni red može međutim pomoću priloženih dijagrama analizirati svaku od željenih kombinacija i na bazi analize stanja i potreba sistema za željeni dan odabrati jedan od voznih redova i zadati ga hidroelektrani za naredni dan.

Nadalje je vidljivo iz navedenih kombinacija da su one odabrane tako da hidroelektrane proizvode maksimalno varijabilnu energiju koja je koncentrirana u doba najveće potražnje, a u vezi s tim i najvredniju energiju što je konačno poželjno kod svake hidroelektrane.

Nenadane pojave, koje mogu nastati kao posljedica stanja u sistemu, kao npr. naglo nepredviđeno ulaženje HE Senj u mrežu s određenom snagom zbog zamjene ispale druge neke elektrane ili pak ispad HE Senj iz mreže potpuno ili djelomično zbog kvara u mreži ili postrojenju, djelomično su već analizirane prilikom obrazloženja sl. 3. Tamo je pokazano kako se mogu iskoristiti sve mogućnosti koje stoje na raspoloženju.

4. Zaključna razmatranja

Iz izloženog se mogu zaključiti najvažniji momenti vezani uz ovu materiju a to su:

a) Za korištenje ovih materijala potrebno je da se naknadno priloži krivulja volumena korita Like od Kruščice do Selišta kako bi se na vrijeme mogla dopunjavati kompenzaciona retencija iz Kruščice i elastično voditi pogon HE Senj.

b) Potrebno je izvršiti baždarno mjerenje ulaznog zatvarača na Selištu i to tako da se po položaju otvora čim tačnije zna koliko kubika protječe u tunel. Ovo je potrebno radi toga, jer će se ovdje vršiti regulacija doziranja radne vode.

c) Pokazuje se neophodnim uložiti izvjesna sredstva u saniranje korita Like na potezu Kruščica — Selište zbog ostvarivanja kompenzacione retencije korisnog volumena bar 2 hm^3. Bez ove kompenzacije bilo bi veoma teško izbjeći preljeve na Gusić polju, koji bi nastajali zbog pogonskih manipulacija, a neizbježivi su kod naglih ispada. Osim toga, pogon bi bio veoma neelastičan i intervencije u svrhu regulacije dotoka u bazen Gusić polje nemoguće. Ovo je uglavnom zbog toga što najkraće vrijeme punog vala od Kruščice do Gusić polja iznosi 12 sati, a svaka druga količina traje daleko duže, što praktički znači da se tempo dotoka mora dan ranije uskladiti s voznim redom za tekući dan. Ostvarenjem kompenzacione retencije svodi se to na 2,5 do 5 sati, ovisno o količini vode, što omogućuje i reguliranje u toku dana čak i kod nepredviđenih događaja u pogonu.

d) Ako želimo vršiti vodnu bilancu i po njoj određivati vozni red potrebno je osigurati navedena mjerenja, a isto tako osigurati dobre veze između Grabove i mjernih mjesta. Dojava podataka vršit će se svaki sat ili 2 sata bilo daljinskim mjerenjem ili pak telefonskom dojavom.

e) U toku pogona HE Senj treba izvršiti detaljna mjerenja i ispitivanja korištenja cjelokupnog retencionog prostora od Selišta do ulaznog uređaja Gusić polje uzimajući pri tome u obzir volumen tunela i kanala kao i stvarne brzine u dovodu. Na osnovu podataka tih mjerenja izvršiti izvjesne korekture pogonskih dijagrama i optimalnih kota datih u ovom prikazu.

f) Iz sl. 4 se vidi da je akumulacija Kruščica u prosječnoj godini dne 1. XI prazna. Zbog toga je neophodno da u Lokvarci, u sklopu HE Vinodol, u to vrijeme imamo bar 50% akumulacije, koja u izvanredno sušnoj jeseni može poslužiti kao rezerva. Produženje termina prazne akumulacije Kruščica nije moguće dalje od 1. XI zbog toga što nadolaze vode, pa bi uz visoku Gacku i forsirano pražnjenje Like prelijevali na Gusić polju, a bez forsiranja Kruščice nije moguće postići praznu akumulaciju. Međutim u slučaju potrebe energije, uz zalihu u Lokvarci, može HE Vinodol zamijeniti HE »Senj, a u eventualno mokroj godini ne bi, uz relativno visoko stanje Lokvarke, kod nje došlo do preljeva.

g) Smatramo, nadalje, da bi uz ovaj materijal trebalo izvršiti mjerenja protoka, kako bi uz poznate krivulje korisnosti generatora i turbine mogli naći krivulje sumarnih gubitaka i krivulje realnog energetskog ekvivalenta, te Q—F karakteristiku. Pomoću ovih dijagrama se može odrediti i optimalni teret 1, 2 ili 3 agregata, odnosno zone opterećenja u kojima HE Senj radi s maksimalnim stepenom korisnosti.

h) Od interesa bi bilo, na bazi proučavanja sliva, načiniti studiju o prognoziranju dotoka za cca 15 dana unaprijed, koliko bi se pomoću tih podataka moglo utjecati na manje korekture stanja akumulacije i režima njenog rada.

i) Ako se kompletiraju svi ovi podaci, koji su u zaključcima navedeni, te ako se upotpune studijom o prognozama dotoka, mogla bi se problematika vođenja pogona s obzirom na vode sistema smatrati riješenom.

Naslov pisca: Žarko Petrović, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE U UVJETIMA PRIVREDNE REFORME

A. Marušić, Zagreb

Autor izlaže ekonomski položaj elektrodistribucije SR Hrvatske u novim uvjetima privređivanja. Opisuje historijat razvoja cijene električne energije u Jugoslaviji i način formiranja nove vrijednosti proizvodnje na električnoj mreži razvoda i distribucije Hrvatske. Komentira dvojne tarife i daje usporedbu troškova snage i energije na električnoj mreži prenosa i strukturu realizacije od potrošača kućanstva. Prikazuje pregled novih investicija u električnu mrežu razvoda i distribucije do 1970. u skladu s razvojem kapaciteta proizvodnje i prenosa te mogućnosti financiranja tih investicija.

DK 621.315/.316

1. Uvod

Ekonomske odnose elektroprivrede u novim uvjetima privređivanja regulira novi »Osnovni zakon o elektroprivredi« iz 1965. godine.

Slabost prijašnjeg »Zakona o elektroprivrednim organizacijama« iz 1958. godine bila je — prema obrazloženju prijedloga novog Osnovnog zakona o elektroprivredi — u tome, što je suviše potencirao specifičnosti elektroprivrede, što je omogućio pretjerano jak utjecaj vanekonomskih faktora na njen razvoj i što je u rješavanju tako značajnih pitanja, kao što su cijene električne energije i obračun dohotka elektroprivrednih organizacija, stao na pola puta. Dok se naš privredni sistem posljednjih godina mnogo usavršio upravo na liniji što efikasnije stimulacije neposrednih proizvođača na bolje privređivanje, dotle je elektroprivreda u tome sve više zaostajala i sve više se izdvajala iz privrednog sistema zemlje. Koliko je Zakon iz 1958. godine doprinio razvoju elektroenergetskog sistema, razvoju kapaciteta i tehnike, toliko je zaostajao u razvoju društveno-ekonomskih odnosa u elektroprivredi.

Novi »Osnovni zakon o elektroprivredi« polazi od stanovišta da je elektroprivreda uprkos njenih ekonomskih i tehnoloških specifičnosti ipak jedan od vidova materijalne proizvodnje za koju važe iste osnovne zakonitosti robne proizvodnje kao i za druge privredne djelatnosti. Zato novi »Osnovni zakon o elektroprivredi« regulira samo ona specifična organizaciona i ekonomska pitanja zbog kojih se elektroprivreda ne može bukvalno uklopiti u privredni sistem, a zbog kojih se njeno funkcioniranje ne može u našim uvjetima zamisliti efikasnim.

2. Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije

Cijene električne energije u Jugoslaviji stalno su zaostajale za cijenama elemenata reprodukcije elektroprivrede. Uslijed toga se raskorak između stvarne i propisane prodajne cijene sve više širio tako da je već 1957. godine bio neodrživ. Na reguliranju cijena električne energije za 1957. godinu radila je posebna komisija sastavljena od nadležnih organa državne uprave i predstavnika elektroprivrede. Analizama je utvrđeno da su sredstva realizacije po propisanim tarifama nedovoljna za financiranje reprodukcije. Istovremeno je na temelju posebnog elaborata utvrđeno da je stanje električne mreže razvoda i distribucije kritično, da predstavlja usko grlo proizvodnje te da je potrebna hitna intervencija.

Indeks realizacije ukupne elektroprivrede u odnosu na provjerene i korigirane troškove i dohodak iznosio je te godine 74. Za pokriće manjka trebalo je povisiti cijene električne energije za cca 36%. Međutim, smatralo se, u to vrijeme, da bi ovakvo povećanje cijena električne energije predstavljalo prenagli skok pa je odlučeno da se ove povise samo za oko 16% a da se za preostali dio manjka realizacije smanje obaveze elektroprivrede. Sniženi su kamati na osnovna sredstva od 2% na 1% a elektroprivreda je bila oslobođena plaćanja tada važećeg poreza na dobitak, no s tim, da se cijene električne energije narednih godina postepeno povisuju kako bi se dovele u sklad s normalnom vrijednošću bruto produkta. Međutim, narednih godina nije u tom smislu učinjeno bitnije ništa. Naprotiv, prosječna prodajna cijena realizacije po propisanim tarifama ponovo je već 1958. godine zaostala sa cca 17% za stvarnom cijenom elektroprivrede. Troškovi su porasli za oko 13% a prosječna cijena realizacije opala je zbog promjene strukture potrošača za oko 4%.

Raskorak između stvarne i realizirane cijene električne energije vukao se s većom ili manjom razlikom iz godine u godinu. Za pokriće manjka osnovan je posebni fond za pokriće manjkova elektroprivrednih zajednica, koji se formirao ustupljenim doprinosom iz dohotka. Kad sredstva ovog fonda nisu bila dovoljna reducirala se kalkulativna vrijednost bruto produkta. Smanjivao se dohodak i troškovi, među kojima i troškovi investicionog uzdržavanja, tako da su ovi na području nekih distributivnih poduzeća iznosili 1964. i prije izdvajanja distribucije iz ukupne elektroprivrede tek 50% do 60% normiranih stopa.

Nova vrijednost proizvodnje na mreži razvoda i distribucije i nove prosječne cijene električne energije u novim uvjetima privređivanja proračunati su u organima Centralne komisije za probleme cijena i pariteta, paralelno s ovim proračunavanjima za djelatnost proizvodnje i prenosa električne energije, kao i za proizvode drugih baznih privrednih oblasti i grana (saobraćaj, ugalj, nafta, metalurgija i dr.).

Proračuni novih cijena električne energije s analizama dispariteta rađeni su kroz pet razrada u toku mjeseci: marta, aprila, maja, juna i jula 1965. godine.

I razrada od 23. ožujka 1965. rađena je na temelju elektroenergetske bilance Zajednice jugoslavenske elektroprivrede za 1964. godinu u okviru 8 515 GWh kupnje električne energije na mreži prenosa Jugoslavije (2 442 GWh za područje Hrvatske).

Kalkulacije ove razrade vršene su na temelju individualnih cijena prodaje električne energije republičkih proizvodno-prenosnih poduzeća u okviru korigirane prosječne jugoslavenske cijene prodaje na mreži prenosa od 10,02 Din/kWh (9,85 Din/kWh za područje Hrvatske), koja sadrži 6% akumulacije od iznosa prosječno angažiranih sredstava. Individualne cijene prodaje na mreži prenosa pretpostavljaju za svaku republiku samo po jedno proizvodno prenosno poduzeće.

Vrijednost proizvodnje (bruto produkt) djelatnosti razvoda i distribucije električne energije također je korigirana (prema uputama organa Centralne komisije) i sadrži 10% akumulacije na prosječno angažirana sredstva. Razlika u stopi akumulacije između proizvodnje i prenosa s jedne te razvoda i distribucije električne energije s druge strane uvjetovana je razlikom u načinu financiranja proširene reprodukcije jednog i drugog sektora elektroprivrede.

Kalkulacije prosječnih cijena za potrošače pojedinog napona na električnoj mreži razvoda i distribucije — u okviru ovako formiranog novog nivoa ekonomske cijene — vršene su na temelju troškovnog principa bez obzira na namjenu potrošnje električne energije.

II razrada od 8. travnja 1965. rađena je na zahtjev i prema uputama organa Centralne komisije od 5. travnja 1965. godine.

Zadatak ove razrade je bio da se u I razradi proračunate prosječne prodajne cijene električne energije za domaćinstvo snize na 20,0 Din/kWh s tim, da se razlika između proračunate troškovne cijene od 31,0 Din/kWh i ovako odmjerene cijene od 20,0 Din/kWh prevali na ostale grupe potrošača.

III razrada od 10. travnja 1965. rađena je na zahtjev i prema uputama organa Centralne komisije od 8. travnja 1965. godine.

Zadatak III razrade je bio da se veći dispariteti cijena električne energije potrošača na visokom naponu — dobiveni prevaljivanjima dijela troškova domaćinstva u proračunima iz I razrade (čisti troškovni princip) — snize samo za onoliko, koliko se u datim uvjetima može prevaliti na druge grupe potrošača. Ovom razradom dobivena je prosječna prodajna cijena za domaćinstvo od oko 25,0 Din/kWh.

IV razrada od 21. svibnja 1965. rađena je na temelju elektroenergetske bilance Zajednice jugoslavenske elektroprivrede za 1965. u okviru 9 890 GWh kupnje električne energije na mreži prenosa Jugoslavije (2 700 GWh za područje Hrvatske).

Kalkulacije ove razrade vršene su na temelju načelno prihvaćene Odluke Saveznog izvršnog vijeća o najvišim tarifnim stavovima za prodaju električne energije na prenosnoj mreži.

V razrada od 6. srpnja 1965. rađena je na temelju prognoza potrošnje električne enegrije distributivnih poduzeća za 1965. i novih korektura elemenata vrijednosti proizvodnje u vezi novih cijena materijala i usluga i novih ekonomskih regulativa. Ostali materijalni troškovi i investiciono uzdržavanje povećani za 37%, bruto osobni dohoci za 30% (u ovih 30% obuhvaćeni su i elementi tzv. opće potrošnje kao troškovi uzdizanja kadrova, doprinosi članarine komorama i udruženjima i sl.), a fond zajedničke potrošnje proračunat je s 5% od korigiranog iznosa bruto osobnih dohodaka. Kalkulacija cijene nabave električne energije s mreže prenosa rađena je i u ovoj razradi na temelju načelno prihvaćene Odluke Saveznog izvršnog vijeća o najvišim tarifnim stavovima za prodaju električne energije na prenosnoj mreži.

Nakon utvrđene nove vrijednosti proizvodnje za djelatnost razvoda i distribucije električne energije u organima Centralne komisije za probleme cijena i paritete elektrodistributivna poduzeća su

Usporedni pregled elemenata vrijednosti proizvodnje za 1965. prije i nakon privredne reforme — Tablica 1

Redni broj	Opis	Stari odnosi prije reforme	Novi odnosi u privrednoj reformi			
			Prije preračunavanja		Nakon proračunavanja	
		Struktura %	Struktura %	Indeks povećanja apsolutnih iznosa	Struktura %	Indeks povećanja apsolutnih iznosa
1.	Materijalni troškovi					
	a) ostali mater. troškovi	6,01	6,19	137	6,29	137
	b) investiciono uzdržav.	6,24	6,43	137	6,56	137
2.	Amortizacija					
	a) otplate zajmova	1,42	1,07	100	1,09	100
	b) ostatak	10,84	8,15	100	8,31	100
3.	Bruto osobni dohoci	13,87	13,55	130	11,95	112
4.	Fond zajed. potrošnje	0,70	0,68	130	0,60	112
5.	Akumulacija	6,57	11,75	238	11,98	238
6.	Bruto produkt bez nabavljene električne energije (1+2+3+4+5)	43,65	47,82	139	46,78	134
7.	Nabavljena električna energija	54,35	52,18	128	53,22	128
8.	Bruto produkt s nabavljenom električnom energijom (6+7)	100	100	133	100	130

Pregled dogovorenih prosječnih i troškovnih cijena električne energije za 1965. Tablica 2.

Redni broj	Opis		Količine MWh	Prosječna cijena Din/kWh	Troškovna cijena Din/kWh	Indeks disparitetа 1:5
1.	Na naponu 35 kV		269.101	14,18	12,77	116
2.	Na naponu 10 k		722.344	21,19	17,96	118
3.	Napon 0,4 kV	Domaćinstvo	830.859	21,58	28,07	77
4.		Ostalo	494.242	32,53	27,82	117
5.		Svega 0,4 kV	1,325.101	25,66	27,97	92
6.	SVEGA (1 + 2 + 5)		2,316.546	23,01	23,09	100
7.	Prodaja susjednim distribucijama		22.380	10,72	10,07	106
8.	UKUPNO (6 do 7)		2,338.926	22,89	22,96	100

u toku mjeseca kolovoza 1965. izvršila nova preračunavanja svojih kalkulacija kako bi s obzirom na izmjene nekih ekonomskih regulativa a i drugih faktora utvrdila svoje rezerve. Struktura jedne i druge vrijednosti u odnosu na stare proporcije prikazana je na tablici 1.

Elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske nakon svojih preračunavanja snizila su utvrđenu novu vrijednost proizvodnje za 1,066 milijardi dinara od čega samo na elementu bruto osobni dohoci iznos od 1,006 milijardi dinara. Prema tome, povećanje od 12% sadrži u stvari samo elemente opće potrošnje.

U okviru ovako snižene vrijednosti proizvodnje proračunate su prosječne prodajne cijene električne energije za potrošače pojedinog napona po troškovima i po dogovorenim cijenama, što je vidljivo iz podataka tablice 2.

Iz podataka tablice 2 proizlazi da domaćinstva nakon preračunavanja plaćaju cijenu koja je za 23% niža od troškovne cijene, dok im je prije preračunavanja bila odmjerena niža cijena od troškovne samo za 19%.

Prosječne prodajne cijene za domaćinstva po pojedinim poduzećima izgledaju nakon preračunavanja ovako:

	Domaćinstvo	
	Prije preračunavanja	Nakon preračunavanja
	Din/kWh	
Karlovac	26,52	24,04
Osijek	27,84	25,73
Pula	24,45	22,39
Rijeka	25,00	23,98
Sisak	26,01	22,34
Split	18,26	16,71
Zagreb	23,50	22,36
SRH	23,06	21,58

Razlike nivoa prosječnih prodajnih cijena električne energije između pojedinih poduzeća posljedica su nejednakog starta, različite strukture i različitog intenziteta potrošnje električne energije. Distributivna poduzeća na privredno razvijenim područjima imaju bolje iskorištenje kapaciteta a s tim u vezi i manji udio fiksnih troškova u jedinici većeg volumena potrošnje i obrnuto. Na veličinu prosječne cijene utječe i broj potrošača pojedinog napona te njihove energetske karakteristike potrošnje. Osim toga na nivo nove cijene djelovao je i čl. 3. Osnovnog zakona o elektroprivredi prema kojem je Elektra Sisak izgubila svog velepotrošača Željezaru Sisak, a Elektroistra Pula Rudnik Rašu.

Osnovni zakon o elektroprivredi stupio je na snagu 8. aprila 1965. godine (Sl. list SFRJ br. 17/1965). Članom 10. i 11. spomenutog zakona reguliran je način određivanja cijene za prodaju električne energije, odnosno predviđeno je da se cijena za prodaju električne energije utvrđuje po tarifnim stavovima koje određuje elektroprivredno poduzeće prema propisanom tarifnom sistemu.

Na osnovu člana 10 i člana 77 Osnovnog zakona o elektroprivredi, Savezno izvršno vijeće donijelo je Uredbu o tarifnom sistemu za prodaju električne energije (Sl. list SFRJ broj 24/65). Na osnovu člana 11. i člana 61. Osnovnog zakona o elektroprivredi, Savezno izvršno vijeće je donijelo Uredbu o najvišim tarifnim stavovima za prodaju električne energije na prenosnoj mreži, odnosno tarifne stavove po kojima proizvodno-prenosna poduzeća prodaju električnu energiju distributivnim poduzećima.

U okviru nove vrijednosti proizvodnje, djelatnosti razvoda i distribucije električne energije proračunate su nove prosječne prodajne cijene za 1965. godinu u smislu novog Osnovnog zakona o elektroprivredi a prema Uredbi o tarifnom sistemu za prodaju električne energije.

Budući da je prema uputama Centralne komisije za probleme cijena i pariteta, snižena prosječna troškovna cijena električne energije za potrošače domaćinstva u Hrvatskoj od 28,07 na 23,06 Din/kWh, nove prosječne prodajne cijene Hrvatske na 35, 10 i 0,4 kV naponu odstupaju od tzv. troškovnih tarifa za razliku od 4,6 milijarde dinara, koliko iznosi efekt sniženja troškovne cijene za potrošače domaćinstva.

Na nivo novih prodajnih cijena po naponima utjecalo je i smanjenje potrošnje električne energije izazvano prelazom nekih potrošača distribucije na snabdijevanje na mrežu prenosa.

Prijelaz s namjenskog na troškovni princip tarifiranja izravnava postojeće disparitete cijena električne energije, ali može i znatno utjecati na

volumen potrošnje električne energije. Sistem višestruke cijene u tarifi električne energije (za snagu, radnu i jalovu energiju, godišnja sezona, dan, noć i dr.) predstavlja instrument ekonomske elektroprivrede i služi racionalizaciji načina potrošnje a s tim u vezi i racionalizaciji proizvodnje električne energije.

Posebna se primjedba, kako organa državne uprave tako i javnosti, odnosi na plaćanje osnovnog doprinosa za obračunsku snagu potrošača domaćinstva i to zato što se obračunava na temelju elektrificiranih prostorija, a ne na temelju mjernih instrumenata kojima bi se odmjeravala angažirana snaga i tek tako odmjerena obračunavala po tarifi.

Obračunavanje i naplata doprinosa za angažiranu snagu predstavlja važan ekonomski elemenat tarifnog sistema. Svaki potrošač svojim priključenjem na mrežu angažira određenu visinu snage elektroenergetskih objekata. Svaki instalirani kilovat koji se stavlja na raspoloženje potrošaču izaziva određenu visinu troškova snage koji postoje bez obzira da li se ta snaga koristi ili ne, odnosno da li se koristi s jačim ili slabijim intenzitetom. U cilju da bi se ovaj fiksni dio troškova naplatio, kao i u cilju stimuliranja racionalnog korištenja angažirane snage od strane potrošača primijenjen je sistem tzv. »dvojne tarife« za električnu energiju. Prema tome, doprinos za snagu je jedna ekonomska kategorija čije postojanje se opravdava tehnologijom elektroprivrede i prirodom njenih troškova kao i namjerom da se postigne što racionalnije korištenje elektroenergetskih objekata od strane onih potrošača kod kojih se angažirana snaga može mjeriti. Tamo gdje se angažirana snaga ne može mjeriti, osnovni doprinos predstavlja dio troškova sredstava rada koja su izgrađena u cilju snabdijevanja potrošača električnom energijom. Troškovi sredstava rada su nezavisni od količine potrošnje električne energije. To su stalni troškovi koje distribucija plaća bez obzira da li potrošači troše ili ne troše energiju. Elektrodistributivna poduzeća također kupuju električnu energiju na mreži prenosa po dvojnoj tarifi i plaćaju posebno doprinos za snagu, a posebno cijenu za radnu i reaktivnu energiju.

Odnosi troškova za snagu i za energiju kod nabave električne energije elektrodistributivnih poduzeća na mreži prenosa izgledaju ovako:

Troškovi	Struktura %
za snagu	31,66
za energiju	68,34
Ukupno:	100

Međutim realizacija distribucije Hrvatske ima druge odnose. Od potrošača domaćinstva se putem dvojne tarife naplaćuje manje za snagu, dakle manje s naslova osnovnog doprinosa. Struktura prodajne cijene električne energije za domaćinstvo izgleda ovako:

	Količina MWh	Osnovni doprinos za proračunsku snagu %	Po cijeni za energiju %
Domaćinstvo	830.859	25,94	74,06

Ako se usporede odnosi troškova snage i energije kod nabave električne energije i u realizaciji elektrodistributivnih poduzeća, može se zaključiti da je doprinos za snagu u tarifama distributera električne energije niži.

Kada su date sugestije za povećanje cijena električne energije potrošačima domaćinstva, pored želje da se cijene za ovu kategoriju potrošača približe ekonomskim cijenama, ne manje važan faktor bio je i usklađenje pariteta cijena električne energije u odnosu na ostale oblike energije (plin, ugljen i druga otpadna tekuća goriva).

U vrijeme kada se pojavljuje znatan nedostatak električne energije u zemlji, povišenje cijene potrošačima domaćinstva imalo je za cilj sniženje potrošnje, posebno za grijanje prostorija.

Međutim, imajući u vidu da je došlo do povećanja cijena i drugim oblicima energije, a da je u međuvremenu predloženo sniženje usvojenih cijena električne energije za potrošače domaćinstva, opravdano se može očekivati i daljnja intenzivna upotreba električne energije za grijanje prostorija.

3. Proširena reprodukcija djelatnosti razvoda i distribucije električne energije

a) Nove investicije

Stope rasta fiksnih fondova djelatnosti razvoja i distribucije električne energije Jugoslavije i pojedinih republika proračunate su na temelju elemenata elaborata: »O strukturi proizvodnje električne energije u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije« Institut za elektroprivredu, Zagreb — 1962.

Na temelju elemenata ovog elaborata investicije razvoda i distribucije električne energije uzete su sa 36 % ukupnih investicija u elektroprivredu. U razvijenijim elektroprivredama investicije u električnu mrežu razvoda i distribucije iznose 40 do 45 % ukupnih investicija elektroprivrede. Razlika u odnosu na 36 % za Jugoslaviju posljedica je sadašnjeg stupnja razvijenosti elektroprivrede Jugoslavije. Razvojem proizvodnje i potrošnje električne energije Jugoslavije u toku sedmogodišnjeg perioda (1964 — 1970) dijelovi tzv. superponirane mreže za interkoneksiju proizvodnih i potrošačkih područja, nužno će mijenjati svoju funkciju. Očekivati je da će 110 kV mreža sve više gubiti svoju funkciju interkoneksije te preuzimati funkciju razvoda, distribucije i opskrbe potrošača električnom energijom. Prema tome 110 kV napon postat će dio opskrbnog napona i uključit će se u sredstva rada distribucije isto tako, kao što se je i električna mreža 35 kV napona uključila u distribuciju nakon što je

izgubila svoju funkciju interkoneksije proizvodnje. S time u vezi porast će i udio investicija razvoda i distribucije u ukupnim investicijama elektroprivrede Jugoslavije pa će proračunate nove investicije distribucije biti za toliko veće.

Na temelju 36 %-tnog udjela novih investicija razvoda i distribucije u ukupnim investicijama elektroprivrede dobivena je prosječna godišnja stopa rasta fiksnih fondova distribucije Jugoslavije za sedmogodišnji planski period (1964 — 1970) od 11,24 %.

Elektrificiranost pojedinih republika je različita pa su zato različite i prosječne stope rasta fiksnih fondova po republikama i to:

B i H	15,5 %
Crna Gora	12,5 %
Hrvatska	10,2 %
Makedonija	11,5 %
Slovenija	10,0 %
Srbija	14,63 %
Jugoslavija	11,24 %

Na temelju ovih prosječnih godišnjih stopa rasta fiksnih fondova, nove investicije u električnu mrežu razvoda i distribucije SR Hrvatske razvijat će se u toku sedmogodišnjeg planskog perioda predvidivo ovako:

1964	9,5 milijardi dinara
1965	10,0 milijardi dinara
1966	11,2 milijardi dinara
1967	12,4 milijardi dinara
1968	13,6 milijardi dinara
1969	15,0 milijardi dinara
1970	16,6 milijardi dinara

Stope rasta fiksnih fondova distribucije u pravilu su niže od stopa rasta potrošnje električne energije. Razlika predstavlja efekt veće produktivnosti sredstava rada i izvor novog dohotka, koji bi se mogao koristiti za dodatno financiranje novih investicija pod uvjetom, da prosječna prodajna cijena distribucije ne zaostaje za sumom cijena elemenata reprodukcije distribucije. Preko zamrznutih cijena električne energije, distribucija prelijeva potrošačima efekte svoje produktivnosti, koji nisu mali, pa čak i dijelove svoje supstancije, a istovremeno se zbog pomanjkanja sredstava ne može proširivati u skladu s razvojem kapaciteta proizvodnje i prenosa električne energije i privrede uopće. S druge strane, kampanjske korekture cijena električne energije, u duljim vremenskim razmacima, dovode do relativno većih povećanja cijena, do stanovitih poremećaja na tržištu a i do opadanja potrošnje električne energije. To bi se moglo izbjeći kad bi se pojedini elementi vrijednosti proizvodnje distribucije automatski prilagođavali tržnim kretanjima cijena.

b) Financiranje novih investicija u električnu mrežu razvoda i distribucije SR Hrvatske

U financiranju novih investicija distribucije sudjeluju, u pravilu, vlastita i tuđa sredstva. Vlastita sredstva su slobodni dio amortizacije i ostatak akumulacije, a tuđa sredstva su doprinosi zainteresiranih potrošača i drugih, te zajmovi.

Slobodni dio amortizacije distribucije Jugoslavije iznosi oko 70 % realiziranog iznosa amortizacije prema metodi prof. Evsey Domara. Međutim ova metoda pretpostavlja normalne vrijednosti i normalno stanje sredstava rada. Kako treba ulagati i u konsolidaciju postojećeg stanja el. mreže razvoda i distribucije to bi se, prema slobodnoj ocjeni moglo uzeti najviše 60 % amortizacije za financiranje otplata postojećih zajmova i za financiranje novih investicija.

c) Plan financiranja novih investicija

Stopa akumulacije za djelatnost razvoda i distribucije električne energije utvrđena je sa 10 % od iznosa prosječno angažiranih sredstava. Tako proračunata akumulacija za 1965. godinu iznosi 6,4 milijarde dinara. Iz mase akumulacije treba podmiriti kamate na poslovni fond, kamate na kredite, premije osiguranja i rezervni fond. Toliko u slučaju ako se naknadno ne utvrde još i neki drugi elementi koji će se obavezno plaćati iz akumulacije. Međutim, na temelju do sada sagledanih elemenata raspodjele akumulacije, plan te raspodjele za 1965. godinu ima ove veličine:

a) kamati na poslovni fond 4 % (prije se plaćalo 1 %)	2,2 milijardi dinara
b) kamati na kredite	0,3 milijardi dinara
c) premije osiguranja	0,3 milijardi dinara
d) rezervni fond	0,2 milijardi dinara
UKUPNO	3,0 milijarde dinara
e) ostatak akumulacije u poslovni fond za financiranje novih investicija	3,4 milijarde dinara
UKUPNO akumulacija	6,4 milijarde dinara

Plan financiranja novih investicija

Proračun novih investicija u električnu mrežu razvoda i distribucije SR Hrvatske iznosi za odnose 1965. godine	10,0 milijardi dinara
Raspoloživa sredstva prema proračunu su:	
— slobodni dio amortizacije 2,4	
— ostatak akumulacije 3,4	5,8 milijardi dinara
Manjak sredstava za financiranje novih investicija	4,2 milijarde dinara

Ostatak akumulacije od 3,4 milijarde dinara pokriva samo 34 % novih investicija razvoda i distribucije. Stanoviti dio manjka sredstava za financiranje novih investicija u električnu mrežu razvoda i distribucije mogao bi se pokriti doprinosima zainteresiranih potrošača koji proširuju svoje kapacitete, ili se kao novi priključuju na el. mrežu razvoda i distribucije. S gornjim volu-

menom ostatka akumulacije izgledi za dobivanje odgovarajućih zajmova su slabi jer bi distribucija mogla ići u natječaj samo za kredite s rokom otplate od 10 do 15 godina.

4. Organizacija

Na području SR Hrvatske posluju 7 elektrodistributivnih poduzeća formiranih rješenjem Izvršnog vijeća Sabora SR Hrvatske na osnovu čl. 6. Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama (Sl. list SFRJ broj 13/63).

Ta poduzeća su:

— Elektra Karlovac
— Elektroslavonija Osijek
— Elektroistra Pula
— Elektroprimorje Rijeka
— Elektrodalmacija Split
— Elektra Sisak
— Elektra Zagreb

Prema podacima SDK iz 1964. godine ova poduzeća imaju:

1. Nabavnu vrijednost osnovnih sredstava	94,3 milijarde dinara
2. Sadašnju vrijednost osnovnih sredstava	54,3 milijarde dinara
Otpisanost je	42 %
3. Dalekovoda visokog napona	13.882 km
4. Dalekovoda niskog napona	28.384 km
5. Instalirane snage transformatora	1,732.629 kVA

Razvod, distribucija i predaja električne energije iznosila je:

a) potrošačima	2,28 milijarde kWh
b) drugim područjima	0,02 milijarde kWh
UKUPNO:	2,3 milijarde kWh

Nakon izdvajanja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije iz ukupne elektroprivrede, poduzeća su u novim ekonomskim odnosima znatno unapredila svoje poslovanje, razvila su stvaralačku inicijativu, radničko samoupravljanje i materijalnu odgovornost.

Međutim sada se ponovno razmatra organizacija elektroprivrede SR Hrvatske na principu regionalnih elektroprivrednih poduzeća koja bi obuhvatila osim proizvodnje sa prenosom još i distribuciju električne energije. Regionalna elektroprivredna poduzeća ušla bi u sastav združenog elektroprivrednog poduzeća.

Pitanje nove organizacije razrađuju stručne komisije kotareva i Izvršnog vijeća. Izrađeni elaborati bit će dostavljeni radnim kolektivima na razmatranje s tim da o prijedlogu donesu svoju odluku.

Naslov pisca: Anđelko Marušić, Zagreb, Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

ANALIZA KVAROVA NA KATODNIM ODVODNICIMA NOMINALNOG NAPONA 30-110 kV U MREŽI SRH ZA PERIOD 1959—1964. GODINE

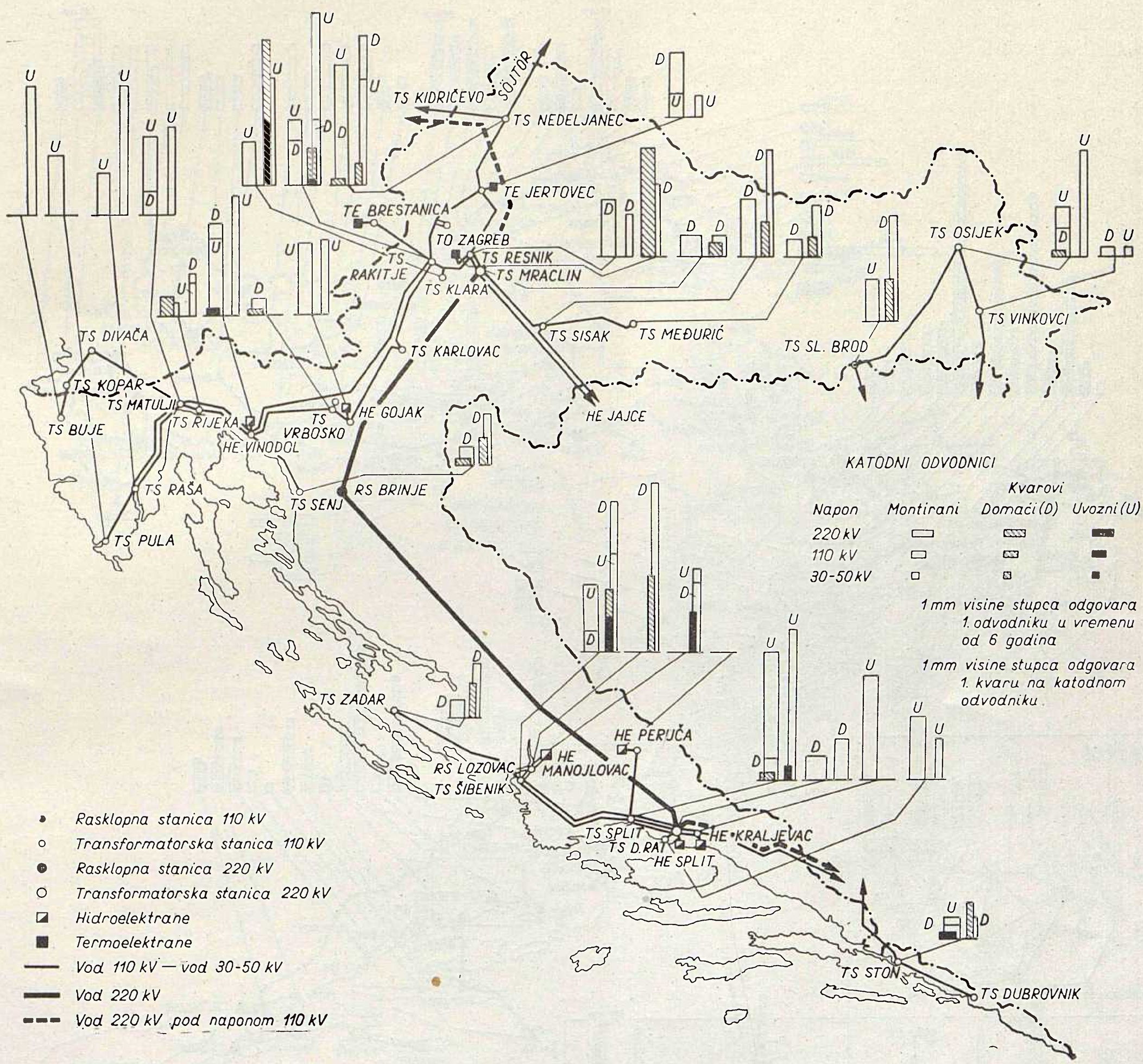
Tomislav Pavlović, Zagreb

U članku je obrađena problematika kvarova na katodnim odvodnicima u postrojenjima udružene elektroprivrede i distribucije u mreži SRH sa stanovišta uzroka kvarova i sa stanovišta proizvođača odvodnika. Provedena je analiza kvarova pa su na kraju date i sugestije koje bi mjere trebalo poduzeti da se broj kvarova, kako električnih tako i mehaničkih, svede na što manju mjeru.

DK 621.316.933.6

Uvod

Problemima kvarova na katodnim odvodnicima, koji su u nekim tačkama 30-110 kV mreže SRH postali veoma česti, prilazilo se je i pokušalo ih rješavati pojedinačno, ne ulazeći dublje u razloge kvarova. Ovakova metoda dala je samo djelomično pozitivne rezultate, jer se iz analize jednog ograničenog područja nije mogla stvoriti potpuna slika stanja u cijeloj mreži SRH. Tek nakon učestalih pritužbi sa strane »Elektroprenosa« Zagreb zbog kvarova mehaničke naravi, odlučeno je da se izvrši detaljna analiza svih kvarova na katodnim odvodnicima napona 30-110 kV u postrojenjima udružene elektroprivrede SRH. Ova je analiza obuhvatila sve transformatorske stanice 220 i 110 kV, kao i sve elektrane, ali nije obuhvatila postrojenja distribucije. Tek nakon sređenih podataka ove analize vidjelo se da slika stvarnog stanja nije potpuna, pa je odlučeno da se analiza proširi i na sva postrojenja distributivne mreže napona 30, 35 i 50 kV. Na žalost sva distributivna poduzeća nisu posjedovala potpune podatke za cijeli period 1959—1964 godine, pa područja nekih distributivnih poduzeća nisu obuhvaćena ovom analizom. Ipak je slika stanja sada znatno potpunija, jer obuhvaća oko 90% od ukupnog broja mjesta ugradnje katodnih odvodnika, pa i zaključci stvoreni na temelju ovih analiza mogu biti znatno vjerodostojniji i mjerodavniji za donošenje konkretnih zaključaka u svrhu poboljšanja stanja na ovom području.



Sl. 1. Pregled kvarova na odvodnicima prenapona u mreži SR Hrvatske u vremenu od 1959 — 1964. (samo udružena elektroprivreda).

Pregled kvarova na katodnim odvodnicima

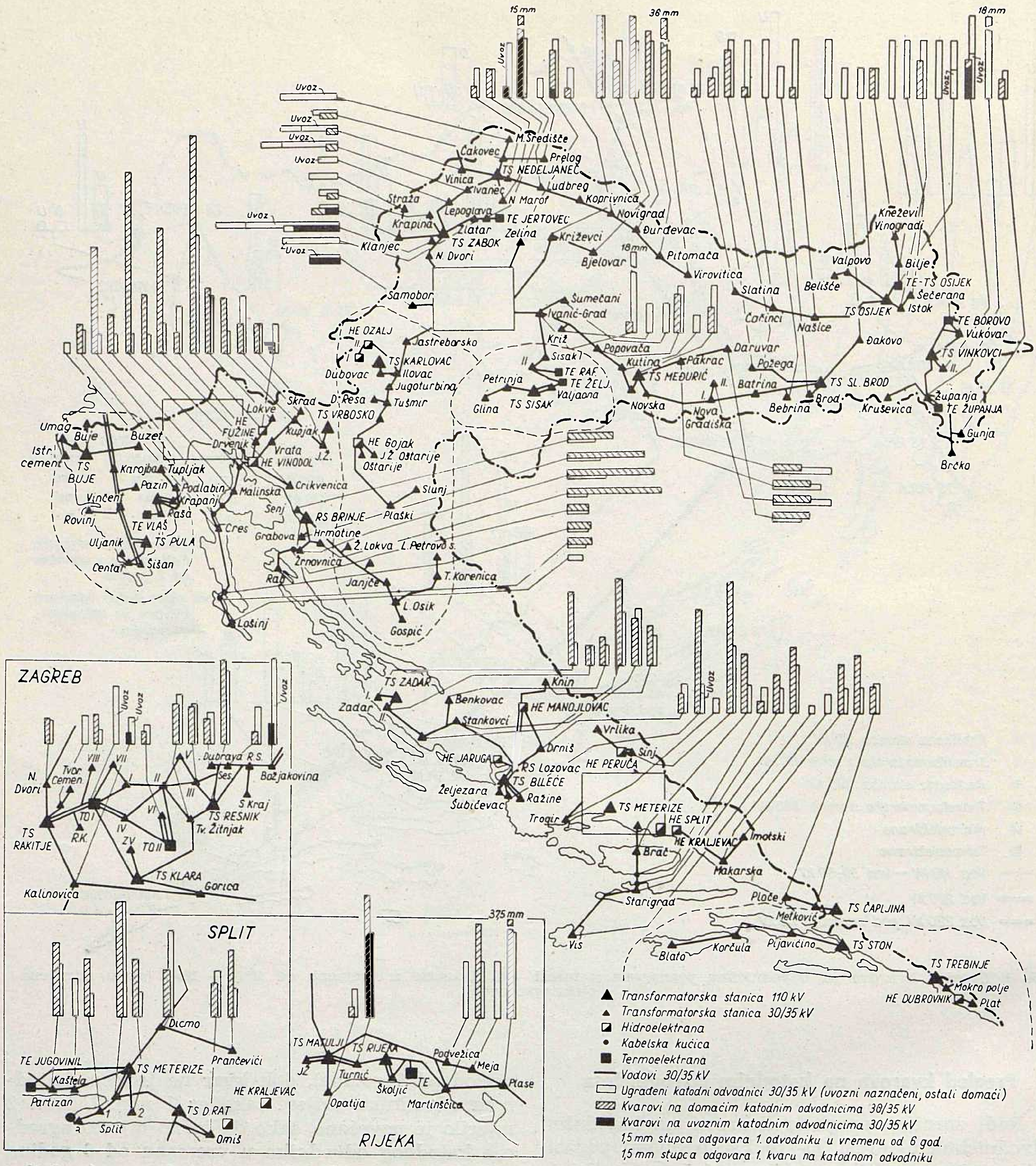
Radi zornijeg pregleda kvarova na katodnim odvodnicima u mreži 30-110 kV, dobiveni podaci prikazani su grafički u slikama 1 i 2. U slici 1 prikazano je stanje u postrojenjima udružene elektroprivrede, koja obuhvaća sve elektrane, kao i sve transformatorske stanice 220/110 i 110/30-50 kV, dok je u slici 2 dat prikaz kvarova u mreži distribucije, koja obuhvaća transformatorske stanice 30-50/10 kV, zatim kabelske kućice 30-35 kV, te rasklopna postrojenja 30-35 kV. U slici 2 područja nekih distributivnih poduzeća prikazana su zasjenjeno, jer ta područja zbog nepotpunih podataka nisu obuhvaćena našom analizom.

Kao što je u legendi slike 1 navedeno, mjerilo za jedno mjesto ugradnje katodnog odvodnika u vremenu od 6 godina vrijedi 1 mm stupca (sva razmatranja za ugrađene odvodnike svode se na period od 6 godina), dok kvar na jednom katodnom odvodniku vrijedi također 1 mm. U slici 2 mjerilo je povećano, tako da jedno mjesto ugradnje katodnog odvodnika u vremenu od 6 godina vrijedi 1,5 mm, ali i kvar na jednom odvodniku također vrijedi 1,5 mm.

Radi što boljeg prikaza odvojeno ćemo razmotriti kvarove na postrojenjima udružene elektroprivrede, a odvojeno kvarove na postrojenjima distribucije.

I. UDRUŽENA ELEKTROPRIVREDA

U tablicama 1 i 2 dat je prikaz kvarova na odvodnicima prenapona u mreži 110 i 30-50 kV udružene elektroprivrede. Zbog obimnosti i različitosti pojedinih područja, »Elektroprenos« Zagreb prikazan je po pojedinim pogonima.



Sl. 2. Pregled kvarova na odvodnicima prenapona u distributivnoj mreži SR Hrvatske od 30—50 kV u vremenu od 1959 — 1964.

a) Kvarovi u mreži nazivnog napona 110 kV

Kako se iz tablice 1 vidi, područja sa izrazito velikim postotkom kvarova na katodnim odvodnicima su:

1. Postrojenje TE-TO Zagreb II
2. Postrojenje TS Rijeka

Treba napomenuti da su ovi kvarovi nastali na katodnim odvodnicima domaće proizvodnje tipa VOP, te da je od ukupno 18 kvarova, samo jedan kvar nastao radi atmosferskih prenapona, dok su svi ostali kvarovi nastali radi konstruktivne pogreške mehaničke naravi. Konstatirano je da su svi ovi odvodnici imali siluminske prirubnice, kao i da je najveći dio ovih kvarova nastao u kontinentalnom dijelu zemlje (Zagreb, Slavonija) i to u periodu kada su oscilacije temperature dan-noć na ovom području maksimalne (proljeće, jesen), pa se gornje može protumačiti kao posljedica prevelikih mehaničkih naprezanja izazvanih

Kvarovi na katodnim odvodnicima 110 kV u postrojenjima udružene elektroprivrede SRH za period 1959. — 1964. god.

Tablica 1

Postrojenje	Ugrađeni odvodnici				Kvarovi u komadima				Kvarovi u %			
	5 kA		10 kA		5 kA		10 kA		5 kA		10 kA	
	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz
Elektroprenos Zgb. p. Slavonija	—	—	8	9	—	—	1	∅	—	—	12,5	∅
Elektroprenos Zgb. p. Zagreb	—	—	36	15	—	—	3	∅	—	—	8,4	∅
Elektroprenos Zgb. p. Istra	—	—	8	25	—	—	2	∅	—	—	25	∅
Elektroprenos Split	—	—	11	40	—	—	1	—	—	—	9	∅
HE na Cetini	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	∅	—
HE Gojak	—	—	—	22	—	—	—	∅	—	—	—	∅
HE Vinodol	—	—	—	15	—	—	—	1	—	—	—	6
TE-TO Zagreb II	—	—	11	—	—	—	15	—	—	—	136	∅
TE Jertovec	—	—	6	3	—	—	∅	∅	—	—	∅	∅
Kvarnerske elektrane — Rijeka	—	—	2	—	—	—	3	—	—	—	150	—
Ukupno			88	129			25	1			28,5	0,8

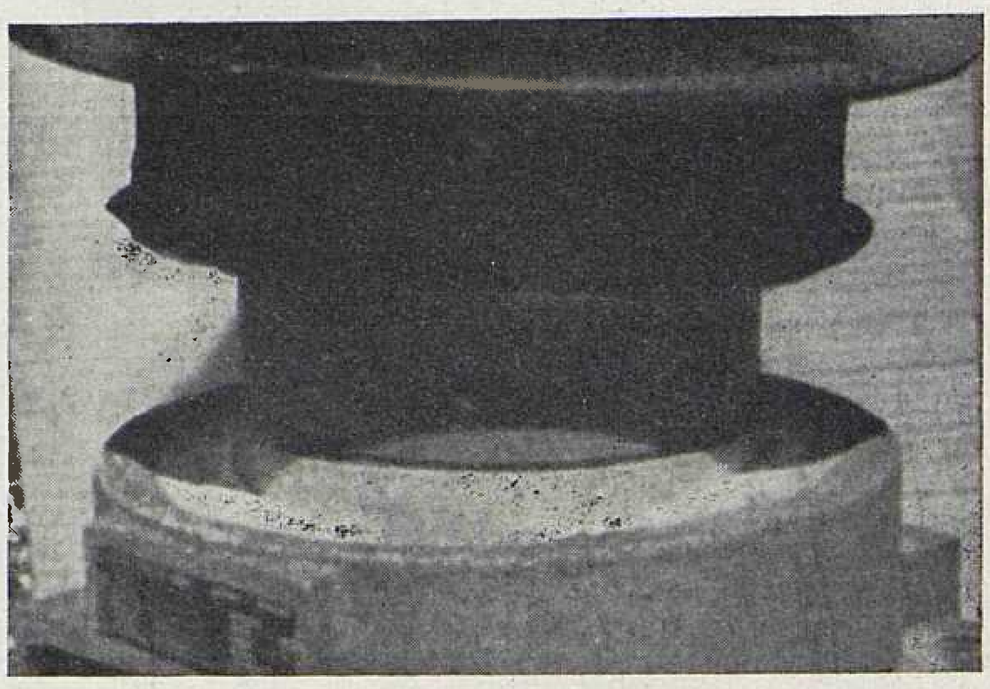
različitim toplinskim rastezanjima silumina i porculana, a zbog različitog temperaturnog koeficijenta rastezanja ovih materijala. U slici 3 prikazan je jedan odvodnik prenapona tipa VOP 110 kV 10 kA, na kojem je došlo do gore opisanog kvara, dok se na slici 4 može vidjeti detalj loma porculana uz prirubnicu. Iz tablice 1 dalje možemo uočiti nesrazmjerno veliku razliku u postocima kvarova na odvodnicima prenapona domaće proizvodnje u odnosu na uvozne odvodnike. Procentualni iznos kvarova na domaćim odvodnicima kroz 1 godinu u cjelini iznosi 4,75%, dok kod uvoznih imamo samo 0,13%. I ovi podaci sami za sebe govore dovoljno jasno. Dok je postotak kvarova na domaćim odvodnicima zabrinjavajuće visok, dotle je kod uvoznih, taj postotak neznatan.

U tablici 3 prikazani su kvarovi na odvodnicima prenapona napona 110 kV, koji su svrstani u dvije grupe prema uzročniku kvara.

Kako je naprijed navedeno, najveći broj kvarova nastao je zbog subjektivnih uzroka, tj. zbog prevelikog mehaničkog naprezanja porculana izazvanog različitim rastezanjem porculana i silumina. Svi ovi kvarovi nastali su na odvodnicima prenapona tipa VOP domaće proizvodnje. Kvarovi za koje se moglo utvrditi da su nastali zbog prenapona, bilo atmosferskog ili pogonskog ovdje su u manjini. Kod domaćih odvodnika postotak kvarova iznosi 5,7%, za razdoblje od 6 godina, odnosno manje od 1% na godinu. Kod uvoznih odvodnika taj postotak je još znatno manji i za 6 godina iznosi 0,8% odnosno 0,13% na godinu.

Ovako mali broj kvarova na odvodnicima prenapona nominalnog napona 110 kV uzrokovan električnim naprezanjem ukazuje da su ovi električki dobro dimenzionirani, pa eventualne struje groma, koje se preko njih zatvaraju ne izazivlju njihovo razaranje. Izvjesnu ulogu kod toga igra i činjenica da je većina naših 110 kV vodova opremljena zaštitnim užetom, pa su udari groma u fazni vodič mnogo rjeđi u odnosu na vodove, koji nisu zaštićeni zaštitnim užetom, a struje pražnjenja preko odvodnika, zahvaljujući zaštitnom užetu znatno su manje.

Kod kvarova nastalih zbog prenapona nije bilo moguće ustanoviti da li su ovi prije kvara bili električki potpuno ispravni. Naime ispitivanja katodnih odvodnika, koja se povremeno vrše, ukazuju da s vremenom dolazi do promjena karakteristika odvodnika, bilo radi ulaska vlage u sam odvodnik, bilo radi čestih prorada i propuštanja vrlo velikih struja, koje postepeno izazivlju nagaranje iskrišta i time mijenjaju proradni napon. Ovakova ispitivanja na žalost nije moguće sistematski provoditi, jer bi se za jedno takovo ispitivanje odvodnik morao demontirati i poslati u neki visokonaponski laboratorij, što je skopčano sa nizom poteškoća i znatnim troškovima. Istina, postoje izvjesne metode kojima se, ne mičući odvodnik s mjesta, može zaključiti o eventualnim promjenama karakteristika odvodnika, ali ove metode ne daju potpuno pouzdane rezultate. Jedna



Sl. 3. Lom odvodnika prenapona tipa VOP 110 kV 10 kA uz siluminsku prirubnicu

od metoda ispitivanja sastoji se u mjerenju struja, koje se preko odvodnika u normalnom pogonskom stanju zatvaraju u zemlju. Da bi se ovo provelo, treba imati posebne uređaje, a osim toga, pošto se radi pod naponom, treba i posebno odobrenje inspekcije, a i posebno izvježbano osoblje. Druga metoda sastoji se u mjerenju otpora pomoću nekog drugog izvora manjeg napona. Pokušalo se odvodnike ispitivati na terenu sa pokretnim visokonaponskim uređajem montiranim na automobilskoj prikolici, ali ni on nije pružio očekivane rezultate, jer se i za ova ispitivanja odvodnik mora demontirati i dopremiti u najbliži montažni toranj, gdje se takovo ispitivanje provodi.

Sl. 4. Detalj loma porculana uz siluminsku prirubnicu prikazan na sl. 3.

b) Kvarovi u mreži nazivnog napona 30-50 kV

U tablici 2 prikazani su kvarovi na odvodnicima prenapona nominalnog napona 30-50 kV. Kako se iz priložene tablice vidi i ovdje imamo nekoliko područja, koja zbog velikog postotka kvarova zabrinjavaju. To su područja:

1. Postrojenja »Elektroprenosa«, Zagreb — pogon Slavonija.
2. Postrojenja »Elektroprenosa«, Zagreb — pogon Zagreb
3. Postrojenja »Elektroprenosa«, Split
4. Postrojenja HE Manojlovac

S obzirom na procentualno velike iznose kvarova u gore navedenim područjima, analizirat ćemo svako područje posebno, kako bi ustanovili ne radi li se i ovdje djelomično o kvarovima subjektivne naravi.

»Elektroprenos«, Zagreb — pogon Slavonija

Od ukupno 8 kvarova, koliko ih je nastalo u pogonu Slavonija, 7 kvarova je nastalo na odvodnicima tipa VOP kao i kod napred navedenih 110 kV odvodnika i to zbog primjene siluminske prirubnice. Jedan kvar je nastao prigodom potresa, koji je 1964. godine znatno oštetio čitavo postrojenje 110/30 kV TS Podvinje. Kako vidimo na ovom području u proteklih 6 godina nije nastao ni jedan kvar prouzrokovan električnim naprezanjima.

»Elektroprenos«, Zagreb — pogon Zagreb

U postrojenjima ovog pogona imali smo u proteklom periodu 5 i 10 kA odvodnika prenapona. S obzirom na različitost električnih karakteristika, posebno ćemo se osvrnuti na one od 5 kA, a posebno na one od 10 kA.

a) Odvodnici prenapona nominalne struje 5 kA

Kod 5 kV odvodnika domaće proizvodnje na ukupno 6 mjesta ugradnje imali smo 18 kvarova, odnosno za 6 godina po svakom ugrađenom mjestu bila su 3 kvara. Od ukupno 18 kvarova, 15 ih se je desilo na području 110/30 kV TS Klara

Kvarovi na katodnim odvodnicima 30—50 kV u postrojenjima udružene elektroprivrede SRH za period 1959. — 1964. god.

Tablica 2

Postrojenje	Ugrađeni odvodnici				Kvarovi u komadima				Kvarovi u postocima			
	5 kA		10 kA		5 kA		10 kA		5 kA		10 kA	
	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz
Elektroprenos Zgb. p. Slavonija	—	—	24	15	—	—	8	∅	—	—	33,3	∅
Elektroprenos Zgb. p. Zagreb	6	6	39	31	18	∅	13	1	300	∅	33	3,3
Elektroprenos Zgb. p. Istra	—	—	22	33	—	—	4	∅	—	—	18	∅
Elektroprenos Split	16	46	22	—	28	7	∅	—	175	15	∅	—
HE Manojlovac	10	2	—	—	—	6	—	—	—	300*	—	—
HE Gojak	—	13	—	—	—	∅	—	—	—	∅	—	—
HE Vinodol	—	18	—	—	—	∅	—	—	—	∅	—	—
TE Jertovec	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kvarnerske elektrane Rijeka	2	5	—	—	∅	∅	—	—	∅	∅	—	—
Ukupno	34	93	107	79	46	13	25	1	135	14	23	1,3

* Proizvod Magrini

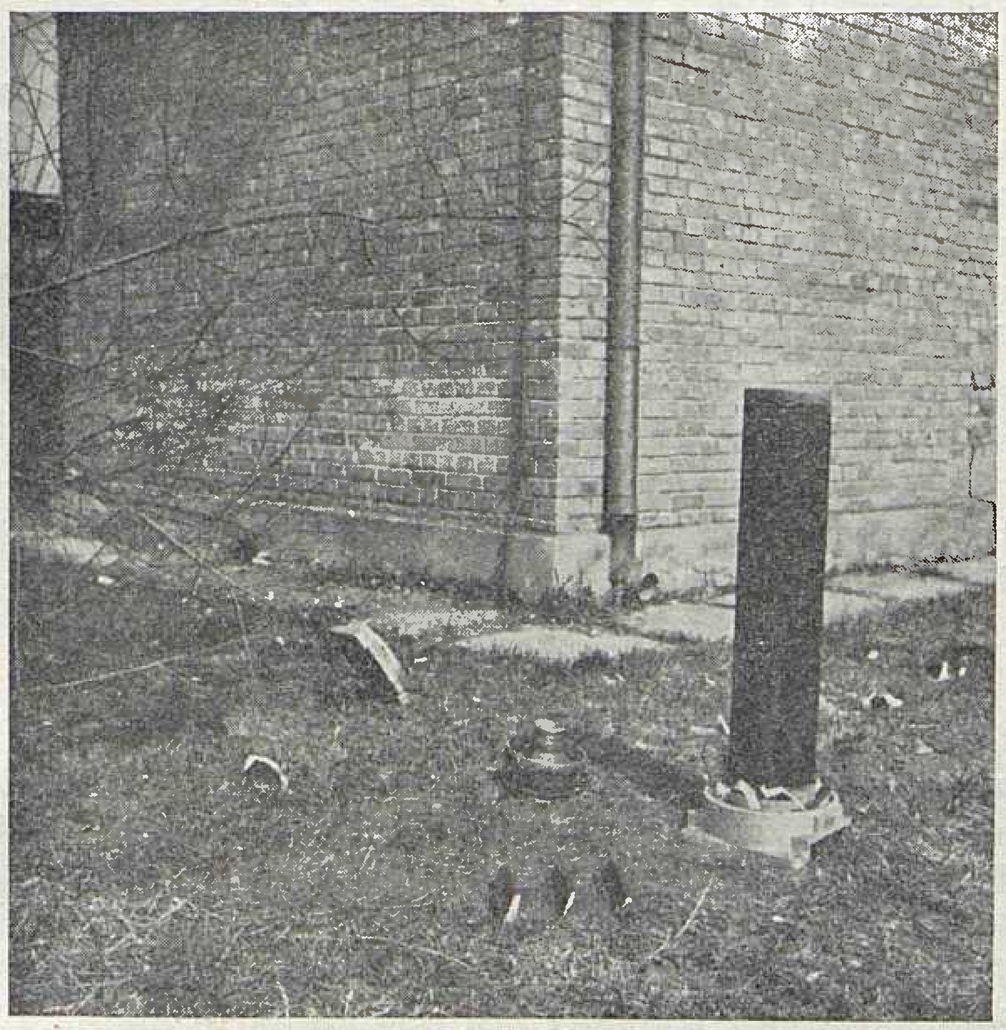
Tablica 3

Nom. struja u kA	Mjesto ugradnje		Ukupno kvarova		Mehanički kvarovi				Električki kvarovi			
	kom.		kom.		kom.		%		kom.		%	
	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz
10	88	129	25	1	20	∅	23	∅	5	1	5,7	0,8

i Rakitje (na slici 5 prikazani su ostaci jednog 5 kA odvodnika, na kojem je došlo do eksplozije porculanskog tijela i to u TS 110/30 kV Klara). Pretpostavlja se, da su svi ovi kvarovi nastali uslijed atmosferskih prenapona. Poznata je naime činjenica da su atmosferska izbijanja na tom području naročito intenzivna. Na žalost na 30 kV dalekovodima ovog područja nismo mjerili struje izbijanja, pa ne možemo sa sigurnošću reći o kojim se iznosima struja radi, ali kasniji slučajevi eksplozije 10 kA odvodnika jasno govore da je 5 kA odvodnik domaće proizvodnje za ovo područje preslab. U isto vrijeme dok smo na 6 mjesta ugradnje domaćih odvodnika imali 18 kvarova, na isto toliko mjesta ugradnje uvoznih odvodnika nismo imali ni jedan kvar. Upravo ova činjenica govori dovoljno jasno da se stvarna propusna moć domaćeg i uvoznog 5 kA odvodnika bitno razlikuje.

b) Odvodnici prenapona nominalne struje 10 kA

Kod 10 kA odvodnika domaće proizvodnje od ukupno 39 ugradnih mjesta imali smo 13 kvarova. Od tog iznosa za 7 kvarova smo mogli utvrditi da potječu od mehaničkih naprezanja porculana, jer je lom kao i u drugim sličnim slučajevima nastao uz siluminsku prirubnicu. Za ostalih 6 kvarova utvrđeno je da potječu od električnih naprezanja, ali je vrlo teško tvrditi da su svi ovi stradali od atmosferskih prenapona.



Sl. 5. Ostaci odvodnika prenapona 30 kV 5 kA nakon eksplozije.

Kod 10 kA uvoznih odvodnika od ukupno 31 mjesta ugradnje imali smo samo 1 kvar, za koji je utvrđeno da je nastao od električnih naprezanja, vjerojatno zbog atmosferskih prenapona, jer je proboj nastao duž vanjskog dijela porculanskog tijela.

»Elektroprenos«, Split

Svi kvarovi na odvodnicima ovog područja nastali su uslijed električnih naprezanja. Iako na ovom području imamo i domaće i uvozne 5 kA odvodnike, a također i 10 kA domaće odvodnike, zadržat ćemo se detaljnije na razmatranju kvarova na domaćim 5 kA odvodnicima, jer su kvarovi na uvoznim 5 kA prema domaćima neznatni, a na domaćim 10 kA odvodnicima uopće nije bilo kvarova.

Od ukupno 16 mjesta ugradnje domaćih 5 kA odvodnika za razdoblje od 6 godina imali smo 28 kvarova ili 175 %, odnosno 29 % kvarova na godinu. Najveći dio ovih kvarova nastao je na području TS 110/35 kV Ston, kao i na potezu Šibenik—Zadar. I za ovo područje bi mogli tvrditi da 5 kA odvodnici domaće proizvodnje nisu bili u stanju bez štetnih posljedica izdržati ekstremno visoke struje groma, koje se na ovom području češće pojavljuju, pa je radi toga i dolazilo do razaranja ovih odvodnika. U prilog ovoj pretpostavci govore i rezultati ispitivanja magnetskih štapića sa 110 kV DV Mostar—Ston i 30 kV DV Manojlovac—Lozovac koja su pokazala da na ovim područjima struje groma od 60—70 kA nisu nikakova rijetkost. Vanjske firme, koje proizvode katodne odvodnike međutim tvrde da njihovi 5 kA odvodnici mogu bez štetnih posljedica odvesti struje groma do cca 55 kA. Ne vjerujemo da je i domaći odvodnik u stanju izdržati takova naprezanja. Interesantno je napomenuti da su kvarovi na području 110/35 kV TS Ston prestali čim se je 5 kA odvodnike zamijenilo onima od 10 kA. Na 5 kA uvoznim odvodnicima imali smo također kvarova što nadalje ukazuje da ni ovi ponekad nisu u stanju da bez štetnih posljedica odvedu ovako intenzivno visoke struje groma.

HE Manojlovac

U područje Šibenika spada i HE Manojlovac, koja je preko 30 kV vodova vezana sa TS 110/30 kV Šibenik, pa sve gore izneseno vrijedi i za ovo područje, s tom razlikom što su kvarovi na 5 kA odvodnicima ovdje nastajali na uvoznim tipa Magrini, koji su se u praksi pokazali još lošijima od domaćih 5 kA odvodnika novije proizvodnje.

Tablica 4

Nomin. struja kA	Mjesta ugradnje kom.		Ukupno kvarova kom.		Mehanički kvarovi				Električki kvarovi			
					kom.		%		kom.		%	
	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz
5	34	93	46	13	∅	∅	∅	∅	46	13	135	14
10	107	79	25	1	17	∅	16	∅	8	1	7,5	1,2

U tablici 4 prikazani su još jednom kvarovi na odvodnicima prenapona napona 30-50 kV svrstani u dvije grupe prema uzroku kvara.

Ako pogledamo tablicu 4 dolazimo do još jasnije slike stanja u 30-35 kV mreži udružene elektroprivrede SRH. Kod 5 kA domaćih odvodnika za razdoblje od 6 godina imali smo 135 % kvarova, odnosno 22,5 % godišnje. Ovako veliki broj kvarova zabrinjava i ukazuje da su odvodnici bili preslabo dimenzionirani. Kod 5 kA uvoznih odvodnika situacija je znatno bolja, iako sliku stvarnog stanja iskrivljuju kvarovi na odvodnicima tipa Magrini. Uza sve to ovdje imamo za 6 godina samo 14 % kvarova, odnosno 2,35 % na godinu, što je u odnosu na svjetske statistike u granicama snošljivosti.

Kod odvodnika 10 kA situacija je sasvim drukčija. Kod domaćeg tipa odvodnika imamo znatan broj kvarova mehaničke naravi, dok je broj električnih kvarova kod domaćih u granicama snošljivog i za 6 godina iznosi 7,5 %, odnosno 1,25 % na godinu. Kod uvoznih 10 kA odvodnika situacija je znatno povoljnija i za 6 godina iznosi samo 1,2 %, odnosno 0,2 % na godinu.

Izneseni podaci o kvarovima ukazuju da 10 kA odvodnici, kako domaći tako i uvozni, zadovoljavaju električna naprezanja, ali da bi se smanjio ukupni broj kvarova, mora se neizostavno riješiti problem mehaničkih kvarova na domaćim odvodnicima.

Usput da napomenemo da je proizvođaču VOP odvodnika prenapona skrenuta pažnja na konstruktivni nedostatak, zbog upotrebe siluminske prirubnice, koja se je postavljala umjesto prirubnice od temper lijeva. Od strane proizvođača dobili smo uvjerenje da se u buduće neće proizvoditi odvodnici sa siluminskom prirubnicom, već će svi odvodnici biti isključivo opremani prirubnicama od temper lijeva. Međutim ostaje problem onih odvodnika koji su već proizvedeni i imaju siluminske prirubnice, a nalaze se montirani u pogonima.

Prije ili kasnije će i kod ovih doći do mehaničkih lomova, pa je možda opravdano da ih se prije oštećenja vrati proizvođaču, kako bi ih opremio prirubnicama od temper lijeva i tako spriječio oštećenja porculanskih tijela kao i samog punjenja.

II. DISTRIBUTIVNA PODUZEĆA

Stvarna slika stanja kvarova na odvodnicima prenapona nominalnog napona 30-35 kV u mreži SRH ne bi bila potpuna, kada ne bi bili analizom obuhvaćeni i kvarovi na odvodnicima u mreži distribucije, jer se u ovoj mreži nalazi ugrađeno oko 640 odvodnika, što iznosi dvostruko više od onih ugrađenih u 30-50 kV postrojenja udružene elektroprivrede. Od svih ugrađenih detaljno je analizirano i obrađeno 514 mjesta ugradnje (tablica 5).

Za razliku od postrojenja udružene elektroprivrede, gdje smo, uzevši prosječnu vrijednost kvarova na svim odvodnicima nominalnog napona 30-50 kV za period od 6 godina, imali smo 27 % kvarova, u distributivnoj mreži za isti 6-godišnji period postotak kvarova iznosio je 97 % što znači da je u ovom periodu praktički došlo do jednog kvara na svako mjesto ugradnje. Međutim ovdje smo imali samo jedan kvar mehaničke naravi, dok su svi ostali nastali zbog električnog naprezanja.

Budući da na cijelom području distribucije imamo relativno veliki postotak kvarova, ovdje ćemo se osvrnuti samo na ona područja gdje je postotak kvarova prešao iznos 100 %. To bi bila slijedeća područja:

1. Područje »Elektre« Zagreb — pogon Koprivnica
2. Područje »Elektroprimorja« Rijeka
3. Područje »Elektrodalmacije« Split
4. Područje »Elektroslavonija« Osijek

Svako od navedenih područja razmotrit ćemo posebno.

»Elektra«, Zagreb — pogon Koprivnica

U periodu od 6 godina na ovom smo području u prosjeku imali 193 % kvarova. Međutim područje TS 30/10 kV Virovitica imalo je čak 480 % kvarova, što znači da na svako mjesto ugradnje u toku 6 godina otpada skoro 5 kvarova. U ovom slučaju statistika sama za sebe govori dovoljno jasno. Začuđuje da su se ovdje nastradali 5 kA odvodnici uporno zamjenjivali novim također 5 kA odvodnikom domaće proizvodnje, koji su se i kod prethodnih kvarova pokazali električki loše dimenzioniranima.

»Elektroprimorje« Rijeka

Prosječni broj kvarova na ovom području u promatranom periodu iznosio je 206 %. Neke tačke ove mreže međutim znatno prelaze ovaj iznos. Tako npr. TS 30/10 kV Plase 280 %; Crikvenica 435; Hrmotine 650 %; zatim kabelske kućice Krk 740% i Vošćica 1200%. I ovdje su se isključivo upotrebljavali i postavljali odvodnici prenapona 5 kA domaće proizvodnje, pa i ovdje važi ono što je navedeno u tačci 1 ovog poglavlja.

Kvarovi na katodnim odvodnicima 30/35 kV u distributivnoj mreži SRH za period 1959—1964. godine

Tablica 5

Postrojenje (Elektra)	Ugrađeni odvodnici				Kvarovi u komadima				Kvarovi u postocima			
	5 kA		10 kA		5 kA		10 kA		5 kA		10 kA	
	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz	Dom.	Uvoz
1. Zagreb pogon a. Zagreb	33	20	—	—	24	9	—	—	73	45	—	—
,, ,, b. Čakovec	4	6	—	—	2	—	—	—	50	∅	—	—
,, ,, c. Varaždin	—	12	6	6	—	1	5	∅	—	8	83	∅
,, ,, d. Zabok	6	24	—	—	5	6	—	—	84	25	—	—
,, ,, e. Bjelovar	15	—	—	—	13	—	—	—	87	—	—	—
,, ,, f. Križ	44	3	—	—	29	∅	—	—	66	∅	—	—
,, ,, g. Koprivnica	29	—	—	—	59	—	—	—	193	—	—	—
2. Elektroslavonija Osijek	9	3	86	—	10	3	7	—	111	100*	8,2	—
3. Elektroprimorje Rijeka	93	—	—	—	192	—	—	—	206	—	—	—
4. Dalmacija pogon h. Zadar	18	—	—	—	25	—	—	—	139	—	—	—
,, ,, i. Šibenik	13	2	—	—	17	∅	—	—	131	∅	—	—
,, ,, j. Split	69	—	13	—	93	∅			135	∅	—	—
Σ 1—4	333	70	105	6	466	19	12	∅	140	27	14	∅

Uvozni Merlin Gerin

»Elektrodalmacija« Split

Broj kvarova je u prosjeku i na ovom području relativno visok i iznosi 135 %. Međutim i ovdje imamo nekoliko tačaka, gdje je postotak kvarova znatno veći. Te tačke bi bile: TS 30/10 kV Dujmovača sa 200 %; Split 1 240 %; Sinj 230 %; Šubićevac 370 %. I ovdje se isključivo radi o odvodnicima prenapona 5 kA domaće proizvodnje. U isto vrijeme na 13 mjesta ugradnje 10 kA odvodnika nije bilo ni jednog kvara. Ovaj podatak još jednom potvrđuje ispravnost postavke da samo 10 kA odvodnici bez većih šteta za sam odvodnik izdrže struje groma, koje se često javljaju na ovom području.

»Elektroslavonija« Osijek

Iako i ovdje na 5 kA odvodnicima imamo procentualno veliki broj kvarova, na domaćim 111 % a na uvoznim 100 % za 6-godišnji period, ipak je ukupni broj kvarova relativno mali i to radi toga što u ovoj mreži imamo veliki broj odvodnika nominalne struje 10 kA, gdje je procentualni iznos kvarova relativno malen i iznosi samo 8,2 %. Uzmemo li prosječni broj kvarova za 5 i 10 kA odvodnike, za gornji period dobivamo iznos od 20 % odnosno 3,3 % godišnje. Iako je ovaj iznos u cijeloj mreži najmanji, još uvijek je iznad svjetskog prosjeka. Međutim ovaj prosjek kvare kvarovi na 5 kA odvodnicima. Inače je za same 10 kA odvodnike prosjek više nego zadovoljavajući, jer iznosi samo 1,35 % na godinu. Za ovo područje bi se bez daljnjega moglo reći da je zamjenom odvodnika 5 kA onima od 10 kA u pogledu broja kvarova došlo do putpunog smirenja, jer se broj kvarova nalazi u granicama podnošljivog.

Zaključak

Provedena analiza obuhvatila je 1044 od ukupno cca 1200 mjesta ugradnje katodnih odvodnika 30 do 110 kV u mreži udružene elektroprivrede i distribucije SRH. Budući da se promatrano razdoblje od 6 godina može smatrati dovoljno dugačkim da bi na temelju dobivenih podataka mogli stvoriti potpunu sliku stvarnog stanja kvarova, možemo zaključiti slijedeće:

1. Domaći odvodnici prenapona nominalne struje 5 kA sa 23,5 % kvarova na godinu ni na jednom području SRH ne zadovoljavaju električna naprezanja, koja se prigodom odvoda struje groma na njima javljaju, pa ih više ne bi smjeli ugrađivati.
2. Uvozne odvodnike prenapona nominalne struje 5 kA, iako su znatno bolji od onih domaće proizvodnje, trebalo bi također izbjegavati da ih se ugrađuje u dijelovima mreže sa intenzivnim pražnjenjima, jer je i na ovim procentualni iznos kvarova još uvijek prilično visok (3,3 % kvarova na godinu), a pored toga moralo bi ih se uvoziti.
3. Domaći odvodnici prenapona nominalne struje 10 kA i nominalnog napona 30-110 kV u potpunosti zadovoljavaju električna naprezanja (1,4 % kvarova na godinu uslijed električnih naprezanja), pa se može preporučiti njihova ugradnja u 110 i 30-50 kV mrežu. Ovdje međutim imamo relativno veliki postotak kvarova uslijed konstruktivne pogreške (2,3 % kvarova na godinu) na odvodnicima tipa VOP, pa ovu činjenicu kod narudžbe treba imati u vidu.
4. Uvozni odvodnici prenapona, nominalne struje 10 kA i nominalnog napona 30-110 kV također u potpunosti zadovoljava električna naprezanja (0,12 % kvarova na godinu), dok mehaničkih kvarova na ovima uopće nismo imali. Poteškoća je međutim sa uvozom zbog pomanjkanja deviznih sredstava, pa će vjerojatno i ova činjenica kod nabave novih odvodnika imati odlučujuću ulogu.

Naslov pisca: Tomislav Pavlović, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

MJERENJE PROTOKA VODE U HIDROELEKTRANAMA POMOĆU RADIOIZOTOPA

Mirko Knap, Zagreb

U ovom su članku opisana mjerenja protoka vode koja vrši fizikalni odjel Instituta za naftu Zagreb i koja je već dosada izvršio na tri naše hidroelektrane, 1962. na »HE SPLIT«, 1963. na »HE VINODOL« i 1964. na »HE GOJAK«. Uz ostale podatke određivana je energetska vrijednost vode i stepen iskorištenja turbina.

DK 532.57 : 621.311.21

Svrha mjerenja je bila određivanje energetske vrijednosti vode za dani režim rada elektrane, stepena iskorištenja agregata, odnosno turbina, te dobivanja još nekih drugih dodatnih podataka kao na primjer određivanje gubitaka pada u dovodnom sistemu tunela i cjevovoda između akumulacije i turbina, uspoređivanje kvalitete pojedinih agregata itd.

Mjerenje protoka pomoću radioizotopa za ovu svrhu nismo našli opisano nigdje u literaturi, pa ono predstavlja našu izvornu razradu. Tek je na simpoziju u Tokiju 1963. godine objavljeno da je grupa francuskih stručnjaka primijenila radioizotope u hidroelektranama za mjerenje protoka, ali uz upotrebu »total count« metode. Razradu i primjenu ovih mjerenja izvršili smo na poticaj i uz punu pomoć ing. S. Reštarovića iz Zajednice za elektroprivredu SRH.

O mjerenju stepena iskorištenja agregata i energetske vrijednosti vode u hidroelektranama

U našoj elektroprivredi su neslužbeno usvojeni propisi Švicarskog elektrotehničkog društva prema kojima je tačno definiran način mjerenja i izračunavanja gore navedenih podataka, način izražavanja i korigiranja rezultata.

Stepen iskorištenja agregata definiran je kao omjer snage vode P_v na ulazu u turbinu i snage P_a koju daje agregat.

$$\eta = \frac{P_a}{P_v}$$

Proizvedena snaga P_a mjeri se instrumentima direktno na izlazu iz generatora. Snaga vode P_v dobiva se iz izraza:

$$P_v = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{102} \text{ kW}$$

gdje je:

Q = protok vode kroz turbinu u m³/s
H = neto pad vode u metrima
γ = specifična težina vode ≐ 1000 kg/m³ ovisno o temperaturi i sastavu
P_a = snaga koju daje agregat u kW

Neto-pad vode se različito definira za razne vrste turbina, ali u principu on se dobiva na osnovu očitavanja pritiska na manometru, koji se montira na cjevovod neposredno ispred ulaska vode u turbinu. Ova očitanja se zatim korigiraju s obzirom na položaj manometra, na dinamički pritisak vode i na nivo vode na izlaznom kanalu iza turbina. O mjerenju protoka ćemo detaljno govoriti nešto kasnije.

Stepen iskorištenja se mijenja sa snagom kod koje agregat radi, pa se mjerenja moraju obavljati za više raznih snaga, a rezultat se na kraju prikazuje u obliku diagrama $\eta = f\ (P)$. Pri tome se još provode korekcije snage i protoka na stalan neto-pad, jer se samo tada mogu rezultati pojedinih tačaka ravnopravno uspoređivati.

Korekcije se provode po slijedećim izrazima:

Korigirani protok

$$Q_{kor} = Q \sqrt{\frac{H_{kor}}{H}}$$

Korigirana snaga

$$P_{kor} = P \sqrt{\frac{H^3_{kor}}{H^3}}$$

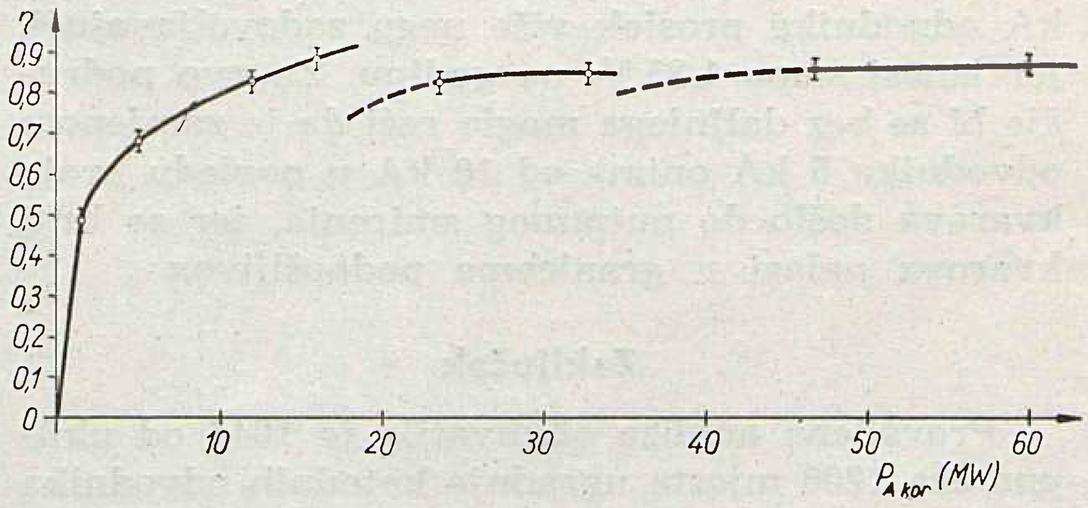
Slika 1 prikazuje jedan dijagram ovisnosti stepena iskorištenja agregata o snazi. Dijagram je načinjen na osnovu mjerenja izvršenih na hidroelektrani Gojak.

Energetska vrijednost vode je definirana kao broj kilovatsati koje proizvede 1 m³ vode kod određenog režima rada hidroelektrane i određenog (stalnog) nivoa akumulacije. Ona je dana slijedećim izrazom:

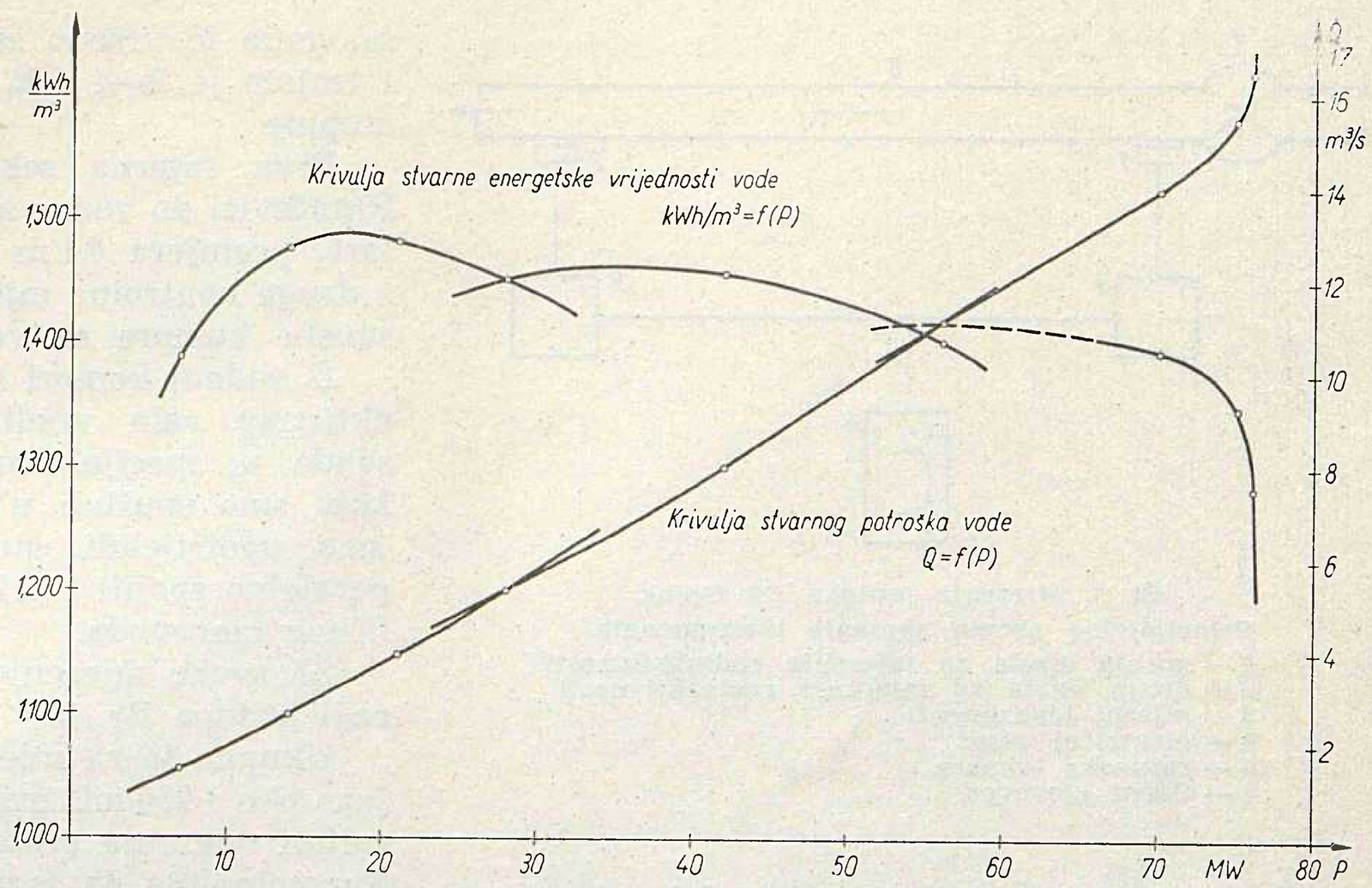
$$\text{Energetska vrijednost vode} = \frac{P_a}{Q} \cdot \frac{1}{3600} \text{ kWh/m}^3$$

Za njezino određivanje su potrebni podaci o proizvedenoj snazi agregata, protoku vode kroz turbine i nivou na zahvatu. Ona je također ovisna o snazi i prikazuje se u dijagramu kWh/m³ = $f\ (P)$. Pri tome se za svaku mjernu tačku vrši korekcija snage i protoka na stalan dogovoreni nivo na zahvatu, odnosno konstruktivni neto-pad. Ovakav dijagram je prikazan na slici 2. Načinjen je na osnovu mjerenja izvršenih na hidroelektrani Vinodol.

I za jedan i za drugi rezultat najvažniji i najteže pribavljiv podatak je protok. Najraširenija



Sl. 1. Krivulja stepena iskorištenja za korigirane vrijednosti $\eta = f(P_{A\,kor.})$



Sl. 2. Krivulje stvarne energetske vrijednosti i potroška vode

klasična metoda za mjerenje protoka je ona koja koristi hidrometrijska krilca. Ranije navedeni propisi SEV-a također je uz više drugih metoda preporučuju na prvom mjestu. Ona se sastoji u tome da se negdje ispred turbine na pogodnom mjestu u cjevovodu montiraju hidrometrijska krilca. Njihov broj ovisi o dimenzijama cjevovoda, a stavljaju se na dvije motke, koje su postavljene u križ na međusobno okomite simetrale presjeka. Krilca rotiraju pod djelovanjem toka vode, pa se iz brzine njihove rotacije i poznatog presjeka cjevovoda na mjestu montaže krilaca zaključuje o protoku. Brzina rotacije krilaca se baždari pomoću poznatog protoka prije i poslije mjerenja. Ova metoda daje uz dobre uslove rada oko 5% tačnosti, a zahtijeva obustavu rada elektrane i ispražnjavanje cjevovoda prije i poslije mjerenja radi montaže i demontaže krilaca.

Među ostalim metodama navedenim u propisima SEV-a spomenuta je, ali se zbog svojih nedostataka ne preporučuje, odavno poznata metoda mjerenja protoka pomoću zaslanjivanja vode u cjevovodu. Tamo se ta metoda spominje kao Allen-ova, dok smo mi usvojili u domaćoj literaturi već višekratno korišten izraz »Metoda dviju tačaka«. Ona se temelji na tome što slana voda kao elektrolit ima mnogo bolju električnu vodljivost od obične čiste vode. Na dva mjesta na cjevovodu se ugrade po dvije elektrode i mjeri se električni otpor između njih. Kada »slani val« dospije do prvih dviju elektroda, one registriraju smanjenje električnog otpora. Na osnovu te pojave može se odrediti vrijeme prolaza vode između prvog i drugog para elektroda, te ako znamo volumen između njih možemo lako odrediti protok.

Ova metoda je imala više nedostataka, a jedan od njih je bio taj što je bilo dosta teško ubaciti dovoljno veliku količinu soli u dovoljno kratkom vremenu, da se »slani val« previše ne razvuče, i da se promjena električnog otpora dovoljno jako manifestira.

Mi smo ovu metodu modificirali tako da smo umjesto soli upotrebili radioizotope i time smo izbjegli slabe strane ove metode. Otpada potreba ugradnje elektroda, radioizotopi se mogu veoma brzo ubrizgati u cjevovod, a efekt radioaktivnosti sada »radioaktivnog« vala je vrlo izrazit.

Slika 3 predstavlja shematski prikaz rasporeda i organizacije mjerenja. Na mjestu označenom brojem 5 vršimo ubrizgavanje radioizotopa pomoću komprimiranog zraka. To mjesto ne mora biti samo zasunska komora kako je na slici označeno, već može biti i vodna komora, ulazni uređaj ili neki drugi pogodni otvor.

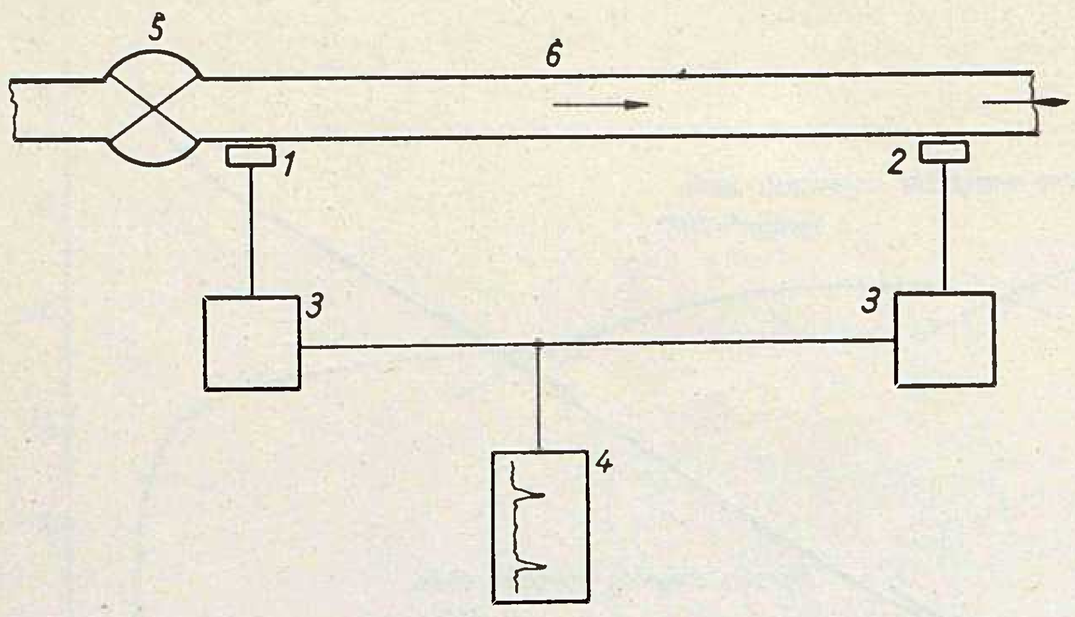
Bar 15 metara niže od mjesta ubacivanja radioizotopa postavlja se prva »gornja« sonda za mjerenje radioaktivnosti, a negdje niže na pogodnom mjestu druga »donja« sonda. Sonde se mogu prema odabranom načinu mjerenja spuštati u vodu u cjevovod ili se mogu (ako se mjerenje vrši na čeličnom cjevovodu) prislanjati izvana na stijenu cjevovoda. One mogu biti scintilacione ili se mogu sastojati od snopa GM — cijevi većeg volumena. Mi smo radili sa scintilacionom sondom sa kristalom od $1^1/_2''$ i sa snopom od 5 GM — cijevi $1'' \times 15''$. Obje vrste sondi su davale dovoljnu jačinu signala. Svaka sonda je imala svoj ratemetarski komplet instrumenata. Izlaz svakog ratemetra vođen je na zajednički pisač na čijoj traci su se registrirali prolazi radioaktivnog vala kraj pojedine sonde. Slike br. 4 i 5 pokazuju traku pisača kod mjerenja malog i velikog protoka.

Iz poznate brzine »B« pisača (koja se stalno kontrolira) i izmjerene dužine »D« od vrha do vrha radioaktivnog vala registriranog na traci pisača izračuna se vrijeme prolaza »t« radioaktivnog vala od gornje do donje sonde.

Vrijeme prolaza vode $t = \frac{D}{B}$ s

Uz poznati volumen »V« cjevovoda između sondi, protok se izračunava po izrazu

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{V\,B}{D}\ \mathrm{m^3/s}$$



Sl. 3. Mjerenje protoka HE Gojak
Principijelna shema spajanja instrumenata
1 — gornja sonda za mjerenje radioaktivnosti
2 — donja sonda za mjerenje radioaktivnosti
3 — mjerni instrumenti
4 — električni pisač
5 — zasunska komora
6 — tlačni cjevovod

Za vrijeme mjerenja protoka elektrana mora raditi sa stabilnim režimom i krutom statikom. Mi smo si uzeli za princip da kod svake snage vršimo 4 posve istovjetna mjerenja protoka i kao rezultat dajemo njihovu srednju vrijednost sa srednjom kvadratičnom pogreškom.

Pogreške ostalih veličina dobivaju se putem totalnog diferencijala izvedenog iz njihove funkcionalne veze. Pri tome su odstupanja pojedinih varijabli najvjerojatnije pogreške mjerenih veličina.

Mjerenje snage nismo vršili vatmetrima (iako smo iskušali tu mogućnost), nego očitavanjem proizvedene energije na brojilima. Jedno mjerenje protoka je katkada (kod malih snaga) trajalo više od jedan sat, te bi to kod mjerenja snage pomoću vatmetra zahtijevalo niz očitovanja i uzimanje srednje vrijednosti, a sam instrument pri tome nije nikad dovoljne veličine da omogući stvarno precizno očitanje. S druge strane, brojila po svom karakteru rada daju stvaran prosjek proizvedene snage, a pošto smo očitovanje vršili svakih 15 minuta, mogli smo uvijek izračunati prosječnu snagu baš u onom vremenskom intervalu u kojem smo mjerili protok. Naravno da pri tome treba obratiti pažnju na tačnost i kvalitetu brojila i na rok važnosti njihovog baždarenja.

Dosadašnja mjerenja i rezultati

Na hidroelektrani »SPLIT« kod Omiša smo 1962. godine obavili 16 mjerenja protoka kod 4 razne snage, po 4 istovjetna mjerenja na svakom nivou snage. Osim toga smo na početku izvršili dva probna mjerenja koja nisu uspjela, ali su poslužila za instruktažu osoblja elektrane i provjeru predviđenog režima rada.

Ubacivanje radioizotopa smo vršili na ulaznom uređaju na brani Prančevići, kroz odušno okno iza zatvarača. U tu svrhu smo načinili poseban uređaj za ubrizgavanje radioizotopa, i njime smo, pomoću komprimiranog zraka, kroz spuštenu cijev ubrizgali radioizotope direktno u tunel. Ubrizgavanje je vršeno sa oko 20 atmosfera pritiska i trajalo je 2—4 sek, ovisno o količini priređene otopine.

Prva mjerna sekcija je bio tunel od brane Prančevići do vodne komore u dužini od 9 652 metara, promjera 6,1 m i sa volumenom 281 935 m³, a druga kontrolna mjerna sekcija od brane do zasunske komore sa volumenom 289 538 m³.

U vodnoj komori smo detekciju prolaza radioaktivnog vala vršili pomoću Geiger-Müllerove sonde u specijalnom vodonepropusnom oklopu koju smo spuštali u tunel. U zasunskoj komori smo upotrijebili snop takvih sondi, koje smo paralelno spojili i prislonili izvana na stijenu čeličnog cjevovoda.

Za svako mjerenje se je ubacivalo oko 50 mC radioizotopa Br. 82.

Ukupno je za mjerenja na »HE SPLIT« utrošeno oko 1 200 mC ovog radioizotopa. Dobiveni rezultati mjerenja protoka prikazani su u tablici 1. Napominjemo da rezultati za protok navedeni u trećem stupcu predstavljaju srednju vrijednost iz četiri istovjetna mjerenja. Iz pogrešaka navedenih u četvrtom stupcu se vidi da je rasipanje rezultata bilo veoma malo.

Mjerenje protoka na »HE Split«

Tablica 1

Nominalni protok m³/sek	Izmjerena snaga MW	Konačan rezultat za protok m³/sek	Srednja kvadratična relativna pogreška
40 m³/sek	86,00 ± 0,10	37,8 ± 0,2	0,5%
85 m³/sek	183,0 ± 0,3	81,0 ± 0,4	0,5%
100 m³/sek	216,5 ± 0,3	97,15 ± 0,06	0,06%
maks. protok	227,5 ± 0,3	109,0 ± 0,1	0,1%

U jesen 1963. godine vršili smo slična mjerenja na HE »NIKOLA TESLA« (Vinodol).

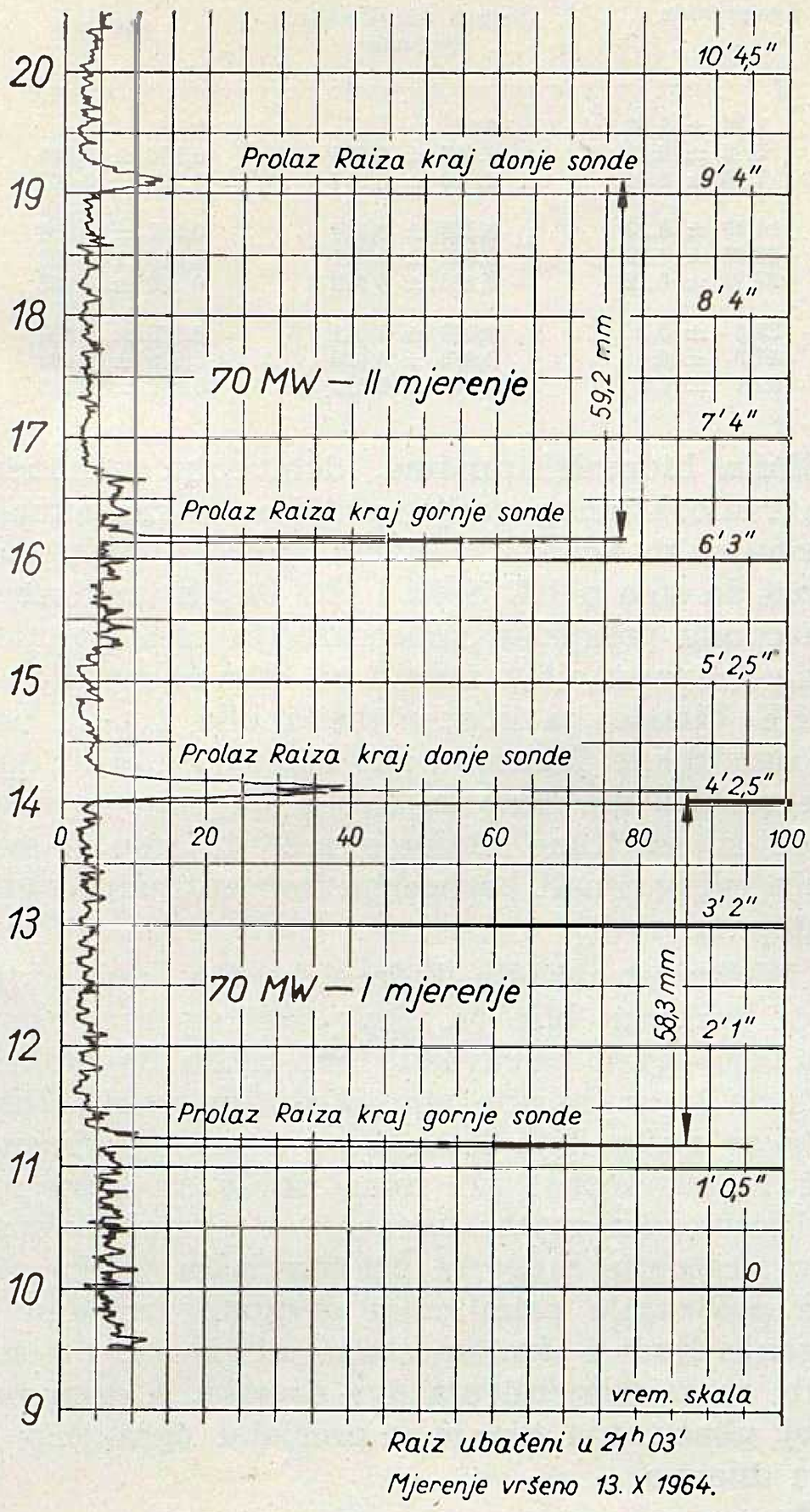
Rezultati mjerenja protoka na »HE Nikola Tesla« Vinodol

Tablica 2

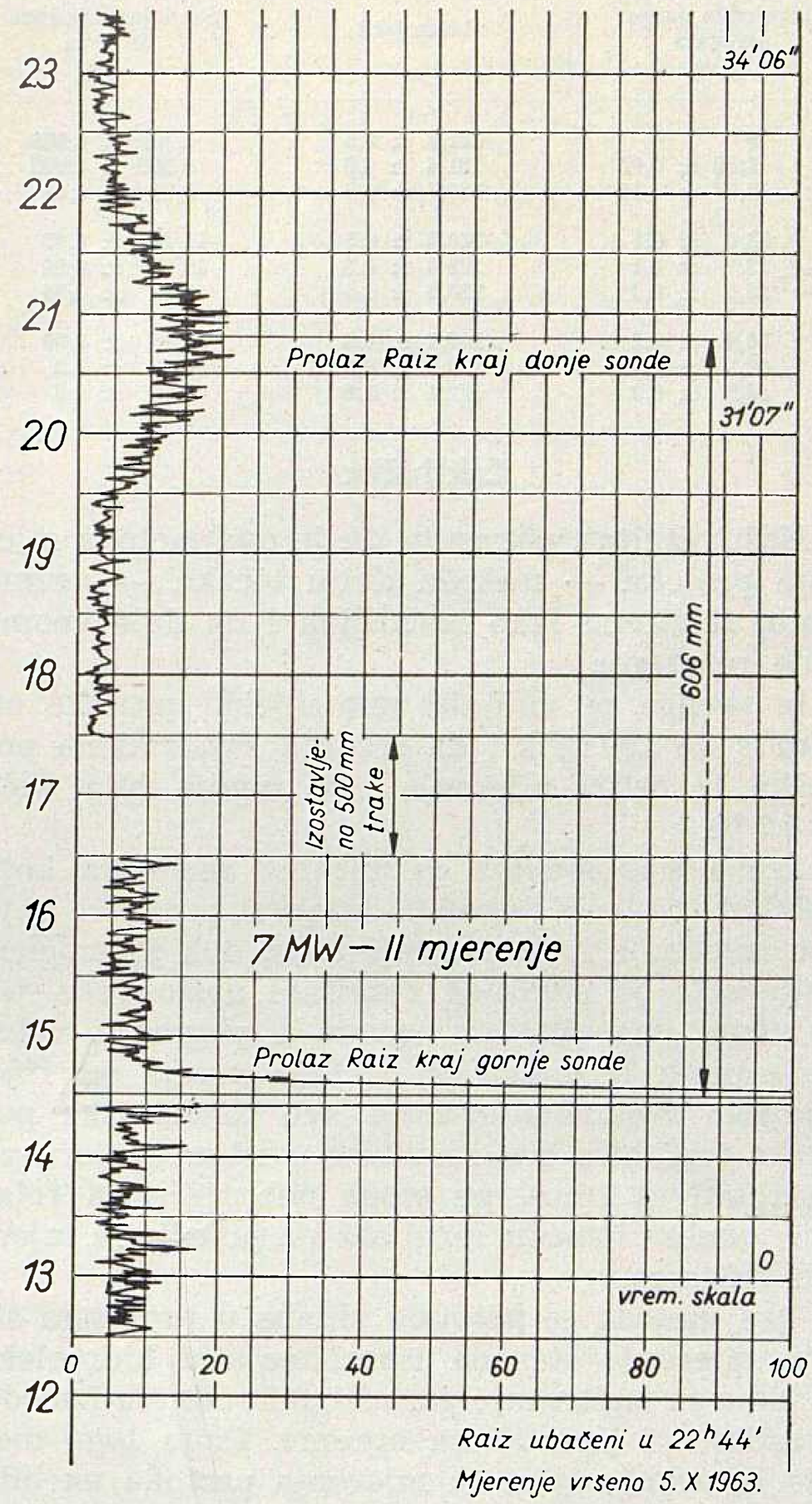
Nominalna snaga	Korigirani protok m³/sek	Relativna pogreška protoka	Ukupna relativna pogreška mjerenja	Energetska vrijednost vode kWh/m³
7 MW	1,402± 0,004	0,28%	0,85%	1,387± 0,012
14 MW	2,635± 0,012	0,45%	0,74%	1,475± 0,011
21 MW	3,939± 0,009	0,23%	0,42%	1,480± 0,006
28 MW	5,36 ± 0,02	0,37%	0,55%	1,451± 0,008
42 MW	8,013± 0,005	0,06%	0,20%	1,456± 0,003
56 MW	11,10 ± 0,04	0,36%	0,50%	1,401± 0,007
70 MW	13,97 ± 0,06	0,43%	0,60%	1,392± 0,008
75 MW	15,47 ± 0,03	0,19%	0,35%	1,347± 0,005
76 MW	16,48 ± 0,02	0,12%	0,30%	1,281± 0,004

Kod 9 raznih snaga izvršeno je 40 mjerenja protoka. Ubacivanje radioizotopa je ovdje vršeno

Sl. 4. Mjerenje protoka HE Vinodol
Traka pisača dvaju mjerenja kod 70 MW



Sl. 5. Mjerenje protoka HE Vinodol
Dio trake pisača jednog mjerenja kod 7 MW



u zasunskoj komori a mjerna sekcija je bila na tlačnom cjevovodu u dužini od 1 181,6 m, i sa volumenom od 2 499,0 m³. Način ubacivanja radioizotopa bio je isti kao i na hidroelektrani Split, ali način mjerenja je nešto izmijenjen. Ovdje nismo više koristili mjesto i trenutak ubrizgavanja radioizotopa kao početak mjerenja kretanja radioaktivnog vala, kako je to bilo na hidroelektrani Split, već smo organizirali posebno gornje mjerno mjesto za detekciju radioaktivnog vala koje je bilo smješteno oko 50 metara nizvodno od mjesta ubacivanja radioizotopa.

Za svako mjerenje smo ubrizgali u cjevovod oko 20 mC radioizotopa Br. 82, odnosno oko 40 mC radioizotopa J-131. Ukupno za sva mjerenja na HE »NIKOLA TESLA« utrošili smo oko 1 000 mC radioizotopa Br. 82 i oko 300 mC radioizotopa J-131. U tablici 2 su prikazani rezultati mjerenja protoka kod svih 9 snaga.

Rezultat protoka kod svake snage predstavlja srednju vrijednost od 4 istovjetna mjerenja.

U toku XII mjeseca 1964. godine vršili smo mjerenja protoka na HE GOJAK kod Ogulina. Ovdje su izvršena 32 mjerenja kod 9 raznih snaga sa istovremenim radom jednog, dva i tri agregata.

Ubacivanje radioizotopa vršeno je u vodnoj komori. Mjerna sekcija u dužini od 680 metara i sa volumenom od 5 441 m³ bila je odabrana na tlačnom cjevovodu. Način ubacivanja radioizotopa i organizacija mjernih mjesta bila je ista kao i kod hidroelektrane Vinodol, samo što smo osjetljivost metode povećali time što smo na gornjem mjernom mjestu upotrijebili snop Geiger-Müllerovih cijevi, a na donjem scintilacionu sondu.

Kod svakog mjerenja smo ubacivali oko 50 mC radioizotopa J-131. Br-82 ovaj put nismo upotrebljavali zbog teškog dopremanja na mjesto upotrebe i kratkog poluvremena raspadanja tog radioizotopa. Ukupno smo za sva mjerenja na HE GOJAK utrošili 1 600 mC radioizotopa J-131.

Tablica 3 pokazuje rezultate mjerenja protoka. Osim toga, ovdje su dani i ostali dobiveni rezultati o snazi vode, stepenu iskorištenja i energetskoj vrijednosti vode.

Rezultati mjerenja protoka na »HE Gojak« Tablica 3

Prosječna snaga agregata MW	Neto pad m	Srednja vrijednost protoka m^3/s	Snaga vode MW	Stepen iskorištenja agregata	kWh/m^3
0	131,3 ± 0,5	1,759 ± 0,009	2,26 ± 0,02	0	0
1,60 ± 0,05	131,4 ± 0,5	2,908 ± 0,005	3,75 ± 0,22	0,427 ± 0,015	0,153 ± 0,005
5,07 ± 0,10	130,7 ± 0,5	5,84 ± 0,01	7,48 ± 0,04	0,678 ± 0,017	0,241 ± 0,007
12,0 ± 0,1	130,0 ± 0,5	11,44 ± 0,05	14,59 ± 0,13	0,824 ± 0,014	0,291 ± 0,004
16,8 ± 0,1	129,4 ± 0,5	15,02 ± 0,04	19,05 ± 0,13	0,882 ± 0,011	0,310 ± 0,003
23,2 ± 0,2	128,5 ± 0,5	22,05 ± 0,04	27,78 ± 0,16	0,835 ± 0,012	0,292 ± 0,003
30,4 ± 0,2	123,7 ± 0,5	29,48 ± 0,09	35,8 ± 0,2	0,849 ± 0,011	0,286 ± 0,003
40,8 ± 0,3	118,9 ± 0,5	40,6 ± 0,2	47,3 ± 0,4	0,863 ± 0,013	0,279 ± 0,003
48,2 ± 0,3	112,1 ± 0,5	50,1 ± 0,3	55,1 ± 0,5	0,875 ± 0,013	0,267 ± 0,003

Zaključak

Naši rezultati pokazuju da je ova metoda mjerenja protoka — metoda dviju tačaka — veoma dobra, relativno lako izvodljiva i da daje veoma tačne rezultate.

Iz tablice se vidi da smo mjerili protoke od 1,5 m^3/s do 109 m^3/s i da srednja kvadratična pogreška iz četiri mjerenja nije nigdje bila veća od 0,7 %.

Treba napomenuti da tačnost rezultata koja proizlazi iz tabela pokazuje interval pogreške koju daje izvođenje i obrada mjerenja, dok je moguće odstupanje od stvarnog rezultata nešto veće, jer navedene pogreške ne sadrže i pogrešku volumena (koja je u sva tri slučaja manja od 1%). Pogreška volumena djeluje kao sistematska pogreška i pomiče sve rezultate u istom smjeru za isti relativni iznos, pa stoga ne utječe na relativne odnose između rezultata na pojedinim mjernim tačkama.

Ova metoda se potpuno uklapa u propisani sistem mjerenja stepena iskorištenja u hidroelektranama za ispitivanje garancijskih odnosa između investitora i isporučioca opreme. Osim toga metoda je primjenljiva za mjerenja protoka na bilo kakvom cjevovodu na kojem poznajemo volumen nekog njegovog dijela.

Iskustvo je pokazalo da je razblaženje radioizotopa u vodi neovisno o veličini protoka, a ovisi o veličini i konstrukciji cjevovoda i o udaljenosti mjerne tačke od mjesta ubacivanja. Stoga se za sve veličine protoka na istom cjevovodu mogu ubacivati jednake količine radioizotopa. Prema navedenim količinama koje smo ubacivali u pojedinim hidroelektranama, dobivenim volumenima radioaktivnog vala i propisanim maksimalno dozvoljenim koncentracijama radioizotopa u vodi, izlazi da smo u HE Split i HE Gojak imali već u cjevovodu prosječnu koncentraciju radioizotopa u radioaktivnom valu manju od dozvoljene, dok je u HE Vinodol ta koncentracija bila 2 puta veća od dozvoljene. Međutim ako uzmemo u obzir daljnje razblaženje zbog miješanja na putu do izlaza vode iz elektrane možemo reći da smo u svim slučajevima imali bezopasnu koncentraciju radioizotopa u vodi.

Izloženost osoblja hidroelektrane radioaktivnom zračenju bila je, zbog velikog razblaženja radioizotopa u cjevovodu, tako niska da možemo reći da je uopće nije bilo. Međutim osoblje Instituta za naftu koje je vršilo pripremu i ubacivanje radioizotopa i pri tome radilo sa otvorenim radioizotopom znatne jačine, bilo je izloženo snažnom zračenju. Stoga se pri tom radu velika pažnja poklanjala primljenim dozama, vremenu izlaganja ljudi i udaljenostima od izvora. Pri tom radu su se izmjenjivala dva čovjeka, a osim toga broj ubacivanja bio je u prosjeku ograničen na dva dnevno.

Literatura

1. *Elaborat o mjerenju protoka na »HE SPLIT«*, Institut za naftu, Zagreb.
2. *Elaborat o mjerenju protoka na »HE VINODOL«*, Institut za naftu, Zagreb.
3. *Elaborat o mjerenju protoka na »HE GOJAK«*, Institut za naftu, Zagreb.
4. *Schweizeriche Regeln für Wasserturbinen.* Bull. SEV 48 (1957) br. 3.

Naslov pisca: Mirko Knap, dipl. fiz., Institut za naftu, Zagreb, Savska c. 88a.

PRIKLJUČAK STAMBENIH ZGRADA NA KABELSKU MREŽU

Naš poslijeratni razvoj između ostalog karakterizira brza urbanizacija tj. širenje postojećih i izgradnja novih gradskih naselja.

Veći dio novih stambenih zgrada priključuje se na električnu mrežu putem podzemnih kabela za razliku od ranije prakse, kad je prevladavala zračna mreža i zračni priključci. Ovaj odnos će se i u budućnosti sve više mijenjati u korist kabelskih priključaka. Nagli razvoj urbanizacije s jedne i pomanjkanje odgovarajuće industrijske proizvodnje s druge strane, utjecao je i na izvedbu kabelskih priključaka, koji su se često izvodili u raznim improviziranim rješenjima.

Distributivna poduzeća orijentirala su se u tim uvjetima na vlastita rješenja i iskustva, pa stoga još i danas postoji velika raznolikost u izvedbi kućnih priključaka i u zahtjevima koji se na njih postavljaju. Neki naši veći gradovi našli su zadovoljava-

juća rješenja i za njihove potrebe se ormarići proizvode industrijski. Ipak, uzevši u cjelini, može se uočiti da prevladavaju improvizirana i tehnički nedotjerana rješenja. Možemo međutim konstatirati da su raniji razlozi za takvo stanje prestali djelovati i da su danas već sazreli svi uvjeti da se i taj, naoko sitan problem stane rješavati na suvremen način velikoserijskom industrijskom proizvodnjom priključnih ormarića.

Radi ilustracije napominjemo da zemlje sa dugom tehničkom tradicijom imaju do u detalje razrađenu i takovu opremu kao što su kućni priključni ormarići. Neke zemlje su u tome otišle tako daleko da su tu problematiku regulirale nacionalnim tehničkim propisima i standardima, kao na primjer Njemačka, gdje postoji DIN standard za kućne priključne ormariće. Određivanje glavnih mjera i tipova koji su kod svakog kućnog priključnog ormarića za istu veličinu osigurača više manje isti, znači provođenje tipizacije, koja je neophodna da bi industrija prihvatila i proizvodila takove ormariće.

Kako je poznato distributivna poduzeća su zainteresirana za ovaj problem, ali još uvijek nedostaje koordinirana akcija koja bi objedinila i uskladila različite zahtjeve, proizašle iz dosadašnje prakse, i stvorila podlogu za tipiziranu industrijsku proizvodnju tog elementa mreže. Bilo bi korisno da se taj problem zahvati s njegove praktične tehničke i ekonomske strane, pa makar se u početku zadržali samo na grubljim smjernicama kojima bi se suzili zahtjevi.

Sakupljanjem iskustva i primjedbi na takvim zajedničkim tipovima približili bi se stavovi i izdiferencirale razlike, a to bi moglo biti osnova da se jednog dana donesu i odgovarajući standardi. Svrha je ovog članka, da potakne odgovorne službe u distributerskim poduzećima na razmišljanje i inicijativu u tom cilju, kako bi se ovaj problem čim prije kod nas riješio.

Provođenje tipizacije, a s tim u vezi uvođenje industrijske proizvodnje, potrebno je i iz jednostavnog razloga jer je veća vjerojatnost da će industrijski proizvod biti i tehnički savršeniji od zanatski proizvedenog proizvoda. Dobro tehničko rješenje mora u sebi da sadrži i najbolja rješenja sigurnosnih, ekonomskih i estetskih zahtjeva.

Sigurnosni razlozi

Kućni priključni ormarići, koji se još uvijek u mnogim slučajevima proizvode na zanatski način, često ne zadovoljavaju ni osnovne zahtjeve sigurnosti. Takvi ormarići izvedeni su najčešće tako da je u prostoru u zidu smješten kabelski završetak i osigurači, a sve je zatvoreno jednostavnim limenim vratašcima. Ovo rješenje je kod nas vrlo raširenog i uvriježilo se mišljenje da ono potpuno zadovoljava, što je međutim potpuno krivo.

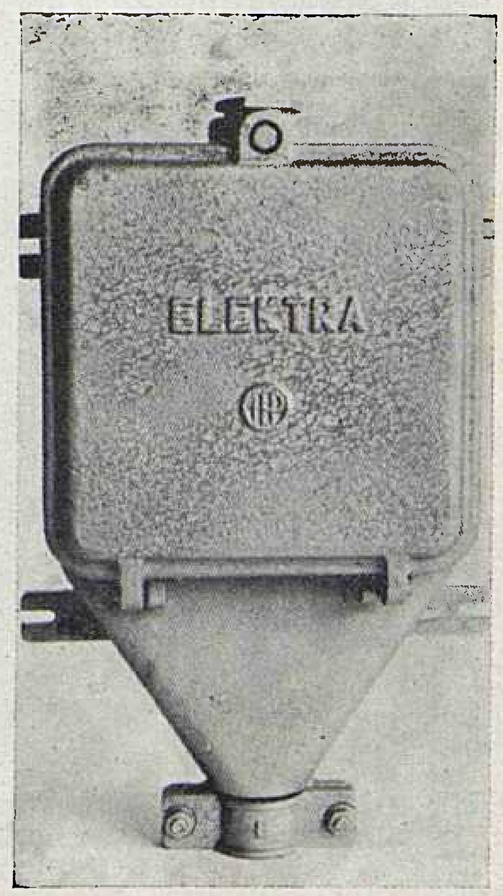
Kabelski završetak i osigurači izloženi su u takvom ormariću vlazi ako je zid vlažan, a vratašca su često tako izvedena, da je moguće dotaći dijelove pod naponom, što može biti opasno po okolinu, tako da djeca u igri mogu dotaći tankim predmetima dijelove pod naponom i slično. Nadalje takovi ormarići relativno brzo stradaju od korozije, što zahtijeva stalno održavanje. Postoji još jedan nedostatak takvih ormarića, a to je pitanje njihovog zatvaranja. Vratašca su redovito opremljena bravicom sa ključem a svaki ormarić redovito ima drugu bravicu. To predstavlja poteškoću kod održavanja i redovitih pregleda, evidencija i čuvanja ključeva.

Tehnički naprednije zemlje izrađuju kućne priključne ormariće iz lima, lijevanog željeza ili silumina, a u posljednje vrijeme i iz plastičnih masa. Ormarići su izvedeni tako da omogućuju izvođenje zaštitnih mjera, bilo zaštitnim uzemljenjem bilo nulovanjem, a konstruktivno su tako izvedeni da osiguravaju ugrađene elemente od oštećenja, dodira i vlage u punoj mjeri što u krajnjem slučaju osigurava siguran pogon. Dimenzionirani su tako da im je vijek trajanja znatno duži od rješenja s limenim vratašcima. Takvi ormarići, osim u iznimnim slučajevima, imaju vratašca čija se bravica poslužuje zajedničkim ključem, koji je u većini slučajeva trobridni, a može biti i druge slične izvedbe.

Ekonomski razlozi

Ako se uzme da planiramo izgradnju 200 000 stanova godišnje i da će polovica od tih stanova biti izgrađena u gradskim naseljima sa kabelskim priključkom dolazi se do broja od 100 000 stanova koje treba godišnje priključiti na kabelsku mrežu. Pretpostavimo da će polovica od tog broja stanova biti izgrađena u obiteljskim kućama sa 2—4 stana za što dostaju ormarići sa osiguračima 25 odnosno 60 A, a polovina u stambenim višekatnim zgradama, za što su potrebni ormarići sa visokoučinskim osiguračima do 200 i više ampera. U prosjeku možemo uzeti 8 stanova na jedan veći ormarić, odnosno 3 stana na jedan manji ormarić.

Današnje prosječne cijene za manje ormariće industrijske proizvodnje iznose cca 25 000 din, a za veće ormariće 55 000 dinara. Uz gornje pretpostavke izlazi da je potrebno cca 750 milijuna godišnje za kućne priključne ormariće, koji bi zadovoljili osnovnim tehničkim zahtjevima. Te cijene su veće od »ormarića« koji rade pojedina zanatska poduzeća i neka distributivna poduzeća, ali koji na žalost ne odgovaraju svim tehničkim zahtjevima.



Sl. 1. Kućni priključni ormarić za osigurače do 60 A s jednom kabelskom uvodnicom za kabele s papirnatom izolacijom.

Iznos od 750 milijuna dinara dobili smo računajući s današnjim cijenama ormarića, koje su formirane na bazi malih serija i relativno dosta tipova. Ako bi se provela tipizacija i sve potrebe se svele na nekoliko tipova mogla bi se industrijskom proizvodnjom znatno sniziti cijena ormarića. Pored ovih direktnih ušteda stvarne uštede bile bi daleko veće, ako se uzme u obzir od kolike bi prednosti bio za građevinsku operativu tipiziran ormarić, koji se može kupiti u trgovini. To su i niža cijena, mogućnost brze nabave, brža montaža, mogućnost nabave rezervnih dijelova i svi drugi troškovi koji su s tim povezani.

Iz naprijed navedenog se vidi da postoje ekonomski razlozi za provođenje tipizacije i industrijske proizvodnje kućnih priključnih ormarića u našim kabelskim mrežama.

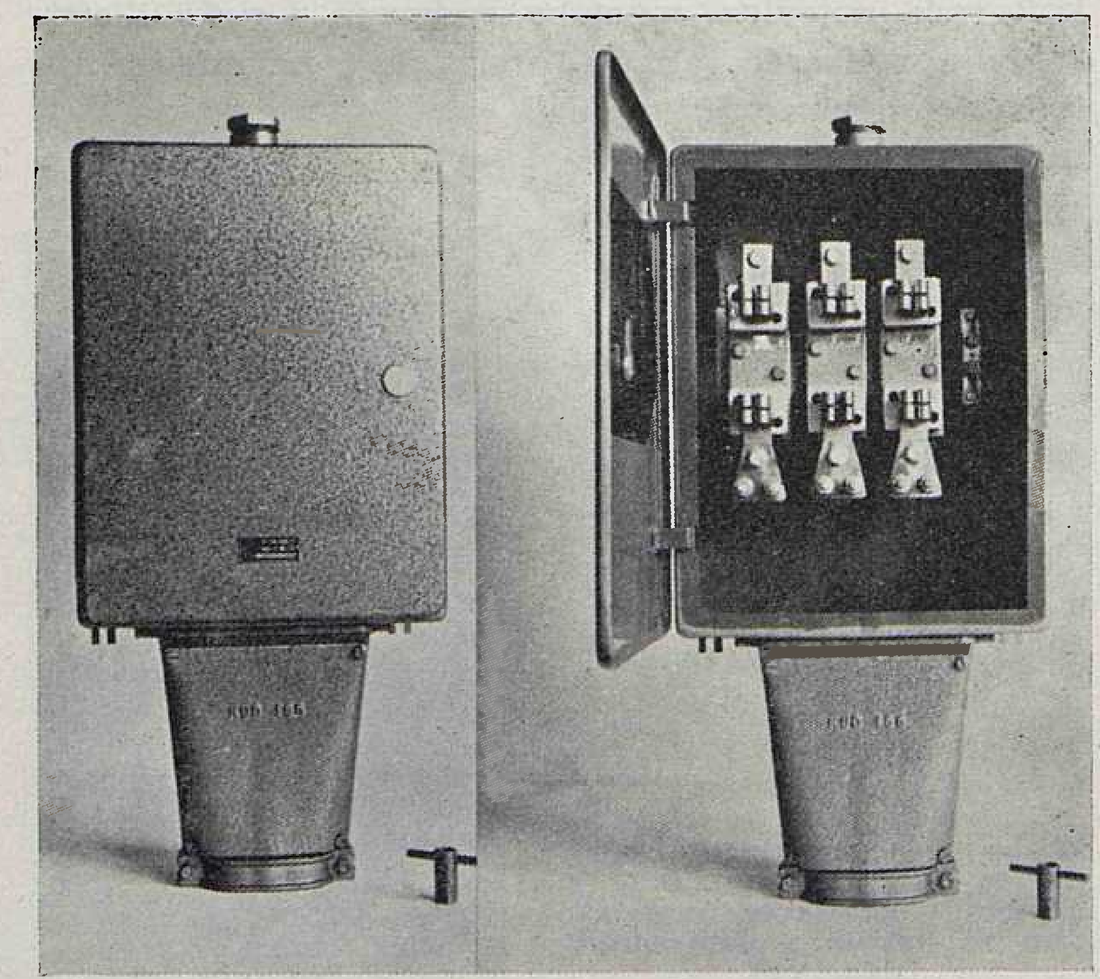
Estetski izgled

Industrijski proizvedeni kućni priključni ormarići bit će uvijek i estetski ljepši od ormarića koji se zanatski proizvode. Vanjski izgled ormarića ovisit će o tome da li je predviđen za vanjsku ili unutarnju montažu, te za koje je područje predviđen, npr. za područje morske klime ili slično.

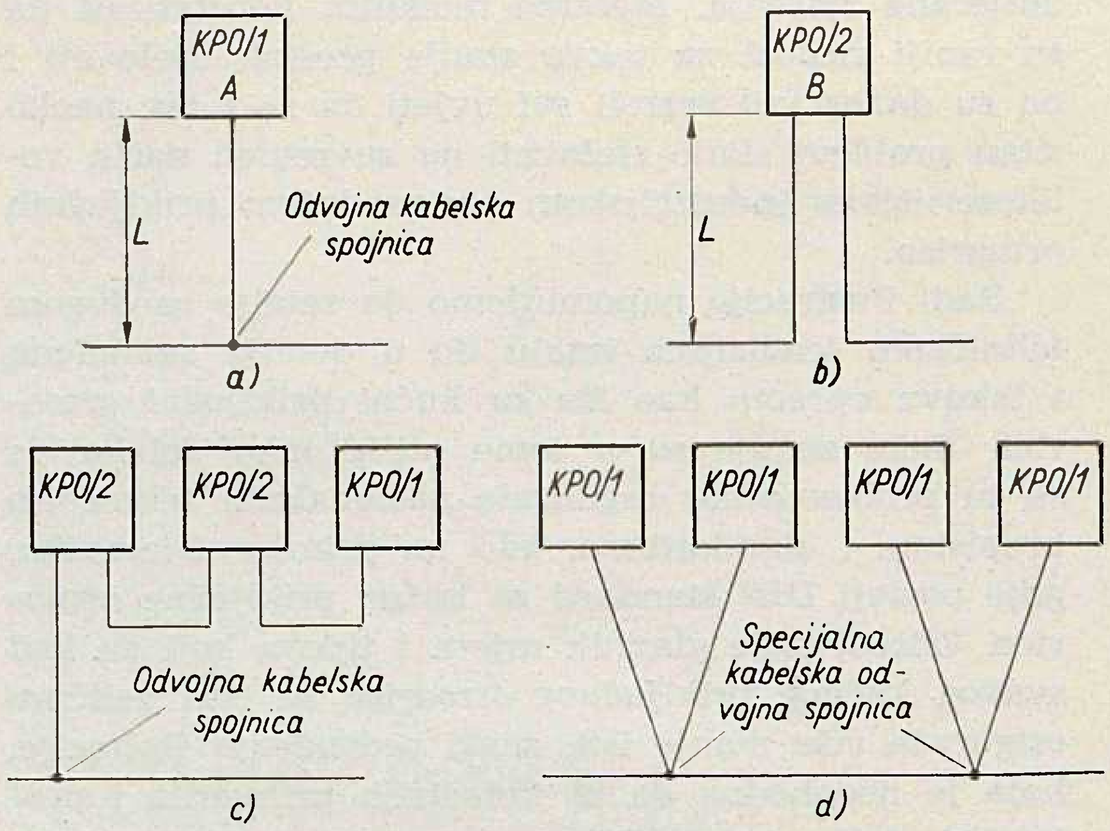
Izvedba

Izvedba kućnog priključnog ormarića ovisi pokraj već navedenih uslova još i o nekoliko drugih faktora ili zahtjeva. To je npr. vrsta i veličina osigurača koji se ugrađuju u ormarić; u našoj praksi dolaze najčešće u obzir osigurači EZ ili UZ od 25 i 60 A, dok se za veće struje ugrađuju visokoučinski osigurači.

Daljnji odlučan faktor je vrsta i presjek kabela koji se priključuju na ormarić. Ako se mreža izvodi kabelima s papirnom izolacijom ormarić je izveden tako da se kabelski završetak može zaliti kabelskom masom. Kod kabela sa suhom izolacijom takva izvedba nije neophodna, ali se i ovdje završetak može zaliti odgovarajućom masom (npr. CHROMOTEP) ili parafinom. Na sl. 1 i 2 prikazane su dvije izvedbe takvih ormarića koje proizvodi Tvornica elektrotehničkih proizvoda — TEP, Zagreb.



Sl. 2. Kućni priključni ormarić s visokoučinskim osiguračima i dvostrukom kabelskom uvodnicom za kabele s papirnom izolacijom.



Sl. 3. Izvedbe kućnih priključnica sa ormarićima s jednim i dva kabelska uvoda.

a) ormarić je paralelno priključen na kabel pomoću odvojne T-spojnice (v. sl. 1).
b) ormarić je priključen u seriju sa kabelom (v. sl. 2).
c) kombinacija izvedbe a i b
d) priključak kućnog priključnog ormarića na kabel pomoću specijalne kabelske spojnice.

Za izvedbu ormarića odlučan je i način priključka zgrade na mrežu. Na sl. 3 prikazane su četiri izvedbe priključaka, koje se rješavaju s dva tipa ormarića. Slika 3a prikazuje izvedbu s odvojkom od glavnog kabela, za koju dolazi u obzir ormarić s jednim uvodom. Izvedba priključka sa ulazom i izlazom glavnog kabela prema sl. 3b zahtijeva ormarić s dva uvoda. Slika 3c prikazuje serijsku izvedbu priključaka s jednim odvojkom od glavnog kabela, pri čemu dolaze u obzir oba tipa ormarića. Priključci prema slici 3d razlikuju se od onih na slici 3a samo po primjeni specijalne dvostruke odvojne spojnice na kabelu, koja se za sada kod nas ne proizvodi, ali se u inozemstvu vrlo često susreće.

Smatram potrebnim, da na koncu spomenem domaća poduzeća koja proizvode kućne priključne ormariće. To su TEP-Zagreb, »Nikola Tesla« Tuzla, »EM« (Hidromontaža) Maribor. Svi spomenuti proizvođači proizvode premale količine da bi se moglo govoriti o nekoj serijskoj proizvodnji, pa je nužno takova proizvodnja skupa. Da bi se mogla organizirati jeftina serijska proizvodnja, potrebno je da distributivna poduzeća nađu rješenje koje će im najbolje odgovarati i da u tom smislu odrede neke zajedničke osnovne tipove ili barem da usklade zahtjeve. Pri tome moramo imati na umu da si ne možemo dozvoliti tako veliko bogatstvo tipova i rješenja kao što to imaju neke velike zemlje, iz prostog razloga jer su naše potrebe znatno manje, što znači da će i serije biti manje.

Ovim se recima želi aktualizirati jedan problem u našoj distributivnoj mreži, koji je po svojoj važnosti relativno sitan, ali u uslovima nagle urbanizacije postaje iz više razloga interesantan.

Dragutin Keler, dipl. ing.

NEKE KARAKTERISTIKE MEHANIČKE STEPENASTE REŠETKE TVORNICE »ĐURO ĐAKOVIĆ«

Poduzeće »Đuro Đaković« proizvodi već niz godina mehaničku stepenastu rešetku i radi na njenom usavršavanju. Prije 3 godine osnovan je Institut za naučnoistraživački rad »Đuro Đaković« koji je preuzeo usavršavanje ovog ložišta. Od Saveznog fonda za naučni rad prihvaćena je tema: »Ložište za niskokalorična goriva«, koju vodi navedeni institut.

Stepenasta rešetka ugrađena je na slijedećim kotlovima:

— Na dva kotla Sulzer od 28/35 t/h pare u TE Jertovec — Konjšćina.

— Na 4 kotla TPK od 16/20 t/h pare u Šećeranama Peć i Sremska Mitrovica.

— Na kotao »Đuro Đaković« u tvornici »Teteks« Tetovo 12/14 t/h.

— Na 4 kotla »Đuro Đaković« od 12/14 t/h u Željezari »Boris Kidrič« Nikšić.

— Na kotao »Đuro Đaković« od 10/12,5 t/h pare u Tekstilnoj tvornici u Đakovici.

Rezultati prema izvršenim ispitivanjima su slijedeći:

— Proizvodnost rešetke na pojedinim ložištima dosegla je prosjek 1 350 000 kcal po m²h — (Teteks — Tetovo) sa ugljenima cca 2 000 kcal/kg (Kosovski lignit).

— Stupanj djelovanja rešetke varirao je između 94 i 97 % i to sa veoma nepovoljnim ugljenima koji su sadržavali veliki procenat prašine (Peć — 58 % i Sremska Mitrovica od 50 — 70 % ispod Ø 3 mm).

U Sremskoj Mitrovici sa ugljenom Kreka, koji je stvarao veoma nepovoljnu šljaku, postignut je stepen djelovanja 95,309 %.

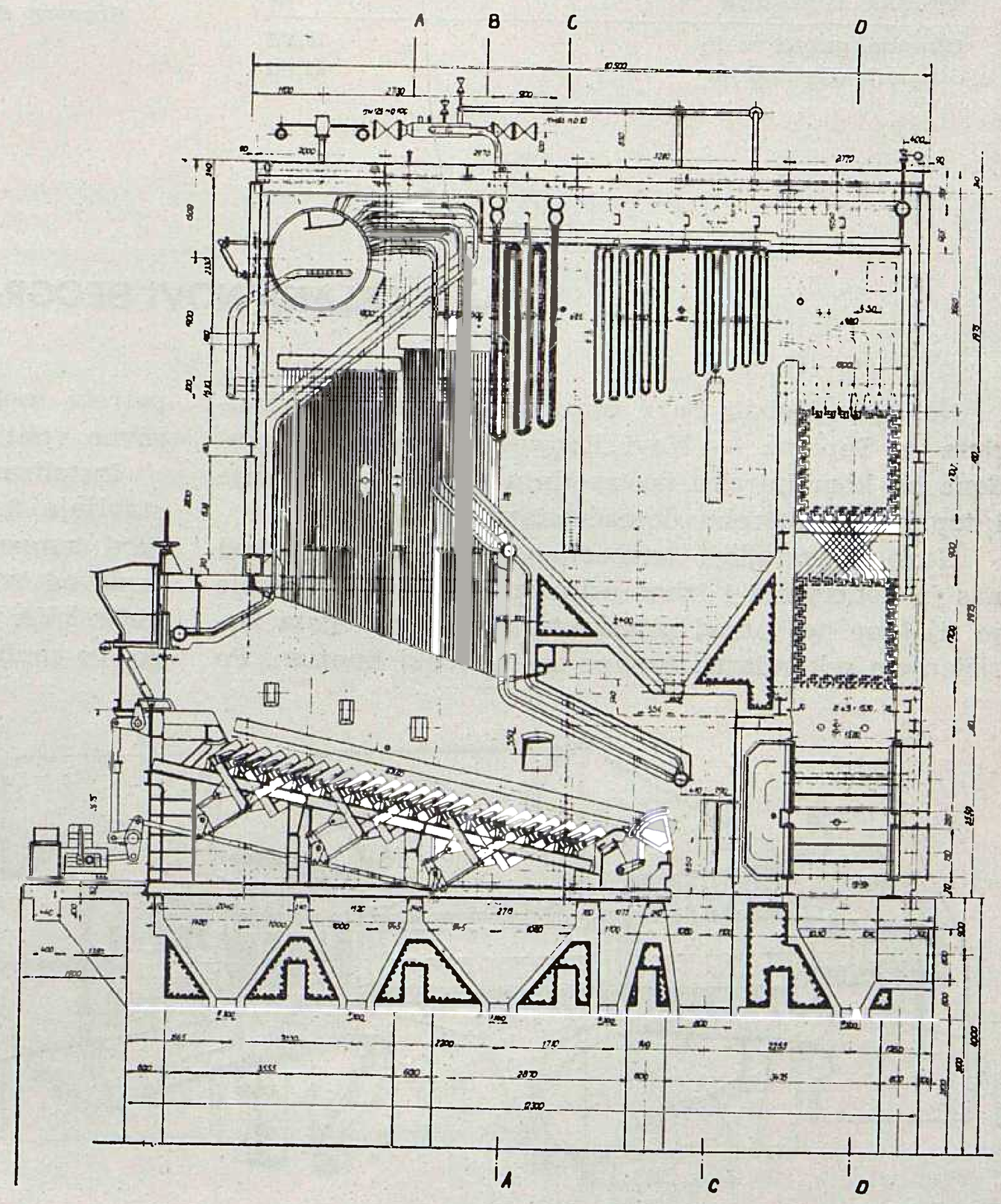
— Korisnicima navedenih rešetki omogućeno je loženje nisko kaloričnim ugljenima s velikim procentom prašine.

— Trajnost elemenata termički opterećenih, koji su do sada za kratko vrijeme izgarali, porasla je.

U Tetovu nakon 12 200 neprekidnih pogonskih sati niti jedan elemenat nije pokazivao nagaranje. Slika 1 predstavlja presjek ovog ložišta.

Na drugom pregledu ustanovljeno je da i nakon daljnjih 4 780 pogonskih sati tj. nakon ukupno cca 17 000 pogonskih sati na elementima izloženim najintenzivnijem opterećenju nisu nastale promjene.

Rezultati, koji su omogućili korisnicima siguran pogon sa nekvalitetnim ugljenom, temelje se na aerodinamičkim faktorima od kojih znatniji utjecaj imaju slijedeći faktori:



Sl. 1. Mehanička stepenasta rešetka kotla

— Oblik i veličina zračnosti među štapovima rešetki.
— Sekundarni zrak.
— Sinhronizacija intenziteta propuhavanja sa procesom izgaranja.
— Ostvarenje povoljnih rashladnih odnosa, da se onemogući pregaranje vitalnih brtvenih elemenata.

Najvažniji rezultati ispitivanja na ložištu tip 13,4 za kotao 10/12 t/h pare prema ispitivanjima Rudarskog instituta (27. IX 1963. godine) sa kosovskim lignitom asortiman 0 — 60 mm su slijedeći:

Gornja kalorična vrijednost	2955
Donja kalorična vrijednost	2614
Vlaga %	26,50
Pepeo %	15,09
Sagorivi sastojci	48,41
Ugljik %	31,94
Vodik %	2,26
Sagorivi sumpor %	1,70
Kisik %	11,47
Dušik %	1,10
Sagorivo u šljaci %	3,17
Sagorivo u propadu %	42,81
Pretičak zraka %	1,298
CO_2 u dimnim plinovima %	14,120

Bilanca gubitaka:

Drozga %	1,35
Propad %	2,96
Osjetna toplina drozge %	0,3
Nesagorivo u plinovima %	1,118
Osjetna toplina u plinovima %	9,73
Gubitak isijavanja %	2,8
Ukupno gubici u %	18,258
Stupanj djelovanja	82,742

Na ložištu tipa 19,7 za kotao 16/20 t/h pare prema ispitivanjima Instituta za elektroprivredu — Zagreb, (19. i 20. IX 1963. godine) sa ugljenom Kreka, asortiman od 0 — 60 mm, dobiveni su slijedeći rezultati:

Vlaga rovna %	13,10
Vlaga vezana %	18,90
Pepeo %	13,70
Sumpor gorivi %	1,50
Sagorivi sastojci %	54,30
Ugljik %	33,10
Vodik %	2,80
Kisik + Dušik %	16,90
Gornja ogrjevna vrijednost kcal/kg	3470
Donja ogrjevna vrijednost kcal/kg	3180
Ukupna vlaga %	32,0
Pepeo %	13,70
Fiksni ugljik %	22,60
Suho hlapivo %	31,70
Izgorivo u drozgi %	8,6
Izgorivo u propadu %	42,0
Kalorična vrijednost propada kcal/kg	1950
CO_2 u dimnim plinovima %	10,83

Bilanca gubitaka:

Drozga %	2,695
Propad %	0,220
Leteći pepeo %	0,778
Neizgoreno u dimnim plinovima %	0,503
Osjetna toplina drozge %	0,495
Ukupno ložište %	4,691
Stupanj djelovanja ložišta %	95,309
Stupanj djelovanja kotla %	84,02

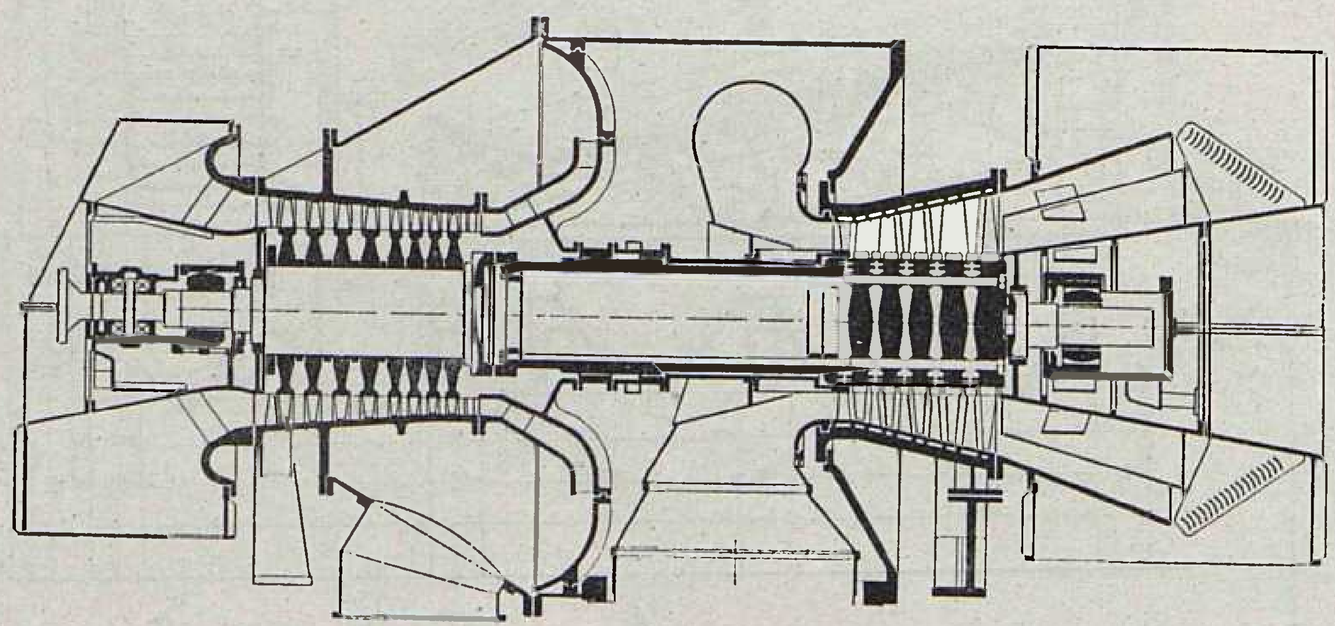
Josip Majić, dipl. ing.

TOPLANA NOVI BEOGRAD

Na lijevoj obali Save uzvodno od Beograda locirana je Toplana — Novi Beograd. Toplana je građena za kombiniranu proizvodnju električne energije i topline za potrebu domaćinstava i industrije.

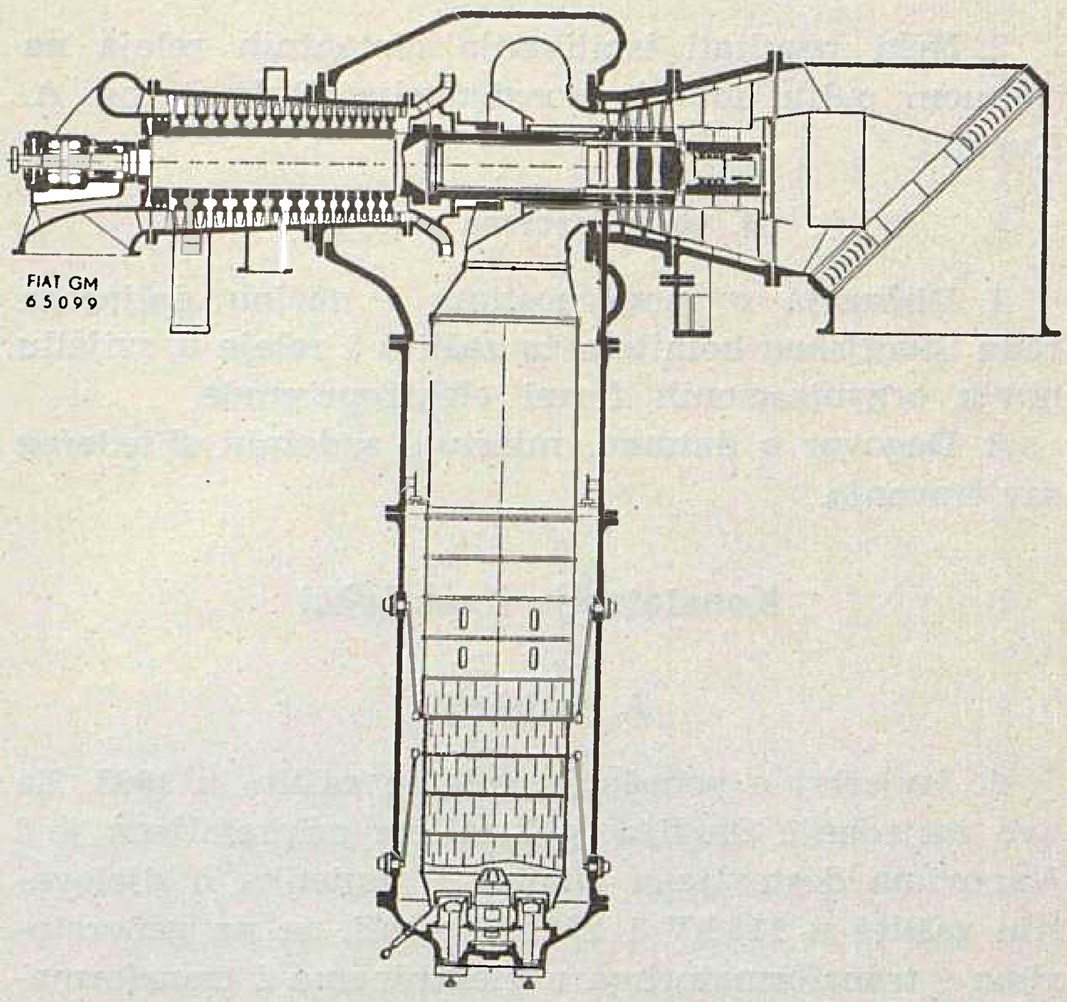
Novo u izgradnji termoenergetskih objekata kod nas je koncepcija i izbor primarnog postrojenja, koje je riješeno na osnovi plinsko-turbinskih agregata korištenjem sekundarne topline za toplinski konzum. Po potrebi može se proizvodnja topline dodatno ili izravno vršiti putem dodatnog loženja.

Instalirana snaga Toplane je 105 MW, koju predstavljaju 3 plinska turbinska agregata od po 35 MW (kod temperature okolice od 0 °C). Turboagregati su proizvod tvornice Fiat tipa TG 3000; alternator učina 44 000 kVA 10 500 V, 3000 okretaja/min., 50 Hz. Kao gorivo može se koristiti plin i tekuće gorivo.



Sl. 1. Niskotlačna grupa plinske turbine FIAT TG 3000

Sl. 2. Visokotlačna grupa plinske turbine FIAT TG 3000 (slika desno)



Svaka turbina sastoji se od 2 grupe i to niskotlačne i visokotlačne.

Glavne su karakteristike plinske turbine:

Ulazna temperatura plina u NT i VT turbini	°C	730
Izlazna temperatura plina iz VT (kod 15 °C i 760 mm Hg)	°C	425
Pritisak NT kompresora	ata	3,2
Pritisak VT kompresora	ata	16,5
Broj okretaja grupe NT	o/min	3000
Broj okretaja grupe VT	o/min	5800

Za daljinsko grijanje koristi se hladnjak međukompresije u kojem se zrak između NT i VT kompresora, temperature 130 °C ohlađuje s tim da se u prvom dijelu povratna voda zagrije od 50 do 70 °C na 63 — 76 °C, a u drugom vrši rashlađivanje zraka na 30 °C pomoću voda iz Save.

Glavno zagrijavanje vode vrši se u rekuperatoru pomoću ispusnih plinova. Povratna voda 50 do 70 °C miješa se prije ulaza u rekuperator sa zagrjevnom vodom od 160—180 °C, čime se zagrije na oko 130 °C, sa kojom temperaturom ulazi u rekuperator. Izlazna voda 160 i 180 °C se prije ulaza u daljinski sistem rashlađuje miješanjem sa hladnom vodom (povratnom) na 85 — 140 °C. Direktnim sagorijevanjem može se dodatno u rekuperatoru kod niskih temperatura povećati proizvodnja topline.

Kapacitet proizvodnje topline za daljinsko grijanje iznosi po jednom agregatu:

kod temperature okolice	+ 10 °C	25 Gcal
kod temperature okolice	0 °C	52,5 Gcal
kod temperature okolice	— 15 °C	105 Gcal

(Prema Bolletino tecnico Fiat-Grandi motori, 18, 1965, 2).

J. L.

SAVJETOVANJA

Savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE

U Skoplju je 8. i 9. lipnja 1965. u prostorijama Elektrostopanske Zaednice Makedonije, održano Savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE.

Prisustvovalo je 16 članova komiteta i predstavnika zainteresiranih organizacija elektroprivrede, elektroindustrije, instituta i projektnih organizacija. Savjetovanje je otvorio predsjednik ing. Edvard Höfler. Na njegov prijedlog prihvaćen je slijedeći

Dnevni red

A. Izvještaji

1. Izvještaj: »Ponašanje relejne zaštite 1963« — diskusija o izvještaju i dogovor o daljnjem radu na području statistike o radu relejne zaštite (Prikaz ing. E. Höfler).

2. Izvještaj: Prijedlog JUS — standarda o mjernim transformatorima za zaštitu (Izvještava ing. A. Kurnik).

3. Izvještaj: Zasjedanje međunarodnog komiteta br. 4. za zaštitu i releje u Bukureštu.

B. Lokalna automatizacija postrojenja

1. Iskustva sa automatskim regulatorima napona na transformatorima proizvodnje »ISKRA« u transformatorskoj stanici Moste kraj Ljubljane (Referat ing. G. Erklavec).

C. Ostala pitanja

1. Defekti na odvodnicima prenapona — statistika i analiza za područje Hrvatske i Slovenije (Referati ing. T. Pavlović i ing. E. Höfler).

2. Neki rezultati ispitivanja distantnih releja na ispitnom pultu domaće konstrukcije (Referat ing. A. Kurnik).

D. Organizaciona pitanja

1. Diskusija o mogućnostima i načinu daljnjega rada Studijskog komiteta za zaštitu i releje u svijetlu novih organizacionih formi elektroprivrede.

2. Dogovor o datumu, mjestu i sadržaju slijedećeg savjetovanja.

Konstatacije i zaključci

A. Izvještaji

1. Izvještaj o ponašanju relejne zaštite u 1963. Za ovo zasjedanje Studijskog komiteta pripremljena je i članovima dostavljena analiza i statistika o djelovanju zaštite u 110 kV i 220 kV mreži, te na generatorima i transformatorima u elektranama i transformatorskim stanicama gornjeg napona. Obuhvaćena je cjelokupna jugoslavenska elektroprivreda.

U diskusiji je konstatirano da Međunarodni studijski komitet za zaštitu i releje ne objavljuje više statistiku o ponašanju relejne zaštite. Smatra se, međutim, da je u našim uvjetima, za našu operativu ovakova statistika vrlo korisna. Očito je, naime, da je broj proradivanja zaštitnih uređaja kod nas vrlo visok i daleko iznad prosjeka drugih evropskih zemalja.

Analiza i statistika dat će nam podatke po republikama i u cjelini o tome koliko i zbog čega prorađuju pojedine vrste zaštitnih uređaja u pogonu, što će nam pomoći u smanjivanju broja ispada otkrivanjem i otklanjanjem slabosti, bilo da se radi o slaboj kvaliteti uređaja, kvarovima uređaja, neodgovarajućim udešenjima i t. sl. Time će se bitno utjecati na smanjenje broja ispada dijelova elektroenergetskih postrojenja i dijelova mreže, te tako dovesti do povećanja kvalitete dobave električne energije potrošačima. U tom smislu su prihvaćeni slijedeći zaključci:

— Studijski komitet će i dalje razvijati svoju aktivnost na području sakupljanja i sređivanja podataka i objavljivanja analize i statistike o ponašanju zaštitnih uređaja.

— Izradit će se analize i statistike o ponašanju zaštitnih uređaja za 1964. na osnovu podataka elektroprivrednih organizacija, prema dosadašnjoj praksi.

— U cilju smanjivanja broja ispada, preporučuje se operativi da svaki ispad uslijed djelovanja zaštitnih uređaja savjesno analizira, kako bi se utvrdio i po mogućnosti otklonio uzrok nepotrebnih ispada elektroenergetskih postrojenja.

— Sekretarijat Studijskog komiteta pripremit će za slijedeće savjetovanje referat o karakteristikama različitih tipova termičkih releja.

2. Izvještaj o prijedlogu JUS — standarda o mjernim transformatorima za zaštitu.

Ovaj novi dokumenat tehničkog odbora br. 38 Jugoslavenskog elektrotehničkog komiteta za mjerne transformatore prodiskutiran je na savjetovanju, no ipak je konstatirano, da se ne može dati odmah konačno mišljenje o karakteristikama mjernih transformatora bitno važnim za tačan i siguran rad zaštitnih uređaja. Zbog toga su doneseni ovi zaključci:

— TO 38 dostavit će sekretarijatu Studijskog komiteta svu prethodnu dokumentaciju, bez koje se ne može dati ocjena novog prijedloga standarda, a ovaj će je dostaviti članovima radi proučavanja.

— Primjedbe na novi prijedlog standarda dostavit će se do 1. IX 1965. sekretarijatu, koji će ih proslijediti tehničkom odboru br. 38 JEK.

3. Izvještaj o zasjedanju međunarodnog komiteta br. 4 za zaštitu i releje u Bukureštu.

Na sastanku međunarodnog Studijskog komiteta za zaštitu i releje CIGRE, maja ove godine u Bukureštu podneseni su referati:

— o zaštiti sabirnica

— o poželjnim karakteristikama distantne zaštite za različite slučajeve

— o podacima koje treba registrirati kod kvarova u mreži

— o rezultatima ankete provedene u vezi tranzistorizacije zaštite i u vezi problema njihove primjene u mreži visokog napona

— o prenaponima, odnosno perturbacijama u sekundarnim strujnim krugovima.

Sekretarijat našeg komiteta primio je transparentne kopije ovih referata, tako da članovi komiteta i ostali interesenti mogu sebi iskopirati referate koji ih interesiraju.

Sa žaljenjem je konstatirano, da zasjedanju u Bukureštu nije prisustvovao niti jedan delegat iz Jugoslavije. Član studijske grupe prof. ing. Golubović nije mogao prisustvovati zbog zauzetosti.

B. Lokalna automatizacija postrojenja

1. Iskustva sa automatskim regulatorima napona proizvodnje »ISKRA« na transformatorima u TS Moste kraj Ljubljane.

U vezi ovog referata, konstatira se da su u Srbiji već u pogonu dva uređaja za automatsku regulaciju napona na transformatorima, jedan uređaj je spreman za pogon, a deset daljnjih priprema se za pogon u čuvanim transformatorskim stanicama. U Hrvatskoj je također u pogonu nekoliko ovakovih uređaja. U diskusiji su iznesene neke poteškoće sa regulacionim sklopkama u Bosni i Hercegovini. Prihvaćen je slijedeći zaključak:

— Predstavnici elektroprivrednih organizacija iz Hrvatske, Bosne i Hercegovine, te Srbije pripremit će do slijedećeg sastanka komiteta izvještaje o iskustvima sa radom u pogonu automatskih regulatora napona raznih proizvodnih firmi.

C. Ostala pitanja

1. Defekti na odvodnicima prenapona — statistika i analiza za područje Hrvatske i Slovenije.

Podneseni referati očito pokazuju nepovoljnu situaciju u pogledu učestalosti kvarova, odnosno havarija na odvodnicima prenapona. Najbrojniji su kvarovi na odvodnicima domaće proizvodnje, nazivne struje odvođenja od 5 KA. Kod odvodnika prenapona 110 kV sa siluminskom armaturom domaće proizvod-

nje, dolazilo je do pucanja porculana uz armaturu zbog različitog koeficijenta rastezanja kod promjene temperature.

Prisutni predstavnik tvornice »Elektrosrbija« dao je izvjesna objašnjenja u vezi defekata na domaćim odvodnicima prenapona, a u pogledu pucanja porculana obavijestio je prisutne, da ovakovih kvarova više neće biti, pošto je ljevaonica u Velikoj Kikindi opet započela sa isporukama temper-lijeva za armature katodnih odvodnika. Usvojeni su slijedeći zaključci i preporuke:

— Treba voditi računa o kvaliteti uzemljenja katodnih odvodnika, naročito u pogledu udarnog prelaznog otpora. Preporuča se mjerenje udarnog otpora pomoću posebnog udarnog generatora (iskustvo BiH).

— Na područjima izloženim čestom atmosferskom pražnjenju treba primjenjivati samo 10 kA odvodnike, odnosno već ugrađene 5 kV, postepeno zamjenjivati sa 10 kA — odvodnicima prenapona.

— Korisno je upotrebljavati brojače odvođenja zbog kontrole učestalosti proradivanja odvodnika. (Očekuje se uskoro domaća proizvodnja ovakovih brojača.)

— Preporuča se da proizvođač domaćih odvodnika prenapona navodi struju odvođenja pogonske frekvencije 50 Hz (leakage current) kod pogonskog napona.

Tvornica »Elektrosrbija«, objavit će upute za kontrolu prenaponskih odvodnika na mjestu ugradnje. S druge strane ing. F. Božuta (ZEPBiH) objavit će prijevod ruskih uputa za kontrolu odvodnika na terenu, koji će se preko sekretarijata komiteta dostaviti svim članovima Studijskog komiteta.

Izvjestilac za područje Slovenije pripremit će do slijedećeg savjetovanja novi dopunjeni izvještaj o defektima na odvodnicima prenapona za razdoblje 1963—1964.

2. Neki rezultati ispitivanja distantnih releja na ispitnom pultu domaće konstrukcije.

O ovom problemu nije podnesen pisani referat, jer izvjestilac nije imao na raspolaganju nikakav materijal sa ispitivanja. Prisutni su obaviješteni da su već vršena neka ispitivanja, odnosno snimanja karakteristika distantnog releja proizvodnje SSW. U diskusiji se je došlo do zaključka, da bi bilo korisno detaljno ispitivanje distantnih releja raznih proizvodnih firmi, provjera njihovih karakteristika, protunjihajne sigurnosti itd.

— Preporuča se da pojedine zainteresirane elektroprivredne organizacije organiziraju i snose troškove za ispitivanje po jednog releja i to:

Elektroprenos Zagreb	relej tipa L3wyaS	— BBC
Elektroprenos Sarajevo	relej tipa RxAP 600	— CdC
Elektrojug Skoplje	relej tipa RIZ 24a	— SSW
Toplarna Ljubljana (ELES)	relej tipa SD 124	— AEG
Elektroistok Beograd	relej tipa RxAP 40	— CdC

Organizaciona pitanja

1. Rad Studijskog komiteta za zaštitu i releje i nova organizacija elektroprivrede.

U vezi očekivane reorganizacije elektroprivrede u pojedinim republikama, konstatira se da Studijski komitet treba da nastavi rad u istom postavu. Nakon što bude provedena reorganizacija i formirana nova elektroprivredna poduzeća, sekretarijat će u suradnji sa članovima Studijskog komiteta utvrditi definitivan sastav članova vodeći i dalje računa da budu zastupljeni stručnjaci za zaštitu iz zainteresiranih elektroprivrednih organizacija svih republika.

Umjesto dosadašnjeg člana ing. Oštrića iz tvornice »Rade Končar«, prihvaća se u članstvo ing. Tomislav Toth iz iste tvornice.

2. Dogovor o datumu, mjestu i sadržaju slijedećeg savjetovanja.

Nastojat će da se slijedeće savjetovanje održi do kraja ove godine. Dogovoreno je da se savjetovanje održi u Sloveniji. Za dnevni red predviđa se obrada slijedećih tema:

a) Ponašanje relejne zaštite u 1964.

b) Izvještaj o ispitivanju distantnih releja (Ing. A. Kurnik).

c) Karakteristike termoreleja (Dr ing. A. Ogorelec).

d) Zaštita od atmosferskih prenapona — informacije o ispitivanju u pogonu (»Elektrosrbija«) i podaci o defektima na odvodnicima prenapona iz ostalih republika (Golev, Panić, Vasić).

e) Izvještaji o radu automatskih regulatora napona transformatora u pogonu (Maksimović, Šaler, Vasić).

f) Prikaz zaštite bloka 100 MW u TE Tuzla (ing. Vasić).

g) Relejna zaštita u srednjenaponskim mrežama sa uzemljenom nultačkom preko otpora niske vrijednosti.

V. Hangi, dipl. ing.

Jubilarni seminar i izložba »Jurema«

Jugoslavenski X seminar i izložba »Jurema« organiziran u okviru ovogodišnjeg Zagrebačkog proljetnog velesajma od 17. do 25 travnja imao je karakter jubilarne priredbe povodom 10-godišnjice rada i aktivnosti komiteta »Jurema«.

Jubilarni X seminar »Jurema« okupio je dosad najveći broj predavača i slušača. Predsjednik Jureme prof. dr ing. Vladimir Muljević iznio je u kraćem referatu dosadašnje rezultate desetgodišnje aktivnosti komiteta »Jurema«.

Sumarni podaci pokazuju da je u ovih deset godina organizacija »Jurema« organizirala 476 stručnih predavanja za preko 2000 slušača. Da bi se dobio još potpuniji uvid toga rada treba tome dodati i priređenih 10 izložbi koje upotpunjuju seminar, kao i vrlo bogatu izdavačku djelatnost, naročito »Zbornike Jureme«.

Na ovogodišnjem seminaru podnesena su 64 referata od 74 autora iz oblasti mjerne i regulacione tehnike te iz problematike automatizacije. Domaći struč-

njaci obradili su 44 referata, a 30 referata obradili su stručnjaci iz Čehoslovačke, Poljske, SR Njemačke, SSSR-a, Austrije, Mađarske, Švedske i Bugarske.

Predavači na seminaru bili su profesori sveučilišta i viših tehničkih škola, naučnih instituta, a dobar dio i iz industrije.

Najveći dio predavanja obuhvatio je probleme iz područja regulacione tehnike, elektronskih računskih uređaja, kao i raznih instrumenata iz oblasti elektronike i automatizacije.

Potpunom uspjehu seminara mnogo je pridonijela i X izložba »Jurema« s bogatim brojem eksponata raznih uređaja i instrumenata.

Održana izložba je uvjerljiv dokaz da te grane tehnike u našoj zemlji nisu isključivo stvar interesa uskog kruga stručnjaka nego i uspješan pratilac proizvodnje u sve većem broju naših poduzeća.

Izloženi eksponati ispunili su čitav austrijski paviljon na velesajmu. Među izlagačima treba istaknuti eksponate članova poslovnog udruženja »Unimatik« koji su reprezentirali jugoslavensku proizvodnju elemenata računskih strojera i drugih sredstava za automatizaciju sa skoro 200 svojih proizvoda. Nadalje proizvođači telefonskih centrala i drugih telekomunikacionih uređaja bili su zastupljeni sa svojim proizvodima među kojima su bili najzapaženiji proizvođači tvornice »Nikola Tesla«, »Rade Končar«, »Energoinvest« i drugi.

Od inozemnih izlagača bila su zastupljena u većem broju poduzeća iz Poljske, Mađarske, Austrije, Francuske, Velike Britanije, Italije i SR Njemačke.

I. R.

VIII STRUČNO SAVJETOVANJE JUGOSLAVENSKOG NACIONALNOG KOMITETA CIGRÉ

Održat će se u jesen 1966, predvidivo, u Sarajevu. Preferencijalne teme, koje treba obraditi za to savjetovanje predlažu stručne sekcije i studijski komiteti.

Radovi treba da prvenstveno obrađuju teme iz domena stručnih sekcija, a jedino ukoliko ne bi bilo stručnog materijala za rad iz te tematike bit će primljeni pismeni prilozi i iz druge aktuelne problematike stručnih sekcija.

Stručne sekcije JUNAKO CIGRÉ jesu:

I sekcija. *ELEKTRIČNA OPREMA*
- grupa 11: Generatori
- grupa 12: Transformatori
- grupa 13: Aparature
- grupa 14: Izolacioni materijali

II sekcija: *ELEKTRIČNA POSTROJENJA*

III sekcija: *VODOVI*

IV sekcija: *ELEKTRIČNE MREŽE*

V sekcija: *TELEKOMUNIKACIJE*

VI sekcija: *VRLO VISOKI NAPON*

VII sekcija: *EKONOMSKA PITANJA ELEKTROENERGETIKE*

Upute za tehničku obradu radova za VIII savjetovanje

a) *Opseg rukopisa rada*

Rukopis rada za VIII savjetovanje ne treba da obuhvati ni manje od pet, ali ni više od 15 do 20 strojem pisanih stranica formata A-4 sa proredom, uključujući tu i priloge rada.

b) *Predaja rukopisa rada*

Rukopisi se predaju kompletni sa svim crtežima, dijagramima, fotografijama, dijapozitivima i sl., sve pripremljeno za umnažanje i to *u tri primjerka formata A-4.*

Priloge uz rukopis rada treba obilježiti brojem stranice i naslovom rada, gdje prilog treba da bude uvršten. Priloge treba predati u originalu na pausu i dvije kopije. Format priloga po mogućnosti da ne pređe format A-4.

Oznake na prilozima treba da su takove veličine da se kod smanjivanja 4:1 mogu još dobro razaznati i čitati.

Radovima priložene fotografije će se reproducirati samo u slučaju objavljivanja u stručnoj štampi, a kod umnažanja samo ako će to tehnički biti izvedivo.

Dijapozitivi projicirat će se na savjetovanju za vrijeme diskusije. Format dijapozitiva treba da bude 24 × 36 mm, a dijapozitivi moraju biti u metalnim ili odgovarajućim okvirima propisanog formata.

Općenito priloge treba ograničiti na najnužniji broj.

Rukopisi radova koji neće odgovarati gornjim uslovima neće se iz tehničkih razloga moći primiti.

U uvodu rada autori daju kratak sadržaj od 10 do 15 redaka, a na kraju zaključke i prijedloge za diskusiju te popis upotrijebljene literature. Isto tako autori treba da naznače sekciju u kojoj žele da se njihov rad iznese na diskusiju.

c) *Stručna redakcija referata*

Sve radove koje će sekretarijat primiti u određenom roku pregledat će, ocijeniti i razvrstati u referate ili informacije stručne sekcije Jugoslovenskog nacionalnog komiteta CIGRÉ.

Autori koji namjeravaju učestvovati svojim radovima na VIII savjetovanju treba da jave naslov svojih radova i sekciju u kojoj bi željeli da budu izneseni na diskusiju do najkasnije 1. januara 1966.

Potpuno završene i za umnažanje pripremljene radove treba poslati do 15. aprila 1966, na naslov sekretarijata JUNAKO CIGRÉ, Zagreb, Berislavićeva 6.

Hidroelektrana »DUBROVNIK«

Dne 5. prosinca 1965. tačno u 10 sati puštena je u redovan pogon HE »Dubrovnik«. U Platu nedaleko Dubrovnika pred ulazom u tunel, koji vodi u strojarnicu, održana je po lijepom sunčanom vremenu, u prisustvu mnoštva naroda, velebna svečanost. Potpredsjednik Republike Aleksandar Ranković došao je u pratnji visokih državnih funkcionera, predstavnika Saveznog izvršnog vijeća kao i Izvršnog vijeća SR Hrvatske i SR BiH, da obavi svečani čin puštanja elektrana u pogon. Među prisutnima bio je i ambasador Sjedinjenih američkih država u Beogradu Bruke S. Elbrick, jer je elektrana građena od američkog zajma.

Nakon što je pritiskom na dugme pokrenuo dva generatora i pustio u pogon agregate, Potpredsjednik je održao značajan govor i podijelio odlikovanja projektantima i graditeljima. Primajući odlikovanja graditelji su se sjetili i jedanaestorice drugova, koji su u tom velikom pothvatu, koji je trajao 6 godina, dali živote ugradivši ih tako u temelje hidroelektrane.

Centrala je, međutim, bila u pogonu još od svibnja 1965. Nego da pođemo redom!

Dana 14. svibnja 1965. u noći između četvrtka i petka, puštena je u tzv. »pokusni« pogon, kako se to stručno kaže, naša — za sada — najveća hidroelektrana, HE Dubrovnik.

Ne samo lokalna, nego i sva ostala naša štampa (a zabilježile su je i svjetske novine) donijela je tu vijest krupnim slovima, dajući joj, sasvim opravdano, značaj prvoga reda.

Prepustimo stoga riječ štampi, koja je tih dana s vidljivom napetošću, nekad telegrafski sažeto, nekad s patetičnim zanosom, a nekad i s jedva suzdržljivim predbacivanjem, pratila tok događaja. Evo novinskih vijesti iz Dubrovnika tih dana:

6. travnja. Hidroelektrana »Dubrovnik« potpuno je završena. Ovih dana grupa naših najeminentnijih stručnjaka pregledala je objekte i ustanovila, da su svi poslovi veoma solidno obavljeni i da hidrocentrala može u proizvodnju.

— Pošto još nisu završeni neki radovi izvan gradilišta HE »Dubrovnik neće u pogon još za oko mjesec dana...

15. svibnja. Iz strojarnice goleme nove HE »Dubrovnik« potekli su prvi kilovat-sati električne energije. Trebišnjicu, najveću i najštetniju ponornicu Evrope, obuzdale su ruke naših radnih ljudi. Današnjim danom ona je prestala da naplavljuje Popovo polje i da otima zalogaj siromašnom življu južne Hercegovine.

— Njezin dosadašnji tok prekinut je kod Trebinja i usmjeren prema moru. Umjesto prirodnim koritom, vode Trebišnjice teku sada tunelom dugim 16,6 kilometara i s visine od preko 270 metara padaju na dva snažna agregata u platskoj strojarnici velikoj gotovo kao nogometno igralište.

— Puštanjem u pogon hidroelektrane »Dubrovnik« naša zemlja dobiva dosad najinteresantniji i najveći izvor električne energije.

— U staroj Jugoslaviji cjelokupna godišnja proizvodnja električne energije iznosila je ukupno 1 160 000 000 kilovatsati, a sama hidroelektrana »Dubrovnik« proizvodit će u prvoj etapi 1 160 000 000 kilovatsati.

— HE »Dubrovnik« značajna je po tome što će električnu energiju davati i zimi, kad mnoge naše elektrane u unutrašnjosti ne rade i što će cijena kilovat sata biti svega 1,33 dinara.

— Tek izgradnjom velike brane »Grančarevo« i stvaranjem novog jezera s preko milijardu kubika vode bit će zapravo završena prva faza radova, a do tada će turbine HE »Dubrovnik« pokretati voda iz manjeg kompenzacionog jezera Miruše, koje će sadržavati oko 10 milijuna kubičnih metara vode.

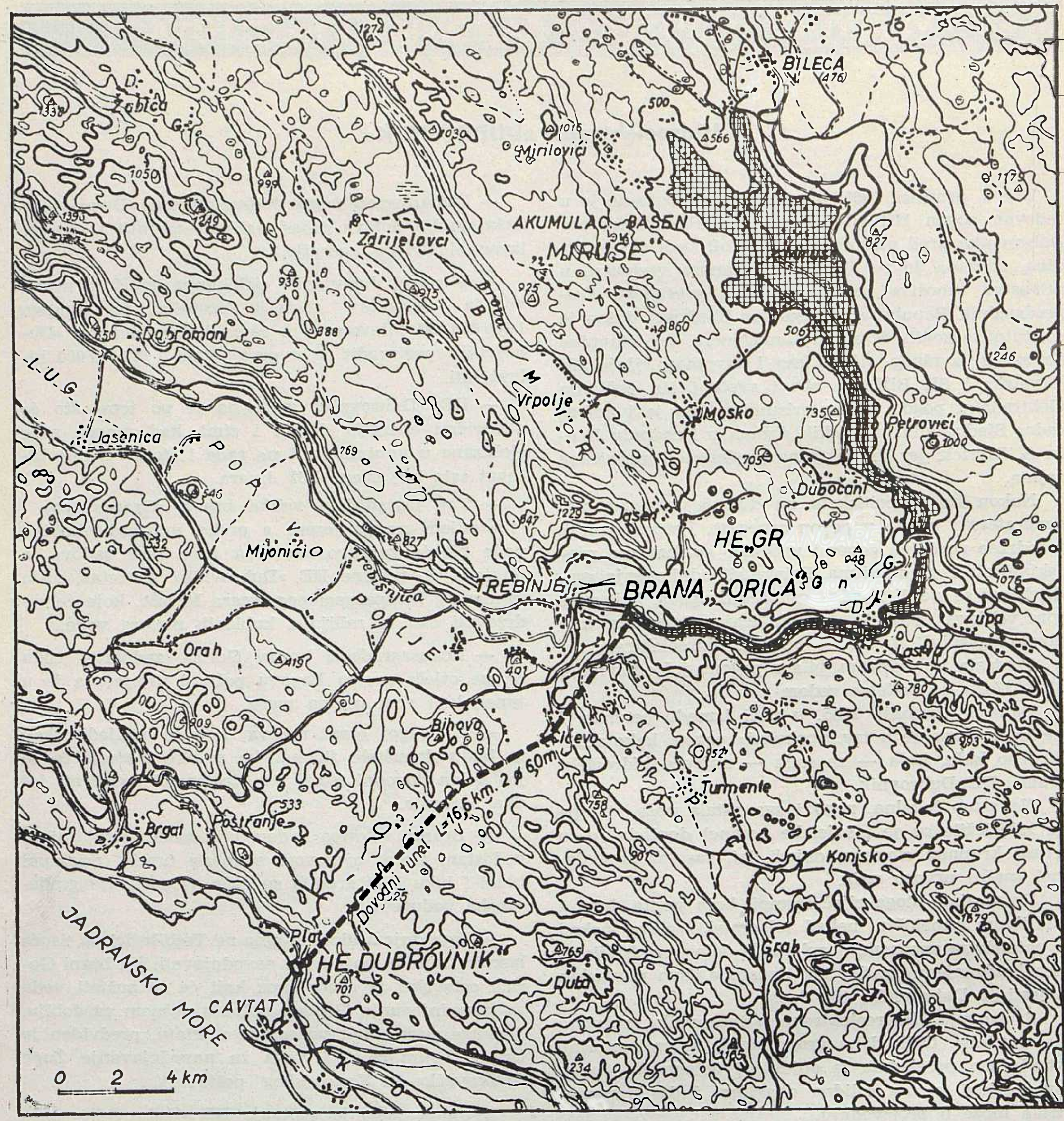
— Novosagrađena brana Gorica zadržava vodu da ne otječe prema Popovu polju i usmjerava je u tunel, koji vodi prema moru.

— U drugoj etapi radova, koji će uslijediti kad to budu dopuštale financijske prilike izgradit će se još jedan dovodni tunel i u strojarnici montirati još dva agregata.

— Branu »Gorica«, dovodni tunel, strojarnicu, vodostan, tlačni cjevovod, odvodne tunele, pristupni tunel i luku Plat gradila su naša najpoznatija građevinska poduzeća.

— Izgradnjom hidrosistema na Trebišnjici na tisuće hektara zemlje moći će se navodnjavati. Na brani Gorica ostavljen je otvor kroz koji će se puštati voda za navodnjavanje Popova polja u sušnom razdoblju. S druge strane kod vodostana u Platu, predviđen je ispust, kojim će teći voda za navodnjavanje Župe Dubrovačke i Konavoskog polja...

1. lipnja. Iako je puštanje HE »Dubrovnik« naša privreda očekivala s razumljivim interesom, već je prvog dana njenog rada došlo do komplikacija. Električna energija se, naime, proizvodi, a ne može se plasirati do potrošača. Prijenosni uređaji preko BiH nisu bili završeni na vrijeme zbog čega je nađeno polovično rješenje, da se energija iz Dubrovnika šalje u Mostar, a iz Mostara u Split i u druga mjesta Hrvatske. Zbog toga je HE »Split« smanjila vlastitu proizvodnju, pa puni svoj akumulacioni bazen za sušni ljetni period. Split sada prima iz Dubrovnika (čiji agregati imaju kapacitet od 208 megavata) za sada samo 100 megavata danju i 80 noću. Zbog ovakve situacije nužno je poduzeti određene korake da se transformator u Kaknju što prije izgradi, jer je golema šteta gubiti dragocjene kilovatsate električne energije — završava novinski izvještaj iz Dubrovnika.



Sl. 1. Situacija postrojenja na Trebišnjici

Tako štampa, koja je nekad bolje, nekad lošije informirala o pravom stanju stvari, ali pokazuje svakako velik interes za tu našu najveličanstveniju tvorevinu na elektroenergetskom polju. (Stajala je blizu 60 milijardi dinara).

— — — — — — — — — — — —

A mi sad počnimo *»ab ovo«*.

Stručnjak svjetskog glasa austrijski inženjer ing. Theodor Schenkel izdao je godine 1912. knjigu »Karstgebiete und ihre Wasserkräfte« (»Kraško područje i njegove vodne snage«) u kojoj je između ostalog upozorio na vrlo povoljne okolnosti za iskorištenje vodnih snaga rijeke Trebišnjice u Hercegovini i predložio da se ispitaju dvije varijante njezinog pada: prema Ombli (Rijeci Dubrovačkoj) i prema Slanom. Predlagao je postrojenje od 112 000 konjskih snaga.

(Iz toga ne slijedi, da se problemom iskorištenja kraških vodnih snaga nisu bavili i drugi stručnjaci još davno prije Schenkela. Odmah po okupaciji Bosne i Hercegovine austrijska je vlada uputila stručnjake, da istraže slivno područje Trebišnjice, pa su tako već 1877. započeli prvi melioratívni radovi na području Gatačkog polja. Inženjer Ballif poznat je iz tog vremena kao jedan od prvih stručnjaka, koji se je bavio problemima našeg krša. Prof. Franjo Riedl iz Beča podnio je još 1887. opsežan izvještaj o hidrologiji Trebišnjice s prijedlozima za melioraciju Popovog polja. O teoriji kraške hidrologije objavio je polemičku raspravu neposredno prije prvog svjetskog rata i geolog F. Katzler).

Niti četiri godine zatim, 1916. osnovano je u Beču na poticaj poduzetnog inženjera Ante Deškovića iz Splita koncesionirano društvo »Janesch i Schnell« za izgradnju hidroelektrane »Dubrovnik« s korištenjm voda Trebišnjice. Oni su izradili i detaljan projekt za postrojenje sa zahvatom na brani kod Trebinja i kanalom i tunelom do Rijeke Dubrovačke, gdje bi se podigla hidroelektrana.

Kao jedan od najznačajnijih projekata iskorištenja Trebišnjice treba spomenuti i onaj firme Dr L. Fischer — Reinau iz Züricha, koji je tokom godine 1917. vršio tehničke i geološke studije.

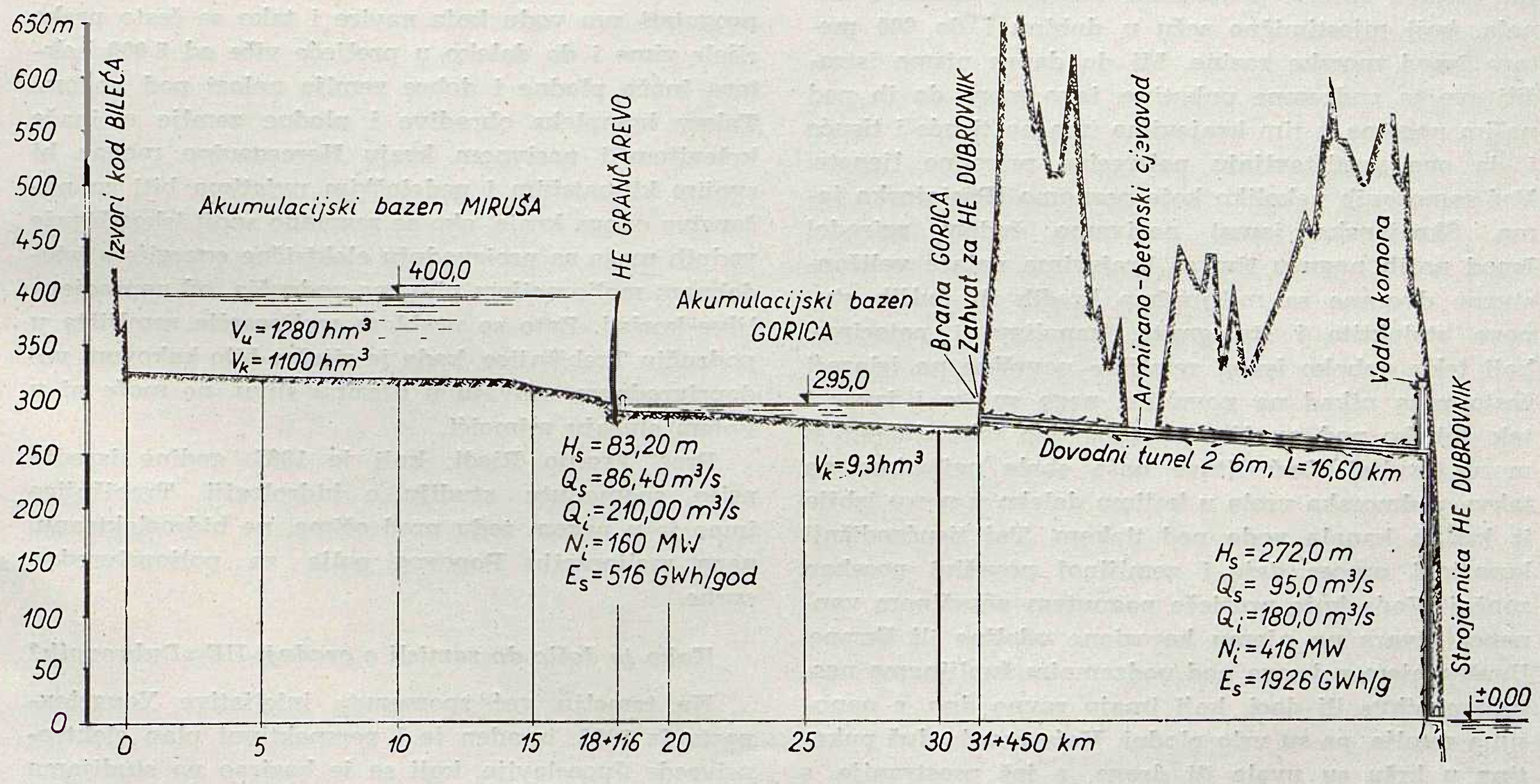
Ovim se projektom predviđala izgradnja brane kod manastira Dobričeva. Kako je u to vrijeme još uvijek bjesnio prvi svjetski rat, čiji je ishod čak i u pogledu samog opstanka Austro-ugarske monarhije bio vrlo problematičan nije se, naravno, ništa definitivno moglo ni zaključiti, a kamoli početi provoditi.

Posljedica tih radova bila je, da je ipak izgrađen i 1920. objavljen idejni projekt o gradnji HE »Dubrovnik« sa 53 000 KS, brane visoke 37 metara i pribranske elektrane od 8 000 KS. U ono se vrijeme nije međutim nitko našao tko bi se u to upuštao, pa je i projekat ostao samo na papiru, iako je gradnja i za one prilike bila ekonomski veoma privlačiva (povezivala se naime s izgradnjom tvornice aluminija, elektrifikacijom željeznice Sarajevo—Dubrovnik i s melioracijom Popova polja). Političke i ekonomske krize u staroj Jugoslaviji između dva rata, nisu dopuštale da se misli ni na druga mnogo jednostavnija ekonomska i tehnička rješenja, a kamoli ulaženje u rješavanje ovako krupnih pitanja. I za drugog svjetskog rata bilo je prijedloga da se nešto poduzme za rješenje problema hercegovačkih voda ponornica i za njihovo energetsko iskorištenje u svrhe melioracije potapljanih područja, no rat, koji se je i na ovom području nesmiljeno vodio, omeo je sve te planove već u njihovom zametku.

Deset godina poslije drugog svjetskog rata, kada se tražilo puteve, da se i Jugoslavija uklopi u evropsko ekonomsko područje i kad se ustanovilo da Jugoslavija sa svojim vodnim snagama predstavlja dragocjene izvore hidroenergije, koja bi i te kako dobro došla industriji sjeverne Italije, Zapadne Njemačke i Austrije u doba njihovih sušnih perioda, počelo se analizirati naše kraške rijeke i ozbiljno razmatrati mogućnosti njihove eksploatacije. Stalo se izvlačiti stare i prašne austrijske i švicarske projekte iz bečkih i budimpeštanskih arhiva, slagala se i jedna talijansko-švicarsko-francuska financijska grupa, koja bi uz određene uvjete izgradila stanovite hidroelektrane i dalekovode do talijanske granice i kod Trsta preuzimala električnu energiju sa naših kraških izvora.

Tom su se idejom bavili i u Jugoslaviji mnogi istaknuti stručnjaci i osnovali Yougelexport, organizaciju, koja je imala da, doduše u okviru naše društvene stvarnosti, ostvari tu istu ideju o izvozu viškova električne energije iz Jugoslavije. U Ženevi je 1955. objavljena o tom predmetu, i studija pod naslovom »Possibilités d'exportation d'énergie electrique en provenance de la Yougoslavie«.

Nagli razvoj industrije u Jugoslaviji i želja da se njezina neizmjerna prirodna bogatstva iskoriste i prerađuju u njoj samoj, ubrzo su ukazali na to da se brzi razvoj potrošnje može pokriti samo ubrzanom izgradnjom velikih hidroelektrana u primorskom pojasu, koje će jedva dotjecati za pokriće vlastitih potreba, a da se na izvoz električne energije može eventualno pomišljati samo u vrlo, vrlo dalekoj budućnosti.



Sl. 2. Uzdužni presjek postrojenja na Trebišnjici

Poticaj Yougelexporta imao je, međutim, tu dobru stranu, da se je sve ozbiljnije počelo razmatrati o našim izvorima na kraškom području, kao najbližim eventualnim izvoznicima električne energije na zapad, i proučavati njihove snage i mogućnosti.

To je pospješilo naše projekte o hidroelektranama na Cetini (Peruća i Split) na Lici i Gackoj (Senj) i Trebišnjici (Dubrovnik).

Tom se je prilikom u okviru studije Yougelexporta počela najozbiljnije razmatrati mogućnost izgradnje današnje hidroelektrane »Dubrovnik«, odnosno iskorištenja ponornih voda Trebišnjice. Tada je i poduzeće Elektroprojekt u Sarajevu izradilo prvu projektnu studiju o HE Dubrovnik, koja je odmah pokazala, da iza Splita i Senja, postrojenje na Trebišnjici ima najbolje tehničke i ekonomske uvjete za proizvodnju i izvoz zimske energije, odnosno da ide u red najekonomičnijih postrojenja ne samo u Jugoslaviji nego i u Evropi.

Nakon ovako možda i preopširnog uvoda i historijata, treba da radi informacije čitalaca — nestručnjaka — kažemo nekoliko riječi i o kraju gdje se to postrojenje gradilo. Ta, konačno, takvi se objekti ne grade svaki dan i na svakom mjestu!

Što je kras ili krš, (njemački Karst, talijanski Carso) *što su ponornice, što Trebišnjica, a što Trebinjsko polje?*

Krš ili kras u širem smislu je kamena pustoš ili vrlet, u užem smislu to je specifičan reljef s posebnom pretežno podzemnom cirkulacijom vode u topljivim vapnenastim stijenama. Geografski to je čitav pojas, Dinarske Alpe, koje se protežu uz cijelu našu zapadnu granicu, počevši nešto iznad Trsta, preko cijele Istre i Hrvatskog Primorja, te Dalmacije, Hercegovine i Crne Gore, do Albanije. Krš nastaje otapanjem vapnenca vodom, koja u sebi ima ugljičnog dioksida. Kod toga otapanja (korozije) pukotine se u vapnencu proširuju i međusobno spajaju stvarajući čitavu mrežu podzemnih šupljina, špilja i kanala, koji mjestimično sežu u dubinu i do 800 metara ispod morske razine. Mi do danas nismo istražili sve te podzemne pukotine, iako mora da ih pod našim nogama u tim krajevima ima na tisuće i tisuće i da one predstavljaju neizrecive prirodne ljepote. Već samo onih nekoliko koje poznamo (Postojnska jama, Škocjanska jama) nazivamo čudom prirode! Ispod naših nogu u tim se krajevima nalaze veličanstvene dvorane sa milijunima kraćih ili duljih stupova stalaktita i stalagmita, kanalima i potocima, koji teku duboko ispod zemljine površine ne izlazeći često puta nikad na površinu, nego su im i izvor i tok duboko pod zemljom, a utok isto tako duboko u moru (vrulje). Duž čitave naše obale nailazimo na takva podmorska vrela u kojima daleko u moru izbija iz krških kanala voda pod tlakom. Taj tisućgodišnji korozioni proces daje i zemljinoj površini poseban značaj. Voda koja protječe nagnutom površinom vapnenca stvara na njemu korozione udoline ili škrape. Urušivanjem pokrova nad podzemnim šupljinama nastaju ponikve ili doci, koji imaju ravno dno, s nanosima zemlje, pa su vrlo plodni. Veće zavale duž pukotina u kršu su uvale ili drage, a još prostranije, s ravnim naplavnim dnom, polja.

Kad se preko krškog kraja staloži naplavljeni materijal nastaje pokriveni krš. Krš može biti pošumljen ili gol. I jedan i drugi uvjetuju klimatske, pa i društveno-ekonomske prilike.

Za krške su krajeve vezana nalazišta boksita, koji nije ništa drugo nego stara fosilna zemlja crvenica.

Površinski vodeni tokovi na kršu obično nisu dugi. Krške rijeke koje izviru iz jakih vrela nakon dužeg ili kraćeg površinskog toka poniru kroz ponore u podzemlje. Poniranje je posljedica morfološkog značaja vapnenačkog, odnosno krškog područja kroz koje protječu. Ponori su redovito smješteni na rub polja, ali mogu biti i u samom polju. U našoj zemlji počevši od Trsta pa do albanske granice na čitavom spomenutom kraškom pojasu ima nebrojeno kraćih ili duljih potoka, rijeka i rječica ponornica, od kojih neke teku, poniru i opet izviru, a neke nakon kraćeg toka poniru i više se ne pojavljuju. Od tih su najpoznatije Timav, Pivka, Pazinčica, Mrežnica, Lika, Gacka, Jadova, Trebišnjica, Šuica i Mušnica.

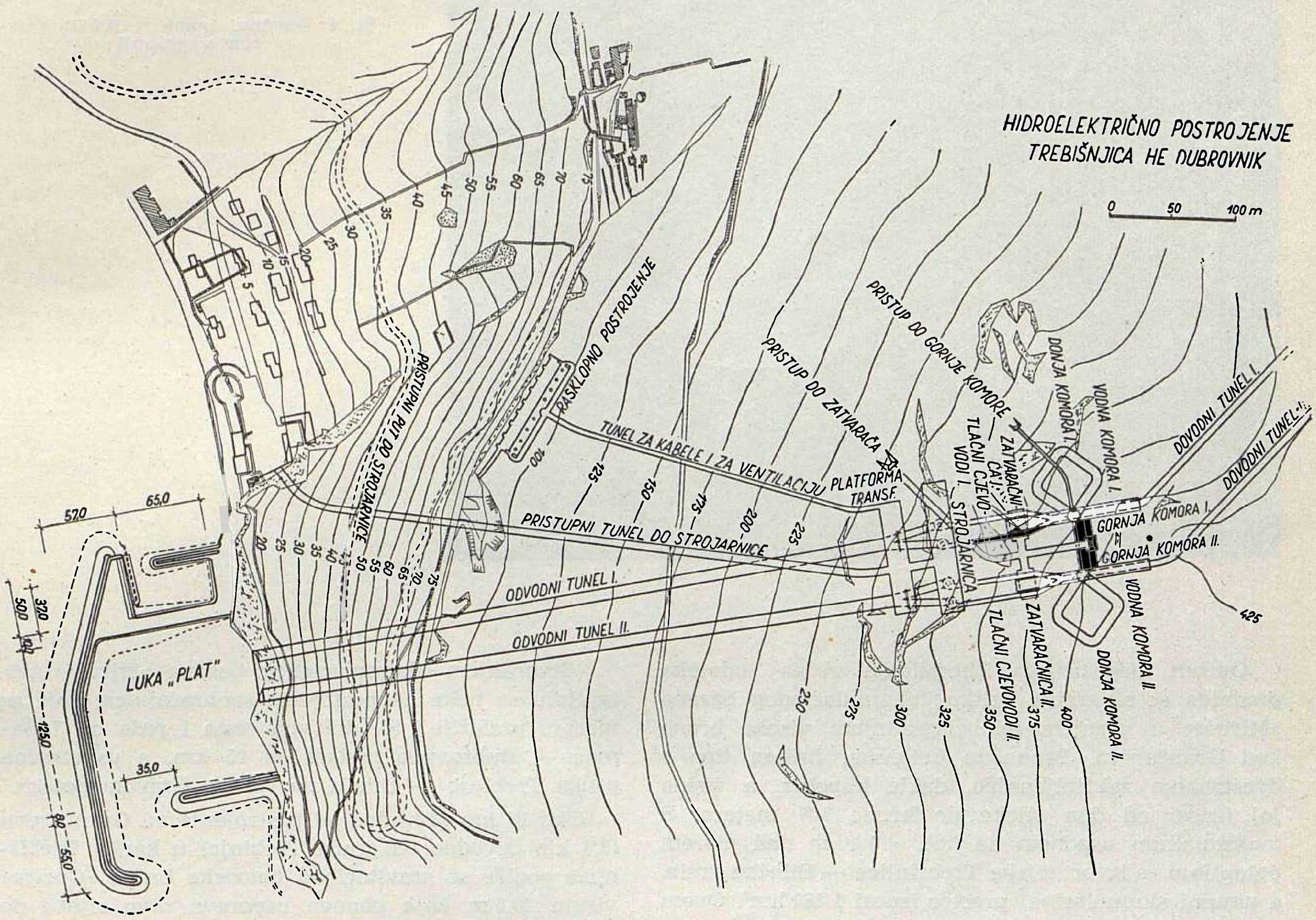
Trebišnjica je najveća rijeka ponornica na dinarskom kršu, duga je 99,7 km, izvire u obliku jakih vrela kod Bileća, 330 m nad morem, i od izvora teče gotovo direktno na jug sve do Lastve. Od Lastve do Trebinja prema zapadu, a od Trebinja prema sjeverozapadu do Popova. Kao što kod drugih ponornica, tako je i tok Trebišnjice samo jednim, i to manjim dijelom, površinski. Njezin stalni nadzemni tok ide samo do Trebinja u duljini od oko 35 km. Odmah iza Trebinja javljaju se u koritu rijeke ponori, kroz koje Trebišnjica za vrijeme malih ljetnih voda potpuno ponire i nestaje u podzemlju. Voda se tada gubi u ponorima između naselja Dražin Do i Tulje. Zimi, međutim, za vrijeme velikih voda ponori su premali da progutaju svu vodu i onda se tok Trebišnjice produljuje sve do kraja Popova polja i stvara u samom polju, koje je okruženo planinama, golemo nepregledno jezero, duboko do 27,5 m. Ponori u samom polju kojima bi voda mogla otjecati prema Neretvi i prema moru nisu tako prostrani da bi mogli progutati svu vodu koja navire i tako se često preko cijele zime i do daleko u proljeće više od 5 000 hektara inače plodne i dobre zemlje nalazi pod vodom. Takav kompleks obradive i plodne zemlje u inače krševitom i pasivnom kraju Hercegovine mogao bi svojim klimatskim i pedološkim uvjetima biti za pučanstvo onoga kraja, ako se razumno spoji iskorišćenje vodnih masa za proizvodnju električne energije s istodobnom melioracijom plavnog područja, od neprocjenljive koristi. Zato se problem melioracije zemljišta u području Trebišnjice, kada je riječ o bilo kakovom vodoprivrednom zahvatu u njezinu slivu, ne može ni u kojem slučaju mimoići.

Prof. Franjo Riedl, koji je 1887. godine izradio prije spomenutu studiju o hidrologiji Trebišnjice imao je u prvom redu pred očima, ne hidroelektranu, nego melioraciju Popovog polja za poljoprivredne svrhe.

Kako je došlo do zamisli o gradnji HE »Dubrovnik?

Na temelju već spomenute inicijative Yougelexporta iz 1955. izrađen je i perspektivni plan elektroprivrede Jugoslavije, koji se je bazirao na studijama obrađivanim za planske potrebe saveznih organa. Aka-

Sl. 3. Hidroelektrana Dubrovnik, situacija postrojenja i pripadnih objekata.



demik prof. dr ing. Hrvoje Požar iz Zagreba obradio je originalnim, veoma solidnim metodama 9 alternativa rasporeda izgradnje i puštanja u pogon elektrana u Jugoslaviji i pripadne prijenosne mreže do 1962. za konzum od 10 milijardi kWh i za konzum od 15 milijardi kWh za period poslije 1962.

Za period do 1962. utvrđeno je da je najpovoljnije izgraditi HE Ožbolt, HE Perućica II i HE Split I. Za period poslije 1962. najpovoljnija je izgradnja HE Dubrovnik, ne samo s obzirom na investicije i na veoma niske cijene, u njoj proizvedene, električne energije, nego i zbog drugih ekonomskih koristi. Njenim puštanjem u pogon smanjila bi se potreba proizvodnje od godišnjih 430 GWh električne energije u termoelektranama, što znači smanjenje godišnje potrošnje od 430 000 tona ugljena kalorične vrijednosti od 3 500 kcal/kg.

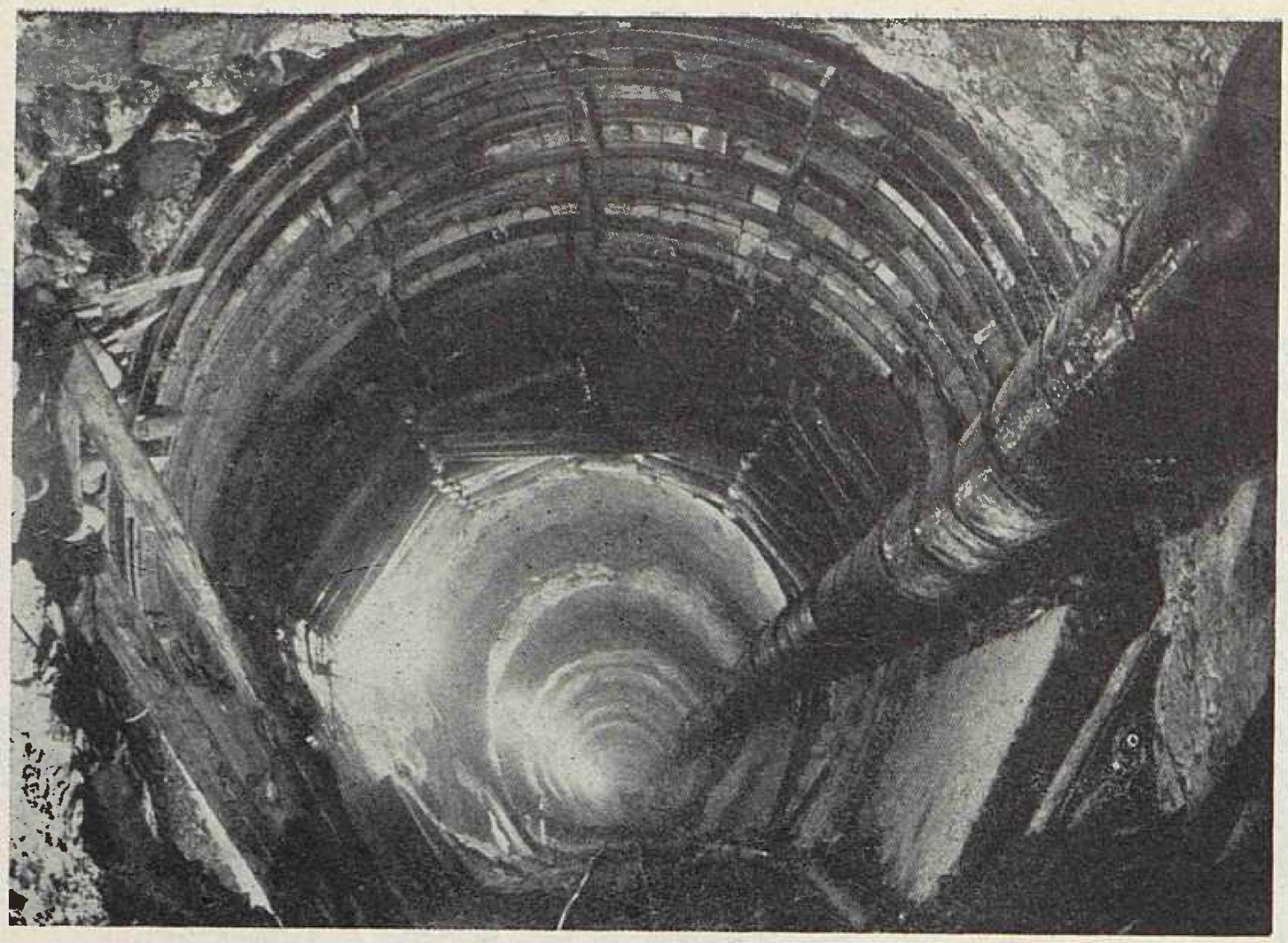
Imajući sve to u vidu Upravni je odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede 22. i 23. V 1957. prihvatio takav prijedlog, a Savezno izvršno vijeće je krajem 1958. donijelo odluku, da se započne s izgradnjom hidroelektrane na Trebišnjici. Odlučeno je: Za izgradnju ovog velikog postrojenja brinut će se poduzeće »Hidroelektrane na Trebišnjici u izgradnji«, osnovano aktom od 23. XII 1958. Poduzeće ima 2 pogona, jedan sa sjedištem u Trebinju, drugi sa sjedištem u Dubrovniku. Svaki pogon dobiva investicione kredite i raspolaže njima u svom djelokrugu izgradnje prema investicionom programu. Pogoni su odmah formirani, već početkom siječnja 1959.

Osnovni projekt i investicioni program postrojenja izradilo je poduzeće Elektroprojekt iz Sarajeva. Glavni projektant je ing. Stjepan Mikulec. Projektom su rukovodili: ing. Stjepan Mikulec v. d. direktora odjeljenja za hidroelektrane, te ing. Vjekoslav Makovac — Dijak za HE »Grančarevo«, ing. Radomir Kovačević za HE »Dubrovnik« i ing. Walter Krivanek kao projektant elektromašinske opreme, uz suradnju brojnih inženjera i tehničara. Geološke podloge i istražne radove obavili su: dr Herman Haberlehner, ing. Milica Vesić i prof. Omer Uzunović.

Dajemo riječ stručnjacima, projektantima i konstrukterima:

Opća dispozicija energetskog iskorištenja rijeke Trebišnjice

Prema principijelnom rješenju predviđenom u vodoprivrednoj osnovi i na osnovu razrada u idejnom projektu hidroenergetskog iskorištenja bruto-pada Trebišnjice od 400 m tj. od maksimalnog nivoa u akumulacionom bazenu »Miruše« pa do nivoa mora, iskorištava se u dvije stepenice: HE Grančarevo i HE Dubrovnik.



Sl. 4. Dovodni tunel za HE Dubrovnik u gradnji

Općom dispozicijom iskorištenja ovoga vodotoka predviđa se stvaranje velikog akumulacionog bazena »Miruše« u gornjem toku izgradnjom visoke brane kod Grančareva. Brana je betonska, lučnog tipa s dvostrukom zakrivljenošću, dakle kupolna, a visina joj iznosi od dna rijeke do krune 107 metara. S maksimalnim usponom na koti +400 m nad morem potapljaju se izvori rijeke Trebišnjice — Bilećka vrela, a ukupni akumulacioni prostor iznosi 1 280 hm³. Ovom akumulacijom vrši se višegodišnje izjednačenje inače vrlo promjenljivih prirodnih protjecanja rijeke Trebišnjice.

Akumulacioni bazen »Miruše« predstavlja »srce« energetskog sistema Trebišnjice, a rezultati opširnih geoloških istražnih radova pokazuju, da je s geološkog stanovišta moguće realizirati ovaj bazen, kako s obzirom na problem vodopropusnosti bokova i dna, tako i s obzirom na predviđeno potapljanje Bilećkih vrela, iako se i uže i šire područje Trebišnjice nalazi u kraškom području Dinarskog sistema.

Brana »Grančarevo«, osim akumulacionog prostora potrebnog za izjednačenje prirodnih protjecanja Trebišnjice stvara i koncentraciju bruto-pada od maksimalno oko 105 m, koji se na tom mjestu, dakle neposredno ispod brane, koristi u prvoj stepenici sistema pribranskog tipa, nazvanog »HE Grančarevo«.

Glavni podaci za ovu elektranu jesu:

srednji neto pad	H_s	≐ 83 m
srednji prirodni protjecaj	Q_s	≐ 86,4 m³/s
instalirana radna voda	Q_i	≐ 210 m³/s (tj. 2,4 Q_s)
instalirana snaga	N_i	≐ 160 MW
moguća srednja godišnja proizvodnja energije	E_s	≐ 495 GWh/god.

Ova je energija dobivena kod pretpostavljenog plana jednolikog pogona pri pokrivanju potreba energije za aluminijsku industriju.

Stvaranjem akumulacionog bazena »Miruše« potapljaju se neke od postojećih saobraćajnica, koje se moraju preložiti i to: državna cesta I reda br. 7 Šamac — Dubrovnik prelaže se 15 km, a uskotračna pruga Trebinje — Bileća na gotovo čitavom potezu.

Oko 13 km nizvodno od postrojenja na Grančarevu (3,5 km uzvodno od grada Trebinja) u koritu Trebišnjice podiže se gravitaciona betonska brana »Gorica« visine 20,5 m koja ponovo usporava nivo rijeke do maksimalne kote + 295 m nad morem. Podizanjem brane »Gorica« stvara se akumulacioni bazen korisne zapremine od oko 9,3 hm³ koji omogućava dnevno izjednačenje i elastičnu povezanost u radu ovih dvaju postrojenja (»Grančarevo« i »Dubrovnik«). Brana »Gorica« skreće tok vode iz prirodnog korita Trebišnjice kroz tunele prema moru. Međutim za potrebe navodnjavanja Popovog polja i za komunalne potrebe grada Trebinje ispuštat će se iz akumulacionog bazena kroz branu »Gorica« prosječno 4,5 m³/s vode.

Voda iz akumulacionog bazena »Gorica« vodi se kroz dva odvodna tunela svijetlog promjera po 6 m, a pojedinačne dužine 16,6 km do vodostana na Platu iznad morske obale između Dubrovnika i Cavtata. Na duljini oko 1 165 m preko Mokrog polja dovodni tuneli izlaze na površinu, pa je na toj dionici derivacioni organ izveden u obliku armirano-betonskog poluukopanog cjevovoda.

Svaki dovodni tunel dimenzioniran je za maksimalnu količinu vode od 90 m³/s.

Dva tunela umjesto jednog usvojena su kao definitivno rješenje, makar su u konačnim troškovima nešto skuplji, zbog mogućnosti etapne izgradnje i prednosti u pogonu.

Na kraju svakog tunela nalazi se zaseban vodostan na koji se vežu po dva vertikalna čelična cjevovoda ubetonirana u stijenu (imademo, dakle, ukupno 4 cjevovoda, za svaki agregat po jedan). Promjer ovih cjevovoda smanjuje se idući od gore prema dolje od 4,1 do 3,1 m.

Kroz cjevovod voda se dovodi do podzemno smještene strojarnice HE »Dubrovnik«, u kojoj se koristi bruto-pad od usporenog nivoa u akumulacionom bazenu »Gorica« (kota + 295 m nad morem) do nivoa mora i koja nam predstavlja donju, drugu, odnosno posljednju, stepenicu korištenja energetskog potencijala rijeke Trebišnjice.

Strojarnica je smještena u kaverni, a isto su tako u kaverni smješteni i transformatori. Dispozicija strojarnice nastala je kao rezultat konzekventno provedene težnje za etapnom izgradnjom čitavog posstrojenja »Dubrovnik«.

U strojarnici će biti smještena 4 agregata snage po 104 MW.

Glavni podaci za elektranu Dubrovnik jesu:

srednji neto pad	H_s	= 272 m
srednji prirodni protjecaj (po odbitku vodenih količina za navodnjavanje Popovog polja)	Q_s	= 95,2 m³/s
instalirana radna voda	Q_i	= 180 m³/s
instalirana snaga	N_i	= 416 MW
moguća srednja godišnja proizvodnja električne energije	E_s	= 2 010 GWh/god.

Od strojarnice do mora voda se odvodi kroz dva odvodna tunela (za dva agregata po jedan tunel) duljine cca 500 m.

Izlazi odvodnih tunela prema morskoj pučini zaštićeni su valobranom u čijem se sklopu nalazi i mala luka (pristanište) stambene kolonije u Platu.

Prema tome u čitavom sistemu Trebišnjice tj. HE »Grančarevo« i HE »Dubrovnik« imamo:

iskorišteni bruto pad		400 m
iskorišteni srednji neto pad cca		355 m
instalirana snaga	N_i	= 576 MW
moguća srednja godišnja proizvodnja	E_s	= 2 505 GWh/god.

Ova se energija odnosi na pretpostavljeni plan jednolikog pogona pri pokrivanju potrebe energije za aluminijsku industriju.

U području Mokrog polja, u blizini grada Trebinja bit će izvedena glavna rasklopna stanica 220 kV TS »Trebinje« na koju će biti vezane obje elektrane. TS »Trebinje« bit će čvorna tačka iz koje će vodovi 220 kV spajati elektranu sa superponiranom mrežom Jugoslavije.

Opis postrojenja

HE »Grančarevo«

HE »Grančarevo« predstavlja prvu, gornju, stepenicu energetskog iskorištenja rijeke Trebišnjice. Postrojenje je riješeno kao pribransko. Glavni objekti ovoga postrojenja jesu:

visoka betonska brana kupolnoga tipa; organ za evakuaciju velikih voda na lijevom boku doline izveden kao otvoren preljev osiguran zatvaračima, 3 zasebne ulazne građevine na licu brane i 3 tlačna cjevovoda promjera po 4 m koji prolaze kroz tijelo brane; strojarna sa tri agregata neposredno ispod brane; 2 cijevi temeljnog ispusta kroz tijelo brane promjera po 2,5 m i odvodni kanal, koji se dobiva produbljenjem postojećeg korita Trebišnjice na duljini od cca 3,5 km.

Brana. Os brane nalazi se približno na km 18 + 116 računajući od Bilećkih vrela, a na izlazu iz kanjona koji se nalazi uzvodno od željezničkog mosta u Grančarevu. Dno Trebišnjice na mjestu brane nalazi se na prosječnoj koti + 296,2 m nad morem. Maksimalni nivo akumulacionog bazena je na koti + 400, a kruna brane na koti + 403 m nad morem.

Podizanjem brane »Grančarevo« dobiva se koncentracija bruto pada od 105 m i stvara se akumulacioni bazen, nazvan »Miruše«, ukupne zapremine 1 980 hm³, koji uz maksimalnu denivelaciju od 52 (od ma-

Sl. 5. Naselje HE Dubrovnik na Platu

ksimalne kote + 400 do minimalne kote + 348 m nad morem) predstavlja korisnu zapreminu od 11 000 hm³ čime se omogućava godišnje izravnanje prirodnih protjecaja Trebišnjice.

S obzirom na topografske i geološke uslove pregradnog mjesta Grančarevo, ekonomske uslove u izgradnji koji vladaju kod nas i statičke prednosti, kao varijanta izgradnje usvojena je betonska lučna brana s dvostrukom zakrivljenošću s gravitacionim osloncima i perimetralnom fugom po konturi simetrično oblikovane kupole.

Duljina brane po razvijenoj osi gornjega luka iznosi 462 m, od čega na sam kupolni dio otpada 251 m. Njena visina iznad dna postojećeg korita na tome mjestu iznosi 107 m, a iznad kote temelja 118 m. Debljina glavne konzole u kruni je 5 m, a na dnu temelja 27 m.

Akumulacioni bazen »Miruše« predstavlja »srce« hidroenergetskog sistema Trebišnjice. Bez njega se ne može zamisliti potpuno i racionalno iskorištenje ovog vodotoka, koji je karakteriziran s vrlo nejednakim prirodnim protjecajima.

Maksimalna usporna kota u bazenu »Miruše« + 400 m nad morem ne predstavlja energetsko-ekonomski optimum, nego je ona bila diktirana i geološkim razlozima — vododjelnica prema Bregavi.

Topografski uslovi za stvaranje ovog bazena u principu su vrlo povoljni, jer se on dobiva podizanjem brane u kanjonskom dijelu korita Trebišnjice i potapljanjem široke doline uzvodno od brane.

Pri uspornoj koti + 400 m nad morem ukupna zapremina akumulacionog bazena iznosi cca 1 280 hm³, a površina cca 2 764 ha.

Analize pokazuju da bazen »Miruše« u energetsko-ekonomskom pogledu predstavlja objekat vrlo velike vrijednosti. Ova povoljna slika ekonomske vrijednosti bazena pogoršava se radi potrebe prelaganja saobraćajnica, koji stvaranjem bazena dolaze pod vodu, a to su dionica državnog puta I reda Šamac — Dubrovnik i uskotračna pruga Trebinje — Bileća. To predstavlja doduše ekonomsku žrtvu, ali se ne može smatrati naročito velikom ako se uzme u obzir činjenica, da se realizacijom »Miruše« omogućuje reguliranje protjecanja koji se koriste na bruto padu od 400 m.

Organ za evakuaciju velikih voda sastoji se od: preljeva osiguranog zatvaračima, preko lijevog gravitacionog oslonca brane i od strmog žlijeba (brzotoka) koji prelivenu vodu odvodi po lijevom obronku doline opet u korito Trebišnjice.

Preljev preko oslonca brane ima 3 polja širine 15 m, osigurana zatvaračima tipa s ribljim trbuhom, visine po 5 m. Podizanje zatvarača vrši se pomoću servomotora smještenih na kruni brane.

Usvojena količina vode, mjerodavna za dimenzioniranje organa te evakuacija velike vode iznosi 1 300 m³/s čime u odnosu na proračunatu 100 godišnju vodu dobivamo koeficijent sigurnosti od 1,3.

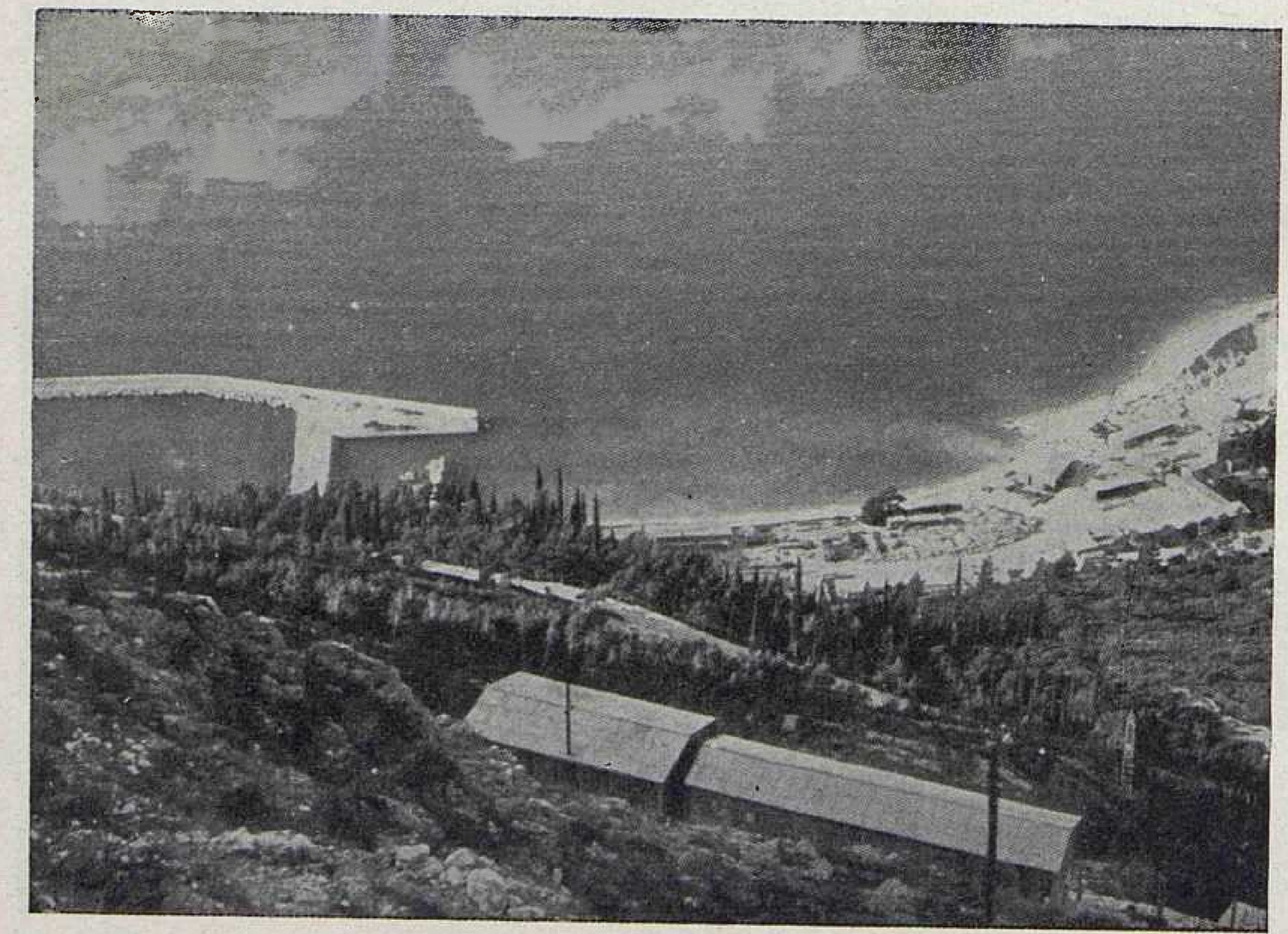
Temeljni ispust kod postrojenja Grančarevo ima zadaću:

a) omogućenje totalnog pražnjenja akumulacionog bazena, ako bi takva potreba s bilo koga razloga nastupila,

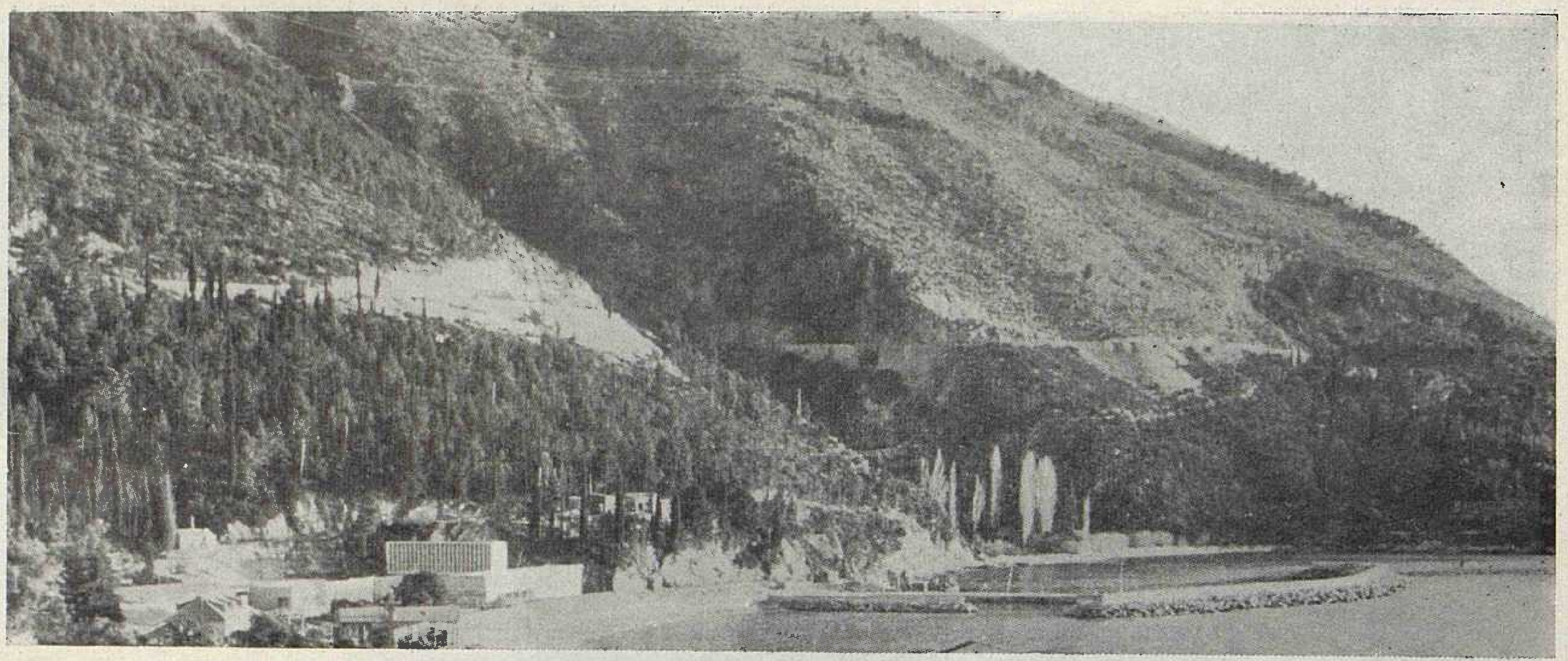
b) pomoć pri evakuaciji velikih voda, a isto tako i pri evakuaciji vode za vrijeme gradnje postrojenja,

c) ispuštanje vode iz »željezne rezerve« akumulacionog bazena (ispod minimalne radne vode + 348 m nad morem) u sušnim godinama, kada turbine HE »Grančarevo« neće moći više raditi radi niskog vodostaja u akumulacionom bazenu, da bi se omogućio rad nizvodnog postrojenja HE »Dubrovnik« na njegovom velikom padu.

Cijevi temeljnog ispusta osigurane su, odnosno zatvorene, zatvaračima s prednje strane i na kraju. Zatvaranje s prednje strane vrši se pomoću jednostrukog pločastog zatvarača, koji se podiže po posebnoj kliznoj stazi na licu brane pomoću servomotora smještenog na kruni brane.



Sl. 6. Pogled s vodostana HE Dubrovnik na luku



Sl. 7. Hidroelektrana Dubrovnik

Zatvaranje na krajevima cjevovoda vrši se pomoću zatvarača disperzionog tipa.

Ulazne građevine

Za uzimanje vode iz akumulacionog bazena služe 3 odvojene ulazne građevine izvedene na licu brane. One su izvedene iz armiranog betona u obliku konzolno istaknutih lijevaka. Svaka od njih zaštićena je finom rešetkom. Rub praga ulaznog lijevka nalazi se na koti + 325 m, dok je minimalni radni nivo u bazenu na koti + 348 m. Ulaz u svaki cjevovod osiguran je pločastim zatvaračem. Podizanje zatvarača obavlja se po kliznoj stazi na licu brane pomoću servomotora smještenog u kruni brane.

Tlačni cjevovod: Dovod vode do turbine vrši se kroz tri odvojena čelična cjevovoda, promjera po 4 m koji prolaze kroz tijelo brane. Duljina svakog cjevovoda od ulaza do predturbinskog zatvarača iznosi 72 m. Debljina stijene cjevovoda od 28 mm proračunata je za maksimalni pritisak, koji se javlja pri punom bazenu kod naglog zatvaranja turbina.

Strojarnica je postavljena u koritu rijeke neposredno ispod brane poprijeko na os (maticu) rijeke. Ona je odmaknuta cca 35 m od temeljnog bloka brane, a nasipavanjem prostora između nje i brane dobiven je plato, koji je iskorišten za smještaj glavnih transformatora i nekih niskonaponskih aparata.

U sklopu strojarnice nalaze se pogonske prostorije i administrativni dio.

Strojarnica ima tlocrtnu veličinu 14 x 62,5 m, a visinu do kranske staze 8,5 m. Ukupna visina prostorije iznosi 12 m. U strojarnici smještena su 3 agregata snage po 53,5 MW, s osovinskim razmakom od 15 m.

Pogonske prostorije u prizemlju usko su vezane sa strojarnicom. To su priručna radionica, dva skladišta, baterijski prostor, skladište kiseline, uljno gospodarstvo itd. Na spratu ovamo spada komanda, prostorija visokofrekventnog telefona, radionica precizne mehanike, prostorija relejnih ploča, razvodno postrojenje i vezni hodnici.

Administrativni dio u prizemlju čini reprezentativni hall sa sanitarnim prostorijama kao i sanitarni čvor pogonskog osoblja. Na katu se nalazi manji hall, kancelarije i sanitarni čvor.

Odvodni kanal. Iskorištenje pada vode Trebišnjice između dvije vode HE »Grančarevo« i gornje vode HE »Dubrovnik«, odnosno nivoa akumulacionog bazena »Gorica«, postignuto je kombinacijom djelomičnog produbljenja korita Trebišnjice i odgovarajućim podizanjem brane »Gorica«.

Prilazna cesta. Kako se postrojenje »Grančarevo« nalazi u kanjonu Trebišnjice udaljeno od javnih saobraćajnica bilo je potrebno povezati ga prilaznom cestom s postojećim saobraćajnicama u okolini. Ova prilazna cesta imala je svoju funkciju već i u fazi izgradnje postrojenja za dovoz materijala i opreme. Ona se izvodi na lijevoj obali Trebišnjice odvajanjem od postojećeg državnog puta Trebinje — Nikšić u mjestu Lastva. Duljina ceste do postrojenja iznosi 3 km.

U strojarnici HE »Grančarevo« postavljene su tri mašinske grupe svaka snage od 72 500 KS/55 000 kVA. Turbine su tipa Francis s kapacitetom gutanja pri konstruktivnom neto padu 86,5 m od 70 m^3/s. Cjevovodi turbina (svaka turbina ima svoj cjevovod) prolaze kroz tijelo brane, a položeni su ispod platoa na kojem su postavljeni glavni transformatori.

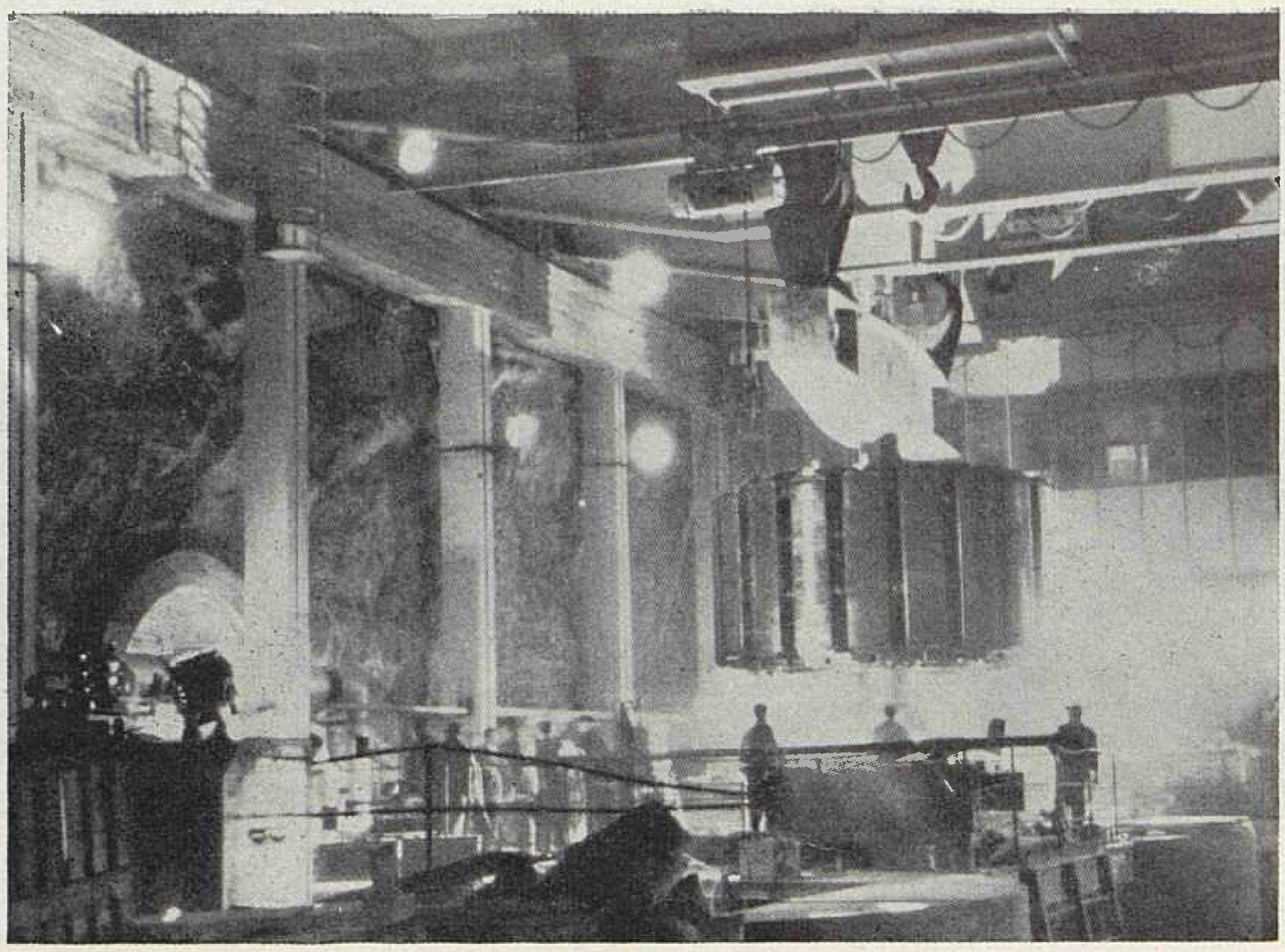
Pred turbinama se nalaze leptirice i to u posebnoj galeriji ispod rasklopnice generatorskog napona.

Za montažu generatora predviđene su 2 dizalice po 100 tona nosivosti, koje zajedno mogu dići rotor generatora od 200 tona.

Elektrostrojarski dio postrojenja »Grančarevo«

Uz strojarnicu na njezinoj uzvodnoj strani nalazi se poseban trakt, koji je nešto niži od strojarnice, a u njemu je smješteno rasklopno postrojenje putem kojeg se glavni generatori spajaju na glavne transformatore.

Sva tri generatora rade paralelno na jednu grupu od triju jednofaznih četveronamotajnih transformatora



Sl. 8. Montaža rotora generatora u strojarnici HE Dubrovnik

snage 3 x 55 MVA i odnosa prijenosa 14/380 kV. Četvrta jednaka transformatorska jedinica služi kao rezerva.

U projektu HE »Grančarevo« kao i kod HE »Dubrovnik« usvojen je kao prijenosni, napon od 220 kV. Kod prijenosnog napona 220 kV nametnulo se rješenje da se ne grade posebna rasklopna postrojenja 220 kV kod elektrane »Grančarevo« i »Dubrovnik«, nego samo jedno zajedničko, približno u sredini obiju elektrana. Ovo rasklopno postrojenje u blizini Trebinja (TS »Trebinje«) predstavlja čvorište u mreži 220 kV. Troškovi dalekovoda 220 kV »Grančarevo« — TS »Trebinje« ušli su kao sastavni dio troškova postrojenja.

Snabdijevanje elektrane električnom energijom za vlastitu potrošnju riješeno je:

a) — putem kućnih transformatora 400 kVA na odvojcima s glavnih transformatora,

b) — iz lokalnog dalekovoda 35 kV, koji spaja HE Grančarevo preko TS Trebinje sa HE Dubrovnik, a služi isključivo za potrebe pogonskih objekata,

c) — za slučaj krajnje nužde predviđena je u elektrani dizel grupa od 275 KS/250 kVA.

U elektrani »Grančarevo« predviđeni su i svi ostali potrebni uređaji i pomoćna postrojenja (komandni i zaštitni uređaj, rasklopno postrojenje 35 kV, uređaj za rashladnu vodu, drenažni uređaj, kompresorski uređaj, uređaj istosmjerne struje, zaštitni uređaj protiv požara, uljno gospodarstvo i mehanička radionica).

HE »Dubrovnik«

Građevinski dio postrojenja HE »Dubrovnik« predstavlja nizvodnu i drugu stepenicu na rijeci Trebišnjici čiji su sastavni dijelovi: brana sa zahvatom, dva dovodna tunela sa cjevovodom preko Mokrog polja, dva vodostana, četiri vertikalna tlačna cjevovoda, koji završavaju u strojarni smještenoj u kaverni. Paralelno sa strojarnom postavljen je transformatorski prostor također u kaverni. Iz difuzora voda se odvodnim tunelima izlijeva u more.

U sklopu postrojenja HE »Dubrovnik« nalazi se kompenzacioni bazen »Gorica«. On se prostire od odvodnih kanala HE »Grančarevo« do brane »Gorica« tj. na dužini od 13 350 m. Glavna mu je svrha izravnanje voda HE »Grančarevo« radi postizanja nezavisnosti u radu donjeg postrojenja o gornjem i primanje velikih voda rijeke Sušice, radi njihovog iskorištavanja i sprečavanja poplava u Popovom polju.

Iz gornjih razloga korisna zapremina određena je sa 903 x 106 m³ sa maksimalnim usporom na koti + 295.

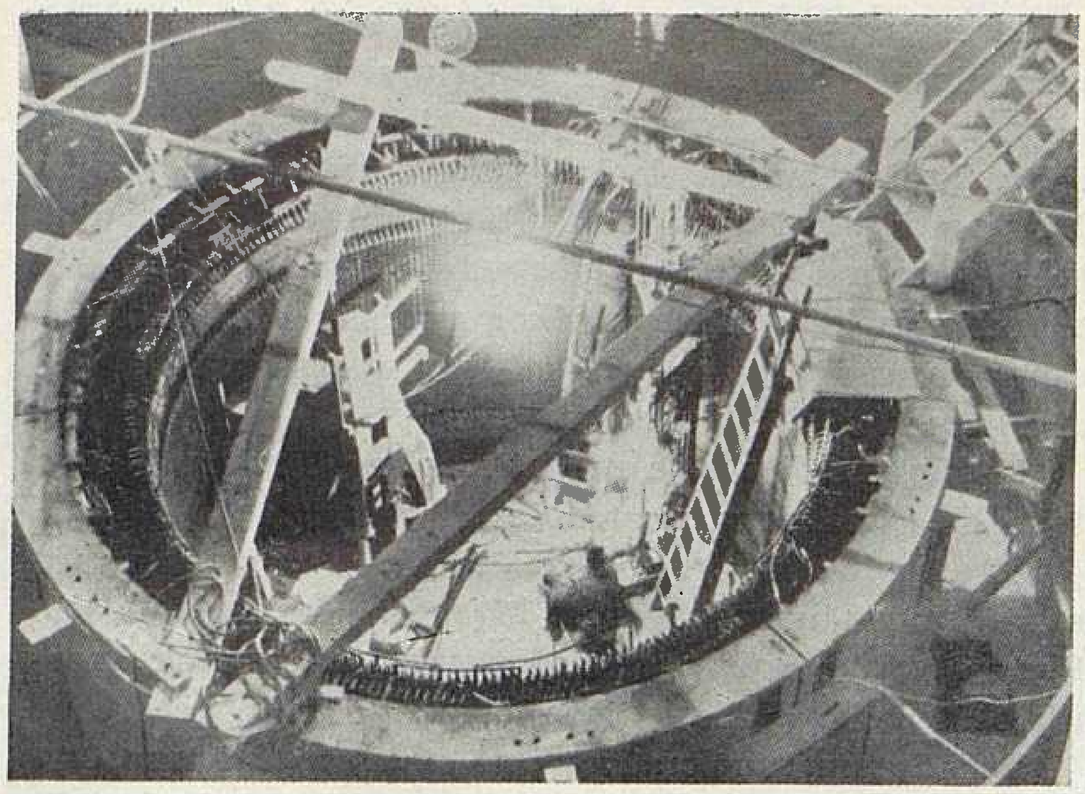
Brana »Gorica« nalazi se na km 31 + 450 nizvodno od izvora rijeke Trebišnjice. U svrhu razjašnjenja geoloških prilika u oblasti brane izvršeni su geološki istražni radovi i konstatirani povoljni uslovi za izgradnju gravitacione betonske brane sa slijedećim osnovnim podacima:

— maksimalna visina iznad temelja	30,5 m
— maksimalna visina iznad korita rijeke	20,5 m
— dužina u kruni	171,0 m
— zapremina betona	43.000 m³
— preklopne ustave visine	3,5 m
— temeljni ispusti po 2 otvora	4 x 6 m
— kapacitet preljeva	837 m³/s
— kapacitet ispusta	671 m³/s

Brana je fundirana na koti + 268, temeljna spojnica je u nagibu od 15° prema horizontu u svrhu povećanja stabilnosti na klizanje. S uzvodne strane dat je prazni zid dubine 2 m i širine 5 m, u kome je smještena kontrolna galerija.

Preljevni dio brane čine 4 polja raspona po 15 m koja su pregrađena preklopnim ustavama visine 3,5 m.

Temeljni ispust se nalazi s lijeve strane brane sa dnom na koti + 272. Zatvara se segmentnim zatvaračima sa hidrauličnim pogonom. Uzvodno su smješte-



Sl. 9. Montaža statora generatora u strojarnici HE Dubrovnik

ni i pomoćni zatvarači. Osnovna namjena temeljnog ispusta je učešće u evakuaciji velikih voda, pražnjenje kompenzacionog bazena i ispiranje nanosa.

Slapište je izvedeno od betona debljine 1 m na dužini od 30 m. U slapištu temeljnog ispusta ugrađeni su Rebokovi zubi za uništenje energije izlaznog mlaza.

Preko brane je predviđen most na koti + 298,5 koji ne služi javnom saobraćaju, već samo kao poslužni i pristupni most do platoa zatvarača i čistilica na ulaznim građevinama.

U svrhu osiguranja vodne propusnosti izvodi se injektiranje u široj oblasti brane. S obzirom na duboko karstificirani krečnjak na desnoj obali predviđa se duža injekciona zavjesa da bi se spriječilo procjeđivanje vode u uvalu, koja se nalazi između postojećeg puta i rijeke Trebišnjice.

Pored gravitacionog tipa detaljnije su ispitivani tip brane od kamenog nabačaja i raščlanjeni tip, ali je utvrđeno da su ovako riješene brane skuplje od gravitacione betonske brane, koja je projektom predložena, jer je to tip koji je najčešće primjenjivan za male usporne visine u širokim riječnim koritima sa velikim količinama vode za evakuaciju.

Ulazne građevine su situirane na lijevoj obali do same brane. Dimenzije ulaznog lijevka i položaj osovine u vertikalnoj ravnini određeni su na bazi dozvoljenih brzina, uslova minimalnih gubitaka i uslova minimalnog natpritiska.

Ulazne građevine zatvaraju se pločastim zatvračima dimenzije 6 x 4,8 m, koji se pogone servomotorima sa platoa na koti + 296,5. Ispred glavnih zatvarača su pomoćni zatvarači, kojih su utori postavljeni tako da čistilica može njima manipulirati.

Bujično područje potoka Sušice ima najveći utjecaj na režim nanosa uzvodno od pregradnog mjesta »Gorica«, jer je njihov sliv relativno velik, a tvore ga dolomiti veoma podložni raspadanju uslijed djelovanja atmosferilija. Vučeni nanos će se zadržati uzvodno, dok će mutne struje dopirati do brane. Za obranu od ovih struja služi prag pred ulaznom građevinom, koji formira kanal neposredno pred ulazom čiji je značaj dvostruki: s jedne strane uslovljuje efikasnije ispiranje ispred praga ulazne građevine, a s druge strane skreće mutne struje u zonu ispusta za živu vodu, koji će permanentno biti u pogonu.

Za vrijeme velikih voda predviđa se otvaranje temeljnog ispusta, čime se sigurno uklanjaju mutne struje iz oblasti ulaza u tunel.

Dovodni tuneli su dimenzionirani za Q_i = 180 m³/s a rješenje sa dva tunela d = 6,0 m izabrano je na bazi ovog razmatranja.

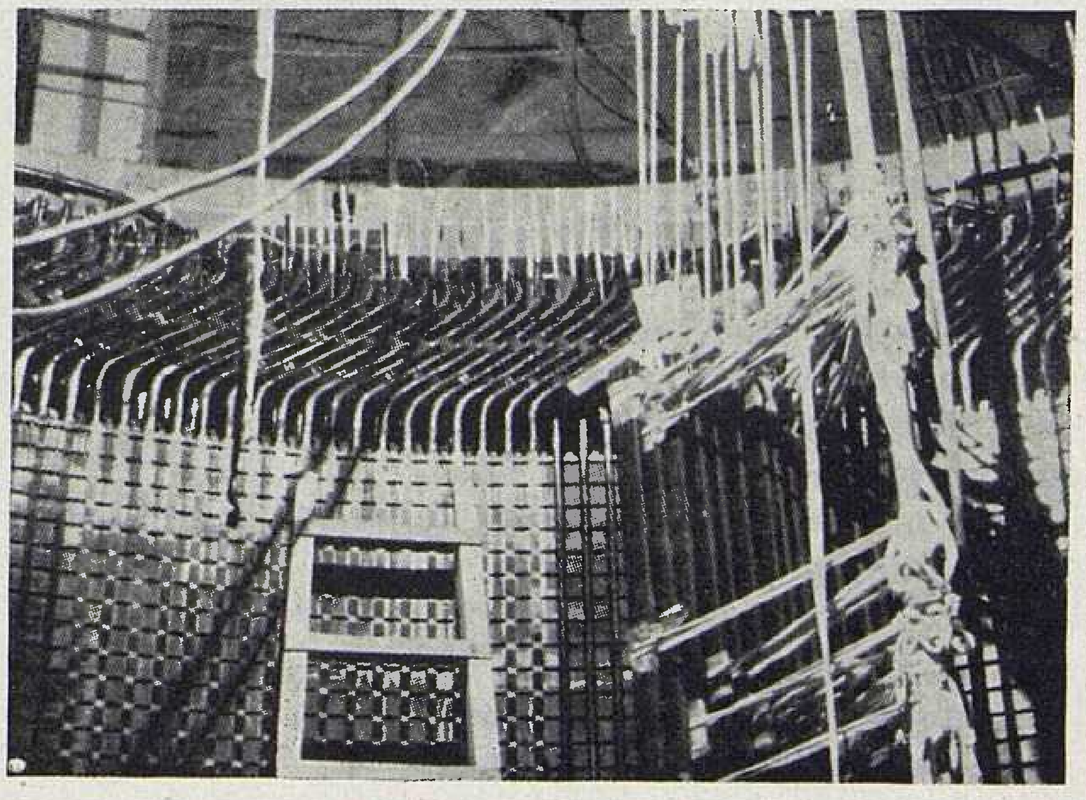
S obzirom na vjerojatnu namjenu postrojenja za proizvodnju aluminija rješenje sa dva tunela ima odlučujuću prednost, koja se sastoji u mogućnosti neizbježnih povremenih revizija i popravaka, a da postrojenje ne prekida rad.

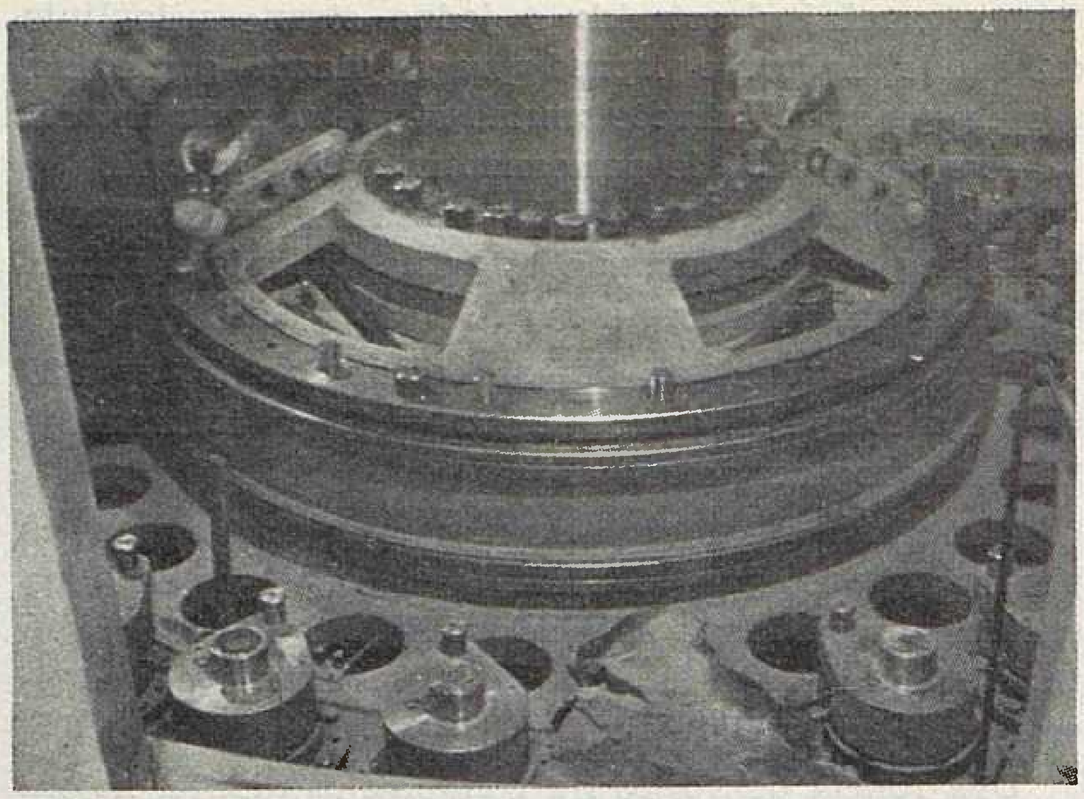
Dva tunela dozvoljavaju i etapnu izgradnju, kojom se postiže ušteda u investicionim sredstvima i opremi. U kombiniranoj etapi tj. sa izgrađenom branom »Grančarevo« i s jednim dovodnim tunelom postrojenja »Dubrovnik« postiže se proizvodnja od 1 985 GWh/g. Kod izbora trase dovodnog tunela razmatrane su dvije osnovne varijante: po prvoj — »istočnoj« — tunel od ulazne građevine do vodostana ne napušta podzemlje. Povoljna strana ovog rješenja je što trasa ne prolazi kroz masu koju čine krečnjaci i dolomiti, pa se dio unutarnjeg pritiska može prenijeti na stijenu. Nepovoljna strana ovoga rješenja je u tome što u oblasti Kamenog dola tunel prolazi kroz predjel bogat podzemnim tokovima, koji dolaze iz pravca Orjena što znači da bi se tunel gradio u veoma teškim uslovima, a to u krajnjoj liniji znači i poskupljenje i produženje radova. Osim toga tunel je duži u odnosu na usvojeno rješenje za 1 300 m.

Stoga je usvojena »zapadna« trasa po kojoj od Rasavca do Petrovog Manastira dovodni tuneli prelaze u cjevovode, a na ostalom dijelu idu podzemljem. Tunelska osovina je uvijek, manje ili više, upravna na pružanje slojeva, a masu stijene čine krečnjaci i dolomiti sa visokom elastičnošću.

Maksimalni unutrašnji pritisak na ulazu u tunel je 20 m s. v., a kod vodostana 60 m s. v., pa su prema svojstvima svijene predviđena četiri tipa obloge: od nearmiranog betona debljine 30 cm, od nearmiranog

Sl. 10. Detalj montaže generatora HE Dubrovnik





Sl. 11. Rotor turbine HE Dubrovnik

betona sa armiranim torkretom, armiranobetonska obloga sa torkretom i obloga sa čeličnom podgradom ugrađenom u beton. Injektiranje tunela se izvodi konsolidacionim i kontaktnim injekcijama.

Cjevovodi preko Mokrog polja povezuju uzvodni i nizvodni dio tunela, a izvedeni su od armiranog betona. Usvojen je promjer od 5,4 m. Debljina cijevi je 0,40 m, a unutrašnji pritisak se kreće od 26,7 do 29,9 m s. v. Dužina jednog cjevovoda je 1 165 m. Cjevovodi su fundirani u šljunku i pokriveni nasipom debljine 1 m radi zaštite od temperaturnih promjena.

Spoj dovodnih tunela je izveden uzvodno od vodostana čeličnom cijevi od 4,8 m promjera, a snabdjeven je leptirastim zatvaračem na ručni pogon.

Svrha spoja je da za vrijeme prekida pogona 2 agregata vezana na jedan od dovodnih tunela bilo radi revizije ili popravka, voda iz jednog tunela skrene u drugi i time se smanje gubici u padu odnosno poveća snaga i produkcija.

Vodostani su cilindričnog tipa sa komorama. Komore su dimenzionirane na bazi uslova trenutnog opterećenja i rasterećenja, čime je ustanovljena zapremina gornje komore od 10 000 m³ i donje komore 6 450 m³.

Kalota i dno gornje komore obloženi su betonom, dok se strane samo torkretiraju u svrhu osiguranja vodonepropusnosti. Vertikalno dno je obloženo betonom debljine 50 cm, na donjem dijelu je predviđen armirani torkret. Donja komora je obložena betonom sa armiranim torkretom.

U projektu je dato rješenje sa pločastim i leptirastim vodostanskim zatvaračima. Predložena je dispozicija sa po dva leptirasta zatvarača na svakoj tlačnoj cijevi, od kojih su uzvodni na ručni, a nizvodni na automatski pogon. Pri ovakvom rješenju kvar zatvarača na jednom cjevovodu neće usloviti prekid rada drugog cjevovoda, odnosno pražnjenje dovodnog tunela, koji sadrži cca 470 000 m³ vode.

Iza zatvarača su ventili za ozračenje cijevi prilikom njihovog pražnjenja.

Kako nije poželjno prazniti cjevovode prigodom svakog eventualnog popravka turbina, što je moguće naročito za vrijeme probnog pogona, to su predviđeni i predturbinski kuglasti zatvarači.

Tlačni cjevovod je riješen kao vertikalni cjevovod ubetoniran u stijeni, koja sudjeluje u prijemu unutarnjih pritisaka. Na gornjem dijelu tlačni cjevovod leži u krečnjaku sve do kote 230, a zatim u dolomitu do spoja s turbinama. Cijev je na čitavoj dužini duboko ukopana tako da je svuda težina stijene veća od maksimalnog hidrostatičkog pritiska i time osigurano sigurno angažiranje stijene u prijemu jednog dijela unutrašnjih pritisaka.

U donjem dijelu je međutim cijev dimenzionirana tako da sama preuzme unutarnji pritisak.

Strojarnica i prostor za glavne transformatore smješteni su u kavernama. Masu stijene između sela Plate i uvale Robinzon čini u višim slojevima krečnjak do kote + 230, a ispod toga dolomit.

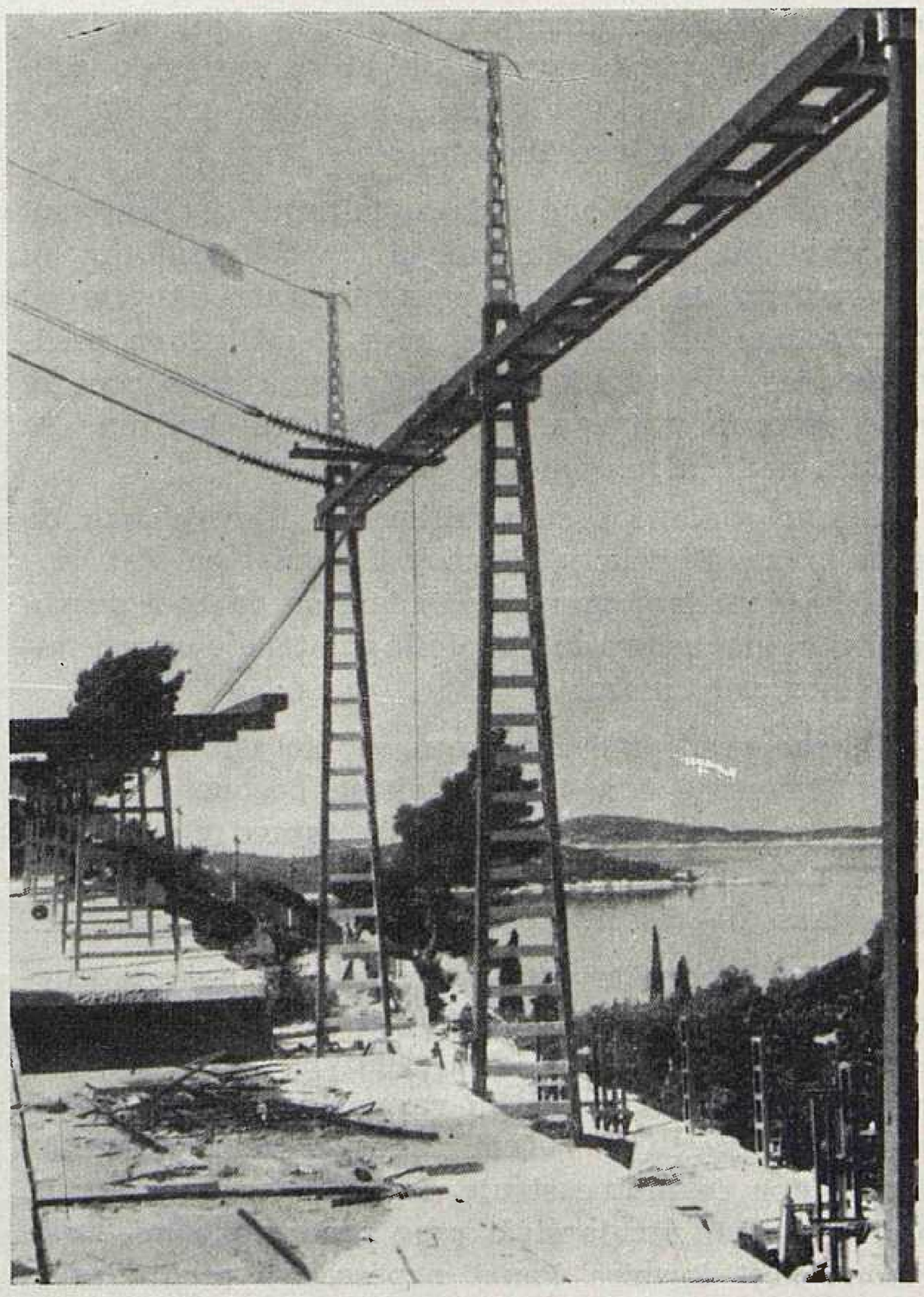
Pristupnim tunelom kaverne strojarnica i transformatora podijeljene su na dva približno jednaka dijela. U centralnom dijelu smješten je montažni plato.

Kaverna strojarnice duga je 100 metara, a široka 15,5 m. Kaverna glavnih transformatora duga je 86 m, a široka također 15,5 m.

Kaverne strojarnice i transformatora povezane su platoom na ulazu pristupnim tunelom dužine 510 m, a prilaz sa postojećeg puta Dubrovnik — Cavtat na plato pred ulazom predviđen je pristupnim putom dužine 1 630 m.

Odvodni tuneli. Po dva difuzora završavaju zatvaračima ispod transformatorskog hodnika, odakle nastavljaju dva odvodna gravitaciona tunela dužine

Sl. 12. HE Dubrovnik — rasklopno postrojenje, izvod 220 kV, u gradnji



492 m do mora. Odvodni tuneli nisu obloženi betonom osim dionice ispod galerije glavnih transformatora i izlaznog dijela u dužini od po 15 m.

Na izlaznim portalima su zatvarači, čime je omogućena revizija odvodnih tunela po čitavoj njihovoj dužini.

Luka Plat. U oblasti odvodnih tunela sa morem nužno je uništiti oscilacije morske površine za vrijeme talasanja mora, a isto tako zaštititi ulaz od nanosa. Sistem obrane od toga tvore: lukobran, južni zaštitni objekt i mali rt južno od Robinzona. — Na sjevernom dijelu ostvarena je lučica sa operativnom obalom. Zaštitni objekti su nasipnog tipa u svrhu iskorištenja izminiranog kamena iz odvodnih tunela.

Elektrostrojarski dio postrojenja

U podzemnoj strojarnici simetrično prema montažnom platou postavljene su četiri grupe strojeva snage po 148 000 KS/110 MVA. Agregati se sastoje od Francis turbine na vertikalnoj osovini direktno spojene sinhronim generatorom. Turbine su konstruirane za H_{kn} = 270 m, Q = 45 m³/s i n = 300 okr/min. Generatori su izvedeni za napon od 16 kV + 5% i $\cos\varphi$ = 0,95.

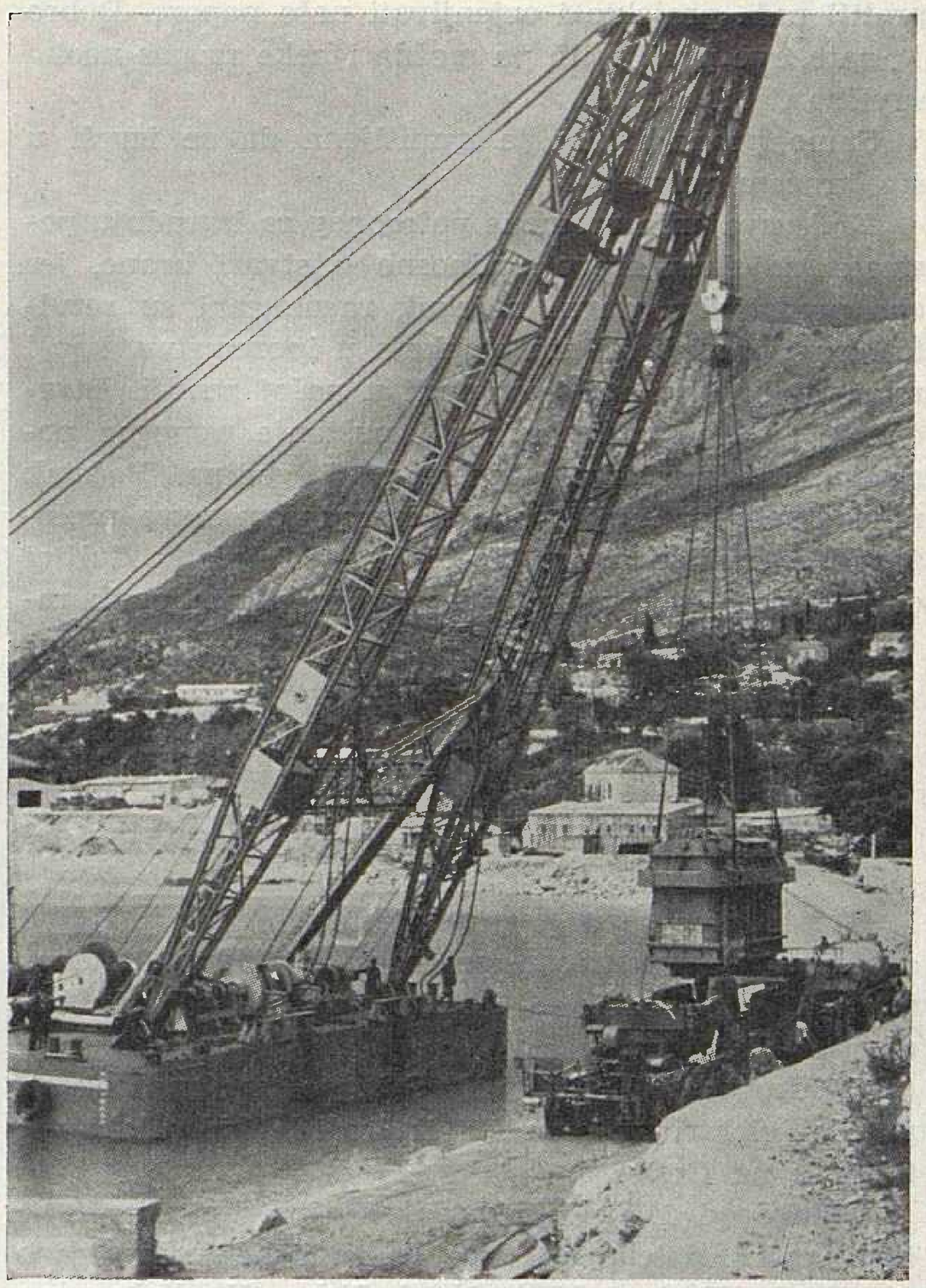
Po dva generatora rade paralelno na grupu od tri jednofazna transformatora 3 x 73,5 MVA; četvrta, rezervna jedinica, uklopno-tehnički tako je spojena, da je prijelaz od radne transformatorske jedinice na rezervnu moguć bez prekida pogona. Uz montažni plato nasuprot pristupnom tunelu nalazi se mehanička radionica, a na samom platou jama za reviziju transformatora. Na čeonoj strani nalazi se trakt u kome je smještena komanda, kućni transformatori, niskonaponski razvod, akumulatorske baterije, 35 kV rasklopno postrojenje i razne pomoćne prostorije.

Izabran je prijenosni napon od 220 kV, jer će, s obzirom na veliku akumulaciju, energija u perspektivi biti korištena za pokrivanje potrošnje u mreži za vrijeme sušnih perioda u godini.

Rasklopno postrojenje generatorskog napona u elektrani služi da bi se omogućio prijelaz sa radne transformatorske jedinice na rezervnu, bez prekida pogona. Osim toga priključeni su na ovo rasklopno postrojenje induktivni otpori (reaktori) kojima je zadatak da kompenziraju jedan dio učina nabijanja 220 kV mreže pri slabom opterećenju ove mreže.

Snabdijevanje elektrane električnom energijom za vlastitu potrošnju riješeno je pomoću kućnih transformatora (640 kVA) na odvojcima sa glavnih generatora. U načelu svaki od glavnih generatora snabdijeva sve pomoćne pogone o kojima zavisi rad dotične grupe. Opća potrošnja elektrane pokriva se iz lokalne mreže 35 kV, odnosno iz pogonskog dalekovoda 35 kV, koji spaja HE »Dubrovnik« preko TS »Trebinje« sa HE »Grančarevo«, a služi isključivo potrebama pogonskih objekata. Za slučaj krajnje nužde predviđena je dizel grupa od 350 KS (320 kVA).

U elektrani su slijedeća pomoćna postrojenja i uređaji:



Sl 13. Istovar transformatora za HE Dubrovnik dizalicom Veli Jože

Rasklopno postrojenje generatorskog napona 16 odnosno 20 kV smješteno u galeriji transformatora, komandni i relejni uređaj, uklopna ploča niskonaponskog razvoda izmjenične i istosmjerne struje, rasklopno postrojenje 35 kV, uređaji za brzu regulaciju napona, akumulatorske baterije, uređaji za tlačno ulje regulatora turbine, uređaji za mazivo ulje ležaja agregata, uređaj za rashladnu vodu, uređaj za drenažu strojarne i kompresorski uređaj.

Svaki generator i odjeljenje kućnih transformatora snabdjeveni su vlastitim uređajima za gašenje požara pomoću CO_2. U kaverni glavnih transformatora postavljen je za svaku polovinu postrojenja po jedan uređaj za gašenje požara sa CO_2 kao i uređaj za gašenje vodenom prašinom.

. . . . . .

Iznijeli smo sve ove pojedinosti, ne samo radi naših današnjih čitalaca, nego i za historiju. Za one, koji će mnogo decenija iza nas, čitati projekte i rezultate rada naših danaś najeminentnijih i najpozvanijih stručnjaka na tom području. I kao što mi danas nakon pedeset i osamdeset godina sa interesom čitamo izlaganja i projekte jednoga Ballifa, Riedla, Katzlera, Schenkela, Deškovića i Fischer-Reinau-a, tako će i mnogi drugi, daleko iza nas s ne manjim zanimanjem

pratiti naše projekte i ocjenjivati naše napore. Dobro je, zato, sve pobilježiti, pa možda i neke za nas naoko suvišne detalje...

Sama gradnja bila je zamišljena da se izvrši u što kraćem roku.

Kod usvajanja vremena potrebnog za izgradnju postrojenja »Grančarevo«, odnosno u stvari brane, jer ona predstavlja glavni objekat, razmatrani su rezultati na izgradnji sličnih objekata u inozemstvu, kao i rezultati koji su već postignuti u našoj zemlji. Utvrđeno je, da je za izgradnju i puštanje u pogon postrojenja »Grančarevo« potrebno 5 godina. Početak rada, međutim, uvjetovan je izgradnjom nove preložene željezničke pruge Trebinje — Bileća u duljini od 37 km. Prelaganje pruge prije početka glavnih radova na brani »Grančarevo« uslovilo je da izgradnja čitavog sistema na Trebišnjici zajedno s prugom traje 6 godina. Zbog toga su i radovi na izgradnji HE »Grančarevo« započeli godinu dana iza početka radova na prvoj etapi postrojenja HE »Dubrovnik«. HE »Dubrovnik« je na vrijeme završena i — kako smo na početku istakli — 14. V 1965. puštena u pokusni, a 5. XII 1965. u redoviti pogon. Do daljnjega radi kao protočna hidroelektrana. Čitav objekt trebao je da bude pušten u pogon u siječnju 1966. godine Kad budu konačno dovršeni radovi na svim radilištima čitavog sistema Trebišnjice, bit će konačno izvedeno veliko djelo, od historijskog značenja za cijeli taj kraj i za čitavu našu zemlju.

Ernest Radetić

Investicioni programi dalekovoda 220 i 110 kV

Komisija za reviziju investicionih programa ZEPH odobrila je investicione programe izgradnje dalekovoda 220 kV Split — Orlovac i 110 kV Međurić — Kutina.

Dalekovod 220 kV Split—Orlovac ima zadatak da prenosi električnu energiju iz buduće hidroelektrane Orlovac na Cetini.

Dalekovod 110 kV Međurić—Kutina izgradit će se kao spojni dalekovod koji će omogućiti dvostrano napajanje Kutine, Međurića i Siska. U okviru ove prijenosne mreže u planu je izgradnja i dalekovoda 110 kV Mraclin—Kutina i Ivanić Grad—Ludina—Kutina čiju će izgradnju financirati Tvornica dušičnih gnojiva (u izgradnji) Kutina i Jugoslavenske željeznice za potrebe elektrovuče na dionici Zagreb—Novska—Brod.

Izgradnjom ove dalekovodne mreže čitavo područje između Zagreba, Mraclina i Međurića dobit će solidnu 110 kV mrežu preko koje će se omogućiti dvostrano napajanje svih potrošača.

U programu je da ove godine budu završeni glavni projekti dalekovoda 220 kV Split—Orlovac i 110 kV Međurić—Kutina koje će izgraditi poduzeće »Elektroprojekt« iz Zagreba.

I. R.

Izgradnja dalekovoda 35 kV Karlovac—Vojnić

U prvom tromjesečju 1965. otpočeli su građevinski radovi na izgradnji dalekovoda 35 kV Karlovac—Vojnić, dužine oko 23,5 km, koji će prenositi električnu energiju iz TS 35/10 kV »Jugoturbina« u Maloj Švarči u buduću TS 35/10 u Vojniću.

Zadatak toga dalekovoda je osiguranje potrebnih količina električne energije za tvornicu keramičkih pločica (u izgradnji) kao i poboljšanje postojećih uvjeta distribucije ostalih potrošača u vojničkoj općini.

Dalekovod 35 kV Karlovac—Vojnić izveden je na željezno-rešetkastim stupovima od profilnog čelika oblika jednostruke jele. Vodiči su presjeka 3×95/15 mm² alučel, zaštitno uže Če II 1×35 mm², izolacija dalekovoda izvedena je kapastim izolatorima K 170/280.

Građevinski radovi su završeni, a kompletna montaža uslijedit će u četvrtom tromjesečju ove godine.

Investitor dalekovoda 35 kV Karlovac—Vojnić poduzeće »Elektra« iz Karlovca povjerilo je građevinske i montažne radove poduzeću »Dalekovod« Zagreb. Željezno-rešetkasti stupovi kao i ovjesni materijal izrađen je u radionicama «Dalekovoda«.

Za građevne radove investirano je oko 81 milijun a za elektro-montažu oko 54 milijuna dinara.

Otpočeli su i radovi na gradnji TS 35/10 kV u Vojniću koja predstavlja krajnju tačku dalekovoda 35 kV Karlovac—Vojnić. Radove na izgradnji transformatorske stanice preuzelo je također poduzeće »Dalekovod«. U programu je da i dalekovod i transformatorska stanica u Vojniću budu još ove godine pušteni u pogon.

I. R.

»Dalekovod« učestvuje u radovima u Kambodži

Potpisan je ugovor između naših poduzeća i investitora u Kambodži za izgradnju jedne hidroelektrane i dalekovodne mreže. Poduzeće »Energoprojekt« iz Beograda ugovorilo je izgradnju i projektiranje hidroelektrane kao i isporuku kompletne elektroopreme.

Zagrebačko poduzeće »Dalekovod« učestvovat će u izgradnji dalekovoda 110 kV Kiritom — Pnom Pen, dužine oko 110 km, koji će opskrbljivati električnom energijom glavni grad Kambodže Pnom Pen.

Stručnjaci »Dalekovoda« izradit će glavne projekte dalekovoda, te izvesti glavne građevne i montažne radove. Dalekovod će isporučiti čelično-rešetkaste stupove, ovjesni materijal i drugu opremu.

Vrijednost ugovorenih poslova iznosi oko 1,250.000 dolara. Prema sklopljenom ugovoru građevni radovi na izgradnji dalekovodne mreže počet će u toku drugog polugodišta ove godine.

I. R.

Novije konstrukcije čelično-rešetkastih stupova

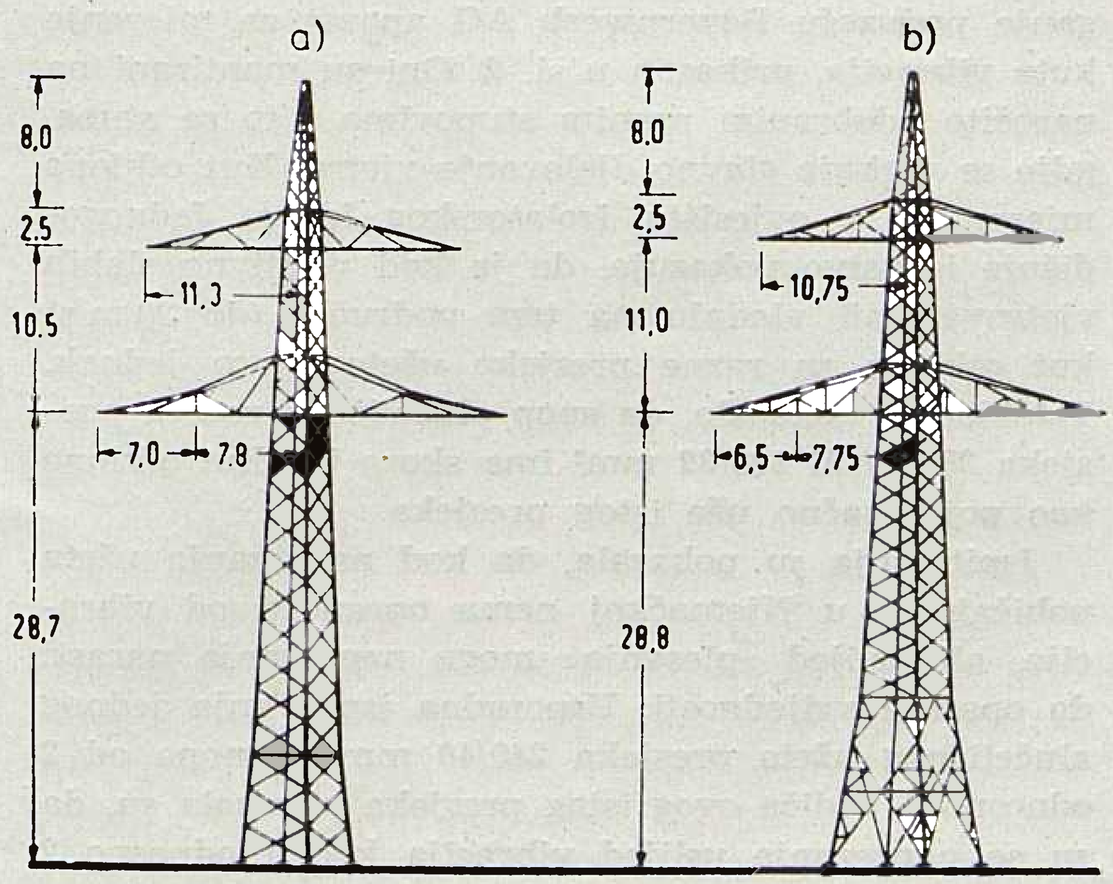
Nastojanje, da se smanji težina čelično-rešetkastih dalekovodnih stupova, i u našoj je zemlji vrlo aktuelno. U ovom izvještaju prikazana su njemačka iskustva na osnovu članka F. Hülskena »Novije konstrukcije rešetkastih stupova«, u časopisu *Elektrizitätswirtschaft*, br. 25, 1964.

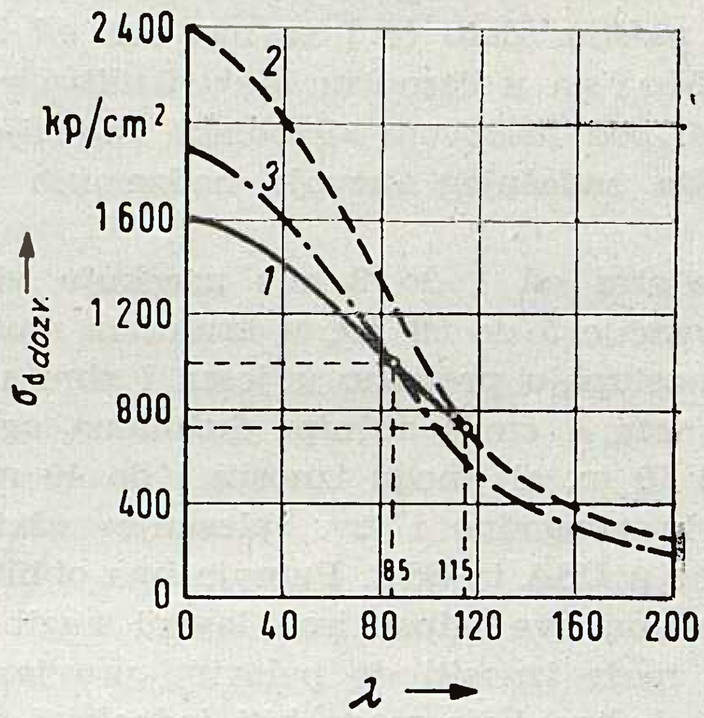
Troškovi rešetkastih stupova i njihove montaže, ali bez temelja, iznose između 20 i 30% od ukupnih troškova gradnje, a ovise o težini stupa, cijeni materijala, opsegu radova u radionici, cijeni zaštite od korozije i troškova montaže. Najveći utjecaj pri tome ima težina stupa, koju treba smanjiti dobrim konstruktivnim rješenjem i pravilnim izborom materijala.

Do nedavna u Njemačkoj se upotrebljavao u te svrhe čelični materijal kvalitete Če 37, a odnos širine i debljine kraka kutnog željeza nije prekoračio 11 : 1. Kod stupova kvadratičnog presjeka dimenzionirane su sve četiri strane stupa za najnepovoljnije pretpostavke opterećenja i konstruktivno su jednako izvedene. Na taj način smanjen je asortiman profilnog čelika na minimum.

Ekonomičnija konstrukcija postiže se djelomičnom upotrebom materijala kvalitete Če 52 i profila tankih stijena s odnosom širine i debljine kraka koji ne prekoračuje 15 : 1. Samo ovim mjerama postiže se ušteda od 15 do 20%. Pri tome su dijagonale u okomitim plohama stupa pomaknute za pola polja, a stup nije jednako dimenzioniran u smjeru vode i okomito na njega. Sve to uvjetuje izmjenu oblika stupa. U slici 1a prikazan je nosni stup voda 380 kV za 2 trojke sa po 4 alučelična vodiča presjeka 240/40 mm² u snopu. Stup je dimenzioniran za poluzbroj susjednih raspona od 350 m i jednako je izveden u smjeru voda i okomito na njega. U slici 1b prikazan je novi tip stupa voda 380 kV, s istim užetima kao gore, sa naprezanjem vodiča 8,25 kp/mm², dok je ono u prijašnjem slučaju iznosilo svega 7,5 kp/mm². Raspon je 400 m. Unatoč povećanju naprezanja užeta za 10% i raspona za 15% iznosi ušteda na težini novog stupa oko 18% u odnosu na prijašnji tip stupa.

Sl. 1. Nosni stup voda 380 kV
a) stariji tip stupa (težina 15 t)
b) novi tip stupa (težina 12,25 t)





Sl. 2. Usporedba dozvoljenih naprezanja na izvijanje za čelik Če 37 i Če 52 u ovisnosti od λ, 1 = Če 37, 2 = Če 52, 3 = $\sigma_{d_{ideal}}$ za Če 52 uzimajući u obzir dodatak u cijeni zbog kvalitete.

Novi tip stupa ima ugaone štapove i vlačne pojasnike konzola od Če 52. Udio čeličnog materijala Če 52 iznosi 3,65 t odnosno 30% težine stupa. Zbog pomaknutog razmještaja dijagonala u stranama stupa okomito i paralelno sa vodom ugaoni štapovi su napregnuti na izvijanje preko povoljnije položene osi, što omogućuje primjenu manjih profila. Dužina izvijanja za dimenzioniranje ugaonih štapova je u oba slučaja jednako velika. Kad nema pomaka dijagonala, kod izračunavanja stepena vitkosti λ uvrštava se radi tromosti i_y, a kod pomaka dijagonala računa se s većim radiusom tromosti i_x.

U slici 2 izvršena je usporedba dozvoljenih naprezanja na izvijanje za Če 37 i Če 52 u ovisnosti od λ. Iz toga je vidljivo, da upotreba štapova, kod kojih se pojavljuje izvijanje, od Če 52 kod stepena vitkosti λ ≧ 115, u statičkom pogledu nema prednosti. Ako se kod ove usporedbe uzme u obzir i današnja razlika u cijeni za Če 52, vidljivo je, da su štapovi kod kojih se pojavljuje izvijanje ekonomični samo do stepena vitkosti 85.

Pocinčanje u vatri, kao zaštita od korozije, koja danas skoro jedino dolazi u obzir u Njemačkoj, uvjetuje izvjesne obzire kod konstrukcije i uzrokuje isključivu upotrebu vijka. Dok se kod nepocinčanih konstrukcija upotrebom jedne zakovice izvodi priključak dijagonala, treba uzeti 2 vijka istog promjera ili 1 vijak većeg promjera. Ovo ima za posljedicu ili za-

varivanje lima na ugaone štapove za smještaj drugog vijka, pri čemu ostaju nepromijenjeni profili, ili treba povećati profile ugaonih štapova i dijagonala s obzirom na veći promjer vijka. Općenito se može reći, da kod lakih rešetkastih konstrukcija priključak dijagonale s jednim vijkom mjesto s jednom zakovicom uzrokuje malo povećanje težine. Uštede na težini čelika ne znače i razmjerno sniženje troškova, jer veće cijene Če 52 i tankostijenih profila smanjuju uštedu.

Ekonomičniji temelji sa 4 pojedinačna temelja uvjetuju stupove sa velikim razmakom ugaonih štapova, čime se postiže smanjenje sila u ugaonim štapovima. Noge stupova treba tako izvesti, da je na poljoprivrednim područjima moguća obrada zemljišta i na stupnom mjestu.

U gusto naseljenim područjima ograničeni prostor uvjetuje izgradnju vodova sa 4 trojke, za koje vrijedi također sve, što je gore rečeno.

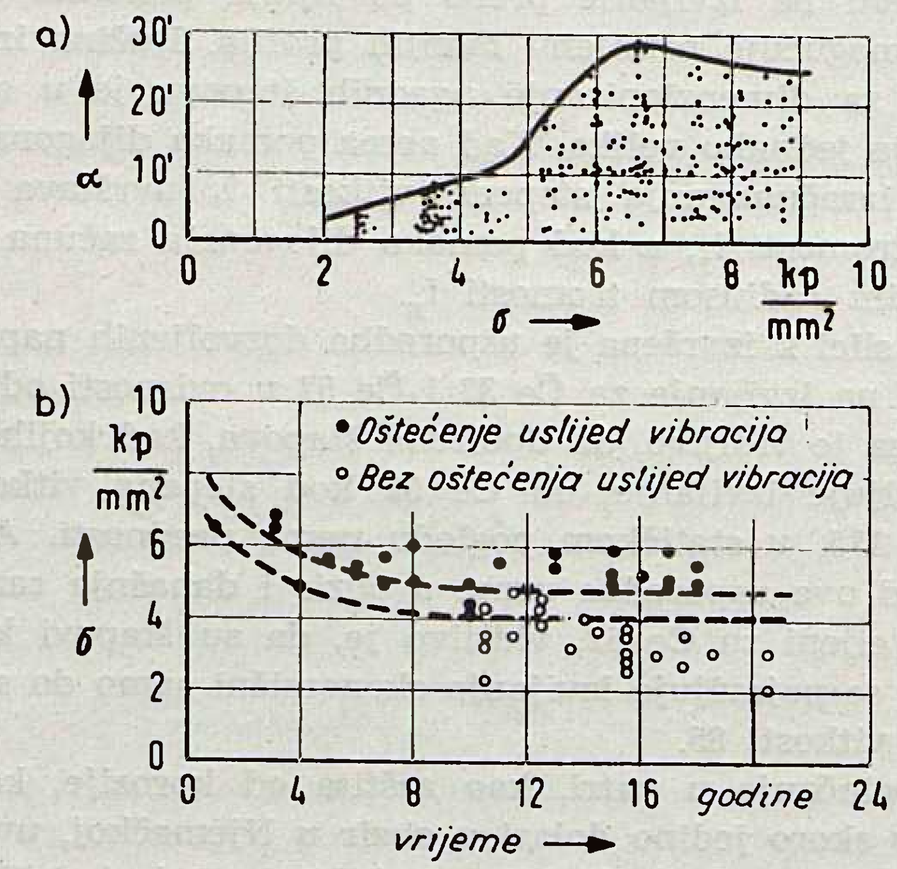
Karlo Fišer, dipl. ing.

Vibracije dalekovodnih užeta

U našoj zemlji vibracije dalekovodnih užeta zaslužuju punu pažnju. Zato će i za nas biti od interesa članak H Morsa u časopisu *Elektrizitätswirtschaft*, br. 25, 1964. pod naslovom »Problem vibracija užeta sa stanovišta sadašnjeg razvoja nadzemnih dalekovoda«.

Brzine vjetra od 1 do 8 m/s uzrokuju vibracije užeta frekvencije 5 do 50 Hz, u krajnjem slučaju do 100 Hz, a nastupaju pretežno u jesen i zimi s amplitudama do cca 4 cm i valnim dužinama uglavnom manjim od 10 m, ali mogu iznositi i do 40 m. Osim toga je vrlo neugodno i tzv. »plesanje« užeta, koje često nastaje u USA i SSSR. Putanja ima oblik elipse. Glavna osovina ove elipse ima lagani nagib prema vertikali i može iznositi do polovine provjesa užeta kod valnih dužina koje mogu biti jednake i dvostrukom rasponu. »Plesanje« je najčešće spojeno sa stvaranjem leda.

Dalekovodna užeta treba dimenzionirati osim za najveće statičko opterećenje još i za dinamička naprezanja. Internacionalna CIGRÉ skupljala je o tome pogonska iskustva iz cijelog svijeta. Kao osnova za ovo dimenzioniranje odabrano je srednje godišnje naprezanje (every day stress), koje se najčešće pojavljuje i za koje se pretpostavlja da nastupa i za vrijeme trajanja vibracija uzrokovanih od vjetra. Predmetni izvještaj CIGRÉ daje srednje godišnje naprezanje kao postotak prekidne čvrstoće užeta i to: za alučelična užeta bez zaštitnih armatura 18%, užeta sa »armor rods« 22% i užeta sa prigušivačima vibracija 24%. Granična vrijednost za aluminijska užeta bez zaštite od vibracija iznosi 17%, a za aldrejska užeta 18%. Za aldrejska užeta sa prigušivačima je granična vrijednost 26%. U Njemačkoj su užeta relativno slabo zategnuta u usporedbi sa inozemstvom. Tako na primjer u Njemačkoj ta vrijednost za alučelična užeta iznosi svega 14—16%.



Sl. 1. Grafički prikaz naprezanja uslijed vibracije alučeličnih užeta
a) kut vibracije α u ovisnosti od srednjeg godišnjeg naprezanja
b) srednje godišnje naprezanje σ u ovisnosti od trajanja naprezanja

U sl. 1a prikazana je veličina kuta vibracija, koji nastaje kod vibracija užeta u stezaljci između osovine užeta i horizontale u ovisnosti od srednjeg godišnjeg naprezanja. Ovo naprezanje predstavlja samo statički opterećenje, dakle ne uzima brojčano u obzir dodatno naprezanje uslijed vibracija. Za to može poslužiti veličina kuta vibracija kao osnovna veličina. Iz dijagrama u sl. 1a je vidljivo, da kod porasta srednjeg godišnjeg naprezanja iznad vrijednosti od 5 kp/mm² treba očekivati znatno povećanje specifičnog naprezanja uslijed vibracija. Ista situacija se vidi i iz sl. 1b, gdje su prikazana oštećenja uslijed vibracija u ovisnosti od srednjeg godišnjeg naprezanja i od trajanja pogona. I ovdje se pojavljuje vrijednost srednjeg godišnjeg naprezanja od 5 kp/mm² kao kritična veličina.

Electricité de France (EDF) stavilo je na raspolaganje poduzeću Bayernwerk AG aparat za mjerenje kuta vibracija, prikazan u sl. 2. Oni su montirani na naročito odabranim nosnim stupovima i to sa stupa, gdje se očekuje glavno djelovanje vjetra. Kut otklona mjeren je u ovjesištu izolatorskog lanca. Jednogodišnje iskustvo pokazuje, da je kod relativno slabih vjetrova koji vladaju na tom području (do 20 m/s) kut otklona za razne presjeke užeta skoro jednak. Također se pokazalo, da snop alučeličnih vodiča presjeka 380/50 ili 185/32 mm² ima skoro isti kut otklona kao pojedinačno uže istog presjeka.

Ispitivanja su pokazala, da kod naprezanja užeta uobičajenih u Njemačkoj nema opasnosti od vibracija, ali uslijed »plesanja« mogu naprezanja narasti do opasnih vrijednosti. Usporedna ispitivanja jednog alučeličnog užeta presjeka 240/40 mm² i snopa od 2 odnosno 4 vodiča ovog istog presjeka pokazala su, da su se naprezanja uslijed vibracija kod 4 odnosno 2

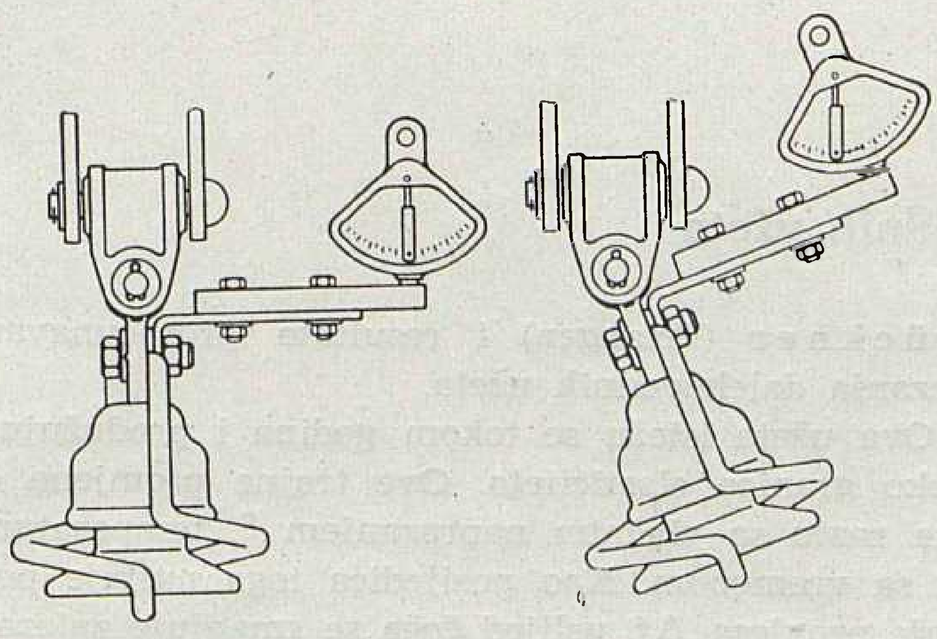
vodiča u snopu i 1 vodiča odnosila kao 1 : 2 : 4. Slijedi zaključak, da je moguće uz pretpostavku jednakog vijeka trajanja jače zategnuti vodiče u snopu nego jedan vodič istog presjeka kao pojedini vodiči u snopu. Ovo se poklapa i sa ruskim iskustvima, gdje su 2 vodiča u snopu, sa međusobnom udaljenosti odstojnika od 50 m, pokazala samo još polovinu vibracionih amplituda od odnosnih pojedinačnih užeta, a 3 vodiča u snopu samo 1/4 do 1/10 amplituda. Pri tome se vijek trajanja od 2 vodiča u snopu produžuje za 4 do 6 puta u odnosu na jedno uže, a od 3 vodiča u snopu još znatno više.

Danas postoji tendencija u svijetu, da se što više povećaju rasponi i zatezanje užeta, da se postigne što ekonomičnija gradnja. Pogonska iskustva u Njemačkoj su pokazala, da je u mnogo slučajeva moguće zategnuti užeta s najvećim dozvoljenim naprezanjem, a da pri tom ne nastanu bilo kakva oštećenja uslijed vibracija. U vezi ove ankete izdan je u Njemačkoj novi upitni arak, na osnovu srednjeg godišnjeg naprezanja kod srednje godišnje temperature od 10°C.

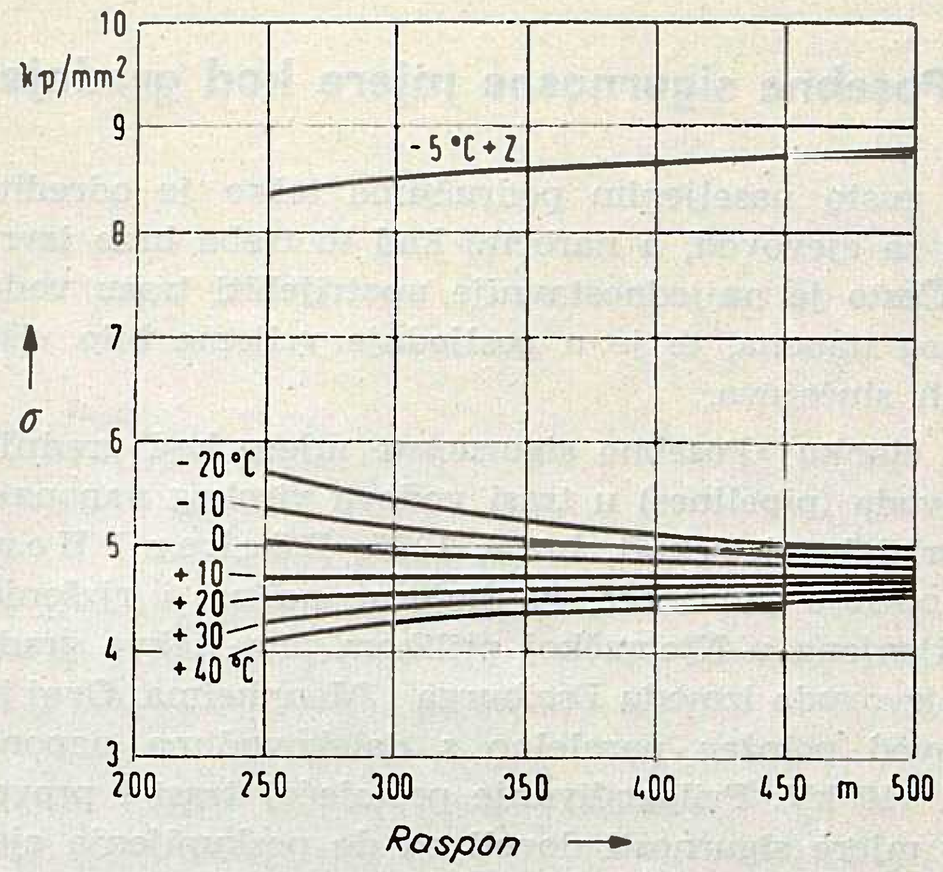
Za dimenzioniranje užeta obzirom na naprezanje uslijed vibracije trebalo bi dodati još i slijedeće. Do sada se obaziralo samo na dozvoljeno najveće vlačno naprezanje, koje prema definiciji nastupa kod statičkog najvećeg opterećenja. Sada bi trebalo još ispitati, da li srednje godišnje naprezanje ne prekoračuje kritičnu vrijednost, koja za alučelična užeta iznosi oko 18% od prekidne čvrstošće užeta. Osim toga će biti korisno ispitati »vlačno naprezanje kod hladnog vremena« kod — 5°C bez dodatnog tereta. I u ovom se slučaju ne smiju prekoračiti izvjesne granične vrijednosti, jer baš pod takvim uvjetima vibracije mogu postati kritične. U slučaju prekoračenja spomenutih dviju ili triju graničnih vrijednosti treba predvidjeti uređaje za zaštitu od vibracije. Ali i u tom slučaju ne smiju se prekoračiti granične vrijednosti, obzirom na prekidnu čvrstoću užeta, za više od 5%.

Ako se usvoji srednje godišnje naprezanje kao osnovna veličina, moglo bi se to naprezanje uvažiti i za određivanje zatezanja i provjesa, kako je prikazano u sl. 3. Prednost je u tome, što su svi presjeci užeta od istog materijala ili određenog odnosa presjeka Al/Če ili Aldrej/Če obuhvaćeni u jednom dijagramu.

Najveće vlačno naprezanje ne pojavljuje se više kao konstantna vrijednost (sl. 3), nego je varijabla. Sadašnja praksa u Njemačkoj je upravo suprotna.



Sl. 2. Aparat za mjerenje kuta otklona zračnih vodova



Sl. 3. Vlačna naprezanja alučeličnih užeta presjeka 240/40 mm² sa srednjim godišnjim naprezanjem kao osnovnom veličinom Srednje godišnje naprezanje σ kod 10 · C = 0,15.31,6 kp/mm² = = 4,74 kp/mm²

Kod ovjesnog materijala je obzirom na naprezanje uslijed vibracija situacija slijedeća: normalne nosne i zatezne stezaljke su za uobičajeno zatezanje užeta toliko usavršene, da se ne može očekivati daljnje poboljšanje. Iznimka je nosni stup na kutu trase, gdje je način opterećenja drukčiji nego u stezaljci normalnog nosnog stupa. Vodiči su opterećeni zbog povećanih poprečnih sila uslijed vlačnih sila koje djeluju pod kutem, a osim toga vibracije, koje se titraju uglavnom vertikalno, ne odvijaju se u titrajnoj ravnini ležaja nosne stezaljke. Stoga se preporuča zaštita od vibracija. U tu svrhu se upotrebljavaju na primjer »suspension grips«, to su nosne stezaljke u kojima su vodiči zaštićeni tuljkom od neoprena i obavijenom spiralom.

Distancioni komadi imaju veliku ulogu kod prigušivanja vibracija užeta. Prema ruskom iskustvu od znatnog utjecaja je udaljenost distancionih komada. Ako je udaljenost 70 do 80 m, još nastupaju male vibracije, dok kod udaljenosti od 40 m spajanje vodiča djeluje već skoro kao prigušenje. Najprikladnija udaljenost mogla bi biti 50—60 m.

Kod većih raspona i jačeg zatezanja užeta potrebno je promatrati vod i utvrditi, da li postoji sklonost vibracijama. Ako je to slučaj, treba ugraditi prigušivače vibracija. Osim već poznatih tipova, Francuzi imaju jednostavan i jeftin prigušivač, koji se sastoji od pomoćnog užeta, jednakog kao i vodič, a koji se pomoću jednostavnih stezaljki učvršćuje na vodič s obiju strana nosne stezaljke, slično strujnom mostu. Provjes pomoćnog užeta neka bude jednak 1/8 svoje dužine.

Prema podacima poduzeća »Edison Volta«, Milano, za Stockbridge prigušivače iznose troškovi 5—8‰ od troškova voda, dok za armor-rada oni iznose 7 do 10‰. Uštede na nekom vodu iznosile su 16‰, jer je bilo moguće srednje godišnje naprezanje povećati od 18% na 24% prekidne čvrstoće užeta. Time se želilo pokazati, da je primjena prigušivača ekonomična.

Karlo Fišer, dipl. ing.

Posebne sigurnosne mjere kod gradnje cjevovoda u trasi vodova visokog napona

U gusto naseljenim područjima teško je odrediti trasu za cjevovod, a naročito kad to treba brzo izvršiti. Često je najjednostavnije upotrijebiti trasu voda visokog napona, te je u posljednje vrijeme bilo više takvih slučajeva.

U članku »Posebne sigurnosne mjere kod gradnje cjevovoda (pipelines) u trasi vodova visokog napona«, Elektrizitätswirtschaft, br. 6, 1964., Böcker i Herzig opisuju poteškoće, na koje se nailazi i rješenja primijenjena u Njemačkoj prilikom prve takve gradnje cjevovoda između Freiburga i Mannheima. Ovaj je cjevovod položen paralelno s dalekovodima napona 220 i 110 kV. Prilagođivanje postojećoj trasi i provedene mjere sigurnosti doveli su do poskupljenja cjevovoda, ali je za ovakvo rješenje odlučno bilo kratko trajanje projektiranja i ušteda na vremenu za pregovore sa vlasnicima zemljišta.

Električne nesimetrije dalekovoda i nesimetrični razmaci između vodiča dalekovoda i cjevovoda prouzrokuju u cjevovodu induktivne i kapacitivne napone, koji mogu ugroziti montažno osoblje kod polaganja cjevovoda.

Montaža cjevovoda vrši se pod sličnim okolnostima kao polaganje druge trojke dalekovoda, kad je prva trojka već u pogonu. Kod gradnje dalekovoda ovo se smatra normalnim montažnim radom, pri čemu se provode zaštitne mjere, koje osiguravaju, da samo vrlo rijetko dolazi do teških nesreća.

Oslanjajući se na njemačke propise VDE 0105 (7), 0108 (8) i 0210 (10) kod polaganja cjevovoda u trasi vodova visokog napona određene su slijedeće naročite mjere:

1. Općenito se smiju radovi izvoditi ispod vodova pod naponom samo onda, ako nema opasnosti da dođe do dodira vodiča sa cijevima, kranovima za montažu i slično. Ako se to ne može osigurati, treba iskopčati vodove. Kod vodova napona 1 kV ili višeg smatra se dodirom već približenje na udaljenost manju od minimalne sigurnosti udaljenosti (VDE 0101, tablica 1 i 4).

2. Prije početka radova radnike temeljito upoznati s mogućim opasnostima.

3. Kod rukovanja alatom i montažnim uređajima kao i kod transporta cijevi pomoću montažnih uređaja u blizini ili ispod vodova visokog napona potreban je najveći oprez, kako ne bi došlo do suviše velikog približenja vodičima pod naponom.

Alat i montažni uređaji moraju biti na slijedećoj udaljenosti od vodiča pod naponom:

Nazivni napon kV	Približenje m
1 do 45	1,50
preko 45 do 110	2,00
preko 110 do 150	2,30
preko 150 do 220	2,85
preko 220 do 300	3,10

4. Svi metalni dijelovi montažnog uređaja moraju biti dobro vodljivo spojeni. Ako takav uređaj dođe u dodir s vodičem pod naponom, osoblje koje se ne nalazi na uređaju mora se brzo udaljiti iz zone opasnosti. Osoblje koje se nalazi na uređaju nije u opasnosti, ali ne smije napustiti uređaj, dok se ovaj nalazi pod naponom. Ako je moguće, uređaj treba napustiti zonu opasnosti pomoću vlastitog pogona.

5. Uz trasu cjevovoda postavlja se u zemlju na svakih 50 m štapni uzemljivač dužine 2 m, koji ima dobro vodljivi spoj sa cijevi. Bakreni spojni vod mora biti pomičan i presjeka najmanje 16 mm² ili od drugog metala odgovarajućeg presjeka. Spoj sa uzemljenjem smije se prekinuti samo u slučaju, kad je nemoguće da osoblje dođe u dodir sa cjevovodom. To je npr. slučaj, kad je cjevovod ukopan.

6. Osoblje i prolaznike treba upozoriti na opasnost natpisima.

7. Varioci moraju izvršiti svoj rad stojeći na potencijalnoj rampi, metalnoj rešetki 75 x 150 cm, koja je dobro vodljivo spojena sa cjevovodom. Za vrijeme rada varioci ne smiju napustiti rampu.

8. Montažno osoblje mora nositi gumene čizme i rukavice.

9. Najmanja udaljenost između uzemljivača stupa i cjevovoda treba da iznosi 2 do 3 m.

10. Dizalice i montažna kola s gumenim točkovima treba opremiti povlačnim lancima ili užetima, koja spajaju okrilje sa zemljom, kako bi se kod vožnje pod dalekovodom izbjegli kapacitivni naponi.

11. Za vrijeme oluje obustavljaju se radovi na cjevovodu.

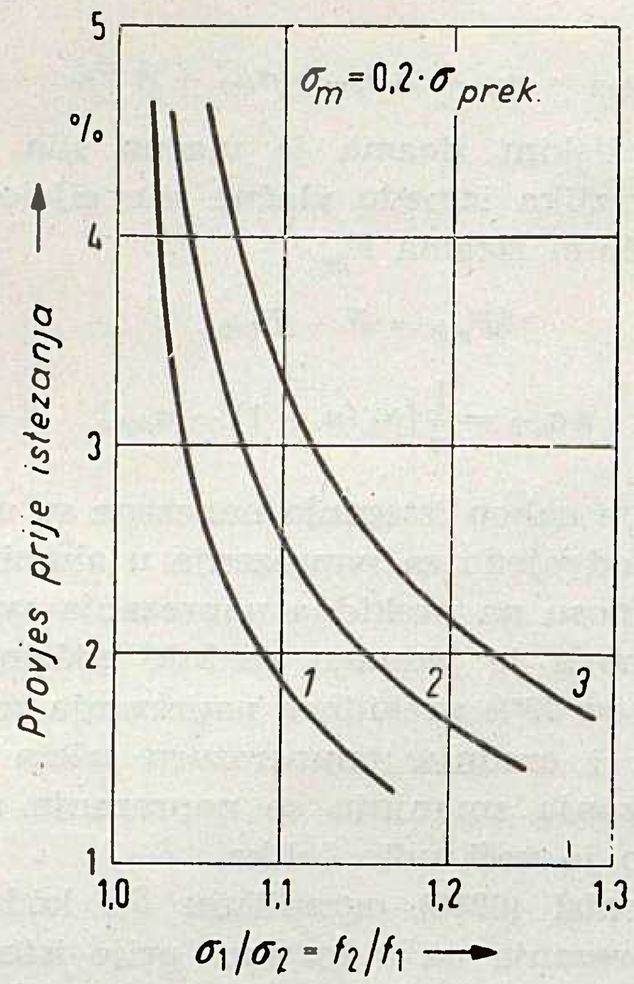
Karlo Fišer, dipl. ing.

Istezanje dalekovodnih užeta

Problemi vodova visokih napona postali su već odsudni za pogon elektroprivrednih postrojenja. Stoga je Udruženje njemačkih električnih centrala (VDEW) svoje godišnje zasjedanje 1964. g. u Nürnbergu posvetilo potpuno problemu dalekovoda. Časopis *Elektrizitätswirtschaft* u svom broju 25, 1964. g., donio je opsežan izvještaj o tom zasjedanju. O problematici dalekovoda među ostalima iznio je u diskusiji W. Brückner (Erlangen) i rezultate proračunavanja istezanja dalekovodnih užeta.

Ova užeta istežu se tokom godina i produžuju se preko granice elasticiteta. Ove trajne promjene dužine rastu sa vlačnim naprezanjem δ, temperaturom t i sa vremenom. Kao posljedica toga nastaje povećanje provjesa Δf, uslijed čega se smanjuje zatezanje užeta za iznos $\Delta\delta$.

Sl. 1. Provjes užeta f_1/s i naprezanje užeta prije istezanja; utjecaj istezanja kao funkcija provjesa užeta prije istezanja (u % raspona)



Rezultati pokusa omogućuju, da se unaprijed odredi trajno istezanje aluminijskih i alučeličnih užeta, sa dovoljnom tačnošću za praktičnu upotrebu. Naprezanje užeta temperatura i vrijeme od odlučnog su utjecaja na istezanje, tj. naprezanje užeta kod srednje temperature δm. Kratkotrajna jača ili slabija opterećenja ili temperature imaju malo utjecaja na konačnu vrijednost istezanja. Konačne vrijednosti istezanja k_{max} nakon deset godina i nakon jedne godine, kod srednje temperature od 20°C, iznose oko:

za $\sigma_m = 15\,^0/_0$ od σ_{prek}; $k_{max} = 0{,}42\,^0/_{00}$; $k_{1\,god} = 0.26\,^0/_{00}$

za $\sigma_m = 20\,^0/_0$ od σ_{prek}; $k_{max} = 0{,}56\,^0/_{00}$; $k_{1\,god} = 0{,}34\,^0/_{00}$

za $\sigma_m = 25\,^0/_0$ od σ_{prek}; $k_{max} = 0{,}71\,^0/_{00}$; $k_{1\,god} = 0{,}42\,^0/_{00}$

Dozvoljena je interpolacija međuvrijednosti.

σ_m je srednje godišnje naprezanje (every day stress, EDS).

Istezanje se manifestira u produženju užeta za svega nekoliko centimetara i u većoj promjeni provjesa i time vlačnog naprezanja. Povećanje provjesa izračuna se iz pojednostavnjene jednadžbe za dužine luka parabole.

$$L_1 = s + \frac{8}{3}\frac{f^2}{s}$$

gdje je:

L_1 dužina parabole prije istezanja, s raspon
f provjes u polovici polja
δ_m zatezanje užeta kod srednje temperature

Indeks: 1 prije istezanja, 2 poslije istezanja.
Produženje nakon istezanja iznosi:

$$L_2 - L_1 = k\,L_1 = \frac{8}{3}\frac{1}{s}\left(f_2^2 - f_1^2\right);$$

iz toga slijedi:

$$f_2^2 - f_1^2 = k\,L_1\,\frac{3s}{8};$$

Uz $k \cdot L_1 \simeq k \cdot s$ i uz $f_1^2 = p^2\,s^2$, $p = \frac{f_1}{s}$,

tj. p označuje koliko je f_1 u usporedbi sa rasponom s:

$$\frac{f_2^2}{f_1^2} = 1 + \frac{k}{p^2}\frac{3}{8} \approx \frac{\sigma_{m1}^2}{\sigma_{m1}^2}$$

Za $\frac{f_1}{s} = \frac{s\,\gamma}{8\,\sigma_{m1}} \cdot 10^{-3}$ i za vrijednost istezanja nakon jedne i deset godina rezultiraju naprezanja i promjene provjesa iz sl. 1 za $\delta_m = 0{,}2 \cdot \delta_{prek}$.

Naprezanje užeta δ_2 opadaju kod raspona većih od 250 m i presjeka većih od 200 mm² samo za najviše 15%. Kod malih raspona i malih presjeka razlika je veća. Za utvrđivanje povećanja konačne vrijednosti istezanja uslijed opadanja vlačnog naprezanja treba odrediti k pomoću srednje vrijednosti $(\delta_{m1} + \delta_{m2})$ 0,5. Sl. 1 pokazuje promjene nakon jednog tjedna, jedne godine i nakon 10 godina u ovisnosti od provjesa užeta prije istezanja.

Kod istezanja, gdje nastupaju trajne promjene oblika, dolazi u alučeličnim užetima do promjena naprezanja u pojedinom materijalu. Aluminij se znatno jače isteže nego čelik i smanjuje svoje naprezanje na račun čelika, kojemu se naprezanje povećava.

Za određivanje sigurnosti pojedinog materijala, potrebno je utvrditi promjene naprezanja materijala uslijed istezanja u aluminijskim i čeličnim žicama. Kod kratkotrajnih opterećenja užeta naprezanja se odnose kao moduli elastičnosti zbog jednakih istezanja ε.

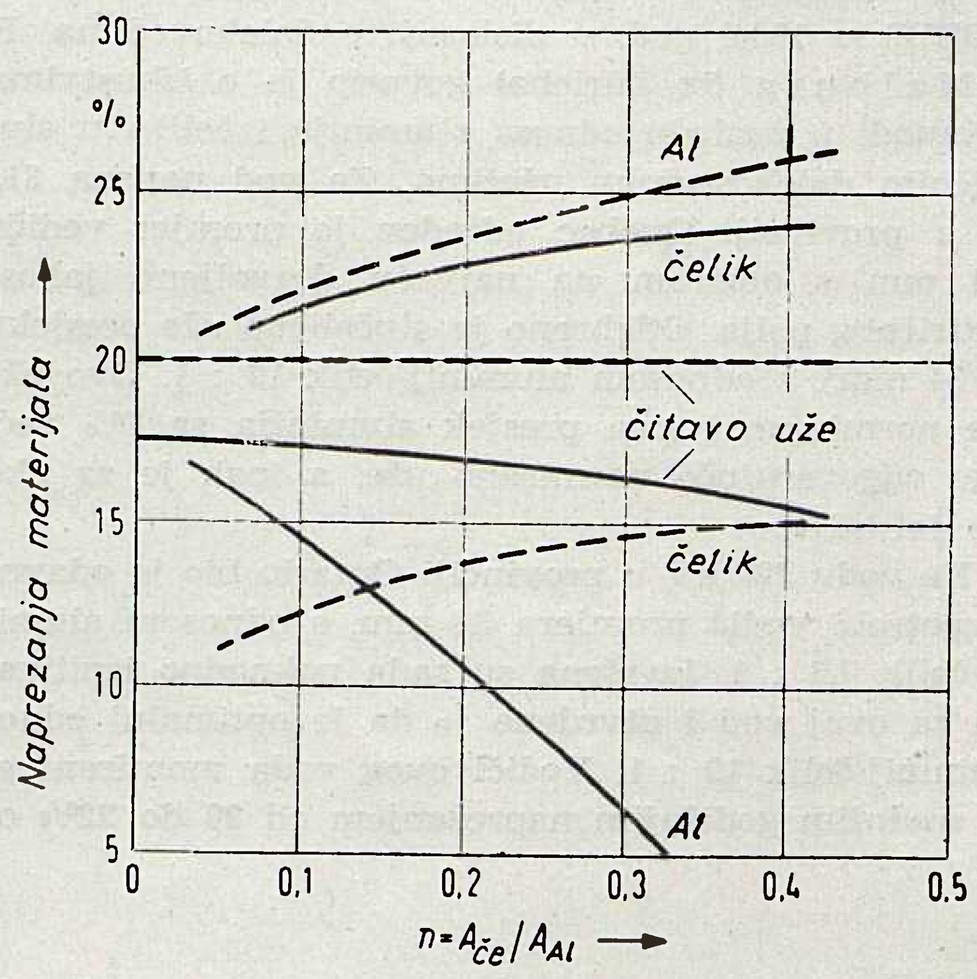
$$\frac{\sigma_{al}}{\sigma_{če}} = \frac{\varepsilon\,E_{al}}{\varepsilon\,E_{če}} = \frac{E_{al}}{E_{če}} = 0{,}28$$

Budući da je

$$\sigma_{al} = \frac{1+n}{E_{če}/E_{al} + n} = m\,\sigma$$

Iz toga slijedi:

$$\sigma_{če} = \frac{\sigma_{al}}{0{,}28} = \frac{m}{0{,}28}\,\sigma$$



Sl. 2. Naprezanje materijala $\sigma/_{prek}$ (u % prekidnog naprezanja) u alučelnim užetima. Naprezanja u aluminiju i čeliku prije istezanja (crtkane krivulje) i nakon istezanja (izvučene krivulje) u ovisnosti od udjela čelika. Presjek aluminija 185 mm². Raspon 300 m

gdje je:

δ = vlačno naprezanje cijelog užeta;
$n = A_{al}/A_{če}$
A = presjek odnosnog materijala
E = modul elastičnosti: $E_{al} = 0{,}56 \cdot 10^6$ kp/cm²;
$E_{če} = 2 \cdot 10^6$ kp/cm².

Za različite odnose presjeka prije istezanja vrijede slijedeće vrijednosti:

$n = A_{al}/A_{če}$	1,4	4,3	6,0	7,7	11
početni modul elastičnosti 10^6 kp/cm²	1,16	0,83	0,77	0,72	0,68
$\sigma_{al}/\sigma = m$	0,49	0,68	0,74	0,78	0,82
$\sigma_{če}/\sigma = m/0{,}2$	1,75	2,43	2,64	2,78	2,85

Na osnovu naprezanja užeta δ može se odrediti naprezanje prije istezanja u aluminijskim i čeličnim žicama.

U sl. 2 su crtkano prikazana naprezanja u aluminiju i čeliku u ovisnosti od udjela čelika. Aluminijski presjek je konstantan i iznosi 185 mm².

Utjecaj istezanja na pogonsku sigurnost užeta vidljiv je iz promjene naprezanja u aluminijskim i čeličnim žicama. Kod toga naprezanja u čeličnim žicama raste za

$$k\,E_{če} = \Delta\,\sigma_{če}; \quad \Delta\,\sigma_{če} = \sigma_{če2} - \sigma_{če1};$$

pri čemu je pretpostavljeno, da nema istezanja čeličnih žica. Ukupno naprezanje u čeličnim žicama iznosi dakle

$$\sigma_{če2} = \sigma_{če} + \Delta\,\sigma_{če} = \sigma_{če1} + k\,E_{če}\,.$$

U aluminijskim žicama je vlačna sila F_{al}, koja slijedi kao razlika između vlačne sile cijelog užeta i vlaka u čeličnim žicama $F_{če}$.

$$F_{al2} = F - F_{če2}\,,$$

$$\text{a}\ \sigma_{al2} = \frac{1}{n}\,[\sigma_2\,(n+1) - \sigma_{če2}]$$

Naprezanja nakon istezanja nanesena su u sl. 2 kao pune linije, odvojeno za naprezanja u aluminiju i čeliku, a u odnosu na prekidna naprezanja svakog materijala. Osnova je jednako srednje godišnje naprezanje (EDS) od 20% prekidnog naprezanja za sve presjeke užeta i srednju temperaturu užeta od 20°C. Uslijed istezanja smanjuju se naprezanja aluminija, naročito ako je veći udio čelika.

VDE propisi (0210) ograničuju δ_{al} kod najvećeg vlačnog naprezanja na 8 kp/mm² prije istezanja, što više nije dovoljno. Također se ne preporučuje konstantno srednje godišnje naprezanje δ_m za sve čelične dijelove, jer je za pogonsku sigurnost mjerodavno naprezanje aluminijskih žica, koje je kod velikog udjela čelika niže, a kod malog udjela čelika više nego se može preporučiti.

Istezanje dalekovodnih užeta ne može se zanemariti kod montaže, pa ni kod određivanja naprezanja užeta.

Karlo Fišer, dipl. ing.

Nenormirana alučelična užeta za vodove vrlo visokog napona

Na zasjedanju Zajednice njemačkih elektrana (VDEW) u 1964. god. u diskusiji o dalekovodima, P. G. Malburg (iz Züricha) govorio je o iskustvima u Kanadi u pogledu odnosa aluminija i čelika u alučeličnim dalekovodnim užetima. Za vod napona 315 kV u provinciji Quebec određen je promjer vodiča 35,4 mm s obzirom na najveću dozvoljenu jakost električnog polja. Odabrano je alučelično uže presjeka 655/34 mm², s odnosom aluminij/čelik 19 : 1. Ovo uže nije normirano i ima presjek aluminija za 7% veći nego odgovarajuće normirano uže, a ipak je za oko 4% jeftinije.

Na vodu 220 kV u provinciji Ontario bio je odavno u upotrebi vodič promjera 34 mm, s odnosom aluminij/čelik 7,7 : 1. Izvršena su sada naknadno ispitivanja za ovaj vod i utvrđeno je da je optimalni odnos aluminij/čelik 19 : 1. Vodiči ovog voda montirani su sa srednjim godišnjim naprezanjem od 20 do 22% od prekidne čvrstoće užeta, a zaštićeni su prigušivačima vibracija.

U međuvremenu došlo je do velike primjene užeta s malim udjelom čelika. U prvom projektu voda 750 kV za poduzeće »Quebec-Hydro« odlučeno je upotrebiti snop od 4 vodiča promjera užeta 35,4 mm i to isto uže odnosa aluminij/čelik 19 : 1 kao što je prije deset godina upotrebljeno za vod 315 kV.

U provinciji Ontario pušten je nedavno u pogon vod napona 500 kV sa četiri vodiča u snopu, gdje je promjer vodiča svega 22,9 mm. Nakon temeljitih ispitivanja, kod čega su uzete u obzir i promjene troškova za stupove različitih tipova užeta, opet je odabrano uže s odnosom aluminij/čelik 19 : 1.

Pokazalo se tako, da užeta s velikim udjelom aluminija mogu imati prednosti kod mnogih vrsta vodova.

Karlo Fišer dipl. ing.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 621.313.32.004.2
Die Anpassumg der Dimensionierung der Synchronmaschine an die Betriebsbedingungen
Bull. SEV 56 (1965) No 11, 428—429.

DK 621.313.322-81
Optimierung auf kleinste Ventilations- und Stromwärmeverluste bei gasgekühlten Läufern von Grossturbogeneratoren
G. Neidhöfer
ETZ-A 86 (1965) No 11, 353—360.

DK 621.314.015
Urovni izoljacii transformatorov na vysokie naprjaženija
Električestvo 85 (1965) No 4, 85—88.

DK 621.314.2.004.28
Über die Entstehung von Schwingungen und Geräuschen in Leistungstransformatoren
B. Narolski
Energetyka (Polj.) 19 (1965) No 5, 142—146.

DK 621.314.2.63
Osobennosti ekspluatacii raspredeliteljnyh transformatorov v seljskom hozjajstve
A. A. Pjastolov
Energetik 13 (1965) No 6, 1—3.

DK 621.314.21
Zur Vereinheitlichung der 16 kV-Verteiltransformatoren
R. Wild
Bull. SEV 56 (1965) No 9, 353—356.

DK 621.314.228
K teorii regulirovanija naprjaženija transformatora drosseljami nasyšćenija
R. N. Urmanov
Elektromehanika 8 (1965) No 2, 146—157.

DK 621.315.1
Neue Betriebsanweisungen für elektrische Freileitungen
Energetyka (Polj.) 19 (1965) No 3, S. 91.

DK 621.315.1
Kosten des Energietransportes
F. Dommann
Bull. SEV 56 (1965) No 8, 324—325.

DK 621.315.1
Ešče raz o zazemlenii odnostoečnyh železobetonnyh opor linij elektroperedači
Ja. A. Cirelj
Energetik 13 (1965) No 6, 21—23.

DK 621.315.1.004.63.65
Pokazateli udeljnoj povreždaemosti seti 35 kV
Ja. A Cirelj
Električeskie stancii 36 (1965) No 6, 59—62.

DK 621.315.14
Die Spannungsverteilung im Verbundseil
R. Bohner
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 9, 230—235.

DK 621.315.2
Current rating of electric cable — the effect of new materials
S. Bryant
G. E. C. Journal 32 (1965) No 1, 11—14.

DK 621.315.2
Protection of Power Cables Against Corrosion
D. McAllister
Electrical Review 178 (1965) No 20, 744—748.

DK 621.315.211.2
O dopustimyh nagruzah na silovye kabeli s vjazkoj propitkoj
R. Ja. Fedosenko
Električestvo 77 (1965) No 5, 30—35.

DK 621.315.233
Wärmedurchgang von erdverlegten Starkstromkabeln
S. Bladowski
Energetyka (Polj.) 19 (1965) No 3, 76—78.

DK 621.315.624
Konstrukcija linejnyh tareločnyh izoljatorov i mokro-razrjadnoe naprjaženie girljand
E. V. Kalinin
Električeskie stancii 36 (1965) No 6, 63—66.

DK 621.315.66
Einige Hinweise zur Holzmaststatistik
J. Tuercke
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 7, 172—177.

DK 621.315.668.3
Ob ustanovke podfundamentnyh zazemlitelej
Ja. A. Cirelj
Električeskie stancii 36 (1965) No 4, 63—71.

DK 621.316.1
Medody rasčetov gorodskih složno-zamknutyh električeskih setej pri verojatnostno-statističeskom zadanii nagruzki
Ju. A. Fokin
Električestvo 85 (1965) No 4, 34—37.

DK 621.316.1.027.3.017
Mathematische Bestimmung der minimalen Übertragungsverluste in Hochspannungsnetzen auf dem ZRA 1
D. Hill
Institut f. Energetik Mitt. (1965) No 68, 455—460.

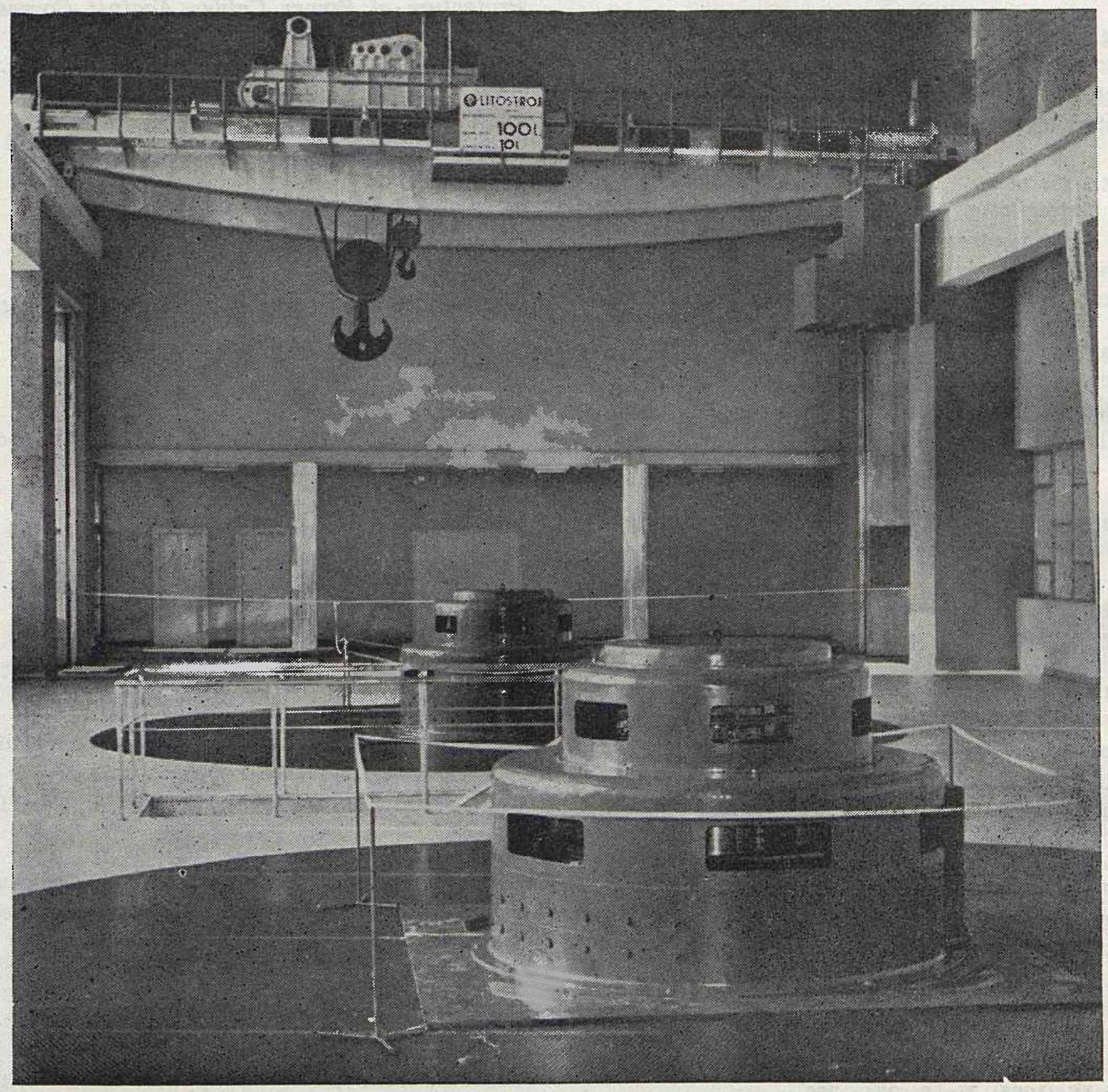
DK 621.316.13.015.2
Berechnung der Spannungseinbrüche in Drehstromnetzen bei Belastung durch Widerstandsschweissmaschinen
A. Webs
ETZ-A 86 (1965) No 7, 205—212.

»ELEKTROOPSKRBA«

PODUZEĆE ZA NABAVKE ELEKTROPRIVREDE NR HRVATSKE

ZAGREB, GUNDULIĆEVA 32, TELEFON 34-641

Dobavlja kompletnu strojarsku i elektroopremu za hidroelektrane iz domaće proizvodnje i uvoza



Do sada smo opremili slijedeće hidroelektrane:

HE NIKOLA TESLA • HE GOJAK • HE PERUĆA • HE SPLIT

Opremamo **HE SENJ**

DK 621.316.37
Mittelspannungs-Schaltanlagen
H. Zimmermann
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 9, 240—242.

DK 621.316.37
110-kV-Freiluft-Schaltanlagen und 20-kV-Innenschaltanlagen der Elektrizitätswerk Mittelbaden AG, Lahr
H. Laurick
BBC-Nachrichten 47 (1965) No 6, 290—294.

DK 621.316.37 : 621.398
Die BBC-Tastenanwahlsteuerung für programmgesteuerte Schaltanlagen
K. H. Hügin
BBC-Nachrichten 47 (1965) No 5, 223—230.

DK 621.316.37
Raumsparende Mittelspannungs-Kleinschaltanlage
H. Flöth
ETZ-B 17 (1965) No 12, 350—354.

DK 621.316.37/5
Anwendung von Lastschaltern raumsparender Bauart bei Netzstationen Reihe 20
W. Heeger
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 8, 197—201.

DK 621.316.57
Fehlerschutzschalter mit vielseitiger Anwendungsmöglichkeit und Kurzschlussschaltvermögen
G. Prade
E. u. M. 82 (1965) No 4, 185—191.

DK 621.316.57
Kann der Fehlerstromschutzschalter die Technik des Berührungspannungsschutzes revolutionieren?
G. Biegelmeier
E. u. M. 82 (1965) No 4, 149—160.

DK 621.316.727.027.6
Geregelte Blindstrom-Kompensationsanlage für Mittelspannung
N. Brachthäuser
BBC-Nachrichten 47 (1965) No 5, 237—241.

DK 621.316.923
Gewittersicherheit von Mittelspannungs-Freileitungen
K. Wesche
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 11, 310—313.

DK 621.316.925.1
Zašćita ot zamykanij na zemlju rotora generatora s ventiljnym vozbuditelem
G. B. Černikov
Električestvo 77 (1965) No 5, 38—44.

DK 621.316.925.2
Ustanovka korotkozamykatelja vne zony dejstvija differencijaljnoj zašćity transformatorov
F. V. Malafeev
Energetik 13 (1965) No 6, 20—21.

DK 621.316.933
Überspannungsableiter Typ AHS für Nennspannung 10 bis 180 kV
A. Gerhard
AEG-Mitt. 55 (1965) No 2, 86—89.

DK 621.316.99
Der Hauserder, eine neue Form der Schutzerdung
W. Bulla
E. u. M. 82 (1965) No 4, 161—165.

DK 621.316.99.001.5
Niederspannungs-Betriebserdungen in gebirgigen Gegenden
H. Hausegger
E. u. M. 82 (1965) No 4, 165—168.

DK 621.316.99.003.1
Erdungsprobleme in genullten Netzen
H. Huber
E. u. M. 82 (1965) No 4, 177—181.

DK 621.316.99.004.2
Gedanken über Schutzmassnahmen
R. Heller
E. u. M. 82 (1965) No 4, 168—172.

DK 621.316.993
O zavisimosti soprotivlenija zazemlenija ot razmerov zazemljitelja
M. R. Najfeljd
Električestvo 85 (1965) No 4, 89—90.

DK 621.317.361 : 621.311.153
Verfahren zur Messung der Eigenfrequenz und des Überschwingfaktors der beim Ausschalten von Kurzschluss-Strömen auftretenden transistorischen wiederkehrenden Spannung
P. Geng
Bull. SEV 56 (1965) No 11, 423—427.

DK 621.362
Erzeugung elektrischer Energie durch Direktkonversion
H. Späth
Praktische Energiekunde 13 (1965) No 1, 12—21.

DK 621.365.4 : 697.27
Planung und Betrieb einer Nachstrom-Speicherheizung als Vollheizung in einem Sechsfamilienhaus
H. Liebert
Heiz.-Lüft.-Haustechn. 16 (1965) No 5, 177—186.

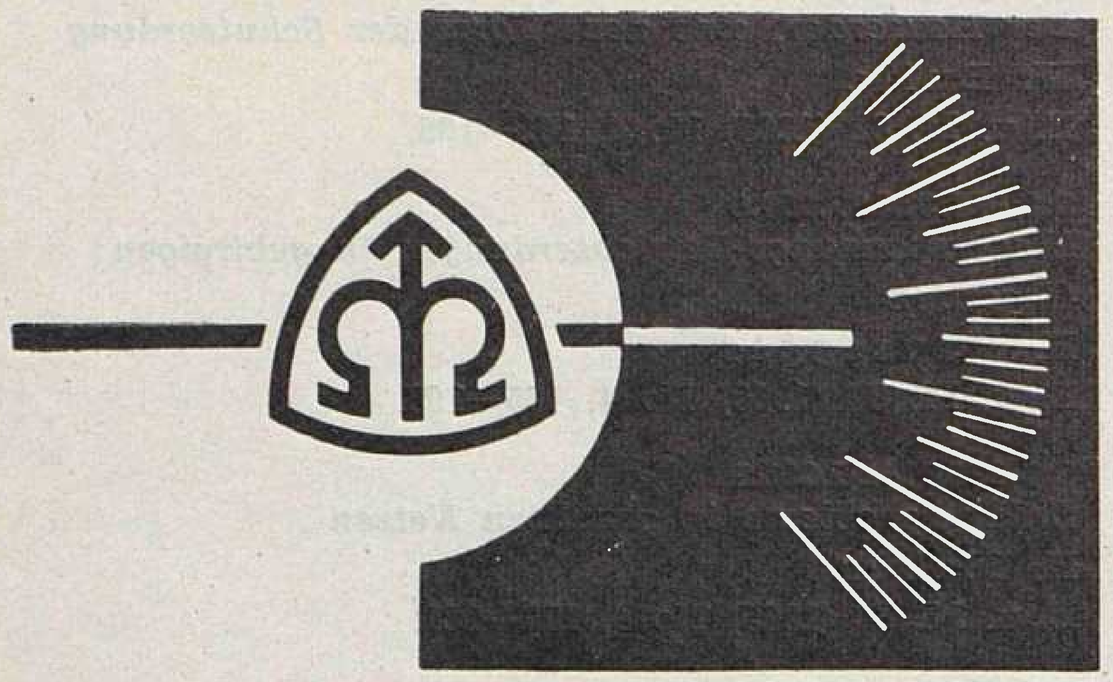
DK 621.365.4 : 644.1
Die elektrische Raumheizung im Jahre 1965
P. Borstelmann
Elektrowärme 23 (1965) No 4, 133—138.

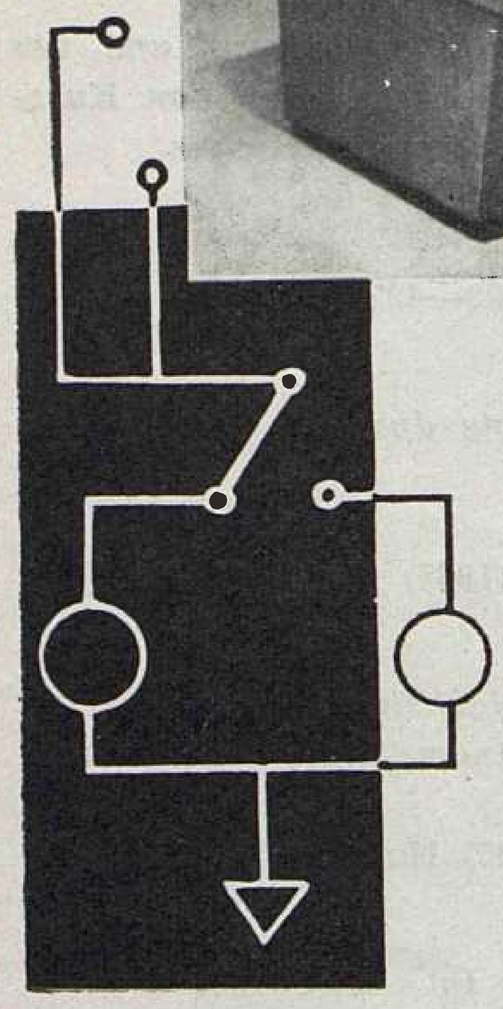
DK 628.9
A Lesson in Lighting Presentation
A. Wilcock
Electrical Review 176 (1965) No 22, 829—832.

DK 658.26 : 300.565
K voprosu o rasčetah električeskij setej žilišćno-obšćestvennoj zastrojki
R. Ja. Fedosenko
Električestvo 85 (1965) No 4, 25—28.

DK 681.14 - 523.8
Das Rechenzentrum der Zentralen Entwicklung und Forschung und seine Arbeiten
K. Anke
Siemens-Z. 39 (1965) No 5, 537—540.

Ivan Šimurina





MJERNI STROJ ISTOSMJERNE STRUJE TIP QSAV ss

Mjerni stol je posebno namijenjen elektrotehničkim laboratorijima, pogonima, ispitnim pogonima i proizvodnim pogonima, zatim za ispitivanje, justiranje i baždarenje aparata istosmjrene struje. Uređaj omogućava laganu i preciznu regulaciju struje i napona. Istosmjerni napon može se stalno regulirati do 1000 V a istosmjerna struja do 150 A. Stol se sastoji od jednog naponskog i jednog strujnog dijela. Naponski dio može se najzgodnije napajati iz sabirnih baterija 1000 V s odvojcima kod 2,5 — 10 — 50 — 250 V. Strujni dio dozvoljava podešavanje struja po volji od 50 mA do 150 A.

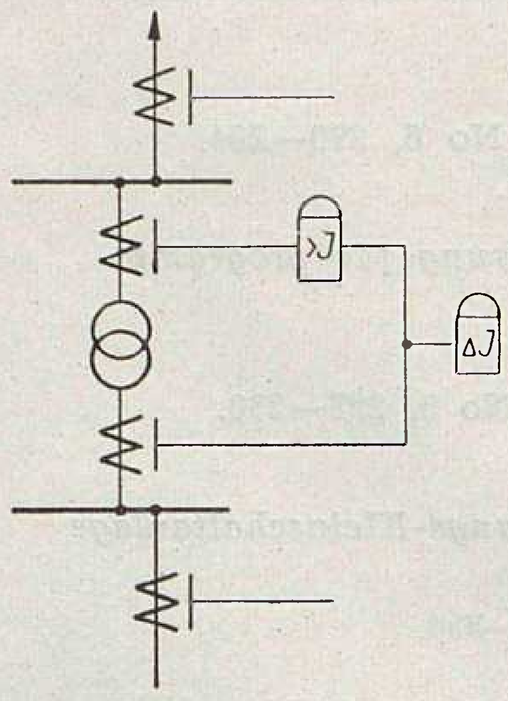
Težina stola iznosi oko 160 kg. Dimenzije: širina 170 cm, dubina 110 cm, visina 108 cm.

Izvozi **KOVO**

PRAHA — ČEHOSLOVAČKA

Zastupnik za SFRJ: KONTINENTAL — Beograd, Terazije 27/III; Zagreb, Proleterskih brigada 60

Što vrijede zaštitni uređaji, ako nisu ispravni?



Zato Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, objavljeni u Sl. listu FNRJ od 6. 2. 1957. u točci 3. 5. 4. nalažu: *Djelovanje zaštite ispituje se za vrijeme pogona mjesečno, ako za to postoje uvjeti; u protivnom jedanput godišnje.*

Čime ispitivati releje?

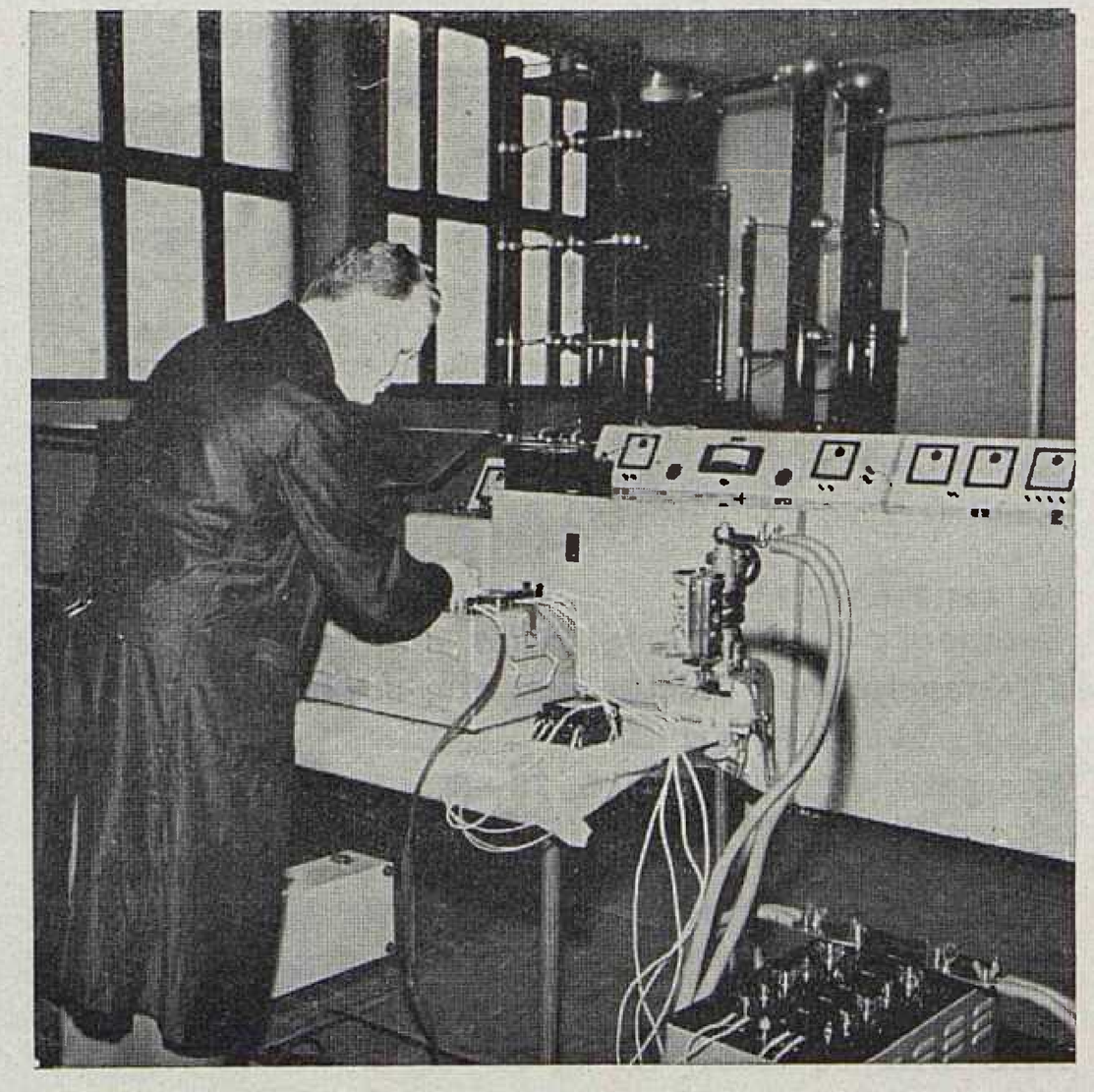
Domaće uređaje za ispitivanje releja izrađuje Institut za elektroprivredu u Zagrebu.

Dvije serije uređaja već se nalaze u eksploataciji kod distributivnih poduzeća. Pomoću ovog uređaja mogu se ispitivati primarni i sekundarni nadstrujni releji te njihovi vremenski članovi.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA, a maksimalna trajna struja 1000 A.

Narudžbe šaljite na naslov:
INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37, p. p. 451.

Uređaj za ispitivanje releja I R — 2 S u eksploataciji.



D. Kaiser: *Elektrotehnički priručnik.* Treće znatno prerađeno i prošireno izdanje. Izdanje Tehničke knjige, Zagreb, 1964. 721 strana (bez oglasnog dijela), format 20 × 14,5, tvrdo uvezano u platno. Cijena 7.000.— dinara.

Poznati elektrotehnički priručnik D. Kaisera izašao je već u trećem izdanju (prvo je izašlo 1953. godine), što najbolje ukazuje na vrlo dobar prijem na koji je ova vrlo korisna knjiga naišla među našim elektrotehničkim stručnjacima. Ona je, naime, pisana i sastavljena tako da pruža podatke i upute koje može koristiti širi krug elektrotehničara, od kvalificiranog radnika do inženjera. Može se dapače kazati i to, da može vrlo dobro poslužiti i tehničarima srodnih struka.

Kako se Priručnik oslanja na jugoslavenske propise i standarde, međunarodne preporuke i našu tehničku praksu uopće, autor je u trećem izdanju posvetio punu pažnju aktualizaciji i usklađivanju s najnovijim tehničkim stanjem na ovom području.

Budući da je Priručnik među našim elektrotehničkim stručnjacima u svojim dosadašnjim izdanjima vrlo poznat smatramo da nije potrebno govoriti o njegovim koncepcijama, razdiobi i obradi materijala.

Mnogo je interesantnije osvrnuti se na važnije razlike između ovog trećeg i prethodnog drugog izdanja. U slijedećem pregledu to je učinjeno po poglavljima.

Poglavlje »Matematika« dopunjeno je matematičkim oznakama, matematičkim nazivima, formulama za približno računanje, kompleksnim brojevima, hiperbolnim funkcijama, derivacijama i integralima. Ostalo gradivo je donekle prerađeno i dopunjeno.

Poglavlje »Veličine, jedinice i oznake« jako je prerađeno. Sasvim je nov odsječak o veličinama i jednadžbama (veličinskim, prilagođenim veličinskim i brojčanim). Jedinice se baziraju na novom Zakonu o mjernim jedinicama i mjerilima iz 1961. god. Faktori za preračunavanje CGS — jedinica i starih tehničkih jedinica u Giorgijeve ispušteni su (jer su odnosi između važnih jedinica dani na drugom mjestu) i zamijenjeni definicionim jednadžbama i komentarom.

Poglavlje »Opća elektronika« dopunjeno je simboličkim računom i metodom simetričnih komponenata, grafički simboli su prerađeni i dopunjeni, koordinacija izolacije je posve prerađena na osnovu novih standarda JUS, preporuka IEC i propisa VDE. Vrste mehaničke zaštite el. naprava ažurirane su s obzirom na nove jugoslavenske propise i propise VDE.

Posve su prerađeni i nadopunjeni podaci o dozvoljenim naprezanjima materijala, termodinamika je nadopunjena i jako prerađena.

Poglavlje »Materijali« je ažurirano s obzirom na nove propise, a posve je prerađeno u dijelu koji govori o čeliku, valjanim i vučenim čeličnim proizvodima, bakrenim i aluminijskim legurama budući da su u međuvremenu izašli jugoslavenski propisi. Ranije ih nije bilo, pa su raniji podaci bazirani na DIN.

Poglavlje »Električni strojevi« prekomponirano je tako da su sada najprije navedeni podaci iz propisa i standarda kao i opći podaci, a onda podaci o strojevima jugoslavenske proizvodnje. Sasvim je nov odsječak o vladanju elektromotora u promjenljivim pogonskim uvjetima, a jako su prerađeni mnogi odsječci s obzirom na nove preporuke IEC iz 1960. i propise VDE iz 1959. god. Nadopunjeni su i djelomično sasvim prerađeni ili nanovo napisani odsječci koji daju podatke o strojevima domaće proizvodnje (s obzirom na novu proizvodnju), a posve je nanovo napisan odsječak o četkicama.

U poglavlju »Transformatori« provedene su znatne izmjene i dopune s obzirom na to da je u međuvremenu izašao JUS o transformatorima. Podaci o jugoslavenskim transformatorima odnosili su se ranije samo na podatke tvornice »Rade Končar«, a sada su obuhvaćeni svi jugoslavenski proizvođači.

Tekst o usmjerivačima dopunjen je podacima o silicijskim usmjerivačima, a uz tekst o kondenzatorima dodani su podaci o pojedinačnoj, grupnoj i centralnoj kompenzaciji.

U poglavlju o akumulatorima i galvanskim člancima revidiran je tekst uz niz izmjena. Za alkalijske akumulatore dani su podaci iz naše umjesto strane proizvodnje.

Poglavlje »Nadzemni vodovi« usklađeno je i prerađeno prema jugoslavenskim propisima za gradnju nadzemnih vodova iz 1960., jugoslavenskom standardu za ispitivanje izolatora, te nekim drugim novoizašlim jugoslavenskim standardima za opremu nadzemnih vodova.

Poglavlje o kabelima i izoliranim vodovima jako je prerađeno i dopunjeno. Oznake su usklađene s novim standardom JUS, ali su svagdje navedene i ranije oznake JUS, JELKO i VDE. Dano je više podataka o kabelima naše proizvodnje, o dozvoljenom opterećenju i polaganju kabela.

Poglavlje o rasklopnim i razvodnim postrojenjima također je usklađeno s novim podacima o aparatima visokog napona, dodani su dijagrami za određivanje opteretivosti kabela i nadzemnih vodova strujom kratkog spoja, a i ostali tekst je revidiran i dopunjen.

U poglavlju o električnim instalacijama najvažnija promjena je u dijelu, koji se odnosi na zaštitu od previsokog dodirnog napona. Taj je dio posve nanovo napisan te je mnogo iscrpniji nego ranije.

U poglavlju »Električna mjerenja i zaštita« provedeno je mnogo promjena, jer je u međuvremenu izašao JUS o mjernim instrumentima iz 1962. i publikacija IEC iz 1960. godine te novi propisi VDE o mjernim transformatorima koji se i u nas primjenjuju (JUS nema, IEC zastario). Podaci o mjernim instrumentima, brojilima, mjernim transformatorima i relejima usklađeni su s novim proizvodima naše industrije te je tekst u vezi s tim velikim dijelom nanovo napisan.

Poglavlje o električnoj rasvjeti prerađeno je i usklađeno s JUS iz 1963., »Dnevno i električno osvje-

tljenje prostorija u zgradama«, te s novim podacima jugoslavenske industrije sijalica.

Poglavlje »Potrošnja električne energije« revidirano je bez nekih izmjena. Novo je napisan odsječak o grijačima vode i pripremi tople vode.

Poglavlje o energetici zadržalo je raniji raspored, ali je sasvim revidirano i sadrži podatke o proizvodnji, potrošnji i instaliranim kapacitetima koji su bili dostupni do štampanja priručnika.

Poglavlje »Remenski prijenos« u manjoj je mjeri revidirano s obzirom na JUS iz 1963. o klinastom remenju.

Poglavlje »Razno« znatno je prošireno te sadrži niz novih podataka (standardi JUS, preporuke IEC i ISO, JEK, SMEATJ, znak kvaliteta SMEJ, kratice jugoslavenskih organizacija i standarda, novi pravni propisi važni za elektroenergetiku).

Popis literature koji je u ranijem izdanju sadržavao nazive oko 50 priručnih knjiga, povećan je tako, da ih sada sadrži oko 130.

Kao što se iz navedenog pregleda vidi, u treće je izdanje unijeto dosta promjena. Dvije trećine teksta prerađeno je u znatnoj mjeri, a djelomično je upotpunjeno i dotjerano. Opseg knjige je povećan od 632 na 721 stranicu.

Na koncu treba istaknuti dobar papir i solidnu opremu knjige, a što je vrlo važno za ovu vrstu stručnih knjiga, to je, da je korektura savjesno provedena, te se čitalac može pouzdati u brojčane podatke.

Nema sumnje da će se ovim najnovijim izdanjem popularni Elektrotehnički priručnik još jače afirmirati i da će sa svojim novim i aktuelnim podacima i nadalje biti jedan od neophodnih pomagala u stručnom radu naših elektrotehničara.

B. Markovčić

G. Scheuermann, *Verbindungselemente-Maschinenteile* Band I, Izdavač VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1964, 1. izdanje, 242 strane, 200 crteža, 74 tablice, uvez u poluplatno, cijena MDN 10,80.

Knjiga *Elementi za spajanje* predstavlja samo jedan svezak iz serije »Elementi strojeva«, koja sadrži sakupljena i sistematski sređena najnovija konstruktivna iskustva s cjelokupnog područja te struke.

Elementi strojeva zauzimaju već dulje vremena u naučno-tehničkim radovima značajno mjesto. Ti djelići koji u velikoj mjeri učestvuju u svakoj konstrukciji i čija pouzdanost ima na nju odlučan utjecaj, čine nam se često u svom sadašnjem obliku vrlo jednostavni. Trebalo je međutim utrošiti mnogo intenzivnog istraživačkog rada da ti djelići dobiju oblik koji bi odgovarao i svrsi i ekonomičnosti proizvodnje. Nova iskustva, teorije i načini proračuna mijenjali su i još mijenjaju oblike elementima strojeva, a njihova standardizacija doprinosi uštedi novaca, materijala i vremena.

Ovaj 1. svezak, vodeći računa o nabrojenim najsuvremenijim zahtjevima na elemente strojeva obrađuje poglavlja:

1. *Uvod, Materijali, Proračun čvrstoće i dopustivih napona . . .*
2. *Spojevi sa zakovicama*
3. *Spojevi sa vijcima*
4. *Spojevi sa svornjacima i zaticima*
5. *Spojevi osovina i glavina (pera i klinovi)*
6. *Opruge*

Knjiga je podjednako vrijedna kao udžbenik i kao priručnik. U uvodnom dijelu i na početku svakog poglavlja navode se najsavremenija teoretska gledanja na čvrstoću elemenata pod raznim oblicima naprezanja npr. trajno, statičko, dinamičko ili kombinirano. U mnogobrojnim numeričkim primjerima u svakom poglavlju autor daje najnovije standardne izvedbe nerazrešivih, razrešivih i elastičnih sklopova katkada sa specijalnim prednaprezanjem.

Knjiga se kao i cijela ostala serija zasniva na primjeni najnovijih njemačkih propisa i normi (vidi tablice) s tog područja, kao i na dosljednoj primjeni veličinskih jednadžbi, što olakšava memoriranje gradiva.

Tehnička oprema, naročito crteži, je na zadovoljavajućoj visini.

I. Šimurina

Z. Hanžek, *Trigonometrija u ravnini*, Izdavač Tehnička knjiga, Zagreb, 1965., 200 strana, 117 slika i crteža, uvez u poluplatno, cijena 1.000.—

Knjiga je prvobitno zamišljena kao udžbenik za studente geodezije, ali je prerasla po sadržaju u priručnik za tehničare i inženjere svih struka, koji se u svom poslu služe trigonometrijom.

Zamišljena je u dvije knjige:

I Trigonometrija u ravnini
II Sferna trigonometrija

Prva knjiga je upravo izašla, dok je druga izdana u obliku skripata u skraćenom izdanju 1963., a bit će kasnije i štampana. Trigonometrija u ravnini je podijeljena na dva dijela:

1 Goniometrija
2 Trigonometrija u ravnini

Uvod prethodi prvom dijelu i ukratko govori o predmetu trigonometrije, njenoj razdiobi i povjesnom razvoju.

Prvi dio, Goniometrija, obrađuje goniometrijske funkcije i odnose među njima. U to područje trigonometrije spadaju na primjer ustrojstvo goniometrijskih tablica, formule dvostrukog kuta, goniometrijske jednadžbe itd.

Drugi dio se dijeli na tri odsječka:

— *Trigonometrija u užem smislu*
— *Tetragonimetrija*
— *Osnovi računa o koordinatnom sustavu*

Prvi odsječak se bavi rješavanjem trokuta.

Drugi odsječak obrađuje četverokut i sadrži stavke o zatvorenom mnogokutu.

Treći odsječak govori o osnovnim pojmovima računa u koordinatnom sustavu, o ploštini trokuta i zatvorenog mnogokuta te o pojmu presijecanja naprijed i natrag (Geodezija).

Tehnička oprema i štampa knjige zadovoljava sve uobičajene tehničke i estetske zahtjeve.

I. Šimurina

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SVIBANJ I LIPANJ 1965.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. 1964.	66.991	63.541	908	17.522	67.899	81.063	69.788	42.810	+ 61	261.621
8. 1964.	80.253	73.476	679	17.403	80.932	90.879	69.682	26.566	+ 12	268.071
9. 1964.	105.605	70.324	1.075	28.316	106.680	98.640	51.312	12.238	+ 554	269.424
10. 1964.	175.179	33.563	2.097	26.416	177.276	59.983	46.119	13.053	— 9.552	286.879
11. 1964.	223.164	26.909	1.828	20.920	224.992	47.829	16.413	14.841	— 9.366	294.709
12. 1964.	272.005	30.450	2.289	23.197	274.294	53.646	867	21.447	— 6.075	344.179
Ukupno 1964.	2,008.381	613.310	17.991	231.483	2,026.372	844.803	241.803	355.554	— 42.668	3,425.864
1. 1965.	274.722	24.932	2.359	19.183	277.081	44.115	4.921	3.028	— 834	328.311
2. 1965.	204.815	46.580	1.661	20.663	206.476	67.243	18.097	17.275	— 2.411	306.680
3. 1965.	273.588	44.630	2.279	17.493	275.867	62.123	— 19.228	11.241	— 8.016	321.987
4. 1965.	235.954	51.966	2.279	16.551	238.233	68.517	— 13.147	22.638	— 12.642	303.599
5. 1965.	195.730	28.714	2.124	15.593	197.854	44.307	+ 29.021	23.622	+ 2.465	292.339
6. 1965.	215.043	31.515	1.390	17.882	216.433	49.397	+ 25.659	9.014	— 627	299.876
Ukupno 1. — 6. 1965.	1,399.852	228.337	12.092	107.365	1,411.944	335.702	45.323	86.818	— 26.995	1,852.792

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece svibanj i lipanj 1965.

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik		—	18.062	18.062	—	—	—	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	6.544	10.553	90.615	68,4	215,5	176,9	11,0	18,5	—	—
		Gojak	48,0	17.639	14.535	130.953	145,4	483,3	172,0	49,5	42,0	—	—
		Ozalj	5,1	2.649	2.600	15.962	131,8	205,0	130,4	69,5	70,2	—	—
		Kraljevac	67,0	14.104	3.130	163.442	—	603,0	361,5	28,0	6,5	—	—
		Peruća	42,0	14.161	17.596	103.586	75,1	148,3	185,4	45,5	58,4	—	—
		Split	224,0	128.413	137.160	807.043	98,5	143,9	107,1	76,5	85,2	—	—
		Manojlovac	20,5	14.758	14.007	86.020	123,4	175,0	121,2	97,3	94,6	—	—
		Jaruga	5,5	3.978	3.832	23.326	111,0	131,0	110,9	96,8	95,0	—	—
	TE	Zagreb — TO	64,0	17.439	23.357	141.879	80,0	106,8	77,6	36,5	50,0	3.165	3.105
		Zagreb	17,0	—	—	2.585	—	—	31,3	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	8.500	6.679	70.155	65,3	71,2	84,4	31,7	25,7	4,508	4.313
		Vlaška	8,0	2.775	1.479	13.718	121,0	39,4	145,0	49,6	34,8	5.508	5.391
		Rijeka	7,2	2.409	—	6.854	66,0	—	37,8	44,6	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	3.125	1.520	13.527	75,1	40,9	78,9	23,8	—	—	—
		Sladorana, Županja	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1.880	2.147	13.904	90,7	92,1	132,2	42,2	—	—	—
		Željezara, Sisak	5,5	1.904	3.432	18.423	56,5	122,3	98,3	46,3	—	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1964. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

ENERGETSKA BILANCA SR HRVATSKE ZA MJESECE SVIBANJ I LIPANJ 1965.

Elementi energetske bilance	Svibanj		Lipanj		Od početka god.		Indeks 1964 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Svibanj	Lipanj	Od početka god.
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	224.444	68,1	246.558	70,0	1,628.189	74,0	99,8	153,4	119,2
Proizvodnja industrijskih elektrana	17.717	5,3	19.272	5,4	119.457	5,4	98,3	97,0	110,1
Ukupna proizvodnja na generatoru	242.161	73,4	265.830	75,4	1,747.646	79,4	98,4	146,9	111,2
Nabava elektr. energ. od susjed. zaj.	85.091	25,9	86.552	24,6	450.603	20,5	119,7	84,4	103,9
Nabava elektr. energije iz inozemstva	2.229	0,7	—	—	2.229	0,1	—	—	69,0
Ukupno raspoloživa el. energija	329.481	100,0	352.382	100,0	2,200.478	100,0	108,0	122,6	111,7
Vlastiti potrošak elektrana u sistemu	5.094	1,5	4.994	1,5	37.753	1,6	94,4	96,1	89,5
Vlastiti potrošak industrij. elektrana	1.771	0,5	1.927	0,5	11.944	0,4	98,3	97,2	110,1
Ukupno raspoloživo na pragu elektr.	326.616	98,0	345.461	98,0	2,151.781	98,0	106,0	123,2	112,3
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(Prag elektrana u sistemu)	(303.441)	(92,0)	(332.860)	(94,4)	(2,053.062)	(93,3)	(104,4)	(128,0)	(113,6)
Gubici prijenosa u sistemu	22.555	6,6	26.294	7,4	135.437	6,1	157,3	198,4	127,3
Gubici razvoda u sistemu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna predaja el. energije potrošaču	301.061	91,4	319.167	90,6	2,016.344	91,9	103,1	120,0	111,3
Od toga:									
Prodano susjednim zajednicama	32.448	9,7	51.879	14,7	318.662	14,6	76,2	185,0	113,9
Prodano inozemstvu	2.466	0,7	627	0,2	26.857	1,3	—	—	137,2
Industrijska vlastita opskrba	15.946	4,8	17.245	4,9	107.413	4,8	98,1	348,3	110,3
Potrošači u sistemu	250.201	76,2	249.416	90,7	1,563.412	91,3	106,8	112,6	111,6
Struktura potrošnje u sistemu. Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta poslovnih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta društvenih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Motori i aparati	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poljoprivredni motori	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Javna rasvjeta	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preprodavaoci	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna potrošnja na malo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vodovod	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gradska električna vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna komunalna potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ugljenokopi	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tvornice cementa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ostala veća potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrokemije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrometalurgije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod ostalih	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna ostala velepotrošnja	3.769	1,1	—	—	—	—	—	—	—
Karbid	18.872	5,7	16.600	4,7	106.272	4,8	118,9	97,0	170,4
Aluminij	10.131	3,4	9.743	2,7	58.076	2,6	108,6	109,9	89,5
Ostala elektrokemija	10.681	3,2	10.230	2,8	49.644	2,2	305,7	150,0	24,2
(Ukupno elektrokemija)	(39.684)	(12,3)	(36.573)	(10,2)	(213.992)	(9,6)	(137,9)	(117,7)	(144,4)
Ferolegura el. metalurgije	2.828	0,7	2.165	0,6	31.739	1,3	215,3	36,0	69,5
Elektrotoplina	2.485	0,7	2.623	0,7	14.638	0,6	—	101,5	93,3
Željeznička elektr. vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melioracija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.557	1,7	22.124	6,6	32.599	1,4	—	—	—
Željezara Sisak	6.335	1,6	4.418	1,2	14.135	0,6	—	—	—
Ukupna specijalna velepotrošnja	55.889	17,0	67.903	19,3	307.103	13,5	125,6	171,0	146,8

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFRJ za mjesece svibanj i lipanj 1965.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	5. 1965.	1140	814	326	198	33	137	144	218	80	154	68	31	3	77	—
	6. 1965.	1111	769	342	233	32	88	206	211	42	123	61	33	3	80	—
Indeks na bazi	5. 1964.	115	130	90	109	89	136	106	138	83	159	82	108	4	125	—
	6. 1964.	125	154	88	192	90	97	133	125	62	201	48	106	56	311	—

Proizvodnja ugljena za mjesece svibanj i lipanj 1965.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1964 = 100		
		Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	59.610	61.790	383.880	96,5	94,6	98,3
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	3.360	4.550	25.494	74,7	95,8	87,0
	Rudnik Pregrada	5.880	6.403	37.580	96,3	99,2	92,1
	Ostali	5.057	5.194	34.554	94,5	96,6	98,1
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	13.414	14.459	85.995	105,1	107,8	101,0
	Dalmacija: Rudnik Siverić	6.794	7.353	43.300	87,7	93,8	92,0
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.914	1.930	10.224	102,4	116,8	75,8
	Svega mrki	36.419	39.889	237.147	95,0	101,0	94,5
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	29.928	29.219	177.819	106,7	106,3	99,9
	Zagorski rudnici, Konjšćina	8.425	9.025	58.422	86,3	91,5	93,4
	Rudnik lignita Poljanica	4.512	4.500	28.054	92,6	94,0	97,0
	Ostali	1.300	1.400	9.164	68,2	80,0	82,3
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	7.348	7.300	50.266	123,2	130,4	113,3
	Ostali	5.478	6.198	37.561	101,8	108,8	112,2
	Ostala područja	1.753	2.411	10.588	181,5	160,2	150,2
	Svega lignit	58.744	60.053	371.874	103,3	105,9	101,8
	Ukupno sve vrste ugljena	154.773	161.732	992.901	98,6	100,2	98,6

NAPOMENA: 1 Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	5. 1965.	2286	91	817	1378	1780	104
	6. 1965.	2493	97	854	1542	1924	103
Indeks na bazi	5. 1964.	103,1	86,6	100,0	104,7	101,0	108,3
	6. 1964.	102,4	88,1	98,3	105,2	100,5	113,1

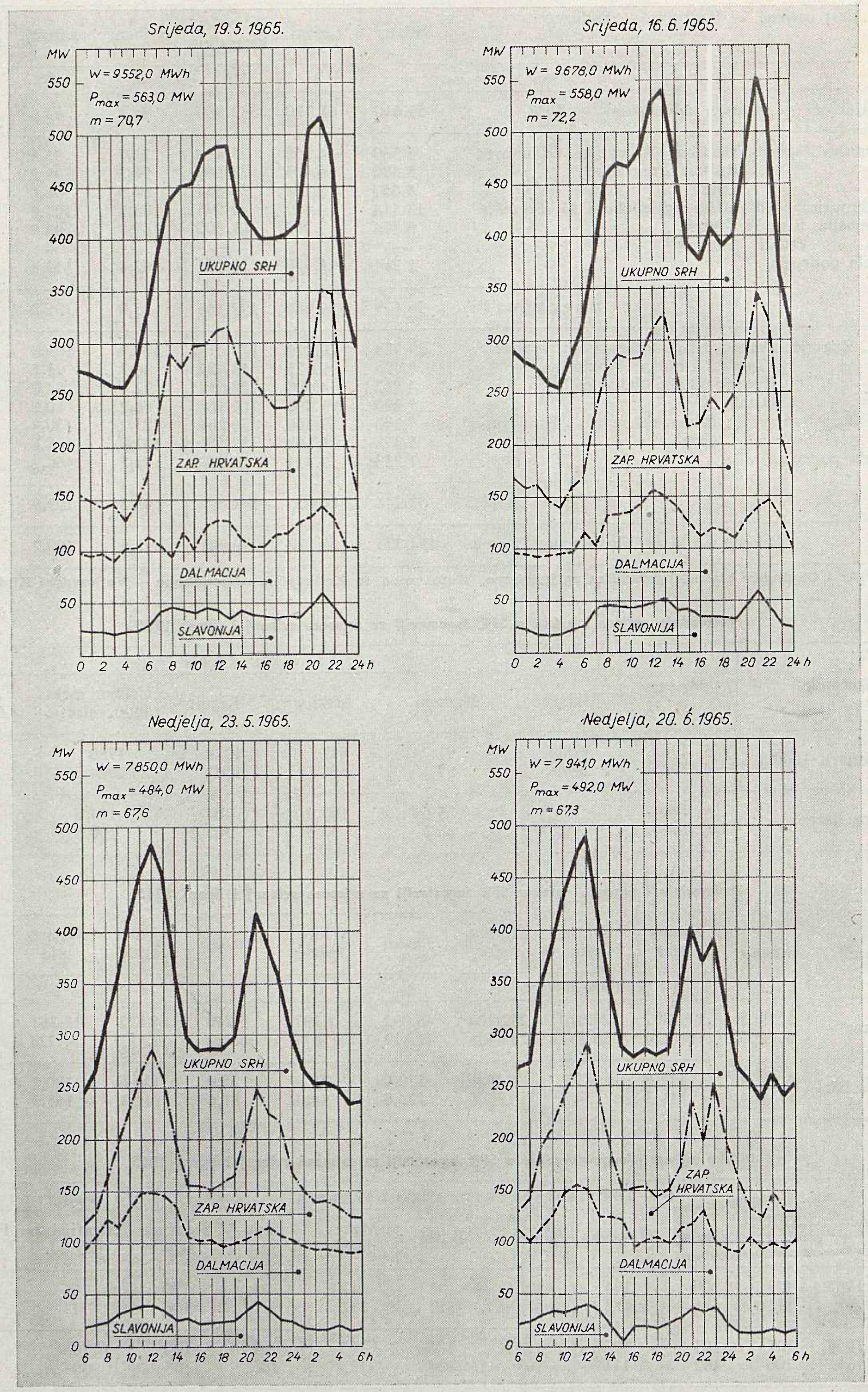
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivo ulje	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	5. 1965.	172.802	27.010	242.109	46.092	1.197	5.940	84.872	13.361	77.124
	6. 1965.	168.274	30.353	233.435	41.812	877	6.822	77.657	14.728	74.144
Indeks na bazi	5. 1964.	111,6	131,7	140,0	170,0	76,8	75,0	142,6	180,1	155,3
	6. 1964.	111,3	154,4	120,4	120,0	84,0	81,6	112,1	165,3	135,9

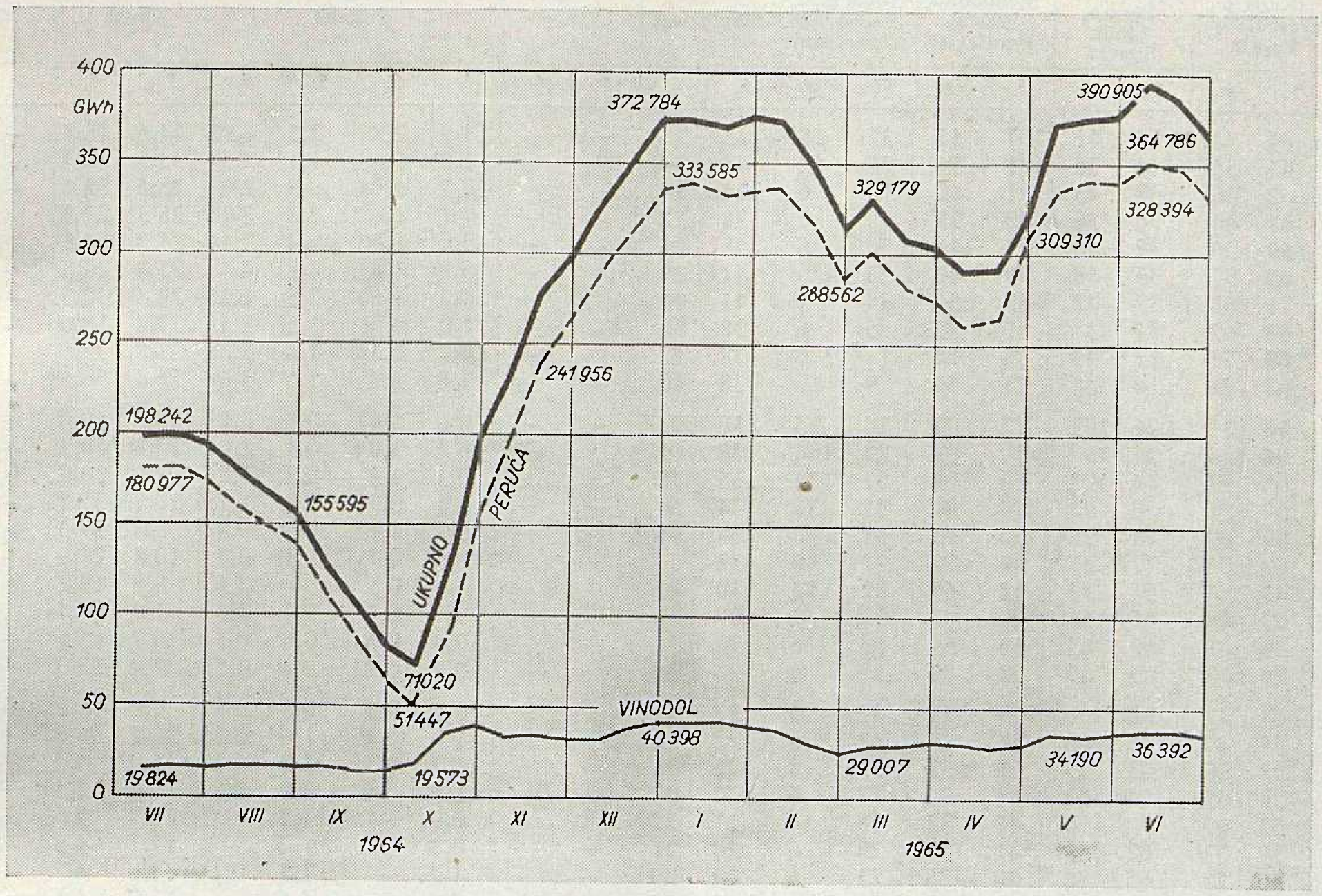
Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1965.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
5. svibanj 1965.	103	100	104	102	105	112	105	99	106	99
6. lipanj 1965.	111	108	112	110	110	132	116	116	111	108
5. svibanj 1964.	105	101	106	103	106	105	109	100	106	104
6. lipanj 1964.	106	102	111	107	106	123	106	105	108	108

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece svibanj i lipanj 1965.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu u 1964. g.		V — VI mj. 1965. prema V — VI mj. 1964.		12 mjeseci 1965/64. prema 12 mjeseci 1964/63.	
	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %
Ukupno SRH	100,0	100,0	97,9	98,1	111,2	113,5	111,0	111,3	107,5	108,1
Direktni potrošači	17,7	19,5	85,1	106,5	119,3	121,8	146,7	141,3	99,3	101,1
Distribucija	69,8	71,4	100,5	96,0	109,6	111,7	105,8	106,7	107,1	106,2
Gubici i ostalo	9,2	9,0	68,8	96,5	143,7	149,5	102,1	108,0	90,5	91,1

Srednji dnevni protoci vode za mjesece svibanj (5) i lipanj (6) 1965. (m^3/sek.)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća, Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol				Gojak		Ozalj	
	5.	6.	5.	6.	5.	6	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5	6.	5.	6.
1	69	54	15	41	107	55	31	18	45	27	—	—	1,9	2,8	2,5	4,95	44,6	48,7	—	—
2	64	55	4	36	101	54	26	12	45	24	—	—	1,0	1,4	1,1	2,5	33,5	39,4	—	—
3	62	46	7	43	91	42	18	6	41	24	—	—	0,8	1,64	0,5	2,0	28,5	32,4	—	—
4	61	44	56	56	80	38	32	6	38	22	—	—	1,1	1,87	1,3	2,16	26 3	27,3	—	—
5	59	50	32	48	85	46	36	6	38	21	—	—	3,8	1,46	8,4	2,14	25,7	24,5	—	—
6	65	51	33	48	79	42	28	6	41	29	—	—	3,8	4,8	4,9	4,4	35,8	24,5	—	—
7	71	68	37	42	83	51	38	7	41	34	—	—	1,3	1,68	3,5	1,26	32,4	20,5	—	—
8	65	62	37	37	83	52	35	6	38	32	—	—	1,0	2,08	1,5	2,35	27,8	18,0	—	—
9	60	71	11	33	76	68	11	6	38	52	—	—	0,8	2,3	1,4	3,38	23,8	30,5	—	—
10	63	91	4	44	71	66	9	16	38	60	—	—	1,0	2,3	1,5	3,34	21,4	36,6	—	—
11	56	121	26	102	72	92	26	95	38	101	—	—	0,6	1,67	0,8	3,25	20,0	40,0	—	—
12	64	135	26	167	70	93	20	166	38	105	—	—	0,4	1,04	0,4	2,08	17,4	40,3	—	—
13	66	97	44	102	66	102	37	124	35	77	—	—	0,3	1,3	0,3	1,34	13,7	36,2	—	—
14	61	84	58	98	66	84	35	73	34	64	—	—	0,2	0,93	0,2	1,23	10,7	37,7	—	—
15	60	69	74	96	60	75	38	88	34	66	—	—	0,2	1,17	0,5	0,87	8,8	29,3	—	—
16	60	56	77	67	56	72	32	30	32	50	—	—	0,6	0,7	1,1	0,7	10,8	28,9	—	—
17	61	56	56	54	52	65	32	12	30	47	—	—	—	0,5	—	0,6	8,8	19,2	—	—
18	67	48	65	53	49	53	37	7	27	46	—	—	—	0,7	0,4	0,6	7,0	19,4	—	—
19	70	48	69	45	54	50	50	6	24	36	—	—	0,4	0,6	0,6	0,5	6,7	15,9	—	—
20	70	43	65	49	52	39	50	6	24	34	—	—	0,2	0,23	0,4	0,56	7,4	13,0	—	—
21	69	43	66	68	53	31	37	6	23	31	—	—	0,4	0,2	0,8	0,3	5,0	8,6	—	—
22	67	40	73	66	58	33	47	6	22	31	—	—	1,0	0,15	1,6	0,25	22,2	6,8	—	—
23	61	36	43	75	50	33	35	6	22	24	—	—	1,3	0,1	1,2	0,2	35,0	4,0	—	—
24	59	33	75	63	50	30	37	6	22	23	—	—	1,5	0,6	3,0	0,8	16,0	2,5	—	—
25	54	40	70	70	47	23	38	14	21	22	—	—	0,9	—	1,7	—	13,4	4,6	—	—
26	59	33	62	68	41	29	29	6	20	21	—	—	0,8	—	1,2	—	17,1	4,6	—	—
27	50	28	65	38	40	28	23	6	19	20	—	—	1,2	—	1,1	0,1	18,8	4,7	—	—
28	52	36	77	79	40	17	36	6	18	20	—	—	3,6	—	4,6	—	63,0	4,1	—	—
29	58	33	72	76	47	27	33	6	28	19	—	—	3,4	0,1	5,0	0,2	106,0	4,6	—	—
30	62	23	50	68	58	38	20	4	34	18	—	—	2,0	0,1	3,8	0,2	61,2	5,3	—	—
31	53		56		56		11		31			—	4,2		4,8		46,7		—	—
M. p[1].	61,9	56,4	47,9	64,4	64,4	51,2	31,2	22,0	31,5	39,3	—	—	1,3	0,8	2,0	1,4	26,3	21,0	—	—

1 M. p. = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat,* tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač,* direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Boris *Markovčić,* glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes,* direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati,* ing. Vladimir *Štengl,* ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević.* Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec.* Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač.* Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Tehnički urednik: Ivan *Šimurina.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 14 (1965) energija BROJ 9 — 12

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

II SAVJETOVANJE
PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE JUGOSLAVIJE

Koordinacioni odbor republičkih poslovnih udruženja i republičkih poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije razmatrao je osnovne ekonomske, tehničke i organizaciono-pravne probleme ove grane elektroenergetike u uvjetima privredne reforme i zaključio, da se otvorena pitanja ovog područja rasprave na II Savjetovanju elektrodistributera Jugoslavije koncem 1965. godine.

Za ovo savjetovanje elektrodistributivnih poduzeća Jugoslavije bile su definirane slijedeće osnovne teme:

1. *Ekonomski položaj djelatnosti razvoda i distribucije električne energije u novim uvjetima privređivanja.*
2. *Stanje električne mreže razvoda i distribucije Jugoslavije i mjere za njenu konsolidaciju.*
3. *Poduzeća za distribuciju električne energije u uvjetima Osnovnog zakona o poduzećima i Osnovnog zakona o elektroprivredi.*

Organizacija II Savjetovanja povjerena je Poslovnom udruženju elektroprivrednih poduzeća za distribuciju električne energije Srbije iz Beograda. Savjetovanje je održano u Beogradu u Domu sindikata Jugoslavije na dane 2. 3. i 4. decembra 1965. godine.

Savjetovanju su prisustvovali predstavnici svih poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije, kao i predstavnici njihovih poslovnih udruženja i Koordinacionog odbora. Osim elektrodistributera savjetovanju su prisustvovali i predstavnici elektroprivrede i to:

— **Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd i**
— **Instituta za elektroprivredu, Zagreb**

te predstavnici Savezne skupštine, Sindikata, organa državne uprave te raznih institucija i to:

— **Odbora za industriju Saveznog vijeća Savezne skupštine,**
— **Centralnog odbora Sindikata industrije i rudarstva Jugoslavije,**
— **Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu,**
— **Republičkog sekretarijata za industriju i trgovinu SR Srbije,**
— **Saveznog zavoda za cijene,**
— **Republičkog zavoda za cijene SR Srbije,**
— **Savezne privredne komore,**
— **Republičke privredne komore SR Srbije,**
— **Skupštine grada Beograda,**
— **Jugoslavenskog nacionalnog komiteta za elektrotermiju i elektrokemiju,**

kao i dopisnici stručnih časopisa *Energija* i *Elektroprivreda,* dnevne štampe, radija i drugi.

Za ovo II Savjetovanje elektrodistributera Jugoslavije pripremljeno je 29 referata i koreferata od kojih je većina objavljena u ovom izdanju *Energije.* Referat Vladimira Štengla i Dragana Borojevića o nekim mogućnostima analize energetskih karakteristika kućanstva, objavljen je u časopisu *Energija* broj 7-8/1965. a referat Aleksandra Tadića o elektrifikaciji seoskih naselja u SR Srbiji s gledišta ekonomike distribucije električne energije, objavljen je u časopisu *Elektroprivreda,* u broju 11-12/1965.

Prvi dan savjetovanja

Prvog dana savjetovanja raspravljalo se o ekonomskom položaju djelatnosti razvoda i distribucije električne energije Jugoslavije u novim uvjetima privređivanja, zatim o unutrašnjoj raspodjeli, o elektrifikaciji sela, o materijalnom snabdijevanju, o gubicima nacionalnog dohotka u industriji i rudarstvu uslijed prekida isporuke električne energije i o tarifnom sistemu.

Radno predsjedništvo

Ekonomski položaj

U obradi ove osnovne teme izloženi su uvjeti privređivanja i indikatori poslovnih rezultata iz perioda prije i poslije ekonomskog izdvajanja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije iz ostale elektroprivrede. Raspravljano je o nivou i strukturi cijene električne energije i o njenom paritetu sa cijenama električne energije drugih zemalja kao i sa cijenama ugljena u zemlji. Istaknuto je da postojeća cijena električne energije stimulira na grijanje elektrikom, jer je ovo za potrošača jeftinije i udobnije od grijanja lignitom. Ovaj disparitet cijena nepovoljno će se odraziti na elektroenergetsku bilancu u sadašnjem periodu pomanjkanja električne energije.

Raspravljano je i o diferencijama između projektiranih i stvarnih vrijednosti onih osnova koje su poslužile za utvrđivanje nove cijene električne energije. Ustanovljeno je, da realizacija po novoj cijeni električne energije neće osigurati projektirani volumen reprodukcije u uvjetima privredne reforme. Smatra se da bi u cilju ostvarenja projekta novih pariteta u privredi trebalo aktualizirati one vrijednosti na temelju kojih je utvrđena cijena električne energije za nove uvjete privređivanja.

Kvalitet raspodjele

Prilikom razmatranja kvaliteta raspodjele u djelatnosti razvoda i distribucije električne energije izložene su analize koje ukazuju da su u razdoblju od 1959. do 1964. godine povećani:

a) sredstva rada za 101%

b) količina prerade i predaje električne energije za 112%

c) broj radnika za 29%

d) neto produkt po radniku za 206%

e) poslovni fondovi za 334%

Analizirane su i zarade radnika ove djelatnosti. Ustanovljeno je, da ostvarene zarade radnika imaju svoju materijalnu osnovu u postignutim poslovnim rezultatima i da je relativno viši prosjek zarada po zaposlenom radniku — s kojim neki mjere kvalitet raspodjele — posljedica tehnološki uvjetovanog višeg kvalifikacionog sastava radne snage, te da ostvarene prosječne zarade promatranog razdoblja ne odstupaju od usvojenih jugoslavenskih mjerila raspodjele. Usporedba visine zarada radnika djelatnosti razvoda i distribucije električne energije sa zaradama radnika u industriji i rudarstvu Jugoslavije izvršena je primjenom dviju metoda. Po jednoj metodi su pojedine kategorije kvalifikacija radnika elektrodistribucije valorizirane prosječnim zaradama radnika istih kategorija kvalifikacija industrije i rudarstva. Isto je postignuto preračunavanjem kvalificiranog u nekvalificirani rad primjenom odgovarajućih multiplikanata, koji uvažuju i tehničku opremljenost rada. Istaknuto je, da je kritika osobnih dohodaka radnika djelatnosti razvoda i distribucije električne energije posljedica nepreciznih mjerila raspodjele i neujednačenosti kriterija uspoređivanja. Smatra se, da treba utvrditi i donijeti precizna mjerila raspodjele dohotka i objektivne kriterije

usporedbe, jer se samo na temelju ovih može razvijati sistem raspodjele prema radu i omogućiti povećanje produktivnosti rada.

U diskusiji o ovoj temi istaknuto je, da se dohodak elektrodistributivnih poduzeća formira u novim uvjetima privređivanja po istim principima kao i u ostalim privrednim poduzećima, pa predstavlja i istu ekonomsku kategoriju. Raspodjela je u nadležnosti radnih kolektiva, pa treba razvijati i usavršavati sistem unutrašnje raspodjele koristeći pri tome dosadašnje rezultate i iskustva, a i politiku perspektivnog razvoja elektrodistributivnih poduzeća. Tretiranje ovog pitanja na neki drugi način značilo bi odstupanje od općih principa samoupravljanja. Da bi se poslovanje za distribuciju električne energije moglo pratiti u cjelini treba izraditi odgovarajući kontni plan u okviru obaveznog jedinstvenog kontnog plana privrede Jugoslavije.

Elektrifikacija sela

U referatu o elektrifikaciji sela je iznijeto, da se u svijetu još uvijek znatan dio stanovništva bavi poljoprivredom, koja ne samo što je osnova biološkog opstanka čovječanstva, već je isto tako i vrlo značajna sirovinska baza za razvoj industrije. Nagla migracija seoskog stanovništva izazvala je oskudicu aktivne radne snage na selu, pa manjak manuelnog rada treba nadomjestiti mehaničkim radom, ljudski rad radom električnog motora i električnih aparata. Osim toga, primjena električne energije u poljoprivredi povećava produktivnost. U SSSR-u se npr. smatra da svakih 1000 kWh električne energije upotrijebljenih u poljoprivredi omogućuje uštedu od 350 ljudskih odnosno 100 konjskih radnih dana, a prema podacima iz SAD, električna energija se danas primjenjuje u preko 250 raznih procesa i poslova u poljoprivredi.

Međutim, investicije u elektrifikaciju sela nerazmjerno su visoke u odnosu na prihode od prodaje električne energije u selima. To pokazuju i podaci publikacija OUN-a o stanju seoske elektrifikacije u Evropi. Vlade pojedinih zemalja primorane su intervenirati budžetskim i drugim sredstvima. Ističe se, da su postojeće električne mreže u selima dotrajale i da amortizacionih fondova nema. U mnogim zemljama problem je rekonstrukcije mreže već elektrificiranih naselja, gdje potrošnja električne energije stalno raste.

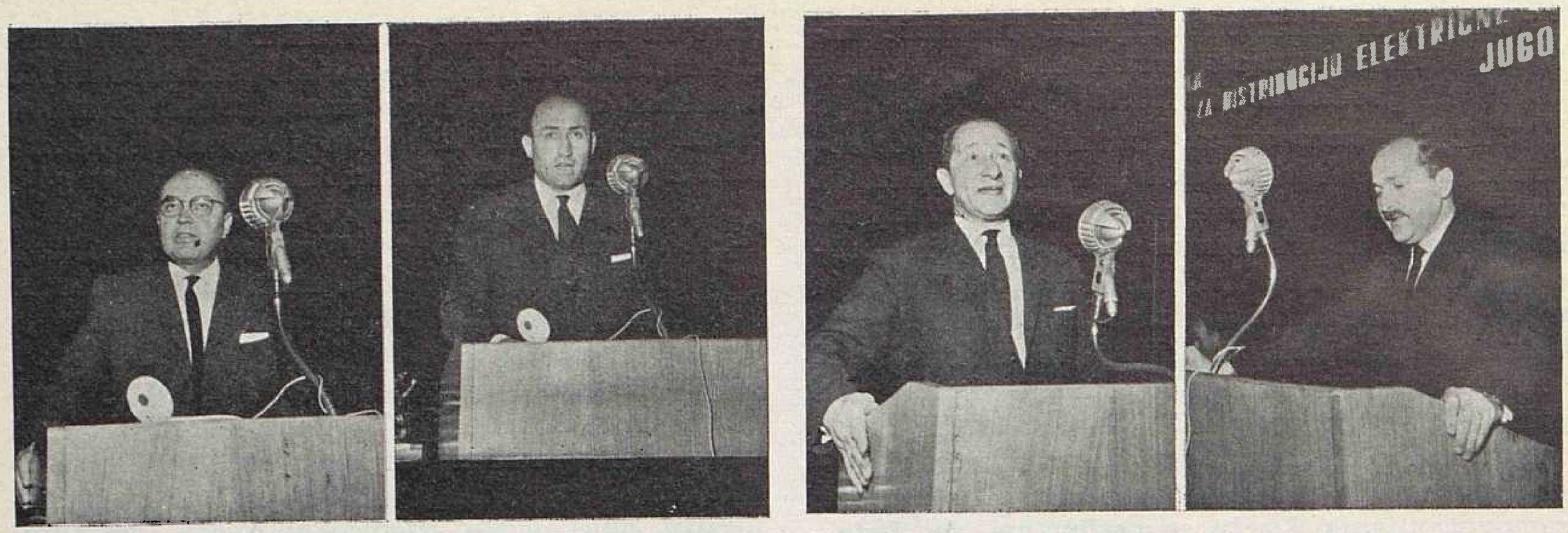
Značajan je stoga udio budžetskih sredstava pojedinih država u strukturi investicija potrebnih za elektrifikaciju sela. Npr. subvencija države je u Čehoslovačkoj i Švedskoj 100%, u Mađarskoj 69,8% (doprinosi potrošača 8,2% i specijalni krediti 22%), u SSSR-u 57,6% (ostali izvori 42,4%), u Irskoj 70% (ostali izvori sredstava 30%), u Belgiji 30% (doprinosi potrošača 40% i specijalni krediti 30%), u SR Njemačkoj 47,6% (doprinosi potrošača 18%, specijalni krediti 17,4% i ostali izvori sredstava 17%), u Francuskoj 43% (ostali izvori sredstava 57%), u Portugalu 45% (ostali izvori sredstava 55%) itd.

Dok se npr. u Rumunjskoj izgradnja prenosnih vodova i trafostanica visokog napona financira sredstvima državnog budžeta, a opskrbne trafostanice, mreža niskog napona i priključci sredstvima lokalnih kolektivnih fondova i doprinosima potrošača, u Velikoj Britaniji se elektrifikacija poljoprivrednih područja smatra privrednom investicijom koja ne treba da pada na teret ostalih potrošača električne energije.

Stanje elektrifikacije naselja i domaćinstava u Jugoslaviji prema podacima za 1964. godinu pokazuje da električna energija na svakih 1000 domaćinstava stoji na raspolaganju 846-orici domaćinstava od kojih je elektrificirano samo 689 dok 157 domaćinstava nije priključeno na mrežu, iako je naselje u kojem stanuju elektrificirano, dok 154 domaćinstva na svakih 1000 nema još za sada mogućnosti korištenja električne energije.

Podaci o razvoju elektrifikacije u Jugoslaviji pokazuju, da je za prvih 50 godina elektrifikacije sadašnjeg teritorija, dakle do 1945. godine elektrificirano 3.735 naselja, a u toku daljnjih 19 godina odnosno do 1964. elektrificirano je 15.559 naselja. Dok je u toku 50 godina do 1945. elektrificirano 956 hiljada domaćinstava, u toku 19 godina do 1964. elektrificirano je daljnjih 2,254.000

Na govorničkoj tribini (J. Prelog, P. Vidaković, Ilić, Rožić)



Učesnici u diskusiji (M. Balling, U. Vejzagić, Ž. Đelić, Plazinić)

domaćinstava. Do 1964. godine elektrificirano je bilo ukupno 68% naselja i 69% domaćinstava.

Na području SR Srbije bilo je 1938. godine priključeno na električnu mrežu 21,24% domaćinstava a 1964. godine već 59,45%. Međutim, potrošnja električne energije u selima vrlo je mala uslijed čega su troškovi opskrbe po kilovatsatu predane energije visoki.

U svrhu povećanja potrošnje električne energije u selima potrebno je organizirati sistematsku i stalnu propagandu razvoja potrošnje u seoskim domaćinstvima i u individualnim, zadružnim, kooperativnim i društvenim gospodarstvima. Ovu akciju treba voditi u zajednici s proizvođačima električnih trošila za poljoprivredu i domaćinstvo.

Razmatrano je i pitanje tarifa električne energije seoske potrošnje. Ustanovljeno je da, uslijed ponderiranih cijena, velik dio troškova opskrbe sela i seoskih naselja plaća stanovništvo gradova.

Istaknuto je da elektrifikacija sela zaslužuje posebnu pažnju, jer ona nije samo problem elektrodistribucije već i društvene zajednice.

Materijalno snabdijevanje

Izloženo je stanje materijalnog snabdijevanja ove grane privredne djelatnosti. Ukazano je da tržište materijala i opreme nije usklađeno s potrebama elektrodistribucije, pa bi u tom smislu trebalo uskladiti materijalnu bilancu Jugoslavije.

Prekid isporuke električne energije i gubitak nacionalnog dohotka

Za vrijeme popodnevnog zasjedanja raspravljalo se o veličini gubitaka nacionalnog dohotka u industriji i rudarstvu, koji nastaje uslijed prekida isporuke električne energije. Iznijeto je da gubitak nacionalnog dohotka u industriji i rudarstvu Jugoslavije iznosi po izgubljenom kilovatsatu i cijenama iz 1964. godine oko 266 starih dinara. Izložen je i primjer jednog poduzeća za distribuciju električne energije s godišnjom preradom energije od 209 milijuna kWh. Zbog planskih redukcija isporuke energije i zbog ispada pojedinih energetskih postrojenja iz pogona, izgubljeno je 2,8 milijuna kWh na području promatranog poduzeća, odnosno 740 milijuna starih dinara nacionalnog dohotka industrije i rudarstva. Taj iznos predstavlja 50% potrebnih sredstava za nove investicije u električnu mrežu promatranog elektrodistributivnog poduzeća. Izložen je i način utvrđivanja takovih gubitaka nacionalnog dohotka po granama industrije i rudarstva. Predloženo je da se utvrdi i usvoji metoda za proračunavanje ovakovih gubitaka nacionalnog dohotka i da se pri saveznim organima oformi stalna služba koja bi ih, zajedno s organima elektrodistribucijje, pratila po pojedinim granama i oblastima privrede. Smatra se, da bi pravilna ocjena veličine i značaja ovih gubitaka ubrzala ispravno rješenje pitanja konsolidacije električne mreže i proširene reprodukcije elektrodistribucije, kako putem cijene električne energije tako i putem politike investiranja.

Tarifni sistem

U raspravi o pitanju tarifnog sistema za prodaju električne energije potrošačima domaćinstva došlo se do zaključka, da za ove potrošače treba i dalje zadržati sistem dvojne cijene (cijene za angažiranu snagu — odnosno kapacitet mreže — i cijene za energiju) jer je kvalitetniji od bilo kojeg oblika kilovatsatne cijene (jednostavne ili blok-tarife). Istaknuto je, da se potrošači domaćinstva međusobno znatno razlikuju u pogledu energetskih karakteristika njihove potrošnje. Velik dio tih potrošača (oko 40%) troši mjesečno u prosjeku tek nešto preko 10 kWh. Neracionalno je takvim potrošačima mjeriti ili odgovarajućim uređajima limitirati snagu. To dolazi u obzir samo za one potrošače domaćinstva, koji troše znatno veće količine električne energije. Smatra se da potrošače domaćinstva treba, zbog njihovih velikih razlika u energetskim karakteristikama potrošnje, razlikovati i u pogledu sistema tarifiranja.

Određivanje cijene za angažiranu snagu na temelju elektrificiranih stambenih prostorija opravdano je kod potrošača domaćinstva koja troše vrlo male količine električne energije, jer se energetske dimenzije električne mreže distribucije pro-

jektiraju i izgrađuju na temelju broja i veličine stambenih, poslovnih i ostalih prostorija. Na ovim osnovama projektiraju i izgrađuju energetsku dimenziju svojih mreža i druge zemlje s razvijenijim elektroprivredama, pa i cijenu za angažirana energetska postrojenja, odnosno za njihov kapacitet, utvrđuju ovim potrošačima prema broju i veličini stambenih prostorija. Prema podacima Ekonomske komisije OUN za Evropu — Komitet za električnu energiju *(Tarifni sistemi za prodaju električne energije u Evropi)* — cijenu za snagu po elektrificiranim stambenim i drugim prostorijama obračunavaju elektroprivrede Austrije, Danske, Finske, SR Njemačke, Švedske, Švicarske, Velike Britanije (kombinirano) i druge. Smatra se, međutim, da potrošačima domaćinstva koji troše veće količine električne energije treba mjeriti angažiranu snagu, odnosno ograničavati ju odgovarajućim uređajima i tako obračunavati.

Konačno je istaknuto, da je jednostavna kilovatsatna tarifa suprotna kako interesima potrošača domaćinstva tako i ekonomici isporučioca električne energije. Takvom se tarifom više opterećuju potrošači s racionalnijim načinom potrošnje električne energije odnosno oni, koji prouzrokuju manje troškova opskrbe — uglavnom potrošači u gradovima — a snizuje se cijena električne energije potrošačima s malom količinom potrošnje energije, slabim iskorištavanjem elektroenergetskih kapaciteta i većim troškovima opskrbe — uglavnom potrošačima sela. Osim što jednostavna kilovatsatna tarifa ekonomski diskriminira potrošače električne energije, ona ne usmjerava niti na racionalnijju potrošnju, a u uvjetima ponderiranih tarifa većih opskrbnih područja i nove elektrifikacije, snizuje i odmjerenu akumulaciju elektrodistributivnih poduzeća, potrebnu za proširenje i razvoj ove grane elektroenergetike. Ukoliko se međutim smatra da bi sadašnji tarifni sistem za potrošače domaćinstva trebalo napustiti ili mijenjati, neophodno bi bilo prije toga dobro proučiti druge sisteme, dokumentirati ih, rezultate ocijeniti i usporediti ih s efektima postojećeg sistema. Tek nakon toga mogla bi se donijeti odgovarajuća odluka.

Drugi dan savjetovanja

Drugog dana savjetovanja raspravljalo se o stanju električne mreže razvoda i distribucije, o mjerama za njenu konsolidaciju i o pravom položaju poduzeća za distribuciju električne energije u uvjetima Osnovnog zakona o poduzećima i Osnovnog zakona o elektroprivredi.

Električna mreža

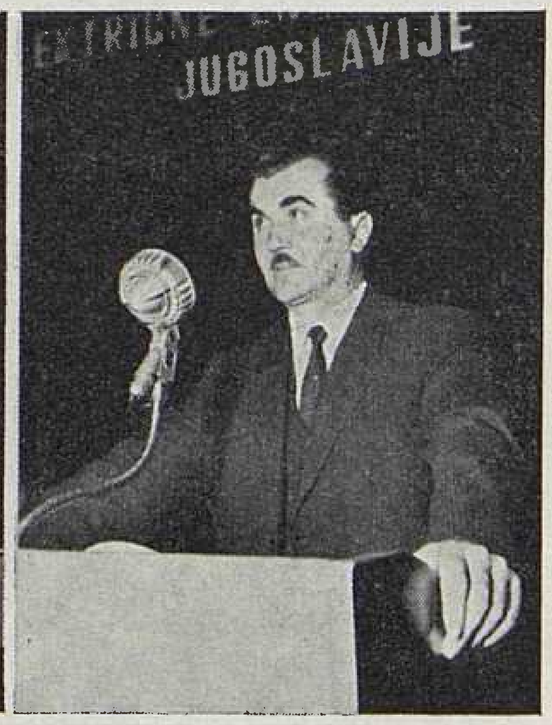
Električnu mrežu distribucije gradili su razni investitori: elektroprivreda, druga zainteresirana privreda, državna uprava, odbori za elektrifikaciju, pojedinci a prije rata i privatna poduzeća. Uslijed toga nema jedinstvenog sistema distribucije, a kvalitet izvedenih radova i upotrijebljenih materijala daleko je ispod uobičajenih standarda.

Sadašnje loše stanje električne mreže distribucije zahtijeva znatna ulaganja za uzdržavanje i rekonstrukcije. Poseban problem su električne mreže novo elektrificiranih sela koje često ne ispunjavaju ni najosnovnije uvjete sigurnog pogona. Da bi se ove mreže dovele u ispravno stanje treba uložiti znatna sredstva koja ne dostaju ni za financiranje objektivno datog proširenja opskrbne mreže i primjenu suvremenih uređaja.

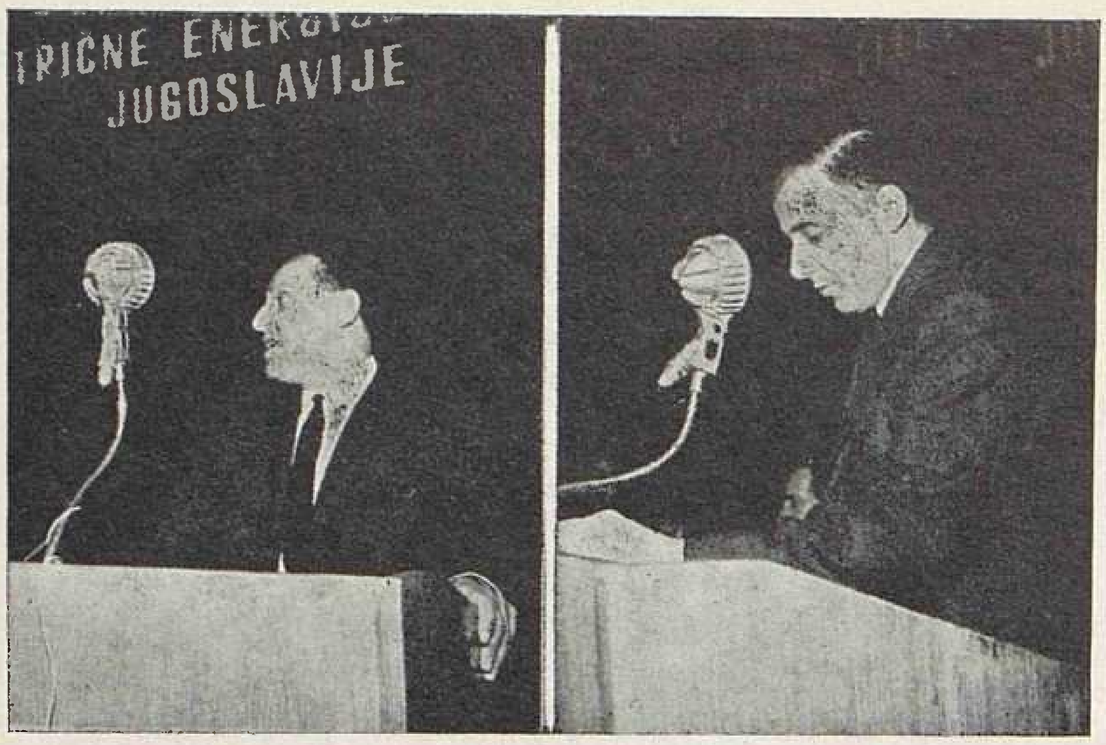
Posebno je istaknut kvalitet opskrbe električne energije. Analizirane su tehničke mogućnosti regulacije napona primjenom regulacionih transformatora, ispravnim oblikovanjem mreža, smanjenjem reaktivne energije i ujednačenjem dijagrama opterećenja. Za ove pothvate potrebna su znatna sredstva.

Tipizacijom i standardizacijom elemenata električne mreže mogu se ostvariti znatne uštede na području uzdržavanja i izgradnje postrojenja. Projektiranje sa standardiziranim elementima lakše je i ekonomičnije. Standardizacijom se obuhvaćaju dva područja: standardizacija opreme i kompletne trafostanice odnosno vodova. Za sada su pojedina poduzeća pristupila standardizaciji elemenata električne mreže bez dovoljno koordinacije. Stavlja se stoga u zadatak Koordinacionom odboru elektrodistribucije Jugoslavije da koordinira ove akcije.

Diskutanti (Đ. Arsenijević, M. Đurić)



Referenti (A. Tadić, V. Štengl)



Diskutiraju B. Despotovski i P. Kozma

Tehnološke analize eksploatacije električne mreže distribucije ukazuju da je kvalitet zaostao za suvremenim dostignućima, da su postrojenja tehnički zaostala, te da u energetskom pogledu predstavljaju usko grlo procesa proizvodnje. Konsolidacija električne mreže iziskuje znatna financijska sredstva, koja u postojećim uvjetima privređivanja nisu osigurana.

Raspravljana su i čisto tehnička pitanja kao uzemljenje neutralne tačke, mogućnost izostavljanja jedne veličine distributivnog napona, a uspoređivani su i sistemi niskonaponskih mreža i analizirani uzroci prenaponskih pojava. Predloženo je ispitivanje uvjeta za uvođenje 20 kV napona uz transformaciju 110/20 i 20/04 kV napona. Osim toga ne zadovoljava ni impregnacija proizvođača, pa distributivna poduzeća moraju ulagati sredstva za dodatnu impregnaciju. U ovim uvjetima treba hitno ispitati mogućnost šire primjene armiranobetonskih i željeznih stupova.

Analiza srednjeročnog plana razvoja električne mreže razvoda i distribucije Jugoslavije ukazuje da proširenje kapaciteta mreže traži sve veću primjenu viših napona, pa već i sada neki vodovi i postrojenja 110 kV napona poprimaju karakteristike elektrodistributivne mreže, isto tako, kao što je to u prošlosti bilo s vodovima 35 kV napona.

Organizaciono-pravna pitanja

U popodnevnom radu savjetovanja raspravljana su organizaciono-pravna pitanja u vezi novih zakonskih propisa. Iznijeto je, da su poduzeća za distribuciju električne energije obavezna uskladiti svoju organizaciju i poslovanje odredbama Osnovnog zakona o poduzećima, Osnovnog zakona o radnim odnosima i Osnovnog zakona o elektroprivredi u okviru propisanih rokova. Pri određivanju pojma i položaja poduzeća za distribuciju električne energije treba prvo precizirati položaj radnih ljudi u pojedinim organizacionim jedinicama, njihova prava i obaveze, a zatim i u poduzeću kao cjelini. Osnovno područje samoupravljanja, ubuduće su organizacione jedinice poduzeća, dok će zajednički organi upravljanja osigurati potrebne uvjete rada i poslovanja poduzeća kao cjeline i u tu svrhu usklađivati rad pojedinih dijelova poduzeća i njihovih organa upravljanja.

Statutima poduzeća treba odrediti rang upravljanja bez obzira na horizontalnu ili vertikalnu organizaciju. Pri tome treba poštivati propisana samoupravna prava pojedinih dijelova poduzeća. U vezi s novim zakonom treba statutom izmijeniti i funkcije radničkog savjeta, upravnog odbora i direktora poduzeća. Zajedničke službe elektrodistributivnog poduzeća imaju, u pogledu prava i obaveza u upravljanju, položaj radnih ljudi u radnim jedinicama. Zbog novih pravnih odnosa, pravnoj službi treba dati odgovarajuće mjesto u elektrodistributivnom poduzeću i to ne samo kao stručnoj službi u vezi sporova na sudu, već i kao savjetodavnoj službi u vezi sa zakonima.

U diskusiji o statusu zajedničkog organa koordinacije elektrodistribucije Jugoslavije istaknuto je da tom tijelu treba dati zakonski pravni oblik ukoliko elektrodistributivne organizacije ne mogu postići ravnopravne kondicije upravljanja u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede. Osim toga, Biro Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije treba ojačati stručnim kadrovima.

Treći dan savjetovanja

Zadnjeg dana savjetovanja nastavljeno je s raspravom pravnih i organizacionih pitanja. Posebno je obrađen pojam radne jedinice u poduzeću za distribuciju električne energije i posebno položaj radne jedinice za projektiranje i izgradnju, jer će se one ubuduće tretirati kao radne jedinice osnovne djelatnosti poduzeća. Razmatrana su i otvorena pitanja u vezi s odredbama Osnovnog zakona o radnim odnosima.

Nakon rasprave o podjeli rada u elektroprivredi, predložena je izmjena čl. 3 Osnovnog zakona o elektroprivredi, koji svojom stilizacijom ne razgraničuje sredstva rada elektroprivrede u skladu s izvršenom podjelom radnih funkcija. Ovaj član Osnovnog zakona o elektroprivredi razgraničuje sredstva rada prema veličini napona djelatnosti prema radnim funkcijama, što nije adekvatno dinamici razvoja elektroprivrede i njenom ekonomskom rastu.

Učestvuju u diskusiji Žvan i J. Petronić

Istaknuto je, da nije riješeno ni pitanje financiranja proizvodnje onih termoelektrana u sastavu elektrodistributivnih poduzeća, koje proizvode na zahtjev elektroenergetske dispečarske službe elektroprivrede, te rade u kooperaciji s drugim elektranama prema voznom redu elektroenergetskog sistema. Smatra se, da ovu proizvodnju trebaju financirati proizvodno-prenosna poduzeća.

Zadnjeg dana savjetovanja raspravljalo se i o studijskom radu. Ima niz aktuelnih ekonomskih i tehničkih pitanja, koja se mogu riješiti samo na temelju studijske obrade. Studije i istraživanja treba financirati zajedničkim sredstvima poduzeća, pa Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije treba u tom smislu predložiti odgovarajuća rješenja.

Zaključci II Savjetovanja

Konstatacije i zaključke II Savjetovanja definirala je posebna komisija plenuma savjetovanja. Na temelju podnijetih referata i koreferata, kao i na temelju dešifriranih stenografskih bilježaka i magnetofonskih vrpci o toku diskusije, komisija za zaključke predložila je na prihvat slijedeće konstatacije i zaključke II Savjetovanja elektrodistribucije Jugoslavije:

1. U razdoblju tijesne ekonomske povezanosti s djelatnošću proizvodnje i prenosa, djelatnost distribucije električne energije je stagnirala i pogrešno je bila orijentirana.
2. Sistem normativa dohotka osnovne djelatnosti usmjeravao je elektrodistribuciju na razvijanje sporednih djelatnosti.
3. Djelatnost razvoda i distribucije električne energije pokazuje u periodu svog ekonomskog osamostaljenja stanoviti napredak. Više se izdvaja u fondove poduzeća.
4. Analiza pokazatelja i indikatora efikasnosti rada za razdoblje od 1959. do 1964. ukazuje na pozitivna privredna kretanja u djelatnosti razvoda i distribucije električne energije.
5. Analizom raspodjele dohotka u razdoblju od 1959. do 1964. utvrđeno je da daleko jačim intenzitetom rastu izdvajanja u poslovne fondove od izdvajanja za osobne dohotke, što je indikator kvaliteta raspodjela u elektrodistribuciji Jugoslavije.
6. Nije još riješeno pitanje financiranja proizvodnje termoelektrana u sastavu elektrodistribucije, koje rade po nalogu elektroenergetske dispečerske službe Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Smatra se da financiranje ove proizvodnje, koja je uključena u elektroenergetsku bilancu Jugoslavije, treba da preuzmu proizvodno-prenosna preduzeća.
7. Analizom kretanja zarada radnika u djelatnosti razvoda i distribucije električne energije i usporedbom tih zarada s postignutim poslovnim rezultatima u razdoblju od 1959. do 1964. ustanovljeno je, da ostvarene zarade radnika imaju svoju materijalnu osnovu.
8. Neosnovana kritika osobnih dohodaka radnika djelatnosti razvoda i distribucije električne energije, znatnim dijelom je posljedica nepreciziranih mjerila raspodjele dohotka i neujednačenih kriterija za usporedbe s drugim radnim organizacijama, odnosno privrednim grupacijama i drugim političko-teritorijalnim jedinicama. Stoga treba izraditi objektivne kriterije raspodjele dohotka u novim uvjetima privređivanja, koji bi kao društvena mjerila rezultata rada bili obavezni, kako za elektrodistributivna poduzeća, tako i za faktore izvan poduzeća. Samo je u takvim uvjetima moguće razvijati sistem raspodjele prema radu i stvoriti mogućnosti daljem povećanju produktivnosti rada.
9. Pri ocjenjivanju visine ostvarenih prosječnih zarada radnika treba uvažiti bezuvjetno i kvalifikacionu strukturu promatranih radnika. Ako se ostvareni prosjeci zarada radnika žele uspoređivati unutar raznih privrednih grupacija, treba ih prije svega učiniti usporedivima. To se postiže bilo svođenjem kvalificiranog na nekvalificirani rad, pomoću odgovarajućih multiplikanata koji uvažuju i tehničku opremljenost rada, bilo valorizacijom pojedinih kategorija kvalifikacija radnika jedne privredne grupacije s ostvarenim prosječnim zaradama radnika istih kategorija kvalifikacija radnika druge promatrane privredne grupacije. Tek se ovako dobivenim tzv. strukturnim prosjecima zarada radnika mogu vršiti objektivne usporedbe pojedinih privrednih poduzeća ili grupacija.
10. Istaknuto je da se dohodak elektrodistributivnih poduzeća formira u novim uvjetima privređivanja u svemu po istim principima kao u ostalim privrednim poduzećima, pa predstavlja i istu ekonomsku kategoriju, a raspodjela dohotka je u nadležnosti radnih kolektiva elektrodistributivnih poduzeća. Treba razvijati i usavršavati sistem unutrašnje raspodjele dohotka koristeći dosadašnje rezultate i iskustva elektrodistributivnih poduzeća kao i politiku perspektivnog razvoja. Tretiranje ovog pitanja na drugi način značilo bi odstupanje od općih principa samoupravljanja.
11. Povećanje prosječne cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije za nove uvjete privređivanja iznosilo je 26,2%. Od toga otpada na povećane troškove nabave električne energije s mreže prenosa udružene elektroprivrede (proizvodnja i prenos) 18,49%, a na povećanje troškova razvoda i distribucije električne energije 7,71%.
12. Realnost projektirane nove cijene električne energije za nove uvjete privređivanja zavisi od realnosti nabavne vrijednosti osnovnih sredstava i prosječno angažiranih sredstava u procesu reprodukcije, jer su na temelju ovih vrijednosti proračunati troškovi sredstava rada i akumulacija. Ako

Pogled na dvoranu s učesnicima savjetovanja

te vrijednosti korespondiraju s dnevnim cijenama, onda će i nova cijena električne energije biti ekvivalentna troškovima odmjerenog stupnja reprodukcije (jednostavne reprodukcije i dijela proširene reprodukcije). Međutim, ove vrijednosti prema stanju knjigovodstva prilično su zaostale za novim dnevnim cijenama. Da bi se vrijednosti osnovnih i prosječno angažiranih sredstava prema stanju iz knjigovodstva svele na ažurne dnevne cijene elemenata tih sredstava, trebalo bi ih revalorizirati faktorom, koji se kreće negdje oko 2,2. Budući da osnovna i prosječno angažirana sredstva nisu bila revalorizirana u fazi projektiranja nove cijene električne energije, ona neće moći osigurati projektirani obujam reprodukcije.

Potrebno je stoga izraditi sistematsku i detaljnu inventuru naturalnih veličina pojedinih elemenata električne mreže i drugih sredstava rada elektrodistribucije i valorizirati ih po potvrđenim dnevnim cijenama. Na temelju tako dobivenih vrijednosti treba provjeriti projekt nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije i utvrditi ekonomske mogućnosti odvijanja odmjerenog obujma reprodukcije.

Ova situacija ponovo ukazuje na potrebu uvođenja sistema za automatsko prilagođavanje tarifa električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije.

13. S obzirom na znatne gubitke nacionalnog dohotka, uzrokovane prekidima isporuke električne energije, smatra se da treba utvrditi i usvojiti metodu za proračunavanje ovakvih gubitaka i pri saveznim organima oformiti stalnu službu, koja bi ih zajedno s organima elektrodistribucije, pratila po pojedinim granama i oblastima privrede. Pravilna ocjena veličine i značaja ovih gubitaka ubrzala bi ispravno rješenje pitanja konsolidacije električne mreže i proširene reproducije elektrodistribucije, kako putem cijene električne energije tako i putem politike investiranja.
14. Smatra se da je cijena električne energije za potrošače domaćinstva niska u odnosu na cijene ostalih oblika energije. S tim u vezi se predviđa daljnji porast potrošnje električne energije u domaćinstvu za potrebe koje bi se mogle podmiriti drugim gorivima s kojima naša zemlja raspolaže. Međutim, potrošači domaćinstva nisu stimulirani na ovakvu promjenu strukture svoje energetske potrošnje, jer im je za svrhe grijanja i kuhanja električna energija ekonomičnija. Smatra se stoga, da bi cijenu električne energije za ovu grupu potrošnje trebalo formirati na troškovnom principu.
15. Kod potrošača domaćinstva treba i dalje zadržati tarifni sistem na bazi cijene (cijene za angažiranu snagu i cijene za energiju).

16. Potrošači domaćinstva se znatno razlikuju u odnosu na energetske karakteristike svoje potrošnje električne energije. Najveći dio potrošača (oko 40%) troši prosječno mjesečno oko 11 kWh. Takvi potrošači domaćinstva ne dolaze u obzir za mjerenje ili limitiranje snage. To znači da potrošače domaćinstva treba razlikovati i u pogledu sistema tarifiranja.

17. Određivanje cijene za angažiranu snagu na temelju broja i veličine elektrificiranih stambenih prostorija ima svoje opravdanje, jer se energetske dimenzije mreža projektiraju i izgrađuju prema broju i veličini stambenih prostorija.

18. Osnovni doprinosi za obračunsku snagu potrošača domaćinstva, koji se obračunava prema elektrificiranim prostornim jedinicama, manji je za potrošača u trosobnom stanu (4 tarifne jedinice) nego što bi bio za mjereni kilovat snage — koliko ima otprilike jedno električno glačalo — kad bi se tarifirao isto kao i ostalim potrošačima na niskom naponu.

19. Potrošačima domaćinstva koji troše veće količine električne energije treba mjeriti ili ograničavati angažiranu snagu.

20. Smatra se da je jednostavna (prosta) kilovatsatna tarifa suprotna kako interesima potrošača domaćinstva tako i ekonomici isporučioca električne energije. Takvom se tarifom više opterećuju potrošači s racionalnijim načinom potrošnje električne energije odnosno oni, koji prouzrokuju relativno manje troškova opskrbe (uglavnom potrošači u gradovima), a snizuje se cijena električne energije potrošačima s malom količinom potrošnje energije i visokim troškovima opskrbe (uglavnom potrošači u selima).

21. Smatra se da sadašnji tarifni sistem za potrošače domaćinstva ne treba mijenjati ili ga napustiti, već ga treba usavršavati. Međutim, ukoliko se smatra da sadašnji sistem treba napustiti, potrebno je prije toga dobro proučiti druge tarifne sisteme, dokumentirati ih, rezultate ocijeniti i usporediti ih s efektima postojećeg tarifnog sistema.

22. Smatra se da eventualnu izmjenu i dopunu Uredbe o tarifnom sistemu treba donijeti na osnovu postupka koji će omogućiti svim zainteresiranim faktorima, da se na temelju obrazloženja nadležnih organa izjasne o prijedlogu izmjene i dopune, te da se o tome informira i šira javnost.

23. Bilo bi korisno da nacionalni komitet za elektrotermiju i elektrokemiju zajedno s konstruktorima i proizvođačima aparata za domaćinstvo i elektrodistributerima organizira jedno savjetovanje o racionalnoj upotrebi električne energije u domaćinstvu.

24. Seoska elektrifikacija predstavlja korisnu društvenu investiciju koja nalazi svoje opravdanje kako u razvoju proizvodnih snaga seoskog stanovništva tako i u njegovom političkom, socijalnom i kulturnom uzdizanju te povećanju životnog standarda.

25. S obzirom na općedruštveni značaj elektrifikacije sela ona se ne može prepustiti isključivo brizi elektrodistribucije, već treba da bude i briga političko-teritorijalnih tijela: komuna, kotareva i republika.

26. Elektrifikacija seoskih naselja nije akumulativna investicija. Proizvodne snage sela još su nedovoljno razvijene sa slabim intenzitetom potrošnje, a s time u vezi i nedovoljnim prohodima od prodaje električne energije, koji ne pokrivaju ni troškove distribucije tih područja, pa su uslijed toga djelomično prevaljeni na potrošače gradskih naselja.

27. Elektrodistributivna poduzeća nisu do sada poduzimala potrebne mjere za povećanje potrošnje električne energije na selu. Stoga je potrebno, u cilju poboljšanja ekonomike elektrodistribucije u seoskim naseljima, pristupiti što široj propagandnoj akciji putem radija, filma, štampe, televizije, brošura, izložbe i žive riječi za proširenje primjene električne energije u domaćinstvima i poljoprivrednim gospodarstvima.

28. Neophodno je održavati što tješnji kontakt između elektrodistribucije i proizvodnog zadrugarstva u seoskim naseljima. Ovaj kontakt je u interesu oba partnera a i cijele društvene zajednice. Zajednički cilj je unapređenje proizvodnje sela i podizanje njegovog materijalnog blagostanja.

29. Racionalizacija ulaganja investicionih sredstava u proširenje kapaciteta seoskih električnih mreža predstavlja za elektrodistribuciju i dalje problem prvoklasnog značaja. Zato treba težiti što široj standardizaciji napona, stupova, transformatora, transformatorskih stanica, instalacija, ulične rasvjete i mjernih uređaja.

30. U vezi pitanja zonskih tarifa za seoska područja, koju mogućnost predviđa novi tarifni sistem, smatra se da formiranje tarifnih područja po troškovnom principu ima svoje ekonomsko opravdanje, ako bi se na terenu mogla provesti tehnička i prostorna razgraničenja. Međutim, s obzirom na konfiguraciju prenosnih i razvodnih mreža, međupovezanost gradova i sela i teritorijalni sastav općina, razgraničenje po tarifnim zonama troškova principa neizvedivo je. Osim toga, zonske tarife po troškovnom principu izazvale bi bezbrojne sporove s potrošačima električne energije, a povećali bi se, uslijed nejedinstvenih tarifnih stavova na području jednog poduzeća, i režijski troškovi prodaje.

31. U elektrificiranim naseljima ima još uvijek 20% neelektrificiranih domaćinstava (oko 760.000) kojima bi se mogla omogućiti primjena električne energije uz minimalne dodatne investicije. Time bi se ukupan broj neelektrificiranih domaćinstava smanjio od sadašnjih 35,44% na 19,43%.
Domaćinstva u neelektrificiranim kao i u elektrificiranim naseljima treba elektrificirati društvenom akcijom kao i do sada, jer je to jedino moguće s obzirom na sadašnji bonitet elektrodistribucije za te svrhe.

32. U akciji daljnje elektrifikacije seoskih naselja treba prethodno snimiti osnovne podatke svakog neelektrificiranog naselja kako bi se na temelju njih mogla proračunati veličina investicionih ulaganja te količina i karakteristika potrošnje električne energije. Na temelju ovih pogleda treba

Komisija za zaključke

grupirati seoska naselja prema specifičnim troškovima investicija pa dalje sukcesivno realizirati ovakve projekte, nakon što su prethodno osigurana sredstva za financiranje proširene reprodukcije iz: fondova elektrodistribucije, samodoprinosa potrošača, dotacija komuna, kotareva i republika, bankovnih kredita i prijavljenih interesenata za korištenje električne energije, nakon što se obavežu, da će na javnu mrežu priključiti unaprijed utvrđeni broj i snagu električnih trošila.

33. Da bi se omogućilo sistematsko raščlanjivanje troškova u cilju utvrđivanja financijskog rezultata i raspodjele dohotka po ekonomskim jedinicama i u cilju obračuna i raspodjele ukupnog prihoda i dohotka s društvenom zajednicom po djelatnostima poduzeća, potrebno je utvrditi metodiku šifriranja troškova tj. uspostaviti određeni logički računsko-knjigovodstveni sistem.
Za uspostavljanje takvog logičkog knjigovodstveno-računskog sistema, odnosno kontnog plana, potrebno je prethodno znati zahtjeve koji se od takvog sistema traže.
Polazeći od toga, a imajući u vidu činjenicu da su tretirana pitanja u svim elektrodistributivnim poduzećima vrlo srodna, treba u okviru Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije razmotriti slijedeća pitanja:

a) svrsishodnost donošenja jedinstvenog kontnog plana pogonskog knjigovodstva — razreda 5 — sa sistematizacijom troškova distribucije električne energije;
b) izradu potrebnog uputstva o organizaciji pogonskog knjigovodstva i
c) svrsishodnost izrade jedinstvenog kontnog plana financijskog knjigovodstva za elektrodistributivna poduzeća nakon propisivanja najavljenog novog jedinstvenog kontnog plana od strane Saveznog sekretarijata za financije.

34. Kvalitet i opskrbna sposobnost većeg dijela električne mreže distribucije napregnuti su do granica snošljivosti tehničke sigurnosti, uslijed čega dolazi do smetnji u isporuci električne energije.

35. Kod zamjene postojećih i izgradnje novih elektrovodova svih napona treba u većoj mjeri primjenjivati betonske stupove. U tu svrhu treba osigurati slijedeće:

a) savremenije konstrukcije i
b) proširiti postojeće i osnovati nove pogone za proizvodnju betonskih stupova.

36. Drvo će se i dalje upotrebljavati u izgradnji mreža, a naročito u izgradnji vodova 10 kV napona i niskonaponskih mreža. Postojeća iskustva ukazuju na potrebu unapređenja tehnologije proizvodnje drvne mase i njenog održavanja i to:

a) treba osigurati da se plan sječe drva vrši u odgovarajuće doba godine, kako bi kvalitet drva odgovarao potrebama i uvjetima impregnacije;
b) treba proširiti kontrolu svih faza procesa impregnacije sve do samog preuzimanja impregniranih stupova od strane zainteresiranih poduzeća;
c) ugrađene drvene stupove u mrežu treba redovito uzdržavati dodatnim impregnacijama (premazivanjem i dr.), bandažiranjem i drugim mjerama;
d) treba preispitati ekonomičnost šire primjene Ritterovih kliješta i usporediti ove troškove s troškovima betonskih stupova.

37. Postojeći tehnički propisi upućuju na predimenziranje stupova za elektrodistributivnu mrežu. Treba nastojati da se ublaže ovi strogi uvjeti kako bi se dobile suvremenije i ekonomičnije konstrukcije.

38. Treba poboljšati tehnologiju proizvodnje i impregnacije drvenih stupova kako bi se produljio vijek trajanja na oko 20 godina. Istovremeno treba poboljšati i kvalitet uzdržavanja upotrebom sredstava za dodatnu impregnaciju ugrađenih stupova.

39. Izbor materijala za elektrovodne stupove (drvo, beton ili željezo) zavisi od eksploatacionih, terenskih i ekonomskih činilaca. Za svako područje treba primijeniti konkretne tehničko-ekonomske analize, koristeći zaključke Simpozija održanog u Sarajevu decembra 1965. godine.

40. Prilikom materijalnog bilanciranja domaće proizvodnje i uvoza, nisu uzete u obzir materijalne potrebe elektrodistribucije. Inventuru ovih potreba elektrodistribucije treba dostaviti organima materijalnog bilanciranja.

41. Vrste materijala i opreme koji se u zemlji ne proizvode odnosno za koje nema dovoljno kapaciteta treba uvesti za potrebe elektrodistribucije. Jugoslavenska banka trebala bi u tu svrhu osigurati potrebna devizna sredstva.

42. Buduću konfiguraciju i razvoj električne mreže treba uskladiti s dinamikom potrošnje električne energije. Organizaciju rada i kvalifikacionu strukturu radne snage treba uskladiti s primjenom nove tehnike i tehnologije.

43. Iskustva i orijentacije u tehnički razvijenim zemljama ukazuju, da se u elektrodistributivnim mre-

žama sve više uvode dva stupnja transformacije umjesto sadašnja tri (110/35/10 kV). Kod daljnjeg planiranja i izgradnje naših električnih mreža treba voditi računa o ovoj činjenici, pa i kod nas provesti tehničko-ekonomske analize, koje će pokazati da li je, i kad će biti, opravdano napuštanje tri stupnja transformacije i uvođenje dva.

44. Jedan od osnovnih kriterija kvalitete isporuke električne energije je održavanje napona u dozvoljenim granicama kod potrošača. Stanje kakvo sada postoji, tj. bez primjene regulacije napona pod opterećenjem u samim distributivnim mrežama i bez usklađene (kompaundne) automatike regulacije napona u TS 110/35 kV, tehnički je neodrživo. Ovo je naročito izraženo kod razvođenih zračnih mreža gdje su velike razlike u maksimalnim i minimalnim dnevnim opterećenjima.

45. Da bi se problem kvalitetnog održavanja napona kod potrošača riješio, potrebno je:

a) inzistirati kod proizvodno-prenosnih poduzeća na opremanju TS 110/35 kV uređajima za automatsku regulaciju napona pod opterećenjem (zavisnu od opterećenja — kompaundnu);

b) u većini transformatorskih stanica 35/10 kV treba preći na primjenu transformatora s regulacijom napona pod opterećenjem, kao osnovnim načinom regulacije napona pod opterećenjem u elektrodistributivnim mrežama. Pri tome treba obavezno primijeniti automatsku regulaciju napona usklađenu s opterećenjem.

c) kao dopuna osnovnom načinu regulacije napona u TS 35/10kV, tamo gdje je to potrebno (velika nejednovremenost u opterećenjima), mogu se primijeniti dopunska sredstva regulacije kao:

— regulacioni autotransformatori na pojedinim odvodima 10 kV;
— automatska regulacija kod potrošača;
— iskorišćenje primjene kondenzatorskih baterija kod potrošača.

Primjena regulacionih transformatora 35/10 kV naročito je pogodna kod zračnih elektrodistributivnih mreža i to ne samo na velikim jedinicama, već i na manjim, počev od 1000 kVA pa naviše.

46. Stalni i nagli porast potrošnje električne energije na mreži razvoda i distribucije zahtijeva kvalitetna ispitivanja uzroka i mjerila porasta potrošnje. U tom cilju od posebnog su interesa istraživanja energetskih karakteristika potrošača i to naročito potrošača u domaćinstvu, koja za sebe vezuje znatan dio distributivne mreže.
Treba izraditi metodologiju jedinstvene statističke evidencije.

47. Sadašnje šarenilo opreme u našim elektrodistributivnim mrežama rezultat je slabog ili nikakvog rada na pitanju tipizacije u našim mrežama. Ukazuje se na neophodnost ozbiljnijeg prilaženja rješavanju ovog pitanja, te u tu svrhu treba poduzeti slijedeće:

a) da distributivna poduzeća definiraju svoje potrebe u pogledu karakteristika opreme;
b) da distributivna poduzeća usaglase svoja gledišta kako međusobno tako i s mogućnostima proizvođača.

Gornje se odnosi i na rješenje problema tipizacije stupova elektrodistributivnih mreža.

48. U cilju dobivanja optimalnih tehničko-ekonomskih rješenja potrebno je pristupiti tipizaciji elemenata mreže, među kojima naročito:

— gradske transformatorske stanice 10/04 kV
— stupne
— ćelije u postrojenjima 35/10 kV
— priključne kabelske kutije
— relejna zaštita.

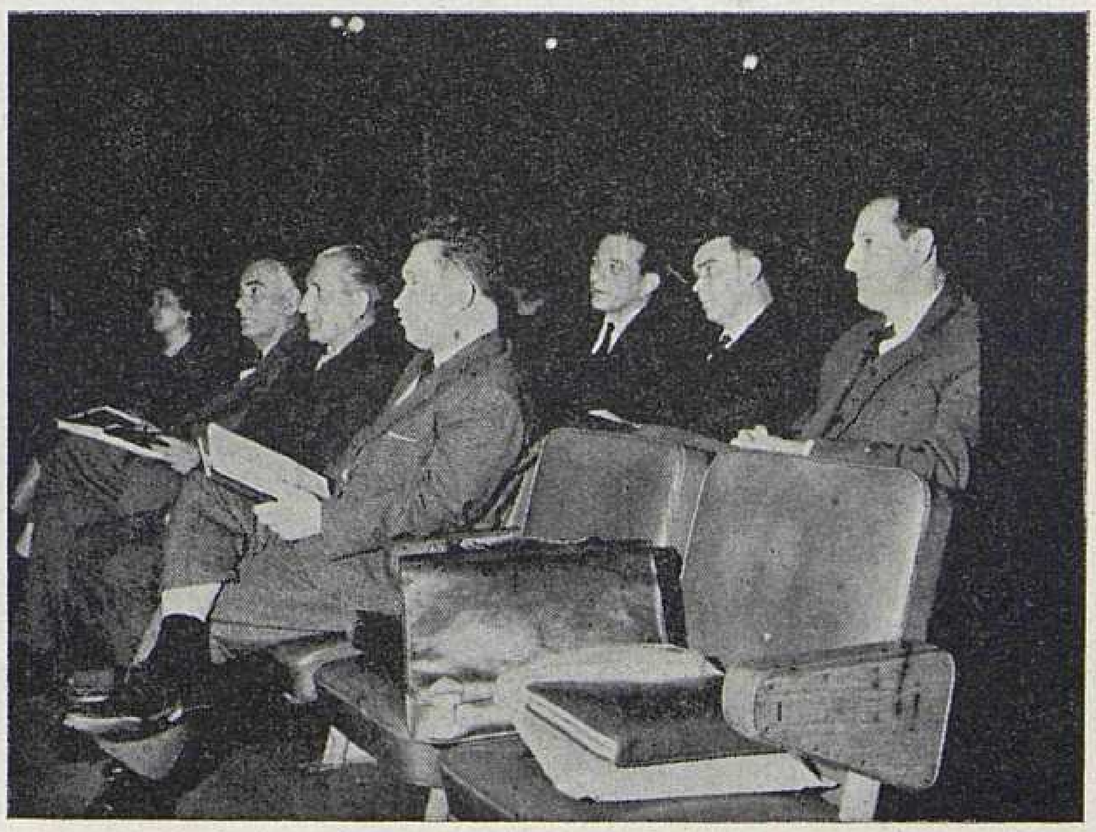
49. Stupanj automatizacije postrojenja zavisi od karakteristika konzuma i mreže koje napaja. Optimalno rješenje treba tražiti u kompromisu između potpune i lokalne automatizacije i kompletne telemehanike. U svakom slučaju treba primijeniti standardizirane tvorničke elemente koji bi se usvojili za cijelu zemlju.

50. Radi osiguranja kontinuiranog i kvalitetnog snabdijevanja potrošača električnom energijom, neophodno je primijeniti suvremenu tehnologiju uzdržavanja i izgradnje elektrodistributivnih mreža primjenom najnovijih tehničkih rješenja (koordinacija izolacije, zaštita od unutrašnjih i vanjskih prenapona, uzemljenje neutralne tačke, trofrekventna komanda i sl.). Pri ovom treba više koristiti raspoložive kapacitete naučno-istraživačkih institucija.

51. Kao jednu od mjera za uštedu investicija treba ispitati mogućnost korištenja tercijalnog namotaja transformatora 110/35 kV za potrebe elektrodistributivnih mreža tamo, gdje za to postoje odgovarajući uvjeti.

52. Opravdani zahtjevi potrošača za kontinuirano snabdijevanje električnom energijom nameću elektroprivrednim poduzećima, a posebno elektrodistributivnim, primjenu metoda rada pod naponom. Iskustva u stranim zemljama pokazuju da su ove metode rada sigurnije od klasičnih.

Predstavnici Jugela, Savezne skupštine Sindikata, Savezne komore, Saveznog sekretarijata za industriju.



53. Problemi vezani za rad pod naponom najvećim dijelom su riješeni od onih, koji ovaj sistem rada već primjenjuju. I u Jugoslaviji on se može s uspjehom primijeniti, ali samo uz koordinirani rad cijele elektroprivrede.

54. Koordinaciona odbor, kao predstavnik i društveni organ elektrodistribucije Jugoslavije morao bi se založiti, da se u našem zakonodavstvu i sudskoj praksi ne polazi sa stanovišta apsolutne sigurnosti, jer se ona u tehnici rijetko sreće i primjenjuje. Treba prihvatiti princip profesionalne sigurnosti, koji više ili manje odstupa od apsolutne sigurnosti i gotovo se nikada s njom ne poklapa. S druge strane princip apsolutne sigurnosti onemogućuje primjenu novih tehničkih dostignuća (npr. tehniku ponovnog uključivanja).

55. Potrebno je, a i krajnje je vrijeme, da se postojeći tehnički propisi, kao zastarjeli, zamijene. Ako se uzme u obzir materijalna šteta koju privreda trpi, neshvatljiva je sporost nadležnih organa.

56. Koordinacioni odbor, koji je sada jedini organ jugoslavenske elektrodistribucije, treba upoznati sva elektrodistributivna poduzeća s rezultatima koji su postignuti u Ljubljani ukidanjem jednog distributivnog napona.

57. Savjetovanje je pokazalo da postoji veliko iskustvo u rješavanju niza tehničkih problema, ali da ne postoji koordinacija u izmjeni tih iskustava, pa se nepotrebno rasipaju snage. Neophodna je i krajnje potrebna što tješnja koordinacija rada.

58. Organizaciju elektroprivrede treba prilagoditi tehnološkom procesu proizvodnje i potrošnje električne energije i principima racionalne podjele rada i odgovornosti, a ne administrativnim kriterijima.

59. Pitanje razgraničenja sredstava rada između proizvodno-prenosnih i distributivnih poduzeća treba ponovo razmotriti. Smatra se neophodnim ponovo pokrenuti pitanje izmjene čl. 3 Osnovnog zakona o elektroprivredi i još jednom ukazati na tehnološke probleme razvoja električne mreže i na ekonomske posljedice koje proizlaze iz sadašnje stilizacije i praktične primjene ovog člana Osnovnog zakona o elektroprivredi.

Praćenje izlaganja

Učesnici komentiraju

U sadašnjoj situaciji organizacije poduzeća za proizvodnju i prenos električne energije ne poklanja se potrebna pažnja izgradnji 110 kV postrojenja, a s druge strane mreža razvoda usko je vezana za razvoj ovih postrojenja. Elektrodistribucija je zainteresirana za izgradnju 110 kV postrojenja bez obzira na stilizaciju čl. 3 Osnovnog zakona o elektroprivredi. Neizvjesnost izgradnje ovih postrojenja povlači za sobom energetske konsekvence, jer se kvantitet prenosa ne može osigurati, a kvalitet energije u stalnom je padu.

Smatra se, da bi poduzeća za prenos električne energije trebala obuhvatiti vodove prenosa 110 kV i višeg napona, transformatorske stanice 220 kV i transformatorske stanice uz elektrane i dalekovode nižeg napona preko kojih su elektrane vezane na prenosnu mrežu.

Poduzeća za distribuciju električne energije trebala bi obuhvatiti transformatorske stanice 110 kV i nižeg napona kao i dalekovode 110 kV i nižeg napona koji služe razvodu i isporuci električne energije na distributivnoj mreži.

60. Mogućnost fluktuiranja potrošača električne energije s mreže razvoda i distribucije na mrežu prenosa negativno se odrazuje na ekonomiku elektrodistribucije. Izgradnja mrežnih postrojenja temelji se na planskim razvojnim karakteristikama potrošnje električne energije. U stanovito vrijeme razvoja nekog konzumnog područja, dovod većih količina energije nekim potrošaćima treba riješiti izgradnjom postrojenja višeg napona. Nema nikakvog opravdanja da sticajem ovih okolnosti potrošaći pređu na snabdijevanje na mrežu prenosa, a da troškove sredstava rada ovih postrojenja plaćaju preostali potrošači.

61. U sadašnjim uvjetima formiranja cijena električne energije ne može biti konkurentnog tržišta električne energije, jer primjena troškovnog principa tarifiranja nije dosljedno provedena. Jedan dio potrošača na visokom naponu pokriva dio troškova opskrbe potrošača domaćinstva.

62. Elektrodistributivna poduzeća dužna su u propisanim rokovima saglasiti svoju organizaciju poslo-

vanja odredbama Osnovnog zakona o poduzećima i Osnovnog zakona o elektroprivredi.

63. Elektrodistributivna poduzeća nemaju više karakter komunalnog poduzeća i ne vrše više »javnu službu« i za njih važe isti propisi kao i za poduzeća ostalih privrednih djelatnosti.

64. Zajedničke službe u distributivnim poduzećima imaju, u pogledu prava i obaveza u upravljanju, položaj radnih ljudi u radnim jedinicama ili drugim dijelovima elektrodistributivnih poduzeća.

65. O osnivanju, spajanju i pripajanju elektrodistributivnog poduzeća odlučuje se referendumom radne zajednice poduzeća. Prema tome, nema više nikakvih suglasnosti ili odobravanja izvan poduzeća.

66. Pri određivanju pojma i položaja elektrodistributivnog poduzeća mora se prije svega precizirati položaj radnih ljudi, njihova prava i obaveze u radnim jedinicama poduzeća i u poduzeću kao cjelini.

67. Osnovno područje samoupravljanja mora se prenijeti u radne jedinice — dijelove elektrodistributivnog poduzeća — a zajednički organi upravljanja u elektrodistributivnom poduzeću osiguravaju uvjete rada i poslovanja poduzeća kao cjeline i u tu svrhu usklađuju rad pojedinih dijelova poduzeća i njihovih organa upravljanja.

68. Elektrodistributivna poduzeća moraju statutima odrediti rang upravljanja u svojim radnim jedinicama bez obzira na horizontalnu ili vertikalnu organizaciju. Pri tome treba poštovati samoupravna prava pojedinih dijelova poduzeća.

69. Sadašnje ekonomske jedinice u okviru postojećih pogona treba formirati kao radne jedinice u smislu zakona, što važi i za manje pogone, a dosadašnji veći pogoni mogu se formirati kao pogoni sa samostalnim obračunima pod zakonom propisanim uvjetima. Reorganizacija dosadašnjih elekrodistributivnih poduzeća može se predvidjeti budućim spajanjem elektrodistributivnih poduzeća u veća elektrodistributivna poduzeća ili u združena poduzeća.

70. Pojam »radna jedinica« ima po važećim propisima generično značenje i po raznim zakonima uže i šire značenje. Naziv »ekonomska jedinica« i »obračunska jedinica« kao i oblik »radne jedinice« ima mjesta u novim propisima i općim aktima poduzeća, s tim što im se moraju dati prava predviđena zakonom. Pojam »radna jedinica« treba naći svoje mjesto u poglavljima statuta poduzeća i ta poglavlja komentirati u skladu sa zakonom.

71. Na osnovu do sada stečenih iskustava u poduzećima u kojima je uvedena organizacija rada i obračun rezultata po ekonomskim jedinicama i u kojima se sistem raspodjele dohotka osniva na metodi mjerenja učinka, može se zaključiti da postoje realne mogućnosti za primjenu ovog sistema raspodjele u elektrodistributivnim poduzećima. Taj sistem se nameće kao ekonomska nužda i s društveno-političkog aspekta.

72. Statutom se moraju mijenjati funkcije radničkog savjeta, upravnog odbora i direktora poduzeća. Potrebno je ponovo formirati funkcije direktora poduzeća u vezi sa sklapanjem ugovora i obustavom protuzakonitih odluka drugih organa upravljanja u poduzeću u skladu s novim zakonom o poduzećima.

73. Dosadašnji predmet poslovanja elektrodistributivnih poduzeća mora se uskladiti s propisanom nomenklaturom privrednih djelatnosti.

74. Pravnoj službi elektrodistributivnih poduzeća treba dati, s obzirom na nove pravne propise, odgovarajuće mjesto ne samo kao stručnoj službi u vezi sa sporovima na sudu već i kao savjetodavnoj službi u vezi sa zakonima. Izdvajanje pravne službe iz općeg odjela poduzeća zavisit će od koncepcije organizacije.

75. Zajedničkom organu koordinacije i zastupanja elektrodistribucije Jugoslavije treba dati zakonski pravni oblik ukoliko elektrodistributivne organizacije ne postignu ravnopravne kondicije upravljanja u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede.

76. Prava radnih jedinica zakonom su načelno utvrđena. Statutima ili drugim aktima poduzeća treba predvidjeti obujam tih prava, kao i daljnje prenošenje sve više tih prava na radne jedinice.

77. Djelatnost investiciono-tehničke dokumentacije i izgradnje elektroenergetskih objekata, bilo za vlastite potrebe bilo za druga lica, ne mora se organizirati kao jedinica sa samostalnim obračunom, jer se ta djelatnost u smislu novih propisa smatra osnovnom djelatnošću poduzeća i registrirana je u registru privrednih organizacija. Prema tome, dosadašnje jedinice za projektiranje ne moraju imati status samostalnog obračuna, već status unutrašnjeg obračuna, a ako su organizirane sa samostalnim obračunom, onda ne mogu biti u sastavu pogona sa samostalnim obračunom. Ovo isto važi i za jedinice za izgradnju investicionih objekata.

78. U narednom periodu treba studijski obrađivati aktuelna ekonomska i tehnička pitanja. Studijski rad treba financirati zajedničkim sredstvima poduzeća. Koordinacioni odbor treba predložiti odgovarajuće rješenje.

79. Predstavnici elektrodistribucije Jugoslavije trebali bi u dogovoru s predstavnikom nekog fakulteta nadopuniti postojeće programe postdiplomskih studija materijom iz elektrodistribucije, jer ova nije obuhvaćena tim programima, pa je time onemogućena daljnja specijalizacija visokostručnih kadrova ove grane elektroenergetike.

80. Treba nastaviti s ostvarivanjem zaključaka donijetih na I Savjetovanju elektrodistributera Jugoslavije u Jajcu.

Tok diskusije ovog savjetovanja objavit će se u drugom dijelu ZBORNIKA.

EKONOMSKI POLOŽAJ DJELATNOSTI DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U NOVIM UVJETIMA PRIVREĐIVANJA

Marko Markulj, Sarajevo

Autor izlaže osnove ekonomskih odnosa djelatnosti razvoda i distribucije električne energije prije i nakon izdvajanja iz udružene elektroprivrede, kao i u novim uvjetima privređivanja nakon privredne reforme. Daje presjek stanja električne mreže i neke rezultate nakon ekonomskog osamostaljenja. Raspravlja o novoj vrijednosti proizvodne djelatnosti distribucije, novim cijenama električne energije, novom tarifnom sistemu i o potrebnim racionalizacijama na području investicija i interne raspodjele.

DK 621.316.1

1. Uvod

Već sam naslov upućuje na relativnu uopćenost materije, koja je predmet obrađivanja. Da bi se mogao dobiti jasniji pregled o ekonomskom položaju djelatnosti distribucije električne energije potrebno je osvrnuti se na razvoj ove djelatnosti u proteklom periodu.

S obzirom na širinu pitanja koja obrađuje ova tema, nije moguće učiniti konkretniji osvrt na aktuelnu užu problematiku u okviru ekonomike djelatnosti distribucije električne energije

2. Djelatnost distribucije električne energije u periodu tijesne ekonomske povezanosti s udruženom elektroprivredom do 30. lipnja 1963. god.

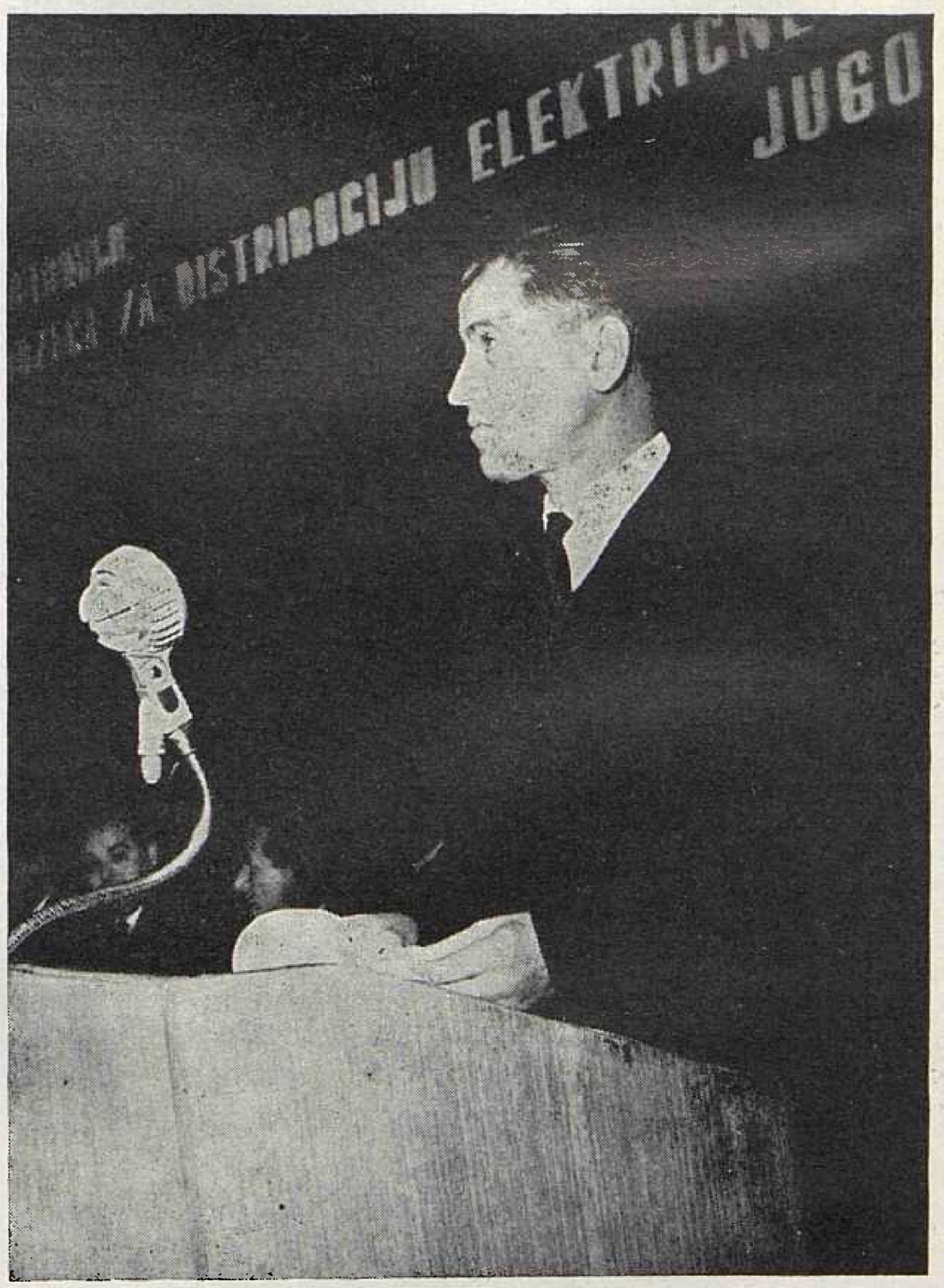
Ovaj period zaslužuje poseban osvrt iz više razloga, a napose imajući u vidu češće prijedloge o ponovnoj integraciji proizvodno-prijenosne i distributivne djelatnosti.

Kada se podrobnije analizira spomenuti period može se zaključiti da je distributivna djelatnost tada ne samo stagnirala, nego, pogrešno orijentirana, čak nazadovala, posebno u razvoju svoje osnovne djelatnosti. Uzroke za ovo treba tražiti prije svega u tada važećim normativima troškova poslovanja i dohotka i, kao posljedici ovih, u razvijanju pomoćnih i sporednih djelatnosti, preuzimanju loše i često tehnički nepropisno izgrađene seoske mreže, nedovoljnom tekućem uzdržavanju postrojenja i slično.

2.1. Normativi troškova poslovanja i dohotka

Amortizacija, kamati na poslovni fond, premije osiguranja, kamati na kredite i doprinosi normirani su prema općim propisima, dok su troškovi investicionog uzdržavanja i ostali materijalni troškovi normirani primjenom odgovarajućih stopa na nabavnu vrijednost osnovnih sredstava.

Posljednji važeći normativ dohotka temeljio se na osnovicama bruto osobnog dohotka po kvalifikacionoj strukturi, koje su po djelatnostima iznosile:



Djelatnosti	I kategorija	II kategorija	III kategorija	IV kategorija
HE — 1 grupa	61.950	42.000	23.250	19.200
HE — 2 grupa	58.350	40.500	23.250	19.200
HE — 3 grupa	54.900	39.000	23.250	19 200
HE — 4 grupa	51.300	37.500	23.250	19.200
HE — 5 grupa	47.700	36.000	23.250	19.200
HE — 6 grupa	44 250	34.500	23.250	19.200
TE — 1 grupa	61.350	41.400	24.450	21.150
TE — 2 grupa	57.900	39.750	24.450	21.150
TE — 3 grupa	53 250	37.200	24.450	21 150
TE — 4 grupa	50.850	36.300	24.450	21.150
TE — 5 grupa	47.250	34.500	24.450	21.150
Prijenosna poduzeća	51.300	37.500	24.000	20.250
Distributivna poduzeća	48.750	34.500	24.000	20.250

Normirani dohodak dobivao se na taj način, što se ponderirani zbir osnovnog dijela normiranog dohotka (iz prednje tabele) uvećavao za određeni procenat koji je iznosio:

— za hidroelektrane	34 %
— za termoelektrane	25 %
— za prijenosna poduzeća	25 %
— za distributivna poduzeća	8 %

Prema tome, distributivna poduzeća ne samo da su imala niži osnovni dohodak po kvalifikacionoj strukturi od iole značajnije elektrane, kao i od vrlo srodnih, prijenosnih poduzeća, nego su dobila i najniži procenat za formiranje dijela dohotka iznad osnovnog. Tako ona distributivna poduzeća koja su plaćala doprinos iz dohotka (a većina ih je plaćala), iz dijela dohotka iznad normiranog nisu bila u mogućnosti podmiriti spomenuti doprinos, nego su u ovu svrhu izdvajala još 8,2% osnovnog dohotka.

Ovakva situacija upućivala je distributivna poduzeća da traže druge izvore dohotka i ona su ih nalazila, uglavnom, razvijanjem sporednih i pomoćnih djelatnosti.

2.2. Razvijanje sporednih i pomoćnih djelatnosti

Pored osnovne djelatnosti — pogon i uzdržavanje postrojenja u cilju snabdijevanja svojih potrošača električnom energijom — gotovo sva distributivna poduzeća u svojoj režiji vrše rekonstrukcijju i izgradnju vlastitih postrojenja. Neka poduzeća su otišla i dalje od toga vršeći razne usluge trećim licima, te su, kao usput, formirane razne radionice i servisi, koji ponegdje prerastaju u malu tvornicu. Suvišno je naglašavati da je ovakva orijentacija pogrešna, tim prije što u nas postoje razvijena specijalizirana poduzeća za proizvodnju opreme i servisne usluge. Međutim, ovakva orijentacija je bila, s obzirom na nedovoljna sredstva prema normativima, do izvjesne granice nužna a preko toga i dalje stihijano nastavljena, tako da negdje i danas predstavlja vrlo teško rješiv problem.

Podaci iz završnih računa za 1963. godinu pokazuju u kojoj mjeri je učešće sporednih i pomoćnih djelatnosti utjecalo na formiranje dohotka distributivnih poduzeća.

Struktura djelatnosti distributivnih poduzeća u 1963. godini

Predmet	Osnovna djelatnost	Pomoćne i sporedne djelatnosti	Ukupno
	u 10^6 din*		
Bruto produkt	88.432	30.385	118.817
Troškovi poslovanja	71.815	19.839	91.654
Dohodak	16.617	10.546	27.163

U osnovnoj djelatnosti ostvaren je dohodak od 16.617 milijuna dinara, što je osiguralo prosječne neto osobne dohotke po radniku u iznosu od Din. 35.400 mjesečno, ako se ništa ne bi izdvojilo u fondove.

* Nedostaju podaci distribucije SR Crne Gore.

Distributivna poduzeća su, međutim, u 1963. godini ostvarila neto osobne dohotke po radniku mjesečno Din. 37.564 i u fondove 7.259 milijuna dinara, zahvaljujući ostvarenom dohotku u sporednim i pomoćnim djelatnostima.

2.3. Stanje električne mreže distribucije

Politika investiranja u objekte elektroprivrede dvojako je vođena. Dok su se na jednoj strani, kako — tako, osiguravala sredstva za izgradnju proizvodnih i prijenosnih kapaciteta, dotle su distributivna poduzeća, uglavnom upućivana da sama rješavaju ovaj problem. Oskudnim vlastitim sredstvima, ne nalazeći kreditora koji je bio u stanju i voljan da dade sredstva u vidu dugoročnih kredita, nisu mogla paralelno pratiti razvoj — a naročito opremljenost — kapaciteta proizvodnje i prijenosa.

Potpuno jasnu sliku ovoga stanja za cijeli teritorij SFRJ nemoguće je danas dati iz razloga što na svim područjima ova mreža nije ažurno snimljena, a ima još slučajeva, gdje se velik broj potrošača distribucije snabdijeva s mreže koja nije u osnovnim sredstvima distributivnih poduzeća (naročito na teritoriju BiH i Srbije).

Međutim, bilo je pokušaja da se usporedi stanje i opremljenost distributivnih postrojenja sa stanjem i opremljenošću ostalih elektroenergetskih postrojenja. Evo zaključaka iz jednog stručnog elaborata o stanju distributivne mreže u SR Hrvatskoj, rađenog koncem 1963. godine:*)

— »Kapaciteti mreža su nedovoljni. Presjeci vodiča, pojne tačke mreže, u većem dijelu distributivnih mreža premaleni su i zato su napregnuti do granica snošljivosti tehničke sigurnosti. Uslijed toga dolazi do smetnji u dobavi električne energije potrošačima. U uslovima preopterećenosti postrojenja, poduzeća koriste bilo koja sredstva koja im stoje na raspolaganju u svrhu saniranja prilika. Izgrađuju nove kapacitete s minimalnom opremom što ne doprinosi povećanju kvaliteta mreže. Istovremeno se osjeća zapuštanje postojećih kapaciteta, tako da na nekim mjestima tehnička opremljenost postrojenja predstavlja realnu opasnost ne samo za sigurnost pogona već i ljudi.

— Uslijed nedostatka financijskih sredstava, poduzeća ne održavaju sistematski postrojenja, intervenirajući samo u slučaju kvarova, što srozava tehnički nivo postrojenja. Poznato je, na primjer, da je drvo u velikoj većini primijenjeno za izgradnju zračnih mreža niskog napona i 10 kV dalekovoda. Uzevši primjer zračne mreže područja Hrvatskog Zagorja konstatirano je da je 54% drvenih stupova starije od 10 godina, a 32% starije od 15 godina. S obzirom na kva-

* Izvor ovog podatka je: *»Informacije o ekonomskom položaju distribucije u okviru elektroprivrede i o povišenju tarifa električne energije u cilju racionalizacije potrošnje i izjednačenja prodajnih cijena električne energije s troškovima reprodukcije distribucije«* od 8. srpnja 1964., koju je izradio Koordinacioni odbor republičkih poslovnih udruženja i republičkih distributivnih poduzeća.

litet drveta to znači da je znatan dio mreže dotrajao i stalna rekonstrukcija i zamjena stupova je problem čije rješenje u velikoj mjeri iscrpljuje sredstva poduzeća na tom području. Na temeljito rješenje problema, na primjer na rekonstrukciju mreže betonskim stupovima, ne može se ni pomišljati.

— Nedovoljni kapaciteti prouzrokuju gubitke koji u nekim rajonima daleko prelaze granice tehničkih normi te dostižu i do 27%.

— Naponske prilike su u većini dijelova mreže takve da ne odgovaraju ni minimalnim zahtjevima za kvalitetnu električnu energiju u tom pogledu. U časovima velikih opterećenja preniski napon onemogućuje rad motora, televizora itd., a u časovima rasterećenja pregorijevaju televizori i žarulje uslijed previsokog napona itd. Uslijed nedostatka sredstava, na regulaciju napona unutar distributivnih mreža ne može se ni pomišljati.

— Sigurnost dobave električne energije potrošačima izgradnjom mreža u pogonskim petljama, tj. mogućnost dvostranog napajanja, osim u većim gradovima, uopće nije provedena, pa čak ni na naponu 30 odnosno 35 kV.

— Daljinsko upravljanje distributivnim postrojenjima kao sredstvo za kvalitetnije održavanje pogonske službe i kvalitetniju i ekonomičniju eksploataciju mreže, osim u Zagrebu, gdje je u fazi pripreme, nigdje nije provedeno.

— Automatsko ponovno ukopčavanje u zračnim mrežama visokog napona, kao ekonomična zamjena za uklopničarsku službu, tek je u početnoj fazi primjene, uslijed nedostatka financijskih sredstava za nabavku nove — automatici odgovarajuće opreme.

— Upravljanje potrošnjom, iako očigledno nužno sa stanovišta i distribucije i prijenosa i proizvodnje, nije prešlo fazu eksperimenta (Zagreb), uslijed nedostatka deviznih sredstava za nabavku opreme, iako je nivo potrošnje već unatrag nekoliko godina stvorio sve uvjete za njihovu primjenu.

— Rasklopna postrojenja i napojne tačke mreže siromašne su u pogledu odgovarajućih mjernih uređaja i aparatura, tako da nema podrobnijih i efikasnijih analiza stanja mreže u energetskom pogledu osim u iznimnim slučajevima itd.«

2.4. Neiskorištene mogućnosti što ih je pružao raniji Zakon o elektroprivrednim organizacijama

Vjerojatno u mnogo povoljnijem položaju, od onog koji je naprijed opisan, našla bi se distributivna poduzeća da su, na primjer, samo normativi drukčije postavljeni, odnosno da su umjesto njih zaista utvrđena objektivna mjerila.

Bilo je, na primjer, prijedloga (koji na žalost nisu usvojeni) da se troškovi i dohodak distribucije utvrde određivanjem procenta na realiziranu cijenu po kWh, a za utvrđivanje nivoa ovoga procenta poslužili bi priznati troškovi poslovanja i dohodak, po tada važećim normativima, u nekom određenom startnom periodu (najbolje prethodna poslovna godina). U ovom slučaju distributivna poduzeća bila bi stimulirana na:

— sniženje gubitaka;
— pravilnu primjenu tarifa;
— sniženje troškova poslovanja;
— smanjenje radne snage;
— održavanje takve pogonske spremnosti postrojenja koja omogućuje što veću realizaciju kWh i sl.

Samim ovim bilo bi povoljnije riješeno i pitanje financiranja rekonstrukcije i nove izgradnje distributivnih kapaciteta, jer bi sredstva ostvarena produktivnošću živog rada i produktivnošću sredstava rada u distribuciji ostajala distributivnim poduzećima, a ne bi se prelijevala u tzv. kolektivni dohodak elektroprivrednih zajednica u čijoj raspodjeli su sudjelovala samo poduzeća za proizvodnju i prijenos — bez distributivnih poduzeća.

Da su tada donesena objektivna mjerila na ovom principu, mnogo bi se realnije mogle utvrditi stvarne eventualne slabosti Zakona o elektroprivrednim organizacijama. Vjerojatno, u ovom slučaju, ni organizacija elektroprivrede ne bi doživjela ovako korjenite izmjene.

3. Djelatnost distribucije električne energije nakon ekonomskog osamostaljenja

Donošenjem Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama od 1. jula 1963. godine distributivna poduzeća su postala ekonomski samostalne elektroprivredne organizacije. Umjesto ranije normiranih troškova poslovanja i dohotka distributivna poduzeća su sada samostalno formirala svoj dohodak, koji je zavisio od ostvarene ekonomičnosti i produktivnosti u ovoj djelatnosti. Znači da rezultati ostvarene produktivnosti i živog rada i sredstava rada, ostvareni u djelatnosti distribucije, ostaju sada distribuciji.

Pozitivni rezultati ekonomskog osamostaljenja distribucije, koji već sada nisu za potcjenjivanje, bili bi znatno povoljniji da je integracija ovih poduzeća bezbolnije provedena. Ovako, praktično, bilo je distributivnih poduzeća, koja su izgubila i godinu dana na usvajanju organizacije. Poteškoće u pogledu provođenja optimalne organizacije ovih poduzeća dolazile su i od strane kolektiva i izvan njega.

Izvjesno usporavanje očekivanog razvoja poduzeća za distribuciju električne energije (naročito što se tiče jačanja razvojnih službi, usavršavanja sistema interne raspodjele, racionalizacije investicija i sl.) uslijedilo je i zbog toga što su se za posljednje dvije godine tri puta mijenjale tarife za prodaju električne energije.

Svaki put ova poduzeća su za duži period na ovim poslovima angažirala svoje najstručnije kadrove, jer za to nisu imala posebne specijalizirane službe. Osim toga, bilo je slučajeva da se nailazilo na poteškoće oko dokazivanja objektivnosti nivoa cijena koje treba da osiguraju troškove reprodukcije distribucije.

3.1. Neki rezultati ostvareni nakon ekonomskog osamostaljenja distribucije

I pored relativno kratkog perioda i poteškoća na koje su poduzeća za distribuciju električne energije u svojoj konsolidaciji nailazila, učinjen je i znatan korak naprijed, naročito u pogledu povećanja produktivnosti rada. Već sama činjenica da su ova poduzeća uočila mnoge manjkavosti u ranijem poslovanju kojima su, dobrim dijelom, doprinijeli uslovi privređivanja u administrativnoj raspodjeli, predstavlja također jedan vid uspjeha.

Evo i nekoliko usporednih rezultata ostvarene produktivnosti i raspodjele iz perioda administrativno formiranog dohotka i ostvarenog dohotka u 1964. godini, nakon ekonomskog osamostaljenja distribucije.

	Godina	
	1961.	1964.
Predaja kWh — indeks	100	172
Broj radnika — indeks	100	113
Raspodjela čistog prihoda:		
— za lične dohotke	88,2 %	60,2 %
— za fondove koji ostaju poduzećima	11,8 %	39,8 %
Raspodjela fondova:		
— u rezervni i poslovni fond	47,9 %	75,4 %
— u fond zajedničke potrošnje	52,1 %	24,6 %

Ovi rezultati po poduzećima su različiti, ali nisu sasvim usporedivi zbog toga što su neka poduzeća i u 1961. godini a i u 1964. godini bila oslobođena plaćanja doprinosa iz dohotka, a neka i plaćanja kamata na poslovni fond. Nasuprot ovih ima poduzeća koja su sve društvene obaveze u jednoj i drugoj promatranoj godini plaćala u cijelosti.

3.2. Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije

Od momenta kada je u našem privrednom sistemu učinjen snažan preokret, uslovljen prelaskom od administrativnog dirigiranja privredom na sistem »privrednog računa« osnovnih proizvođača, osjećala se potreba da se i cijena električne energije prilagodi novim uvjetima privređivanja. Svakako, već tada je bila strana tarifa električne energije po namjeni potrošnje, a pripadnici mišljenja da društvena zajednica putem elektroprivrede kao infrastrukturalne grane privrede treba subvencionirati potrošače električne energije vodeći računa o bonitetu gotovo svih kategorija potrošača — bez obzira na troškove što ih ovi prouzrokuju — bili su sve više u manjini.

I zaista, bilo je krajnje vrijeme da se novom tarifom za prodaju električne energije učini znatan zaokret, kako sa stanovišta elektroprivrede kao privredne grane, tako i sa stanovišta potrošača električne energije. Pri ovome značajna su dva momenta i to:

— prvi, da elektroprivredna poduzeća posluju kao i ostala privredna poduzeća, što znači, da im se putem cijene električne energije treba da osiguraju troškovi reprodukcije i
— drugi, da svi potrošači u obliku cijene električne energije treba da plaćaju troškove što ih kao ravnopravni potrošači prouzrokuju.

Budući da u Jugoslaviji postoji industrijska proizvodnja električne energije (paralelan rad elektrana povezan jedinstvenim sistemom prijenosne mreže), neophodna je primjena jedinstvenog tarifnog sistema za cijelo područje Jugoslavije.

Donošenjem Uredbe o tarifnom sistemu za prodaju električne energije i propisivanjem novih tarifnih stavova na mreži prijenosa i mreži distribucije, prethodno su postavljene razrađene koncepcije, s izuzetkom da se potrošači domaćinstva privremeno izdvoje kao posebna kategorija i da im se, za sada, limitira cijena u prosjeku na 25 Din/kWh.

Tarifni sistem za prodaju električne energije

Uredba o tarifnom sistemu za prodaju električne energije obavezuje na primjenu diferencirane tarife sa posebnim tarifnim stavovima za:

— osnovni doprinos za obračunsku snagu (kW);
— preuzetu radnu energiju (kWh) i
— prekomjerno preuzetu reaktivnu energiju (kVArh).

Ovako utvrđeni tarifni stavovi razlikuju se po: veličini napona, sezoni, dobu dana i tarifnom stepenu.

Od svih elemenata koje predviđa tarifni sistem, na najviše nerazumijevanje kod potrošača naišao je »osnovni doprinos za obračunsku snagu« uopće, a napose njegova primjena kod kategorije domaćinstva, gdje se ne mjeri angažiranje vršne snage.

Doprinos za obračunsku snagu je ekonomska kategorija čije postojanje se opravdava prirodom troškova elektroprivrede, kao i namjerom da se postigne što racionalnije korišćenje elektroenergetskih kapaciteta, intenzivnim korišćenjem angažirane snage od strane potrošača.

Bruto produkt distribucije Jugoslavije raščlanjen na fiksne i varijabilne elemente izgleda ovako:

	Iznos u 10^3 dinara	% učešća u ukupnom bruto produktu
Fiksni elementi	125,483.314	62,30
Varijabilni elementi	75,923.908	37,70
Ukupno	201,407.222	100

Dok fiksni elementi sudjeluju u cijeni električne energije sa 62,3%, varijabilni sudjeluju s 37,7%. Drugim riječima, 62,3% troškova i drugih elemenata cijene će biti ostvareni bez obzira na visinu potrošnje električne energije.

U takvim uvjetima je normalno da se jedan dio ovih troškova mora naplatiti od potrošača isto tako nezavisno od njegova intenziteta potrošnje električne energije.

Stoji, međutim, prigovor da način na koji se doprinos na snagu obračunava, po postojećem tarifnom sistemu u potrošnji domaćinstva, ne stimulira ovoga potrošača na racionalnije iskorištenje vršne snage, jer se ova ne mjeri. No činjenica je da svaki potrošač, koji ima samo električno glačalo, angažira oko 1 kW snage i da u vidu doprinosa (pod pretpostavkom da ima čak trosoban stan) plaća manje nego bi plaćao jedan izmjereni kW kada bi bio isto tretiran kao ostali potrošači na niskom naponu. Uzgred napominjemo da distributivna poduzeća kod kupovine na mreži prijenosa plaćaju za 1 kilovat (kW):

	u I stepenu	u II stepenu
u višoj sezoni Din.	5.300	1.960
u nižoj sezoni Din.	1.800	1.325

I pored mnogih prigovora na račun plaćanja doprinosa za obračunsku snagu po tarifnim jedinicama (prostorijama) u domaćinstvu, ne može se reći da je ovakav način proizvoljan i bez energetske osnove. Naime, distributivna mreža već prilikom projektiranja i izgradnje dimenzionira se prema broju stanova i prema njihovoj veličini. Prema tome, veći stan upravo zbog toga što je veći, prouzrokuje veće fiksne troškove elektrodistributera.

Treba također imati u vidu da postojeći tarifni sistem ovakav način obračuna doprinosa predviđa kao privremen, dotle dok se ne omogući stvarno mjerenje angažirane ili omeđivane ugovorene snage. Tarifni sistem i tarife za prodaju električne energije trebaju samo pružiti odgovarajuću stimulaciju potrošaču ili isporučiocu — već prema tome koga se želi stimulirati — da ugradi odgovarajući uređaj za mjerenje, odnosno omeđivanje snage. Ako bi se tarife odredile tako da se isporučilac stimulira za ugradnju ovih uređaja, potrebno je, prethodno, voditi računa o slijedećem:

— realno mjesto i adekvatan rezultat odgovarajućih zamašnih investicionih sredstava u ovu svrhu u odnosu na ostale potrebe postrojenja isporučioca i
— eventualne poteškoće praktične i pravne prirode u vezi sa dekomodiranjem potrošača u njegovom stanu.

Doprinos za obračunsku snagu ima za svrhu da osigura jedan dio fiksnih troškova i ostalih fiksnih elemenata bruto produkta isporučioca. Evo u kojoj mjeri on to čini:

Potrošači	Realizacija primjenom doprinosa za snagu SFRJ u Din 10^3	Fiksni elementi u cijeni	Doprinosom pokriveni fiksni elementi cijene u %
Domaćinstva	18,108.503	47,996.047	37,73
Ostali potrošači	32,522.006	77,487.267	41,97
Ukupno	50,630.509	125,483.314	40,35

Dakle primjenom doprinosa za obračunsku snagu osigurava se oko 40% fiksnih elemenata vrijednosti bruto produkta distribucije, koji su nezavisni od intenziteta potrošnje električne energije, a kod potrošača domaćinstva ovaj procenat je i niži (37,73%). Nakon predloženih naknadnih korekcija cijene električne energije za domaćinstva — doprinosom za obračunsku snagu kod ovih potrošača osigurava se svega 25,2% onih fiksnih elemenata troškova reprodukcije distribucije koji otpadaju na ovu grupu potrošača.

Nije nam svrha da na ovom mjestu uzimamo u obranu principe tarifnog sistema, a još manje da branimo i opravdavamo primjenu obračuna doprinosa na obračunsku snagu po prostorijama kod potrošnje domaćinstva (koji se, uzgred rečeno, na isti način obračunava i naplaćuje još od 1957. godine). Svrha je, međutim, da se na ovom mjestu ukaže na štetnost šarolike primjene osnovnih tarifnih principa na teritoriju SFRJ, kakvih ozbiljnih pokušaja ima — počevši od tzv. blok tarife do proste kilovatsatne tarife. Razumno bi bilo primijeniti postojeći tarifni sistem, a potom nakon brižljive pripreme, ili ga mijenjati — ako se u međuvremenu nađe, za naše uvjete, bolje rješenje — ili ga upotpuniti obavezom ugrađivanja odgovarajućih uređaja za mjerenje ili omeđivanje snage u domaćinstvu.

Nivo cijena električne energije

Historijat razvoja cijene električne energije

Uslijed unapređenja tehnološkog procesa i prelaska na industrijsku proizvodnju električne energije, stvarajući na taj način elektroenergetski sistem (kao zamjenu ranijim — odvojenim — tzv. »ostrvskim« elektranama), cijena električne energije raste u istom razmjeru s drugim proizvodima bazične industrije, odnosno s drugim izvorima energije.

Tako je u Zapadnoj Njemačkoj, na primjer, od 1938. do 1958. godine cijena električne energije porasla u prosjeku za svega 10—20% dok su u istom razdoblju troškovi života porasli za 86%, ugljen za 300% a strojevi za 160%.

U istom periodu u Jugoslaviji su porasle cijene električne energije za 339%, ugljenu za 3640%, cementu za 2237%.

U razmatranju razvoja cijene električne energije, nije bitan stepen porasta cijene, jer on zavisi od mnogih faktora, no bitno je da elektroprivreda putem cijene električne energije osigura pokriće troškova svoje reprodukcije. Međutim, cijene električne energije u Jugoslaviji stalno su zaostajale za cijenama elemenata reprodukcije elektroprivrede. Uslijed toga se raskorak između stvarne i propisane prodajne cijene sve više zaoštrava, tako da dolazi do periodičnih većih skokova cijena ovom obliku energije, kao što je bio slučaj 1957. i ove godine.

Suočeni s ovim problemom i reagiranjem potrošača kao drugog zainteresiranog faktora, obično se traži polovično rješenje u obliku: propisivanja povoljnijih ekonomskih instrumenata elektroprivredi, dotacija budžeta, ili naprosto, smanjenje dužne akumulacije u elektroprivredi, što samo dalje odgađa definitivno rješenje ovoga važnog problema.

Prosječne prodajne cijene električne energije inostranih elektroprivreda

Nove cijene električne energije Jugoslavije niže su od cijena električne energije u drugim zemljama. Zanemarivši utjecaj ekonomske politike koja je različita u raznim zemljama, posebno u pogledu formiranja sredstava akumulacije za proširenu reprodukciju, na razlike u nivou cijena električne energije utječu:

a) ili veća akumulativnost inostranih elektroprivreda, ili
b) nerealne deprecirane vrijednosti osnovnih sredstava elektroprivrede Jugoslavije i niski troškovi radne snage.

Na temelju podataka »Službe dokumentacije« bivšeg Saveznog sekretarijata za opće privredne poslove od oktobra 1964. godine, što su prikupljeni iz mjesečne publikacije Međunarodnog biroa rada u Ženevi (Revue internationale du travail — Vol. XC No 1) od mjeseca jula 1964. godine, cijene električne energije za rasvjetu iznosile su:

	Nacionalna valuta	Dinara po tečaju $ — 1250
Kanada		
— Montreal	cent 2,15	25,0
— Otawa	cent 1,71	20,0
— Winipeg	cent 2,22	25,0
SAD		
— Chicago	cent 5,1	70,0
— Juneau	cent 5,0	70,0
— New-York	cent 6,8	85,0
— San Francisco	cent 5,2	65,0
Meksiko		
— Mexico	pezo 0,47	46,7
Panama		
— Panama	centizimo 9,0	112,5
Cipar		
— prosjek cijena za 4 grada	Mil 8,0	30,8
Hongkong		
— Hongkong	Dolar 0,3	65,0
Indija		
— Delhi	Rupi 0,19	50,0
Indonezija		
— Džakarta	Rupi 2,45	6,8
Irak	Fil 10,0	34,8
Japan		
— Osaka	Jen 12,0	41,5
— Tokio	Jen 10,0	34,8
Libanon		
— Beyrouth	Funta 0,18—0,28	103—164
Pakistan		
— Karachi	Rupi 0,30	78,0
— Lahore	Rupi 0,22	56,0
Sirija		
— Damask	Pijaster 20,0	65,0
SR Njemačka		
— prosjek za cijelu republiku	Marka 0,25	78,0
— Zapadni Berlin	Marka 0,21	65,0
Austrija		
— Wien	Šiling 0,57	26,7
Belgija		
— Anvers	Franak 3,32	82,5
— Bruxelles	Franak 3,45	86,2
— Charleroi	Franak 3,64	91,8
— Liège	Franak 3,39	85,0
Bugarska	Lev 0,04	43,3
Danska		
— Kopenhagen s dodatkom od 800 kruna godišnjeg doprinosa za strujomjer	Öre 10,0	18,3
Španjolska		
— Barcelona	Pezeta 2,78	58,3
— Valencija	Pezeta 3,77	78,0
Finska		
— Helsinki	Marka 0,10	38,5
Francuska		
— Paris	Franak 0,353—0,0,87	89—222
— Strasbourg	Franak 0,353—0,87	89—222
Grčka		
— Atena	Drahma 1,80	75,0
Mađarska	Forinta 0,70	75,0
— ovo je cijena za prvih 10 kWh. Za daljnji potrošak cijena je	Forinta 1,43	152,5
Irska		
— Dublin	penci 2,4	35,5
Italija		
— Genova	Lira 44,9	90,0
— Milano	Lira 39,4	78,5
— Napulj	Lira 37,9	75,5
— Rim	Lira 39,9	80,0
— Torino	Lira 44,4	88,8
Poljska	Zlot 0,9	280
— više 2 Zlota mjesečno za najam strujomjera	Zlot 2,0	625,0
Portugal		
— Lisabon	Eskudo 2,0	86,2
Velika Britanija		
— prosjek cijena za 7 gradova	penci 2,0	29,0
Švedska		
— Stockholm	Kruna 0,12	28,9
Švicarska		
— Ženeva	Franak 0,08	22,5
— više mjesečni doprinos	Franak 5,5	1572,5
— Lausanna	Franak 0,35	100,0
— Zürich	Franak 0,07	20,0
— noćna energija	Franak 0,035	10,0
Čehoslovačka	Kruna 0,7	121,8
— više najamnina za strujomjer	Kruna 0,5	86,2
Australija		
— Melbourne	penca 2,2	27,6
— Melbourne — više mjesečni doprinos po prostornoj jedinici	penca 18,0	2102,5
— Sidney		
za prvih 30 kWh	penca 6,41	75,0
od 30 do 70 kWh	penca 4,36	50,8
Novi Zeland		
— Welington	penca 1,07	15,0
Alžir	Franak 0,3	76,5
Gana		
— Akra		
za domaćinstvo	Šiling 0,167	29,0
za trgovinu	Šiling 0,917	159,5
Mali		
— Bamaco	Franak 40,0	202,6
Maroko		
— Casablanca	Dirnham 0,3445	87,5
UAR		
— Kairo	Pijaster 3,0	86,2
Tanganjika		
— Dar es Salam	Šiling 0,147	25,0
— Dar es Salam — više doprinos	Šiling 17,0	2875,0
Tunis		
— Tunis	Milijem 40,0	117,6

Stoji, međutim, prigovor da način na koji se doprinos na snagu obračunava, po postojećem tarifnom sistemu u potrošnji domaćinstva, ne stimulira ovoga potrošača na racionalnije iskorištenje vršne snage, jer se ova ne mjeri. No činjenica je da svaki potrošač, koji ima samo električno glačalo, angažira oko 1 kW snage i da u vidu doprinosa (pod pretpostavkom da ima čak trosoban stan) plaća manje nego bi plaćao jedan izmjereni kW kada bi bio isto tretiran kao ostali potrošači na niskom naponu. Uzgred napominjemo da distributivna poduzeća kod kupovine na mreži prijenosa plaćaju za 1 kilovat (kW):

	u I stepenu	u II stepenu
u višoj sezoni Din.	5.300	1.960
u nižoj sezoni Din.	1.800	1.325

I pored mnogih prigovora na račun plaćanja doprinosa za obračunsku snagu po tarifnim jedinicama (prostorijama) u domaćinstvu, ne može se reći da je ovakav način proizvoljan i bez energetske osnove. Naime, distributivna mreža već prilikom projektiranja i izgradnje dimenzionira se prema broju stanova i prema njihovoj veličini. Prema tome, veći stan upravo zbog toga što je veći, prouzrokuje veće fiksne troškove elektrodistributera.

Treba također imati u vidu da postojeći tarifni sistem ovakav način obračuna doprinosa predviđa kao privremen, dotle dok se ne omogući stvarno mjerenje angažirane ili omeđivane ugovorene snage. Tarifni sistem i tarife za prodaju električne energije trebaju samo pružiti odgovarajuću stimulaciju potrošaču ili isporučiocu — već prema tome koga se želi stimulirati — da ugradi odgovarajući uređaj za mjerenje, odnosno omeđivanje snage. Ako bi se tarife odredile tako da se isporučilac stimulira za ugradnju ovih uređaja, potrebno je, prethodno, voditi računa o slijedećem:

— realno mjesto i adekvatan rezultat odgovarajućih zamašnih investicionih sredstava u ovu svrhu u odnosu na ostale potrebe postrojenja isporučioca i
— eventualne poteškoće praktične i pravne prirode u vezi sa dekomodiranjem potrošača u njegovom stanu.

Doprinos za obračunsku snagu ima za svrhu da osigura jedan dio fiksnih troškova i ostalih fiksnih elemenata bruto produkta isporučioca. Evo u kojoj mjeri on to čini:

Potrošači	Realizacija primjenom doprinosa za snagu SFRJ u Din 10^3	Fiksni elementi u cijeni	Doprinosom pokriveni fiksni elementi cijene u %
Domaćinstva	18,108.503	47,996.047	37,73
Ostali potrošači	32,522.006	77,487.267	41,97
Ukupno	50,630.509	125,483.314	40,35

Dakle primjenom doprinosa za obračunsku snagu osigurava se oko 40% fiksnih elemenata vrijednosti bruto produkta distribucije, koji su nezavisni od intenziteta potrošnje električne energije, a kod potrošača domaćinstva ovaj procenat je i niži (37,73%). Nakon predloženih naknadnih korekcija cijene električne energije za domaćinstva — doprinosom za obračunsku snagu kod ovih potrošača osigurava se svega 25,2% onih fiksnih elemenata troškova reprodukcije distribucije koji otpadaju na ovu grupu potrošača.

Nije nam svrha da na ovom mjestu uzimamo u obranu principe tarifnog sistema, a još manje da branimo i opravdavamo primjenu obračuna doprinosa na obračunsku snagu po prostorijama kod potrošnje domaćinstva (koji se, uzgred rečeno, na isti način obračunava i naplaćuje još od 1957. godine). Svrha je, međutim, da se na ovom mjestu ukaže na štetnost šarolike primjene osnovnih tarifnih principa na teritoriju SFRJ, kakvih ozbiljnih pokušaja ima — počevši od tzv. blok tarife do proste kilovatsatne tarife. Razumno bi bilo primijeniti postojeći tarifni sistem, a potom nakon brižljive pripreme, ili ga mijenjati — ako se u međuvremenu nađe, za naše uvjete, bolje rješenje — ili ga upotpuniti obavezom ugrađivanja odgovarajućih uređaja za mjerenje ili omeđivanje snage u domaćinstvu.

Nivo cijena električne energije

Historijat razvoja cijene električne energije

Uslijed unapređenja tehnološkog procesa i prelaska na industrijsku proizvodnju električne energije, stvarajući na taj način elektroenergetski sistem (kao zamjenu ranijim — odvojenim — tzv. »ostrvskim« elektranama), cijena električne energije raste u istom razmjeru s drugim proizvodima bazične industrije, odnosno s drugim izvorima energije.

Tako je u Zapadnoj Njemačkoj, na primjer, od 1938. do 1958. godine cijena električne energije porasla u prosjeku za svega 10—20% dok su u istom razdoblju troškovi života porasli za 86%, ugljen za 300% a strojevi za 160%.

U istom periodu u Jugoslaviji su porasle cijene električne energije za 339%, ugljenu za 3640%, cementu za 2237%.

U razmatranju razvoja cijene električne energije, nije bitan stepen porasta cijene, jer on zavisi od mnogih faktora, no bitno je da elektroprivreda putem cijene električne energije osigura pokriće troškova svoje reprodukcije. Međutim, cijene električne energije u Jugoslaviji stalno su zaostajale za cijenama elemenata reprodukcije elektroprivrede. Uslijed toga se raskorak između stvarne i propisane prodajne cijene sve više zaoštrava, tako da dolazi do periodičnih većih skokova cijena ovom obliku energije, kao što je bio slučaj 1957. i ove godine.

Suočeni s ovim problemom i reagiranjem potrošača kao drugog zainteresiranog faktora, obično se traži polovično rješenje u obliku: propisivanja povoljnijih ekonomskih instrumenata elektroprivredi, dotacija budžeta, ili naprosto, smanjenje dužne akumulacije u elektroprivredi, što samo dalje odgađa definitivno rješenje ovoga važnog problema.

Prosječne prodajne cijene električne energije inostranih elektroprivreda

Nove cijene električne energije Jugoslavije niže su od cijena električne energije u drugim zemljama. Zanemarivši utjecaj ekonomske politike koja je različita u raznim zemljama, posebno u pogledu formiranja sredstava akumulacije za proširenu reprodukciju, na razlike u nivou cijena električne energije utječu:

a) ili veća akumulativnost inostranih elektroprivreda, ili
b) nerealne deprecirane vrijednosti osnovnih sredstava elektroprivrede Jugoslavije i niski troškovi radne snage.

Na temelju podataka »Službe dokumentacije« bivšeg Saveznog sekretarijata za opće privredne poslove od oktobra 1964. godine, što su prikupljeni iz mjesečne publikacije Međunarodnog biroa rada u Ženevi (Revue internationale du travail — Vol. XC No 1) od mjeseca jula 1964. godine, cijene električne energije za rasvjetu iznosile su:

	Nacionalna valuta	Dinara po tečaju $ — 1250
Kanada		
— Montreal	cent 2,15	25,0
— Otawa	cent 1,71	20,0
— Winipeg	cent 2,22	25,0
SAD		
— Chicago	cent 5,1	70,0
— Juneau	cent 5,0	70,0
— New-York	cent 6,8	85,0
— San Francisco	cent 5,2	65,0
Meksiko		
— Mexico	pezo 0,47	46,7
Panama		
— Panama	centizimo 9,0	112,5
Cipar		
— prosjek cijena za 4 grada	Mil 8,0	30,8
Hongkong		
— Hongkong	Dolar 0,3	65,0
Indija		
— Delhi	Rupi 0,19	50,0
Indonezija		
— Džakarta	Rupi 2,45	6,8
Irak	Fil 10,0	34,8
Japan		
— Osaka	Jen 12,0	41,5
— Tokio	Jen 10,0	34,8
Libanon		
— Beyrouth	Funta 0,18—0,28	103—164
Pakistan		
— Karachi	Rupi 0,30	78,0
— Lahore	Rupi 0,22	56,0
Sirija		
— Damask	Pijaster 20,0	65,0
SR Njemačka		
— prosjek za cijelu republiku	Marka 0,25	78,0
— Zapadni Berlin	Marka 0,21	65,0
Austrija		
— Wien	Šiling 0,57	26,7
Belgija		
— Anvers	Franak 3,32	82,5
— Bruxelles	Franak 3,45	86,2
— Charleroi	Franak 3,64	91,8
— Liège	Franak 3,39	85,0
Bugarska	Lev 0,04	43,3
Danska		
— Kopenhagen s dodatkom od 800 kruna godišnjeg doprinosa za strujomjer	Öre 10,0	18,3
Španjolska		
— Barcelona	Pezeta 2,78	58,3
— Valencija	Pezeta 3,77	78,0
Finska		
— Helsinki	Marka 0,10	38,5
Francuska		
— Paris	Franak 0,353—0,0,87	89—222
— Strasbourg	Franak 0,353—0,87	89—222
Grčka		
— Atena	Drahma 1,80	75,0
Mađarska	Forinta 0,70	75,0
— ovo je cijena za prvih 10 kWh. Za daljnji potrošak cijena je	Forinta 1,43	152,5
Irska		
— Dublin	penci 2,4	35,5
Italija		
— Genova	Lira 44,9	90,0
— Milano	Lira 39,4	78,5
— Napulj	Lira 37,9	75,5
— Rim	Lira 39,9	80,0
— Torino	Lira 44,4	88,8
Poljska	Zlot 0,9	280
— više 2 Zlota mjesečno za najam strujomjera	Zlot 2,0	625,0
Portugal		
— Lisabon	Eskudo 2,0	86,2
Velika Britanija		
— prosjek cijena za 7 gradova	penci 2,0	29,0
Švedska		
— Stockholm	Kruna 0,12	28,9
Švicarska		
— Ženeva	Franak 0,08	22,5
— više mjesečni doprinos	Franak 5,5	1572,5
— Lausanna	Franak 0,35	100,0
— Zürich	Franak 0,07	20,0
— noćna energija	Franak 0,035	10,0
Čehoslovačka	Kruna 0,7	121,8
— više najamnina za strujomjer	Kruna 0,5	86,2
Australija		
— Melbourne	penca 2,2	27,6
— Melbourne — više mjesečni doprinos po prostornoj jedinici	penca 18,0	2102,5
— Sidney		
za prvih 30 kWh	penca 6,41	75,0
od 30 do 70 kWh	penca 4,36	50,8
Novi Zeland		
— Welington	penca 1,07	15,0
Alžir	Franak 0,3	76,5
Gana		
— Akra		
za domaćinstvo	Šiling 0,167	29,0
za trgovinu	Šiling 0,917	159,5
Mali		
— Bamaco	Franak 40,0	202,6
Maroko		
— Casablanca	Dirnham 0,3445	87,5
UAR		
— Kairo	Pijaster 3,0	86,2
Tanganjika		
— Dar es Salam	Šiling 0,147	25,0
— Dar es Salam — više doprinos	Šiling 17,0	2875,0
Tunis		
— Tunis	Milijem 40,0	117,6

Elementi bruto produkta distribucije sadržani u cijeni električne energije

Elektroprivredno poduzeće može zadovoljiti svoju ulogu, koja mu je dodijeljena izvršenom društvenom podjelom rada, samo onda ako mu cijena električne energije osigurava pokriće troškova reprodukcije. Analizirajući ekonomski položaj djelatnosti distribucije električne energije, ne bi se moglo tvrditi da je ova djelatnost raspolagala potrebnim sredstvima, posebno sredstvima namijenjenim za rekonstrukciju, zamjenu i novu izgradnju svojih postrojenja.

Prijedlogom novih cijena električne energije od 1. augusta o. g., a po prethodno dobivenim preporukama od Centralne komisije za probleme cijena i pariteta, distributivna preduzeća su kalkulirala povećanje izvjesnih elemenata vrijednosti bruto produkta u odnosu na kondicije iz 1964. godine.

Povećanje elemenata vrijednosti bruto produkta za distribuciju SFRJ vidljivo je u tablici 1.

Ukupno povećanje cijena električne energije na mreži distribucije iznosi 30,06%, a nakon naknadnih korekcija 26,20%. Ovo povećanje rezultira iz osnova povećanja nabavne cijene električne energije na mreži prijenosa i iz osnova povećanih troškova reprodukcije distribucije i to:

	Prije korekcije	Poslije korekcije
Ukupno povećanje cijene	30,06 %	26,20 %
Od toga:		
— za združenu elektroprivredu	18,36 %	18,49 %
— za distributivna poduzeća	11,70 %	7,71 %

Ne ulazeći u realnost povećanja cijena električne energije na mreži prijenosa (za podmirenje povećanih troškova reprodukcije udružene elektroprivrede), ostalo bi da se obrazloži potreba povećanja cijene električnoj energiji za podmirenje troškova reprodukcije distribucije.

Ako se ima u vidu stanje postrojenja elektrodistribucije kao i povećanje cijene materijala za održavanje postrojenja (prije svega stupova i provodnika) suvišno bi bilo objašnjavati zaista neophodno povećanje troškova investicionog uzdržavanja i ostalih materijalnih troškova.

Potrebno je, međutim, osvrnuti se na povećanje bruto osobnih dohodaka od 27% prije korekcije, odnosno od 14% nakon naknadnih korekcija cijena električne energije, kao i povećanje akumulacije koje iznosi 43% prije, odnosno 27% poslije preračunavanja.

U elementu »bruto osobni dohoci« sadržani su i izdaci koji imaju karakter opće potrošnje kao: doprinos za školstvo, doprinosi i članarine komorama i stručnim udruženjima, doprinos za uzdizanje kadrova i doprinos za zajedničke rezerve, tako da, praktično, za povećanje neto osobnih dohodaka ostvarenih u 1964. godini (u prosjeku za distribuciju SFRJ u neto iznosu od 51.800.— mjesečno po radniku) ostaje oko 17,5% prije korekcije, odnosno oko 1,5% nakon naknadnih korekcija cijene električne energije. Nesumnjivo je da u poduzećima za distribuciju električne energije treba mnogo učiniti na usavršavanju sistema interne raspodjele, pa analogno tome i vezivanju nivoa osobnih dohodaka za ostvarene efekte produktivnosti živog rada. Međutim, sa stanovišta nivoa cijena ovaj element nije značajan, jer nakon predloženih korekcija cijena, povećanje osobnih dohodaka, zajedno sa izdacima koji imaju karakter opće potrošnje, učestvuje sa svega 1,9% u bruto produktu 1964. godine.

Predloženim i usvojenim povećanjem cijena električne energije kalkulirano je povećanje akumulacije za 43% prije korekcije, odnosno za 27% nakon naknadnih korekcija cijena u odnosu na 1964. godinu. U apsolutnom iznosu povećanje ovoga elementa bruto produkta za distribuciju Jugoslavije iznosi 7,1 milijardi prije, odnosno 4,5 milijardi dinara nakon naknadnih korekcija cijena.

Tablica 1

Redni broj	Elementi bruto produkta	Povećanje u odnosu na 1964. u 10^3 dinara		% učešća u bruto produktu 1964.		Indeks ako je 1964. = 100	
		Prvobitan prijedlog	Poslije korekcije	Prije korekcije	Poslije korekcije	Prije korekcije	Poslije korekcije
1.	Materijalni troškovi	5,482.650	4,925.176	3,54	3,18	131	128
	a) ostali materijalni troškovi	2,515.434	2,166.519	1,62	1,40	129	125
	b) investic. održavanje	2,967.216	2,758.657	1,92	1,78	134	131
2.	Amortizacija	123.966	42.702	0,08	0,03	101	100
3.	Bruto osobni dohoci	5,804.728	2,951.046	3,75	1,90	127	114
4.	Fond zajedničke potrošnje	—387.505	—444.014	—0,25	—0,29	76	73
5.	Akumulacija	7,099.594	4,480.187	4,58	2,89	143	127
6.	Bruto produkt bez nabavljene električne energije	18,123.433	11,955.097	11,70	7,71	125	116
7.	Nabavljena električna energija	28,428.166	28,636.444	18,36	18,49	135	135
8.	UKUPNO (6 + 7)	46,551.599	40,591.541	30,06	26,20	130	126

Ukupna sredstva akumulacije za distribuciju Jugoslavije, nakon korekcija cijena, kalkulirana su po namjeni kako slijedi:

a) kamati na poslovni fond 4 %	7,7 Din 10^9
b) kamati na kredite	0,9 Din.
c) premije osiguranja	1,3 Din.
d) rezervni fond	0,8 Din.
e) ostatak	10,3 Din.
UKUPNO	21,0 Din. 10^9

Ostatak sredstava akumulacije od 10,3 milijardi dinara trebalo bi da ublaži nesrazmjer između proračuna novih investicija i raspoloživih sredstava za investicije.

Naime, prema proračunu za distribuciju Jugoslavije u 1965. godini:

Vrijednost novih investicija iznosi		36,9 Din 10^9
Raspoloživa sredstva prema proračunu su:	Din. 10^9	
— slobodni dio amortizacije	8,9	
— ostatak akumulacije	10,3	
		19,2 Din. 10^9
Manjak sredstava		17,7 Din. 10^9

Manjak sredstava za investicije u električnu mrežu razvoda i distribucije trebalo bi pokriti doprinosima zainteresiranih potrošača, koji proširuju svoje kapacitete, ili se priključuju na mrežu razvoda i distribucije, kao i zajmovima, ukoliko se nađe kreditor.

Cijene električne energije uspoređene s cijenama drugih oblika energije

Prosječne cijene električne energije, nakon naknadnih korekcija su slijedeće* (tablica 2):

* U međuvremenu došlo je do daljnje neznatne korekcije cijena za domaćinstva, koje nisu ovdje obuhvaćene.

Iz datog pregleda se vidi da su prosječne cijene, nakon korekcija, za potrošnju u domaćinstvu u Makedoniji, Sloveniji i Crnoj Gori niže od prosječnih cijena za potrošnju na naponu 10 kV, što nije u skladu sa prethodno usvojenim koncepcijama.

Kada su date sugestije za osjetnije povećanje cijena električne energije za kategoriju domaćinstvo, pored želje da se cijene za ovu kategoriju potrošača približe ekonomskim cijenama, ne manje dominantan faktor bio je i usklađenje pariteta cijena električne energije u odnosu na ostale artikle široke potrošnje.

U vrijeme kada se pojavljuje znatan nedostatak električne energije u zemlji, povišenje cijene kategoriji domaćinstvo imalo je za cilj relativno sniženje potrošnje električne energije, posebno za grijanje prostorija.

Međutim, imajući u vidu da je došlo do povišenja cijena i drugim oblicima energije, a da je u međuvremenu predloženo sniženje usvojenih cijena električne energije za domaćinstvo, opravdano se može očekivati i daljnja intenzivna upotreba električne energije za grijanje prostorija.

Već sam podatak da je ugalj »Kreka« poskupio za oko 5.100 dinara po toni (ranije 6.556 a sada 11.600 Din/t.) ili za oko 77%, a električna energija, nakon korekcija za oko 60%, govori u prilog prednjoj konstataciji.

Još ilustrativniji podatak će se dobiti ako se usporede karakteristike ovih oblika energije (tablica 3):

— cijena lignita franko skladište ogrjevnog poduzeća u Beogradu	11.600 din/tona
— prijevoz i smještaj	3.400 din/tona
cijena franko stan potrošača oko	15.000 din/tona
rastur 10 %	1.667 din/tona
cijena za upotrebljenu tonu ugljena	16.667 dinara

Tablica 2

Predmet	Prosječna prodajna cijena Din/kWh						
	B i H	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija	SFRJ
Potrošači na 35 kV	15,28	22,80	14,18	15,61	14,79	15,72	15,11
Potrošači na 10 kV	23,07	26,73	21,19	25,51	22,00	21,68	22,0
Domaćinstvo	23,23	22,81	21,58	17,73	18,56	21,98	21,16
Ostali na 0,4 kV	36,91	41,15	32,53	49,55	32,60	37,44	35,50
Svega (1—4)	23,05	29,23	23,01	24,12	20,66	23,83	22,97
Razmjena	12,52	—	10,72	—	12,25	13,05	12,40
Ukupno (5 + 6)	22,36	29,23	22,89	24,12	20,63	23,65	22,79

Tablica 3

Vrsta energije	Jed. mjere	Kalorične vrijednosti po		Prosječni η (stepen korisnosti) u domaćinstvu		
		kWh	M cal.	Namjena upotrebe		
		Jed. mjere	Jed. mjere	Grijanje prostorija	Zagrijavanje vode	Kuhanje
el. energija	kWh	1	0,860	1,00	0,90	0,62
lignit	kg	3,1	2,666	0,45	0,30	0,25

Uzimajući u obzir cijenu lignita i stepen korisnosti u domaćinstvu proizlazi da upotreba ugljena svedena na kWh prema namjeni upotrebe iznosi:

— za grijanje prostorija	12,0 Din/kWh
— za zagrijavanje vode	16,2 Din/kWh
— za kuhanje	13,3 Din/kWh

Poznato je da upotreba ugljena kao izvora energije u domaćinstvu ima i dodatnih troškova kao i niz drugih nedostataka, što nije obuhvaćeno ovom kalkulacijom, kao:

— drvo za potpaljivanje
— svakodnevno unošenje uglja u stan,
— čišćenje i odnos šljake,
— poremećeni komoditet potrošača.

Prema tome, nije teško zaključiti da će i u buduće veći broj potrošača koristiti električnu energiju u svrhe za koje, u našim uvjetima, ovaj oplemenjeni oblik energije ne bi trebalo da služi.

4. Racionalizacija u distribuciji električne energije

U vrijeme kada cjelokupna jugoslavenska privreda čini napore da: boljom organizacijom rada, većom produktivnošću i ekonomičnijim poslovanjem osigura konkurentnost svojih proizvoda na svjetskom tržištu, postavlja se pitanje na kojem nivou produktivnosti se nalaze distributivna poduzeća i šta bi trebalo poduzeti u svrhu unapređenja poslovanja ovih poduzeća.

Mišljenja smo da posebnu pažnju u ovom pogledu zaslužuju dva problema i to:

— racionalizacija investicija i
— usavršavanje sistema interne raspodjele u svrhu povećanja produktivnosti i ekonomičnosti.

4.1. Racionalizacija investicija

Oskudna vlastita sredstva i, u većini slučajeva, pomanjkanje kreditora, zahtijevaju što je moguće veću racionalnost u investiranju.

Imajući u vidu dosadašnje iskustvo, optimalni efekt uloženih vlastitih sredstava može se postići tipiziranjem opreme i paralelnim angažiranjem sredstava koja doprinose potrošači za novi priključak ili za povećanje instalirane snage svojih trošila. Zbog toga je potrebno istančanije praćenje razvoja konzuma na duži rok.

4.2. Razvoj sistema interne raspodjele

Ako bi produktivnost rada u poduzećima za distribuciju i prijenos električne energije zajedno mjerili realiziranim kWh električne energije, došli bi do podataka da je na ukupno prodatih 11,4 milijardi kWh u 1964. godini bilo zaposleno 23.744 radnika, što znači da na 1 milijun predatih kilovatsati otpada 2,1 radnik. U 1964. godini specifičan potrošak po stanovniku iznosio je 627 kWh.

U 1958. godini elektroprivreda Zapadne Njemačke je, kod specifičnog potroška od 1.641 kWh/stanovnik, predala 66 milijardi kWh, a imala je zaposlenih 117.000 radnika u oblasti snabdijevanja električnom energijom. Na 1 milijun predatih kWh otpadalo je 1,8 radnika u djelatnosti prijenosa i distribucije.

Promatramo s ovoga stanovišta moglo bi se zaključiti da je produktivnost rada u distributivnim i prijenosnim poduzećima na evropskom nivou.

Znatno povoljniji efekti produktivnosti rada u poduzećima za distribuciju električne energije mogli bi se postići usavršavanjem sistema interne raspodjele tako da osobni dohoci rastu srazmjerno porastu efekta produktivnosti živog rada, a fondovi zavisno od porasta efekta produktivnosti sredstava rada kao i djelovanja eventualno povoljnijih vanjskih faktora (povoljnijih instrumenata za razne doprinose društvenoj zajednici, ostvarenje povoljnih cijena električne energije od onih koje su planirane i sl.).

Imajući u vidu da cijena električne energije ne raste paralelno s porastom troškova reprodukcije u periodičnim razmacima, pojavljuje se i poteškoća primjene automatizma u sistemu interne raspodjele u smislu koji je naprijed spomenut.

Velik poremećaj unutar elemenata troškova reprodukcije distribucije nastat će u slučaju ako očekivanu revalorizaciju osnovnih sredstava ne bi paralelno pratio i porast cijena električne energije.

Automatski će doći i do poremećaja u internoj raspodjeli utoliko, što će se efekti produktivnosti živog rada prelijevati ili u nužnu akumulaciju, ili putem cijene, potrošačima električne energije.

Rješenje ipak postoji. Poduzeća za distribuciju električne energije bi trebala usvojiti dugoročniju politiku interne raspodjele, kojom bi se osobni dohoci prilagođivali efektima produktivnosti živog rada. Rješenje se nalazi u sistemu automatskog prilagođavanja cijene električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije, koji je već bio predložen i u prijedlogu nacrta nove Uredbe o tarifnom sistemu i o kojem je već bilo govora na I Savjetovanju elektrodistribucije Jugoslavije u Jajcu 1964. godine.

Literatura

1. »*Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije*«, Koordinacioni odbor distribucije električne energije Jugoslavije, Beograd 1965.
2. »*Dopunsko obrazloženje odobrenja cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije*«, Koordinacioni odbor distribucije električne energije Jugoslavije, Beograd, 1965.
3. D. Feöcze, »*Ekonomski odnosi elektroprivrede*«, Zagreb, 1961.
4. »*Normativi troškova poslovanja i dohotka elektroprivrednih organizacija*«, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, 1963.
5. »*Statistički godišnjak elektroprivrede FNRJ za 1961. godinu*«, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd.
6. »*Statistički godišnjak elektroprivrede SFRJ za 1964. godinu*«, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd.
7. »*Informacije o ekonomskom položaju distribucije u okviru elektroprivrede i o povišenju tarife električne energije u cilju racionalizacije potrošnje i izjednačenja prodajnih cijena električne energije s troškovima reprodukcije distribucije*«, Koordinacioni odbor distribucije električne energije Jugoslavije.
8. H. Roser, »*Rationalisierungserfolge in der Elektrizitätswirtschaft*«, Frankfurt a. M., 1961.

Naslov pisca: Marko Markulj, dipl. ek., Distributivno preduzeće »Valter Perić«, Sarajevo

POSLOVNI REZULTATI I RASPODELA DOHOTKA U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM PREDUZEĆIMA JUGOSLAVIJE ZA 1959. I 1964. GODINU

Boris Lazić, Beograd

Autor izvodi i analizira indikatore produktivnosti, ekonomičnosti, rentabilnosti i efikasnosti poslovanja delatnosti razvoda i distribucije električne energije Jugoslavije za razdoblje od 1959. do 1964. godine. Elementi analize ukazuju na pozitivna privredna kretanja i na raspodelu dohotka u skladu s tim kretanjima. Analizira se i visina prosečnih zarada radnika u elektrodistribuciji i posebnom se metodom upoređuje sa zaradama u industriji i rudarstvu. Zaključuje se da su veća prosečna primanja radnika u elektrodistribuciji posledica njihovog višeg kvalifikacionog sastava uslovljenog tehničkom opremljenosti rada i kvalitetom proizvodnih snaga.

DK 621.311.1

A. Uvod

Cilj je ove kratke analize da prikaže poslovne rezultate delatnosti distribucije električne energije Jugoslavije u periodu od 1959. do 1964. godine. Isto tako, njen je cilj da sagleda kvalitet politike raspodele dohotka u tom periodu.

S obzirom na kritiku koja je upućena na visinu ličnih dohodaka u elektrodistributivnim preduzećima, cilj je ove analize da visinu isplaćenih zarada obrazloži kroz postignute poslovne rezultate.

Kao period posmatranja uzet je period od 1. I 1959. do 31. XII 1964. godine. Pored ovoga, naturalni pokazatelji i pokazatelji o zaradama radnika posmatrani su u periodu od 1. I 1959. do 31. VIII 1965. godine. Podaci kojima se operiše uzeti su iz završnih računa preduzeća (za 1959. i 1964. godinu) i prikupljeni anketom direktno od preduzeća. Podaci za period od 1. I 1965. do 31. VIII 1965. godine također su anketom direktno prikupljeni od preduzeća.

B. Poslovni rezultati elektrodistributivnih preduzeća Jugoslavije

Osnovni pokazatelji poslovnih rezultata dati su na tablicama 1. i 2.

1. Financijski pokazatelji poslovnih rezultata

U tablici 1 dati su osnovni finansijski podaci za 1959. i 1964. godinu i pokazatelji poslovanja delatnosti distribucije električne energije Jugoslavije za taj period. Pokazatelji poslovanja upućuju na sledeće zaključke:

Nabavna vrednost osnovnih sredstava prema knjigovodstvenim podacima porasla je, u posmatranom periodu (1959. do 1964.), za 101%. Ova vrednost je po prodatom kWh smanjena za 5% što znači da specifične investicije opadaju a da produktivnost sredstava rada raste. Nasuprot tome, vrednost osnovnih sredstava po zaposlenom radniku je porasla za 52%, što znači, da broj zaposlenih radnika raste sporije od porasta vrednosti sredstava rada i obima prodaje električne energije.

Sadašnja vrednost osnovnih sredstava i prosečno angažovanih sredstava, upućuju na iste zaključke.

Ukupan period porastao je u posmatranom periodu za 171%.

Realizacija po tarifama za prodatu električnu energiju porasla je za 157%. Na visinu ove realizacije uticalo je i povećanje cene električne energije. Tako imamo u 1959. godini prosečnu prodajnu cenu od 12,43 Din/kWh, a u 1964. godini 15,07 Din/kWh, odnosno veću za 21%. Iz ovoga se može zaključiti da je ukupan prihod u 1964. godini povećan zbog povećanja prosečne prodajne cene električne energije, u odnosu na 1959. godinu, za 21,5 mlrd. dinara. Ako ovaj iznos izdvojimo iz ukupnog prihoda ostvarenog 1964. godine, dobijemo da je:

Finansijski pokazatelji poslovanja elektrodistribucije Jugoslavije

Tablica 1

Redni broj	Naziv pokazatelja	Dinara u 000		Indeks 1964./1959.	Din/kWh		Indeks 1964./1959.	000 Din/radn.		Indeks 1964./1959.
		1959.	1964.		1959.	1964.		1959.	1964.	
1.	Nabavna vrednost osnovnih sredstava									
	a) po knjigovodstvenim podacima	143,413.286								
	b) valorizirano	157,754 608	317,083.986	201	40,98	38,94	95	9009	13.670	152
2.	Sadašnja vrednost osnovnih sredstava									
	a) po knjigovodstvenim podacima	88,852.480	—	—						
	b) valorizirano	97,737.728	189,119.542	193	25,39	23,23	91	5581	8.153	146
3.	Prosečno angažovana sredstva									
	a) po knjigovodstvenim podacima	89,067.703	—	—						
	b) valorizirano	97,974.473	217,881.450	222	25,45	26,76	105	5595	9.393	168
4.	Ukupni prihod	59,261.569	160,617.633	271	15,40	19,73	128	3384	6.924	205
5.	Realizacija po tarifama za električnu energiju	47,831.171	122,698.231	257	12,43	15,07	121	2731	5.290	194
6.	Amortizacija									
	a) po knjigovodstvenim podacima	7,742.891	—	—						
	b) valorizirano	8,517.180	14,335.233	168	2,21	1,76	80	486	618	127
7.	Neto produkt	12,956.031	52,548.633	406	3,37	6,45	191	740	2.265	306
8.	Dohodak	10,729.969	45,771.695	427	2,79	5,62	201	613	1.973	322
9.	Čist prihod	9,632.133	39,727.899	412	2,50	4,88	195	550	1.713	311
10.	Bruto lični dohoci	7,079.268	25,037.872	354	1,84	3,08	167	404	1.079	267
11.	Neto lični dohoci	4,289.302	14,490.507	338	1,11	1,78	160	245	625	255
12.	Fondovi iz čistog prihoda	2,552.865	14,690.027	575	0,66	1,80	273	146	633	434
13.	*Ukupne investicije*:									
	a) po knjigovodstvenim podacima	13,153.505	—	—						
	b) valorizirano	14,468.855	28,921.220	200	3,76	3,55	94	826	1 247	151
	— Vlastita sredstva									
	a) po knjigovodstvenim podacima	7,865.044	—	—						
	b) valorizirano	8,651.548	20,077.665	240	2,25	2,47	110	494	866	175
	— Tuđa sredstva									
	a) po knjigovodstvenim podacima	5,228.461	—	—						
	b) valorizirano	5,817.307	8,843.555	152	1,51	1,09	72	332	381	115

Naturalni pokazatelji poslovanja elektrodistribucije Jugoslavije

Tablica 2

Redni broj	Naziv pokazatelja	Jedin. mjere	Apsolutna veličina			Indeks 1964./1959.	Struktura radne snage	Indeks 1965./1959.	Indeks 1965./1964.
			1959.	1964.	31. 8. 1965.				
1.	Predaja električne energije	MWh	3,849.055	8,141.937	5,566.290	212	—	—	—
2.	Gubici u mreži	MWh	630.157	1,004.478	688.686	159	—	—	—
3.	Dužina vodova	km	102.219	132.243	167.376	129	—	164	127
4.	Instalisana snaga transformatora	MVA	2.758	5.223	5.715	189	—	207	110
5.	Broj potrošača		2,117.046	3,241.262	3,389.755	153	—	160	105
6.	Broj zaposlenih radnika		18.149	23.406	23.824	129	—	131	102
7.	Broj radnika časova		17.511	23.196	23.157	132	100	132	99,8
	I — kategorija		—	—	4.607	—	20	—	—
	II — kategorija		—	—	11.595	—	50	—	—
	III — kategorija		—	—	4.566	—	20	—	—
	IV — kategorija		—	—	2.389	—	10	—	—
8.	Prosečna neto primanja radnika	Din	20.412	52.058	62.224	255	—	305	120

— ukupan prihod 1964. godine porastao u odnosu na 1959. godinu zbog povećanja prosečne prodajne cene za 36 %
— a da je ukupan prihod 1964. godine povećan zbog povećanog obima prodaje i drugih učinaka za 135 %

Obično se smatra da su poslovni rezultati elektrodistributivnih preduzeća posledica povećanja prodajnih cena za energiju.

Međutim utvrđeni indikatori govore suprotno. Povećanje ukupnog prihoda u toku posmatranog perioda iznosi 101,3 mlrd. dinara (160,6 — 59,3). Od ove mase povećanog ukupnog prihoda otpada na povećanje prihoda usled povećanja cene samo 21,5 mlrd. dinara ili oko 21%, dok 79,8 mlrd. dinara ili oko 79% otpada na efekte intenzivnijeg korišćenja elektroenergetskih postrojenja distribucije i racionalnog korišćenja radne snage, dakle na efekte veće produktivnosti proizvodnih snaga elektrodistribucije.

Treba imati u vidu da povećanje prodajne cene električne energije predstavlja jedan proces usklađivanja cene električne energije sa njenom društvenom odnosno upotrebnom vrednošću. Do novih privrednih mera cena električne energije bila je daleko ispod ove vrednosti. Ona je služila organima društvene zajednice kao ekonomski regulativ za nivelisanje životnog i društvenog standarda i nivoa cena izvesnih proizvoda za izvoz itd. To je uticalo na deprecijaciju nivoa cena električne energije i na prelivanje znatnog dela efekata produktivnosti distribucije potrošačima električne energije. Na ovaj način elektroprivreda je postala privredna grana koju je društvo moralo dotirati i ako po svojoj tehnologiji i nivou produktivnosti treba da bude visokoakumulativna grana.

Drugim rečima, elektroprivreda nije učestvovala u primarnoj raspodeli nacionalnog dohotka srazmerno svome učešću u njegovom formiranju. Prema tome, povećanje cene električne energije treba posmatrati sa tog aspekta, jer ono nije rezultat korišćenja monopolnog položaja elektroprivrede, već rezultat napora društva da cenu električne energije što je moguće više približi njenoj upotrebnoj vrednosti i time omogući elektroprivredi učešće u raspodeli nacionalnog dohotka srazmerno njenom radu.

Ako ovako posmatramo povećanje cene električne energije, ne možemo zaključiti da sredstva stvorena ovim povećanjem nisu nastala zaslugom elektroprivrede, jer u suštini ono predstavlja vraćanje elektroprivredi efekata njene produktivnosti koji su se ranije prelivali potrošačima kroz nerealnu nisku cenu.

Budući da je cena električne energije još uvek ispod njene osnovne vrednosti (naročito kod potrošača »domaćinstva«) i dalje se efekti veće produktivnosti distribucije prelivaju potrošačima električne energije.

Amortizacija je, u posmatranom periodu, povećana za 68% odnosno smanjena je u 1964. godini po prodatom kWh za 20%. Dok je u 1959. godini iznosila 2,21 Din/kWh u 1964. godini ona iznosi 1,76 Din/kWh. Ovo ukazuje na povećanu produktivnost sredstava rada.

Troškovi predmeta rada i sredstava rada (ukupan prihod umanjen za neto produkt) iznosili su:

	u 000 Din	Din/kWh
— u 1959. godini	46,305.538.—	12,03
— u 1964. godini	108,069.000.—	13,27
— indeks	233	110

Iz gornjih podataka vidi se, da su u posmatranom periodu, troškovi minulog rada po prodatom kWh porasli samo za 10% što također potvrđuje porast produktivnosti u distribuciji.

Neto produkt je povećan u masi za 306%. Neto produkt raste i po zaposlenom radniku većeg volumena radne snage za 206 %. Pri tome volumen radne snage raste sporije od volumena sredstava rada. Napominje se da je povećanje cene električne energije tek u maloj meri uticalo na povećanje neto produkta, jer se pretežni deo tog povećanja odnosio na povećane troškove nabavke električne energije sa mreže prenosa 1. VIII 1964. g. i na povećane troškove distribucije 1. X 1964. godine.

Prema tome, neto produkt je uglavnom rezultat povećane produktivnosti i ekonomičnosti distribucije.

Pokazatelji o kretanju dohotka i čistog prihoda upućuju na iste zaključke.

Pokazatelji o kretanju ličnih dohodaka i fondova izdvojenih iz ostvarenog čistog prihoda ilustruju politiku raspodele čistog prihoda, koju su vodila elektrodistributivna preduzeća Jugoslavije.

Za bruto lične dohotke je u 1964. godini izdvojeno više, u apsolutnom iznosu, u odnosu na 1959. godinu za 254%. U isto vreme u fondove je izdvojeno više za 475%. Ovo znači da su distributivna preduzeća vodila politiku jačanja fondova, jer se porast ličnih dohodaka kretao izrazito sporijim intenzitetom od porasta fondova.

Bruto lični dohodak izdvojen iz čistog prihoda po jednom radniku povećan je za 167%, dok je čist prihod po radniku povećan za 211% a fondovi po radniku su veći za 334%.

Neto lični dohoci po prodatom kWh iznose u 1959. godini 1,11 Din/kWh, a u 1964. godini oni iznose 1,78 Din/kWh, odnosno povećani su za 9,67 Din/kWh ili 60%. Iz ovih podataka vidi se minimalan uticaj visine ličnih dohodaka na cenu električne energije. Prema tome, pogrešno je tvrditi da je povećanje cene električne energije izazvano povećanjem ličnih dohodaka radnika u elektrodistribuciji.

Neto i bruto lični dohoci rasli su sporije od dohotka i čistog prihoda, a brže su rasla izdvajanja u fondove. Dok je dohodak u odnosu na 1959. godinu porastao za 327%, neto lični dohoci porasli su samo za 238%, dok su fondovi iz čistog prihoda porasli za 475%.

Povećano izdvajanje dohotka u fondove odrazilo se i na povećanje učešća elektrodistribucije u novim investicijama. Nove investicije porasle su u odnosu na 1959. godinu za 100%. Pri tome je učešće elektrodistribucije u finansiranju novih investicija poraslo za 140%, a učešće drugih samo za 52%. Dok je u strukturi ukupnih investicija 1959. godine elektrodistribucija sudelovala sa 60%, a tuđa sredstva za 40%, u 1964. godini na ulaganje sredstava elektrodistribucije otpada 69%, a na tuđa sredstva 31%.

2. Naturalni pokazatelji poslovnih rezultata

U tablici 2 dati su naturalni podaci delatnosti distribucije električne energije Jugoslavije za 1959. i 1964. godinu i na dan 31. VIII 1965. Izvedeni pokazatelji upućuju na sledeće zaključke:

Količine prodate električne energije potrošačima distribucije povećana je u 1964. u odnosu na 1959. godinu za 112 %.

Gubici energije u mreži iznosili su 14,07% u 1959., a u 1964. godini oni iznose 10,98 %, odnosno niži su za 22 %.

Dužina vodova povećana je u posmatranom periodu za 29 %, a instalisana snaga transformatora za 89 %.

Broj potrošača povećan je u posmatranom periodu za 53 %.

Povećanje električne mreže, volumena prerade i predaje energije i broja potrošača nužno uslovljava i odgovarajući porast broja zaposlenih radnika. Međutim broj zaposlenih radnika raste sporije i iznosi samo 29 %.

Tehnička opremljenost radne snage porasla je za 51 %, što pokazuje, da sve manje radnika treba za povećani volumen sredstava rada. To se vidi i iz indikatora porasta radne snage tablice 2, prema kojoj je broj radnika sati iz 1959. godine od 17.511 porastao u 1964. na 23.196 ili samo za 32 %. S tim u vezi porastao je i ukupni prihod po zaposlenom radniku za 105 %.

Iz ovih osnovnih naturalnih pokazatelja proizlazi da porast broja radnika daleko zaostaje za porastom prerade i predaje električne energije na mreži distribucije a i za porastom sredstava rada i broja potrošača.

Ako pokazatelje za 31. VIII 1965. god. uporedimo sa onim iz 1959. godine videćemo dalji porast električne mreže i broja potrošača uz minimalno povećanje broja zaposlenog osoblja.

Dok je dužina vodova porasla za 64 %, instalisana snaga transformatora za 107 %, a broj potrošača za 60 %, dotle je broj zaposlenih radnika povećan samo za 31 %.

Međutim ako pokazatelje za 31. VIII 1965. godine uporedimo sa istim pokazateljima za 1964. godinu, dobijamo sledeću sliku

— porast dužine vodova	27 %
— porast instalisane snage transformatora	10 %
— porast broja potrošača	5 %
— porast broja zaposlenih radnika	2 %

I podaci navedenih osnovnih faktora proizvodnje za 8 meseci 1965. godine pokazuju istu tendenciju tj. da električna mreža razvoda i distribucije nesrazmerno brže raste nego broj zaposlenih radnika.

3. Kretanje produktivnosti, ekonomičnosti i rentabilnosti

U tablici 3 dati su indikatori produktivnosti, ekonomičnosti, rentabilnosti i efikasnosti poslovanja i prosečne prodajne cene te odnosi raspodele dohotka za 1959. i 1964. godinu.

Indikatori poslovnih rezultata elektrodistribucije Jugoslavije

Tablica 3

Redni broj	Naziv indikatora	1959.	1964.	Indeks 1964./1959.
1	*Indikator produktivnosti živog rada*	—	—	—
1.1	Količina predaje MWh : broj radnika časova (*QW : R*)	220	351	160
1.2	Neto produkt: broj radnika časova (*NP : R*)	740	2.265	306
1.3	Ukupan prihod: broj radnika časova (*UP : R*)	3.384	6.924	205
2	*Indikatori ekonomičnosti poslovanja*	—	—	—
2.1	Ukupan prihod: troškovi minulog rada (*UP : TP*)	1.193	1 486	125
2.2	Neto produkt: troškovi minulog rada (*NP : TP*)	0,280	0,486	174
3	*Indikatori rentabilnosti*	—	—	—
3.1	Neto produkt: prosečno angažovana sredstva (*NP : S*)	0,132	0,241	183
3.2	Ukupan prihod: prosečno angažovana sredstva (*UP : S*)	0,605	0,737	122
3.3	Količina predaje kWh: prosečna angažovana sredstva (*QW : S*)	0,0394	0,0375	95
4	*Indikatori produktivnosti sredstava rada*	—	—	—
4.1	Količina predaje MWh: dužina vodova (*QW : km*)	37,65	61,57	164
4.2	Količina predaje MWh: instalisana snaga transformatora (*QV : MVA*)	1 396	1.559	112
5	*Prosečna prodajna cena (Din/kWh)*	12,43	15,07	121
6	*Odnos fondova i ličnih dohodaka*	27,73	37,63	—
7	*Indikatori efikasnosti poslovanja*	—	—	—
7.1	Uporedni neto produkt: broj radnika časova (NP_u : R_c)	1.282	—	—
7.2	Neto produkt: broj radnika časova (*NP : R*)	—	2.265	177
8	*Procenat gubitaka električne energije u mreži*	14,07	10,98	78

Nisu zvanično utvrđeni posebni kriterijumi kojima se meri efikasnost poslovanja elektrodistributivnih preduzeća. Iz toga razloga je utvrđeno više indikatora koji mogu ilustrovati poslovne efekte elektrodistribucije Jugoslavije u periodu od 1959. do 1964. godine.

3.1 Indikatori produktivnosti živog rada

Kao elementi produktivnosti živog rada uzete su količine predatih MWh (1), neto produkt (2) i ukupan prihod (3) po radniku, obračunatom na osnovu efektivnih radnih časova.

(1) P = količina prodatih MWh: broj radnika-časova
P 1959 = 220 P 1964 = 351 Indeks 159

(2) P = neto produkt: broj radnika-časova
P 1959 = 740 P 1964 = 2265 Indeks 306

(3) P = ukupan prihod: broj radnika-časova
P 1959 = 3384 P 1964 = 6924 Indeks 204

3.2 Indikatori produktivnosti sredstava rada

Kao elemenat produktivnosti sredstava rada uzeta je količina prodatih MWh po kilometru voda (1) i po instalisanom MVA (2).

(1) PS = količina prodatih MWh: dužina vodova
PS 1959 = 37,65 PS 1964 = 61,57 Indeks 164

(2) PS = količina prodatih MWh: instalisana snaga transformatora
PS 1959 = 1396 PS 1964 = 1559 Indeks 112

Izabrani indikatori produktivnosti sredstava rada pokazuju da je protok električne energije kroz vodove povećan u posmatranom periodu za 64 % a kroz transformatore za 12 %.

3.3 Indikatori ekonomičnosti poslovanja

Kao elementi ekonomičnosti uzeti su ukupan prihod (1) i neto produkt (2) u odnosu na troškove predmeta rada i sredstava rada (troškovi minulog rada).

(1) E = ukupan prihod: troškovi minulog rada
E 1959 = 1193 E 1964 = 1489 Indeks 125

(2) E = neto produkt: troškovi minulog rada
E 1959 = 0,28 E 1964 = 0,486 Indeks 174

Navedeni indikatori ukazuju na povećanje ekonomičnosti elektrodistribucije Jugoslavije.

3.4 Indikatori rentabilnosti poslovanja

Kao elementi rentabilnosti poslovanja uzeti su neto produkt (1), ukupan prihod (2) i količina prodate električne energije (3) u odnosu na prosečno angažovana sredstva.

(1) R = neto produkt: prosečno angažovana sredstva
R 1959 = 0,132 R 1964 = 0,241 Indeks 183

(2) R = ukupan prihod: prosečno angažovana sredstva
R 1959 = 0,605 R 1964 = 0,737 Indeks 122

(3) R = količina prodatih kWh: prosečno angažovana sredstva
R 1959 = 0,0394 R 1964 = 0,0375 Indeks 95

Prva dva indikatora su pozitivna dok treći pokazuje smanjenje rentabilnosti poslovanja za 5 %. Ovo se može objasniti sledećim:

— Priroda osnovnih sredstava distribucije je takva da ona nakon puštanja u pogon ne daju odmah svoj pun učinak, već se to postiže tek razvojem konzuma na području gdje je nova mreža izgrađena.

— Kvalitet snabdevanja potrošača nužno uslovljava smanjenje rentabilnosti poslovanja u današnjem sistemu cena električne energije. Ukoliko važnost ili priroda nekog objekta zahteva veću sigurnost snabdevanja električnom energijom, nego što se to pruža ostalim potrošačima, može se obezbediti snabdevanje sa dve ili više strana napajanja. Takav potrošač izaziva posebne, dodatne troškove distribucije. Međutim, njegova cena električne energije ostaje ista. Razumljivo je, da se to negativno odražava na rentabilnost poslovanja distributivnog preduzeća.

Ovo obrazloženje važi uopšte za indikatore rentabilnosti poslovanja.

3.5 Indikatori efikasnosti poslovanja

Pod indikatorom efikasnosti poslovanja podrazumevamo indikator koji u sebi sadrži elemente produktivnosti, ekonomičnosti i rentabilnosti.

Kao indikator efikasnosti, uzet je odnos neto produkta prema broju radnika časova s tim što je za bazni period uzet uporedni neto produkt.

(1) EP = neto produkt (uporedni neto produkt): broj radnika časova
EP 1959 = 1282 EP 1964 = 2265 Indeks 177

Iz navedenog indikatora može se zaključiti da je efikasnost poslovanja u 1964. godini povećana za 77 %.

Po našem mišljenju, ovaj bi indikator mogao najobjektivnije da zacrta granicu u kojoj bi se mogli kretati lični dohoci radnika.

Prilikom obračuna uporednog neto produkta pošlo se sa stanovišta da novoangažovana sredstva u izveštajnom (posmatranom) periodu treba da ostvare istu stopu akumulacije kao i sredstva baznog perioda. Međutim, priroda sredstava rada distribucije (električna mreža) uslovljava da se ona izgradnjom dimenzioniraju na osnovu perspektivne potrošnje električne energije. Iz toga proizlazi, da novoangažovana sredstva rada ne mogu odmah nakon puštanja u pogon ostvariti normalnu stopu akumulacije, već nižu, zavisno od intenziteta razvoja potrošnje električne energije.

Prilikom utvrđivanja efikasnosti poslovanja ova činjenica je zanemarena. Kada bi se ona uzela u obzir određenim metodom indeks porasta efikasnosti poslovanja bio bi znatno viši.

C. Visina zarada radnika u elektrodistributivnim preduzećima Jugoslavije

Prosečna mesečna zarada radnika, u neto iznosu u 1959. godini, iznosila je 20.412 dinara, a u 1964. godini iznosila je 52.058 dinara, odnosno, u posmatranom periodu nominalna primanja radnika povećala su se za 155 %.

Ako se utvrđuje realnost primanja radnika, ne može se zadržati na analizi nominalnih primanja,

već treba analizirati njegova realna primanja. Pri tome smatramo da realna primanja radnika treba da budu zagarantovana, ukoliko oni svojim radom ostvaruju određenu društvenu potrebnu visinu viška rada. Drugim rečima, ukoliko vrednost nominalne zarade radnika opada zbog raznih spoljnih uticaja (znači, ne opada zbog njegove niže stope produktivnosti) potrebno je i za isti nivo njegove produktivnosti povećati njegova degradirana nominalna primanja i obezbediti mu već stečena realna primanja. To znači da povećanje produktivnosti rada treba da ima za posledicu povećanje realnih a ne samo nominalnih primanja radnika.

Prema podacima iz publikacije Saveznog zavoda za stististiku »*Index*« br. 9/65, strana 41, indeks troškova života u 1964. godini u odnosu na 1959. iznosio je 154. Ako u nominalna primanja radnika iz 1959. godine revalorizujemo indeksom porasta troškova života, dobijamo visinu nominalne zarade radnika u 1964. godini, koja je uporediva sa nominalnom zaradom radnika u 1959. kako sledi:

— nominalna primanja radnika u 1959. godini	20.412
— indeks porasta troškova života	154
— nominalna primanja radnika u 1964. godini koja su uporediva sa nominalnim primanjima u 1959. godini	31.434
— ostvarena primanja radnika u 1964. godini	52.058
— indeks porasta realnih primanja radnika	165,6

Iz navedenih podataka se zaključuje, da su prosečna realna primanja radnika u elektrodistributivnim preduzećima Jugoslavije za 5 godina (od 1959. do 1964.) povećana za 20.624 dinara odnosno za 65,6 % što znači da je standard radnika povećavan prosečno godišnje za 10,53 % ili za 4.125 dinara.

Pri ovome se pošlo od toga, da su nominalna primanja radnika u 1959. godini bila društveno realna i priznata.

Analizom pokazatelja poslovnih rezultata, kao i indikatorima produktivnosti, ekonomičnosti, rentabilnosti i efikasnosti poslovanja prikazani su poslovni rezultati elektrodistributivnih preduzeća koji mogu biti materijalna baza povećanog standarda radnika u posmatranom periodu.

Ipak da ponovimo neke od njih:

— porast dohotka po jednom radniku	222 %
— porast neto produkta po jednom radniku	206 %
— porast produktivnosti živog rada (1.1)	60 %
— porast produktivnosti sredstava rada (4.1)	64 %
— porast ekonomičnosti poslovanja (2.2)	74 %
— porast rentabilnosti poslovanja (3.1)	83 %
— porast efikasnosti poslovanja (7.2)	77 %
— porast fondova iz čistog prihoda po radniku	334 %
— porast ličnih prihoda po radniku	65,6 %

Cilj ove analize nije bio u tome da opravdava ostvarene zarade radnika u elektrodistribuciji Jugoslavije, već da ih osvetli kroz postignute poslovne rezultate.

Analizom poslovnih rezultata i njihovim upoređenjem sa kretanjem ličnih dohodaka stvorena je slika politike raspodele dohotka koju su vodila elektrodistributivna preduzeća. Neosporno je da iza ostvarenih ličnih dohodaka stoje i odgovarajući rezultati rada, kao što stoji i činjenica da su elektrodistributivna preduzeća Jugoslavije znatniji deo sredstava čistog prihoda izdvajala za fondove.

I pored ovih rezultata može se prigovor na visinu ličnih dohodaka staviti sa drugog stanovišta. Prilikom izdvajanja sredstava za lične dohotke treba voditi računa i o visini ličnih dohodaka u srodnim preduzećima i u drugim privrednim grupacijama. Naša privreda u celini predstavlja jedan zajednički interes i bilo bi neopravdano u nekim privrednim grupacijama ostvarivati znatno više lične dohotke u odnosu na neke druge privredne grupacije, ili političke teritorijalne jedinice. Ovo naročito u slučaju kad uslovi privređivanja, iz subjektivnih ili objektivnih razloga, nisu izjednačeni.

U privređivanju elektrodistributivnih preduzeća ima objektivnih uslova koji stavljaju elektrodistribuciju u povoljniji položaj u odnosu na mnoge druge oblasti privređivanja. Sama tehnologija razvoda i distribucije električne energije, u uslovima stalno rastuće potrošnje, pruža povoljne mogućnosti postizanja poslovnih rezultata.

Ne možemo, znači, posmatrati ostvarenu visinu zarada radnika u elektrodistribuciji samo kroz poslovne rezultate, već je potrebno i sa te druge strane posmatrati visinu zarada i oceniti da li su one društveno opravdane.

Ako se sa tog stanovišta analizira visina ličnih dohodaka obično se polazi od ovakvih podataka

— ukupno ostvarene prosečne neto mesečne zarade u SFRJ u 1964. godini	36.200 Din
— od toga privreda	34.600 Din
— od toga industrija	36.200 Din
— od toga elektroprivreda	49.600 Din

Kada se analiziraju ovi podaci* postavlja se pitanje da li je društveno opravdano da elektroprivreda ima za 37 % veće zarade od prosečnih mesečnih zarada u industriji i zarada uopšte u Jugoslaviji.

Prema podacima Zajednice jugoslavenske elektroprivrede za 1964. godinu (publikacija od 12. novembra 1965. godine) u elektroprivredi su ostvarene sledeće prosečne neto mesečne zarade radnika:

— hidroelektrane	68.224 Din
— termoelektrane	56.992 Din
— prenos	72.384 Din
— zajednice (nepotpuni podaci)	73.008 Din
— distribucija	52.058 Din

* Podaci uzeti iz Statističkog godišnjaka Jugoslavije, strana 292 i 300.

Svođenje kvalifikacionog (složenog) rada na uslovno nekvalifikovan (prost) rad Tablica 4

Redni broj	Vrsta kvalifikacija	Elektrodistribucija Jugoslavije			Industrija i rudarstvo		
		Broj radnika	Odnosi	Uslovno nekvalifikovani rad	Broj radnika	Odnosi	Uslovno nekvalifikovani rad
1.	Visokokvalifikovani rad	20	8,1	162	8,2	7,7	63
2.	Kvalifikovani rad	50	7,05	353	34,3	6,35	218
3.	Priučen rad	20	4,4	88	26,0	3,75	98
4.	Nekvalifikovani rad	10	1	10	31,5	1	32
		100	—	613	100	—	411

Iz ovih podataka se vidi položaj distribucije u elektroprivredi prema visini ostvarenih zarada radnika u 1964. godini. Potrebno je napomenuti da I i II kategorija kvalifikacija zaposlenih radnih radnika u elektrodistribuciji predstavlja 70 % ukupnog broja zaposlenih radnika, a u ostalom delu elektroprivrede taj procenat je veći i iznosi oko 75 %.

Da bi analizirali društvenu opravdanost visine ostvarenih zarada radnika u distribuciji, možemo izvršiti upoređenje sa zaradama radnika u drugim privrednim grupacijama. Ovo upoređenje možemo vršiti kroz dva aspekta:

— sa stanovišta upoređivanja poslovnih rezultata i
— sa stanovišta kvalifikacione strukture radnika.

Izvršićemo upoređenje visine zarada kroz aspekt kvalifikacione strukture, odnosno tehnološki uslovljene stručnosti potrebnog rada.

Upoređenje ćemo izvršiti sa industrijom i rudarstvom SFRJ, polazeći od pretpostavke da je celokupna industrija i rudarstvo postiglo iste poslovne rezultate kao i elektrodistribucija Jugoslavije.

Struktura radne snage elektrodistribucije Jugoslavije 31. VIII 1965. godine bila je sledeća (tablica 4.):

— visokokvalifikovani 20 %
— kvalifikovani 50 %
— polukvalifikovani 20 %
— nekvalifikovani 10 %

Ova struktura radnika ostvarila je u 1964. godini prosečni mesečni neto lični dohodak od 52.058 dinara.

Struktura radne snage industrije i rudarstva je sledeća*:

— visokokvalifikovani 8,2 %
— kvalifikovani 34,3 %
— polukvalifikovani 26,0 %
— nekvalifikovani 31,5 %

Ova struktura radnika ostvarila je u 1964. godini prosečni mesečni neto lični dohodak od 36.200 dinara.

* Podaci uzeti iz publikacije Saveznog zavoda za statistiku »*Index*« br. 5/1965. strana 48.

Da bi ove strukture mogli uporediti potrebno je kvalifikovan (složen) rad svesti na nekvalifikovan (prost) rad, jer je kvalifikovani rad u suštini multiplikovani nekvalifikovani rad.

Da bi izvršili ovo svođenje poslužićemo se metodologijom prikazanom u publikaciji Saveznog zavoda za privredno planiranje, »Analiza ekonomskog položaja privrednih grupacija«, autor Dr Miladin Korač i drugi, edicija »Studije broj 7.

Određenim metodološkim analitičkim putem grupa autora pomenute analize utvrdila je odnose između složenog i prostog rada po pojedinim privrednim grupacijama. Ovi odnosi su utvrđeni za 11 privrednih grupacija i obuhvataju celu privredu Jugoslavije.

Za grupacije »energetika« utvrđeni su ovi odnosi:

— visokokvalifikovani rad 8,1
— kvalifikovani rad 7,05
— priučen rad 4,4
— prost rad 1

Ovo u stvari znači da rad visokokvalifikovanog radnika predstavlja 8,1 puta vredniji rad od prostog rada, kvalifikovani rad 7,05 puta itd.

Pošto su autori pomenute analize razradili ove odnose u 11 grupa, i da tako nemamo čiste odnose za industriju i rudarstvo, uzimamo najpovoljnije odnose koji u stvari važe samo za osnovnu procesnu industriju.

Ovi su odnosi sledeći:

— visokokvalifikovani rad 7,7
— kvalifikovani rad 6,35
— priučeni rad 3,75
— prost rad 1

Na osnovu ovih odnosa svedene su obe strukture radne snage (elektrodistribucija i industrija i rudarstvo SFRJ) na broj tzv. »uslovno nekvalifikovanih radnika«, i tako su učinjeni uporedivima. Zbog jednostavnosti obračuna pretpostavićemo da i jedna i druga struktura zapošljava 100 radnika.

Svođenje složenog rada na prost rad izvršeno je u tablici 4.

Iz podataka tablice 4 vidimo da:

— 100 radnika zaposlenih u elektrodistribuciji Jugoslavije predstavlja 613 uslovno nekvalifikovanih radnika, a

— 100 radnika zaposlenih u industriji i rudarstvu predstavlja 411 uslovno nekvalifikovanih radnika.

Ako mesečni iznos zarada 100 radnika u elektrodistribuciji (52.058 × 100) podelimo sa 613 dobićemo prosečni mesečni neto lični dohodak uslovno nekvalifikovanog radnika ostvaren u 1964. godini u elektrodistribuciji Jugoslavije.

Ako mesečni iznos zarada 100 radnika u industriji i rudarstvu (36.200 × 100) podelimo sa 411, dobićemo prosečni mesečni neto lični dohodak uslovno nekvalifikovanog radnika ostvaren u 1964. godini u industriji i rudarstvu.

Tako imamo ove iznose:

— prosečna mesečna neto zarada uslovno nekvalifikovanog radnika u elektroindustriji	8.492 Din
— prosečna mesečna neto zarada uslovno nekvalifikovanog radnika u industriji i rudarstvu	8.808 Din
— indeks	96 Din

Na osnovu ovog upoređenja se zaključuje, da je elektrodistribucija Jugoslavije obračunavala zarade radnika sa nižom vrednošću prostog rada nego što je to činila industrija i rudarstvo čija je vrednost prostog rada bila u 1964. godini veća za 4%.

Prema tome, na izgled visoki prosek zarade u elektrodistribuciji u posmatranom periodu nije posledica društveno neopravdane podele sredstava već je to posledica tehnološki uslovljene kvalifikovanosti rada.

Prosečna mesečna primanja radnika u elektrodistribuciji Jugoslavije 31. VIII 1965. godine iznose 62.224 dinara (tablica 2), odnosno povećana su u odnosu na 1964. godinu za 20%.

Ako uzmemo u obzir da su troškovi života u 1965. godini do 26. jula porasli za 24% (podatak iz »Indexa« br. 9/65) onda je jasno da su realna primanja radnika u elektrodistribuciji opala za 4%.

S obzirom na kritiku koja je upućena na visinu zarada u elektrodistributivnim preduzećima, nije uglavnom vršena nikakva revalorizacija ličnih dohodaka, pa je posle 26. jula nastupilo dalje opadanje standarda radnika. Ako uzmemo da su posle 26. jula troškovi života porasli za 26% (planirano 24%) standard radnika u elektrodistribuciji Jugoslavije je trenutno niži za oko 30%. Međutim, rezultati poslovanja elektrodistribucije Jugoslavije, bez sredstava formiranih povećanjem cene električne energije, omogućavaju očuvanje postignutog standarda radnika iz 1964. godine.

D. Zaključci

Na osnovu materijala ove analize mogu se dati sledeći zaključci:

1. Izvršena analiza pokazatelja poslovanja i indikatora efikasnosti poslovanja ukazuje na pozitivna privredna kretanja u oblasti distribucije električne energije.
2. Analizom kretanja zarada radnika u distribuciji električne energije i njihovim upoređenjem sa postignutim poslovnim rezultatima utvrđeno je da ostvarene visine zarada radnika, u posmatranom periodu, imaju svoju materijalnu osnovu.
3. Upoređenjem visine zarada radnika u distribuciji električne energije sa visinom zarada radnika u industriji i rudarstvu SFRJ je utvrđeno da su veća prosečna primanja u distribuciji električne energije posledica veće tehnološki uslovljene stručnosti rada, a ne rezultat nerealnog ocenjivanja vrednosti rada.
4. Analizom raspodele dohotka, u posmatranom periodu, je utvrđeno da daleko jačim intenzitetom rastu izdvajanja u poslovne fondove od izdvajanja sredstava za lične dohotke, što ukazuje na kvalitet politike raspodele koju vode elektrodistributivna preduzeća.
5. Smatra se da je neosnovana kritika na lične dohotke radnika u distribuciji električne energije znatnim delom posledica nepreciziranih merila raspodele dohotka i neusaglašenih kriterijuma upoređivanja sa drugim radnim organizacijama odnosno privrednim grupacijama i drugim političko-teritorijalnim jedinicama. Stoga je potrebno pristupiti izradi kriterijuma raspodele dohotka u novim uslovima koji bi kao društvena merila rezultata rada bili obavezni kako za elektrodistributivna preduzeća tako i za faktore van preduzeća. Samo u takvim uslovima mogućno je razvijati sistem raspodele prema radu i stvoriti mogućnost daljem povećanju produktivnosti rada.

Naslov pisca: Boris Lazić, dipl. ek., Poslovno udruženje elektroprivrednih preduzeća za distribuciju električne energije Srbije, Beograd

GUBICI NACIONALNOG DOHOTKA ZBOG PREKIDA U NAPAJANJU ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Mahira Bajraktarević, Tuzla

Autor raspravlja skandinavsku metodu za utvrđivanje veličine gubitaka nacionalnog dohotka izazvanih prekidima isporuke električne energije.

DK 621.311.1

Već je vrijeme da se sa više pažnje počnu pratiti oni gubici u privredi koje prouzrokuju prekidi u napajanju električnom energijom, što do danas u našoj praksi nije bio slučaj.

Prekidima u snabdijevanju električnom energijom nije posvećena dovoljna pažnja. Za rješavanje ovog kompleksa treba kompleksno sagledati slijedeće:

1) tehničke uvjete mreže i način njenog oblikovanja,
2) fizičko stanje mreže,
3) osiguranje financijskih sredstava za porast i proširenu reprodukciju,
4) visinu nacionalnog dohotka koji gubi privreda, zbog prekida u snabdijevanju električnom energijom.

Od distributera električne energije često se traži neprekidna isporuka, iako je većina elektrodistributivnih mreža građena kao radijalna bez višestrukog napajanja.

Ni kod najboljeg održavanja mrežnih postrojenja ne može biti neprekidne isporuke električne energije, jer treba vršiti redovite remonte dalekovoda i transformatorskih stanica, treba priključivati nove otcjepe na dalekovodima i novim transformatorskim stanicama. Sve to onemogućuje da postrojenja budu neprekidno u pogonu.

Na prednje slabosti elektro-distributivne mreže dodaju se dalje one koje proizlaze iz lošeg stanja samih vodova, njihove male propusne moći, slabosti u održavanju, lošim komunikacijama, lošim telefonskim vezama i tome slično.

Posebnu pažnju treba skrenuti djelomičnim i potpunim restrikcijama u isporuci električne energije od strane prijenosno-proizvodnih poduzeća na čijem rješenju, s obzirom na potrebe konzuma, treba da se angažiraju prijenosno-proizvodna poduzeća elektroprivrede.

Nedostatak podataka o visini potrebnih financijskih sredstava, koja bi trebalo uložiti da se otklone smetnje koje prouzrokuje napajanje s radijalnim vodovima, kao i pojačane propusne moći dalekovoda u snabdijevanju privrede električnom energijom postojećih potrošača, onemogućuje da se izradi šira analiza za područje federacije.

Međutim, analiza nekoliko većih potrošača pokazuje, da je vrlo čest slučaj, da su godišnji gubici neto produkta zbog prekida u napajanju električnom energijom veći od potrebnih dodatnih investicija u elektroenergetska postrojenja.

Sva dosadašnja razmatranja svodila su se na jednostrano promatranje ovakovih gubitaka privrede. Oni su bili prikazivani kroz pretpostavljeno neisporučene kWh privredi, srazmjerno trajanju zastoja na mreži isporučioca, pri čemu je financijski efekat predstavljao izgubljeni nacionalni dohodak za vrijeme prekida.

Ovakav način ocjenjivanja ne daje pravu sliku o veličini gubitaka i onemogućuje radnim organizacijama kao i drugim organima državne uprave uvid u pravi značaj ovih analiza i ocjena.

Poznato je da prekid rada zbog nedostatka električne energije nema iste posljedice kod potrošača koji energiju troše direktno u tehnološkom procesu, kao kod onih gdje je ta potrošnja indirektna.

Kod velikog broja potrošača može se veličina štete direktno i lako odrediti, kod ostalih indirektno i teže.

U većem dijelu industrije ekonomske štete su izražene kroz smanjenu proizvodnju i postoji direktna funkcionalna ovisnost s gubicima neostvarenog nacionalnog dohotka za tu proizvodnju.

Međutim, postoji znatan dio privrednih djelatnosti kod kojih i najkraći prekid u napajanju električnom energijom izaziva štetu na strojevima i proizvodima, koji su u procesu izrade. Osim toga može doći i do nesreća većih razmjera. U ovakvim slučajevima trebalo bi očekivati da se potrošači

sami osiguraju sigurnosnim uređajima od kratkotrajnih prekida u napajanju električnom energijom. Međutim, to nije slučaj kod nas. Rijetko koji potrošač vodi o tome računa kod gradnje svoje tvornice i slično.

Potrebno je pri tome imati u vidu specifičnosti pojedinih tehnoloških procesa.

Kod nekih vrsta privrednih djelatnosti ovakav ekonomski gubitak se može smatrati proporcionalnim s vremenom trajanja prekida u napajanju električnom energijom. Većina pogona metaloprerađivačke industrije spada u ovu kategoriju.

Tablica 1 sadrži ostvareni nacionalni dohodak po granama djelatnosti, ostvarene neto osobne dohotke, ostvareni utrošak kWh po privrednim granama, kao i nacionalni dohodak po utrošenom kWh za 1964. godinu. Ovi su podaci uzeti iz Statističkog godišnjaka za 1965. godinu, i obuhvaćaju cijelu SFRJ. Analizirajući podatke kolone 6 ove tablice i uspoređujući ih s prosječnim podacima Skandinavije, može se konstatirati da je red veličina skoro potpuno isti tj. da se za konstantu *b* može uzeti 266 din/kWh (gubitak nacionalnog dohotka po utrošenom kWh) što odgovara 1,5 Škr (ova usporedba je vršena na bazi kursa švedske krune iz 1964. godine, jer je i gubitak po kWh rađen na bazi podataka iz 1964. godine).

Iste usporedbe vršene su i za *t* (dodatno vrijeme zastoja) i došlo se do sličnih zaključaka, to jest, da se i za naše prilike može općenito uzeti da poslije svakog prekida u napajanju iznad 3 minute, treba dodati u prosjeku *t* — 30 minuta koliko traje poremećaj u tehnologiji pojedinih poduzeća.

Prema procjeni podataka o ostvarenim zastojima u isporuci električne energije 1964. god. za »Elektro-Tuzlu« manje je preuzeto od strane potrošača industrije i rudarstva 2.800 MWh. Procjenjujući ovu količinu s 266 din/kWh dobije se gubitak od 740 milijuna starih dinara a to čini 50% godišnjih potrebnih investicija za proširenu reprodukciju ovog poduzeća, dok su potrebna sredstva za konsolidaciju postojeće mreže mnogo manja.

Sistematsko praćenje gubitaka nacionalnog dohotka zbog prekida u snabdijevanju električnom energijom poslužit će kao solidna osnova za bolje oblikovanje cijena električne energije, a privrednim organizacijama — potrošačima, da nađu opravdanje za ulaganje dodatnih sredstava u poboljšanje tehničkog nivoa postojeće električne mreže i transformatorskih stanica, koji su uzrok ovih prekida.

Druga kategorija industrije s najmanjim prekidima u napajanju električnom energijom produžuje svoj zastoj na mnogo dulje vrijeme nego što traje prekid. Tu spadaju industrija vrenja, azotare, kisikane i slično. Osim toga, vrijedno je spomenuti rudnike čiji Pravilnici o zaštiti radnika na radu propisuju da se pri prekidu napajanja električnom energijom od 10 minuta, radni izvršioci moraju skloniti na sigurno mjesto, a to može biti i napuštanje jame čiji odlazak i povratak može trajati dodatnog vremena nerada od 1 sata i više.

Pregled osnovnih pokazatelja za izračunavanje šteta zbog prekida u snabdijevanju električnom energijom

Tablica 1

Naziv grane	Društveni proizvod mil. din.	Nacionalni dohodak mil. din.	Neto LD mil. din.	Utrošak GWh	3 : 5 Din/kWh
1	2	3	4	5	6
Industr. i rud.	2,477.762	2,240.919	648.108	8.423	266
Elektroenerg.	124.536	89.063	23.115	527	169
Ugljen i koks	115.029	92.421	41.213	417	221
Nafta	114.560	97.056	10.748	98	990
Crna metalurg.	106.216	88.771	29.532	995	89
Obojeni metali	114.420	95.495	26.728	1.588	60
Nemetali	63.720	58.461	19.420	156	376
Metal. industr.	447.455	419.925	130.609	663	633
Brodogradnja	39.066	36.569	12.648	56	653
Elektro industr.	152.353	146.218	38.774	158	925
Kem. industrija	159.666	142.678	33.341	1.291	110
Građ. industr.	77.027	67.990	25.045	413	164
Drvna industr.	158.968	147.488	56.387	287	514
Industr. papira	53.676	46.355	10.659	581	79
Tekst. industr.	296.449	278.014	73.992	591	470
Industr. kože	62.732	60.279	18.082	66	913
Industr. gume	49.176	47.466	9.393	61	778
Prehr. industr.	135.399	125.211	39.452	414	302
Graf. industr.	74.957	71.932	27.232	36	1.990
Industr. duhana	103.031	101.836	10.043	12	8.487
Filmska ind.	6.180	5.829	3.111	2	2.954
Raznovr. ind.	13.922	13.492	4.436	11	1.226
Rudar. istraž.	9.224	8.370	4.248	—	—

U cilju kompleksnog sagledavanja ovih gubitaka kako u naturalnim tako i u vrijednosnim pokazateljima, smatramo da bi bilo neophodno primjenjivati jedinstvenu metodu praćenja od strane Saveznog zavoda za statistiku uz punu suradnju Poslovnih udruženja elektrodistributivnih poduzeća.

Zaslužuje pažnju primjena metoda kojima se služe skandinavske zemlje s odgovarajućim prilagođavanjem na naše uvjete. Ovu metodu predložio je na I Savjetovanju poduzeća za distribuciju električne energije drug Vejzagić Urfet diplomirani inženjer elektrotehnike i detaljno ju obradio u svom izvještaju sa specijalizacije u sklopu teme: *»Regulacija napona u gradskim mrežama«*, koji se nalazi u Saveznom zavodu za međunarodnu tehničku suradnju u Beogradu.

Ne upuštajući se u detaljnu razradu ove metode iznijet ćemo samo osnovnu formulu i njenu primjenu na nekoliko konkretnih slučajeva. Ta formula glasi:

$$K = b \cdot P\ (t + \Delta t)$$

gdje su:

K = gubici nacionalnog dohotka zbog prekida u napajanju električnom energijom

b = ostvareni nacionalni dohodak po utrošenom kWh

P = opterećenje pojedinog potrošača izraženo u kWh

t = vrijeme trajanja prekida na mreži isporučioca

Δt = produženje trajanja zastoja kod potrošača.

Primjenjujući ovu metodu na nekoliko konkretnih potrošača, a radi neophodnih poopćenja koja će omogućiti uspoređenje s odgovarajućim vrijednostima drugih zemalja, prikupili smo potrebne podatke iskazane u tablici 1.

Naslov pisca: Mahira Bajraktarević, dipl. ek., »Elektro-Tuzla«, Tuzla

METODE USPOREDBE OSTVARENIH OSOBNIH DOHODAKA

Žarko Mrvoš, Pula

Predlaže se dorada postojećeg načina usporedbe visine ostvarenih osobnih dohodaka radnika promatranih privrednih grupacija. Smatra se da usporedbe na temelju ostvarenih općih prosjeka osobnih dohodaka, bez usporedbe stupnja tehničke opremljenosti radnika i organskog sastava proizvodnih snaga i bez analize stupnja kvalificionog sastava radne snage, navode na pogrešne zaključke i odluke. Izlažu se dva načina izračunavanja usporednih indikatora radne snage i visine osobnih dohodaka.

DK 621.316.1.003

1. Uvod

Proizvodnja i potrošnja u općem smislu kauzalno su povezane. Tu vezu karakterizira sama raspodjela proizvedenih materijalnih dobara među članovima društva. Zbog toga je, u socijalističkom društvenom uređenju, problem raspodjele dohotka na fond osobne potrošnje i na akumulaciju i fondove, osnovni problem razvoja, bilo da se radi o društvenoj zajednici kao cjelini ili pojedinom poduzeću posebno. Pri tome treba da prevladava osnovni princip raspodjele na neposredne proizvođače u socijalističkom društvu, prema količini i kvalitetu rada. U ostvarenju ovog principa postavljaju se dva pitanja:

1) na koji način utvrditi ekonomske kriterije koji bi objektivizirali raspodjelu dohotka na akumulaciju i potrošnju i
2) na koji način utvrditi polaznu osnovicu za nagrađivanje prema radu.

Prvo se pitanje djelomično rješava privrednim instrumentima ekonomske politike društvene zajednice, a djelomično i ekonomskom politikom privredne organizacije na osnovu odluka, koje donose organi upravljanja prilikom odlučivanja o raspodjeli ostvarenih rezultata nakon pokrića obaveza prema društvu.

Drugo se pitanje rješava isključivo u poduzeću jer ono samo, na bazi utvrđenih mjerila, vrši raspodjelu sredstava izdvojenih za osobne dohotke na neposredne proizvođače. Mjerila o kojima je riječ trebala bi biti stimulativna i racionalna kako bi se preko njih mogao provesti u život princip raspodjele prema radu. U tom se cilju vrši kategorizacija rada prema težini i složenosti poslova, stručnoj spremi, iskustvu, odgovornosti, umnog i fizičkog napora i sl. koji su potrebni za obavljanje određenih poslova. Kategorizacijom i normiranjem rada određuju se zapravo društveni kriteriji za mjeru rada (norme rada) i mjeru potrošnje (osobni dohodak).

Raspodjela sredstava za osobne dohotke na pojedince sastavni je dio unutrašnje raspodjele u poduzeću. Ona je nastavak raspodjele dohotka i njegova konkretizacija u odnosu na članove kolektiva, a zavisi od postignutih rezultata poslova-

nja u određenom vremenskom periodu. Rezultati poslovanja odnosno poslovni uspjeh nekog poduzeća uspoređuje se, u svrhu ocjene uspješnosti poslovanja, s poslovnim rezultatima srodnih poduzeća ili privredne grane u kojoj se poduzeće nalazi, kao i s rezultatima drugih privrednih grana ili čitavih oblasti. Uspoređivanje se vrši pomoću određene metodologije i indikatora (pokazatelja). Pokazatelji su utvrđeni i službenim propisom na temelju »Sporazuma o jedinstvenim pokazateljima poslovnog uspjeha privrednih organizacija« Sl. list SFRJ br. 27/63). Međutim, navedeni pokazatelji nisu isključivi. Za potrebe analize poslovnog uspjeha mogu se koristiti i drugi pokazatelji, ako omogućuju potpunije sagledavanje i međusobno uspoređivanje poslovnog uspjeha i rezultata poslovanja uopće.

2. Metodologija uspoređivanja

Da bi se ocijenio poslovni uspjeh poduzeća ili privredne grane, te da bi se izvršilo njihovo međusobno uspoređivanje treba uzeti u razmatranje niz elemenata i faktora koji utječu na formiranje određenog poslovnog uspjeha. Zato je i zakonodavac utvrdio 19 jedinstvenih pokazatelja na osnovu kojih se ocjenjuju rezultati poslovanja i podijelio ih u 3 grupe, a to su:

1) jedinstveni pokazatelji poslovnog uspjeha,
2) jedinstveni pokazatelji uvjeta privređivanja,
3) jedinstveni pokazatelji raspodjele.

Međutim, često se (a što ne bi trebalo da bude) poslovni rezultati ocjenjuju izolirano samo kroz neke pokazatelje. Obično se promatranje vrši na osnovu ostvarenog prosječnog osobnog dohotka po radniku. U mnogim publikacijama, časopisima, dnevnoj štampi, statističkim izdanjima i sl. prikazuju se rang-liste prosječnih primanja po radniku za pojedine privredne grane i oblasti. I to u nekom smislu predstavlja društvenu ljestvicu u primanjima radnika po pojedinim grupacijama. Često čujemo da npr. radnici u proizvodnji ugljena imaju daleko najteže uvjete za rad (s obzirom na tehnološki proces), a da se na rang-listi prosječnih primanja po radniku nalaze iza drugih privrednih grana, gdje su uvjeti rada mnogo povoljniji.

Načelno rečeno, izgleda da ne bismo mogli imati primjedbu na ovakvo uspoređivanje, pošto je metodologija primijenjena jednako za sve grupacije. I to je tačno. Međutim, smatramo da metodologija za uspoređivanje na temelju prosječnog osobnog dohotka nije dobro izabrana, i u suštini ne odražava ili ne prikazuje realne odnose, jer zanemaruje dva osnovna faktora, koji bitno utječu na nivo prosječnih osobnih dohodaka pojedine grupacije, a to su:

1) kvalifikacioni sastav radne snage i
2) organski sastav proizvodnih snaga.

3. Zavisnost kvalifikacionog sastava radne snage od veličine i organskog sastava proizvodnih snaga

Elektroprivredu karakterizira vrlo visoka vrijednost osnovnih sredstava, što se reflektira i na veličinu njenih troškova sredstava rada, koji u strukturi troškova poslovanja elektroprivrede zauzimaju dominantno mjesto.

Proizvodni proces elektroprivrede najmehaniziraniji je u usporedbi s drugim granama i grupacijama u industriji, dok je živi rad u elektroprivredi relativno manje zastupljen. Količinski odnos između živog rada i sredstava za rad, odnosno »tehnička opremljenost rada«, služi i kao pokazatelj potencijala proizvodnosti. Što je količinski udio sredstava za rad u proizvodnom procesu veći, to je udio živog rada manji. Smanjenje količine živog rada kod povećanja njegove tehničke opremljenosti, neminovno zahtijeva i povećanje njegovog kvaliteta odnosno viši stupanj kvalifikacione strukture radne snage. Veličina i sastav sredstava za rad uzročno su vezani s kvalifikacionim sastavom radne snage. Količinski udio živog rada obrnuto je proporcionalan količinskom udjelu sredstava za rad, dok je kvalitet živog rada proporcionalan količinskom udjelu sredstava za rad i njegovom sastavu.

Tehničku opremljenost rada pojedinih grana privrede najbolje ilustriraju slijedeći podaci:*

	10^3 S. Din po zaposlenom radniku	Odnos: industrija i rudarstvo = 100
— Industrija i rudarstvo ukupno	3.011	1,00
— Elektroenergija	22.014	7,31
— Ugljen i koks	3.203	1,06
— Nafta	9.994	3,32
— Crna metalurgija	6.309	2,10
— Obojena metalurgija	5.452	1,81
— Nemetali	2.215	0,74
— Metalna industrija	1.943	0,65
— Brodogradnja	2.613	0,87
— Elektroindustrija	1.612	0,54
— Kemijska industrija	5.164	1,72
— Građevinski materijal	2.488	0,83
— Drvna industrija	1.114	0,37
— Industrija papira	5.832	1,94
— Tekstilna industrija	1.572	0,52
— Industrija kože	1.140	0,38
— Industrija gume	1.350	0,45
— Prehrambena industrija	2.499	0,83
— Grafička industrija	1.174	0,39
— Industrija duhana	2.051	0,68
— Filmska industrija	2.094	0,70
— Rudarska istraživanja	2.068	0,69
— Raznovrsna industrija	868	0,29

Prikazane vrijednosti tehničke opremljenosti radnika za pojedine grane industrije i rudarstva pokazuju vrlo visok stupanj u elektroprivredi, koji je preko sedam puta veći od prosječne tehničke opremljenosti rada industrije i rudarstva. Radnicima elektroprivrede povjerene su na upravljanje i korištenje velike i tehnički vrlo složene vrijednosti osnovnih sredstava. Njihovo rukovanje zahtijeva odgovarajuću stručnost, odnosno kvalitet živog rada i veliku odgovornost. Samo se po sebi razumije da zahtjev za većim kvalitetom rada i većom odgovornošću traži i viši stepen kvalifikacionog sastava radne snage.

Prema tome, neispravno je bilo kakvo uspoređivanje i rangiranje privrednih grupacija na bazi visine ostvarenih prosječnih osobnih dohodaka, a da se pri tom zanemari veličina i organski sastav sredstava za rad, te kvalifikacioni sastav radne snage.

Ako se uspoređivanje te ocjenjivanje i kritika raspodjele postignutih efekata vrši na temelju općih prosjeka onda se realnost iskrivljuje i to baš na vrlo osjetljivom području, području osobnih dohodaka. Osim toga stvara se i zabuna kad se ovako iskrivljeni podaci publiciraju i na temelju njih donose pogrešni zaključci.

* Prema stanju 31. XII 1962. godine (Statistički godišnjak SFRJ za 1964. godinu, str. 134).

Proces proizvodnje u elektroprivredi zahtijeva veću kvalificiranost radnika, a to znači: veću opću ekonomsku i tehničku kulturu, veće stručno znanje i veću umješnost. To znači da kvalificiranost radnika u elektroprivredi, kako prema vrsti tako i prema stepenu kvalifikacije, treba da odgovara uvjetima i zahtjevima njenog proizvodnog procesa. Traženu vrstu kvalificiranosti uvjetuju karakteristike proizvodne aktivnosti, a to je ona uža, specijalistička kvalificiranost, koja je karakteristična za elektroprivredu. S druge strane stepen kvalificiranosti u elektroprivredi kao mjera radnih kvaliteta predstavlja i kvantitativno veću razliku u odnosu na druge grane privrede. To znači, da je i vrijeme potrebno za učenje i određenu praksu veće. Tako npr. ako je za jedan stepen kvalificiranosti potrebno 4 godine učenja, za drugi 8 godina, za treći 12 godina, a za četvrti 16 godina, onda je kvantitativni odnos između tih stepena kvalificiranosti 4:8:12:16.

Iz izloženog slijedi da će za djelatnost elektroprivrede biti potrebni i veći troškovi učenja, s obzirom na traženu veću kvalificiranost, tj. investicije u uzdizanje kadrova bit će veće. Ove razlike u troškovima učenja naknadno će, po uključivanju radnika u proizvodni proces, predstavljati i značajnu osnovicu za diferenciranje startnih osnova.

No, nije razlika samo u troškovima stjecanja veće kvalificiranosti u elektroprivredi. Razlika je, nedvojbeno, i u učinku, koji taj veći stepen kvalificiranosti ima u jedinici rada; razlika je, dakle, i u stepenu produktivnosti. Inače, kada ne bi bilo te razlike u produktivnosti, ne bi ni postojala potreba da se stječu viši stepeni kvalificiranosti na račun poskupljenja proizvodnje.

Diferenciranje radne snage prema stepenu kvalificiranosti (što se često zanemaruje kod uspoređivanja osobnih dohodaka) ima svoj ekonomski smisao u smanjenju troškova po jedinici proizvoda. Iako su troškovi stjecanja viših stepena kvalificiranosti veći, ipak će se troškovi po jedinici proizvoda smanjivati ako učinak višeg stepena kvalificiranosti bude rastao brže (a to bi u normalnim uvjetima trebalo biti) od troškova za stjecanje tih radnih kvalifikacija.

Ako se kod određenog stepena kvalificiranosti postigne proizvodnja s najnižim troškovima rada po jedinici proizvoda, onda se postiže i optimalna kvalificiranost kojoj treba težiti.

Za ilustraciju većeg stepena kvalificiranosti radnika elektroprivrede dajemo podatke o kvalifikacionom sastavu radne snage po granama industrije i rudarstva i po kategorijama kvalifikacija na tablici 1.

Podaci u tablici 1 vrlo su interesantni za sagledavanje kvalifikacionog sastava radne snage i stepena stručnog obrazovanja. Iz podataka se može ustanoviti da se elektroprivreda po svom kvalifikacionom sastavu radnika nalazi pri vrhu ljestvice s obzirom na strukturu i učešće radnika I i II kategorije stručnosti (62,4 % ili skoro dvije

Struktura zaposlenog osoblja po granama djelatnosti i stepenu stručnog obrazovanja za 1963. godinu*)
(Ukupno = 100 %)

Tablica 1

Grana djelatnosti	I kategorija	II kategorija	III kategorija	IV kategorija
Privreda (ukupno)	8,9	36,2	25,0	29,9
Industrija i rudarstvo (ukupno)	8,2	34,3	26,0	31,5
Elektroenergija	15,6	46,8	26,4	11,2
Ugljen i koks	6,3	42,4	20,4	30,9
Nafta	15,6	43,8	21,9	18,7
Crna metalurgija	9,8	38,3	22,1	29,8
Obojena metalurgija	9,4	32,7	28,1	29,8
Nemetali	5,1	27,7	17,7	49,5
Metalna industrija	10,2	39,9	20,4	29,5
Brodogradnja	15,6	44,2	27,5	12,7
Elektroindustrija	9,3	31,8	26,4	32,5
Kemijska industrija	11,1	34,2	26,6	28,1
Građevinski materijal	6,8	31,1	28,0	34,1
Drvna industrija	4,4	28,0	22,6	45,0
Industrija papira	8,4	25,2	29,4	37,0
Tekstilna industrija	4,2	28,3	32,7	34,8
Industrija kože	6,9	41,8	19,4	31,9
Industrija gume	6,8	35,0	28,1	30,1
Prehrambena industrija	8,0	28,4	22,6	41,0
Grafička industrija	14,4	32,1	35,2	18,3
Industrija duhana	3,6	34,6	33,3	28,5
Filmska industrija	16,0	48,0	20,0	16,0
Rudarska istraživanja	14,0	32,4	15,9	37,7
Ostala nespomenuta industrija	12,7	20,0	31,8	35,5

trećine zaposlenih) u odnosu na ostale grane industrije i rudarstva, a daleko iznad prosjeka industrije i rudarstva ukupno. Istovremeno je učešće radnika III i IV kategorije u strukturi radne snage elektroprivrede minimalno (37,6 %) i nalazi se na dnu ljestvice u odnosu na ostale privredne grane, i daleko je ispod prosjeka industrije i rudarstva u cjelini.

Osim toga iz podataka o kvalifikacionoj strukturi radnika je vidljivo da:

— učešće I kategorije radnika u elektroprivredi iznosi 15,6 % i da od ostalih grana ima veće učešće samo filmska industrija (16 %), dok isto učešće kao elektroprivreda (15,6 %) imaju još nafta i brodogradnja;

— učešće II kategorije radnika u elektroprivredi iznosi 46,8 %, a veće učešće od elektroprivrede ima također samo filmska industrija (48%);

— učešće III kategorije radnika u elektroprivredi iznosi 26,4%, a manji udio te kategorije radnika od elektroprivrede imaju još: ugalj i koks (20,4%), nafta (21,9%), crna metalurgija (22,1%), nemetali (17,7%), metalna industrija (20,4%), drvna industrija (22,6%), industrija kože (19,4%), prehrambena industrija (22,6%), filmska industrija (20%) i rudarska istraživanja (15,9%) dok isto učešće kao elektroprivreda ima još elektroindustrija (26,4%);

— učešće IV kategorije radnika u elektroprivredi iznosi 11,2%, a tako nisko učešće nema niti jedna grana.

* Podaci iz Indeksa br. 5/65. Saveznog zavoda za statistiku (str. 48).

Indikatori električne mreže*

(Stanje 31. XII 1964.)

Tablica 2

Redni broj	Opis	Jedinica mjere	Ukupno	Proizvodnja		Prijenos		Distribucija	
				Iznos	Struktura	Iznos	Struktura	Iznos	Struktura
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Nabavna vrijednost osnovnih sredstava	10^6 din	949,138,8	507.634,4	53,3	122.800,2	12,9	318.704,2	33,6
2.	Broj zaposlenih	broj	32.945	7.248	22,0	1.962	6,0	23.735	72,0
3.	Dužina vodova	km	163.606	—	—	12.842	7,8	150.764	92,2
4.	Tehnička opremljenost								
	a) vrijednosna (1:2)	$\frac{10^6 \text{ din}}{\text{br. rad.}}$	28,8	70,0	—	62,6	—	13,4	—
	b) naturalna (3:2)	$\frac{\text{km}}{\text{br. rad.}}$	—	—	—	654,4	—	6.352,0	—
5.	Prosječni mjesečni osobni dohoci (neto)	din	49.509	49.700	—	60.733	—	51.825	—

Ako se uzme u obzir da je za promatranje kvalifikacione strukture radne snage i stepena njene kvalificiranosti analizirano 20 grana i grupacija, lako će se uočiti, da se elektroprivreda nalazi na vrhu skale po stepenu kvalificiranosti svojih kadrova i da prema tome (ako se akceptiraju do sada iznijete postavke o delikatnosti tog problema) neminovno mora iz svega toga proizaći zaključak i o objektivno potrebnom višem nivou osobnih dohodaka elektroprivrede u odnosu na ostale privredne grane. Pri tome treba imati u vidu nivo i prosjek osobnih dohodaka publiciran po postojećoj metodologiji (samo na bazi apsolutnog broja zaposlenih, a ne i na bazi kvalifikacione strukture). Kakav bi zapravo trebao biti nivo i prosjek osobnih dohodaka elektroprivrede u odnosu na ostale grane privrede, uzimajući u obzir kvalifikacionu strukturu, pokušat ćemo ustanoviti u slijedećem poglavlju.

Prije toga prikazat ćemo još nekoliko indikatora o elektroprivredi prema najnovijim podacima. Naime, i odnosi u samoj elektroprivredi između prijenosa s jedne te razvoda i distribucije električne energije s druge strane, nejednaki su kako po tehničkoj opremljenosti, tako i po kvalifikacionoj strukturi kadrova, što je dalje imalo za posljedicu i nejednake prosječne osobne dohotke po zaposlenom radniku.

Odnos veličina električne mreže u ukupnim sredstvima elektroprivrede po djelatnostima ilustriraju usporedni podaci tablice 2.

Prema indikatorima iz tablice 2 proizlazi da je distribucija, kao i elektroprivreda u cjelini po tehničkoj opremljenosti svog rada daleko iznad mnogih privrednih grana. S druge strane distribucija je po tehničkoj opremljenosti svog rada ispod proizvodnje i prijenosa električne energije. Ova razlika odraz je karaktera djelatnosti distribucije s električnom mrežom rasprostranjenom na vrlo širokom području, preko koje se snabdijeva preko 3 milijuna potrošača. Zato i radni zadaci distributivne djelatnosti po svom karakteru obuhvataju široku lepezu aktivnosti, koje su po svojoj funkciji i podjeli rada vrlo raznovrsne (održavanje pogonske sposobnosti postrojenja i svakodobne spremnosti za opskrbu, očitanje brojila, obračunavanje potrošaka električne energije, inkaso služba, stalno kontaktiranje s potrošačima raznih kategorija, elektrifikacija neelektrificiranih područja i sl.). Za izvršavanje ovih zadataka elektrodistribuciji je potreban i odgovarajući kadar radnika i službenika, koji je zbog raznorodnosti i volumena ovih funkcija objektivno i veći od kadra u proizvodnji i prijenosu.

Struktura radne snage distribucije u 1964. prikazana je na tablici 3*.

Kvalifikacioni sastav radne snage elektrodistribucije Jugoslavije

Kvalifikacija	Struktura
I Visokokvalificirani	13,1 %
II Kvalificirani	49,3 %
Ukupno kvalificirani	62,4 %
III Polukvalificirani	25,1 %
IV Nekvalificirani	12,5 %
Ukupno ostali	37,6 %
SVEUKUPNO:	100 %

Prema istom izvoru podataka struktura visokokvalificiranog kadra distribucije imala je npr. ovaj sastav:

Diplomiranih inžinjera	223
Pogonskih inžinjera	45
Diplomiranih ekonomista	62
Diplomiranih pravnika	46
Ostalih visokostručnih i višestručnih službenika	128
Visokokvalificiranih radnika	1.844

U tablici »Indikatori električne mreže« ujedno su dati i podaci o prosječnim mjesečnim neto osobnim dohocima po djelatnostima i ukupno za

* »*Anketa o elektroprivredi za 1964. godinu*« izdanje Službe društvenog knjigovodstva — Glavna centrala (u podacima nisu uključene elektroprivredne zajednice osim u indikatorima br. 5 kolona »ukupno«, a ni raspodjela tzv. ristorna i premija za spremnost kod proizvodnje i prijenosa).

* Prema podacima iz elaborata »*Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije*« (Koordinacioni odbor distribucije električne energije Jugoslavije).

Struktura zaposlenog osoblja i prosječni stupanj stručnosti po granama djelatnosti za 1963. godinu* Tablica 3

	I kategorija = 8 bodova		Ia kategorija = 6 bodova		II kategorija = 4 boda		III kategorija = 2 boda		IV kategorija = 1 bod		Prosječni stupanj stručnosti (kol. 3+5+ +7+9+11)	Indeks (grana 111 = 100)
	%	2 × 8 boda / 100	%	4 × 6 boda / 100	%	6 × 4 boda / 100	%	8 × 2 boda / 100	%	10 × 1 bod / 100		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Privreda (ukupno)	1,3	0,104	7,6	0,456	36,2	1,448	25,2	0,500	29,9	0,299	2,807	81
Industrija i rudarstvo	1,3	0,104	6,9	0,414	34,3	1,372	26,0	0,520	31,5	0,315	2,725	78
Elektroenergija	1,8	0,144	13,8	0,828	46,8	1,872	26,4	0,528	11,2	0,112	3,484	100
Ugalj i koks	1,1	0,088	5,2	0,312	42,4	1,696	20,4	0,408	30,9	0,309	2,813	81
Nafta	3,2	0,256	12,4	0,744	43,8	1,752	21,9	0,438	18,7	0,187	3,377	97
Crna metalurgija	1,5	0,120	8,3	0,498	38,3	1,532	22,1	0,442	29,8	0,298	2,890	83
Obojena metalurgija	1,8	0,144	7,6	0,456	32,7	1,308	28,1	0,562	29,8	0,298	2,768	79
Nemetali	1,5	0,120	3,6	0,216	27,7	1,108	17,7	0,354	49,5	0,495	2,293	66
Metalna industrija	1,8	0,144	8,4	0,504	39,9	1,596	20,4	0,408	29,5	0,295	2,947	85
Brodogradnja	3,1	0,248	12,5	0,750	44,2	1,768	27,5	0,550	12,7	0,127	3,443	99
Elektroindustrija	2,9	0,232	6,4	0,384	31,8	1,272	26,4	0,528	32,5	0,325	2,741	79
Kemijska industrija	4,1	0,328	7,0	0,420	34,2	1,368	26,6	0,532	28,1	0,281	2,929	84
Građevinski materijal	1,7	0,136	5,1	0,306	31,1	1,244	28,0	0,560	34,1	0,341	2,587	74
Drvna industrija	0,6	0,048	3,8	0,228	28,0	1,120	22,6	0,452	45,0	0,540	2,255	65
Industrija papira	1,6	0,128	6,8	0,408	25,2	1,008	29,4	0,588	37,0	0,370	2,502	72
Tekstilna industrija	0,3	0,024	3,9	0,234	28,3	1,132	32,8	0,654	34,8	0,348	2,370	68
Industrija kože	0,7	0,056	6,2	0,372	41,8	1,672	19,4	0,388	31,9	0,319	2,757	79
Industrija gume	1,3	0,104	5,5	0,330	35,0	1,400	28,1	0,562	30,1	0,301	2,697	77
Prehrambena industrija	1,1	0,088	6,9	0,414	28,4	1,136	22,6	0,452	41,0	0,410	2,500	72
Grafička industrija	3,9	0,312	10,5	0,630	32,1	1,284	35,2	0,704	18,3	0,813	3,113	89
Industrija duhana	1,3	0,104	2,3	0,138	34,6	1,384	33,3	0,666	28,5	0,285	2,577	74
Filmska industrija	4,0	0,320	12,0	0,720	48,0	1,920	20,0	0,400	16,0	0,160	3,520	101
Rudarska istraživanja	6,0	0,480	8,0	0,480	32,4	1,296	15,9	0,318	37,7	0,377	2,951	85
Ostala nespomenuta industrija	1,8	0,144	10,9	0,654	20,0	0,800	31,8	0,636	35,5	0,355	2,589	74

elektroprivredu. I tu su uočljive prilične diferencije između djelatnosti. Međutim, ove podatke nismo prikazali u svrhu uspoređivanja, s obzirom da zastupamo stanovište da uspoređivanje nije realno, ako se ne uzme u obzir i kvalifikacioni sastav radne snage. Naime smatramo da ovakva metodologija, osim što zanemaruje kvalifikacionu strukturu ima još jednu, naoko sitnu, ali stalno prisutnu slabost, a to je neadekvatan indikator broja zaposlenih, na temelju kojeg se izračunava prosječni osobni dohodak.

Primjenjivane metode za izračunavanje broja zaposlenih radnika ne zadovoljavaju. Naime, prosječan broj radnika po metodologiji iz »Sporazuma o jedinstvenim pokazateljima poslovnog uspjeha privrednih organizacija« uzima se iz završnih računa i periodičnih obračuna, a on je tamo izračunat na bazi broja radnika iz popisa krajem svakog mjeseca. S druge strane, svi rezultati poslovanja, kao što su ukupni prihod, utrošena sredstva, neto produkt, dohodak, pa i osobni dohodak prikazani su prema naplaćenoj realizaciji. Budući da se broj zaposlenih radnika (izračunat na gore opisani način) stavlja u odnos prema neto-produktu, količini realizirane proizvodnje, fondovima i osobnim dohocima, to se time iskrivljuju i poslovni rezultati, u prvom redu ostvarena produktivnost. Ne može se stavljati u odnos fizički broj zaposlenih i rezultati poslovanja, koji se izražavaju po naplaćenoj realizaciji, jer je njihov rezultat sadržan ne samo u naplaćenoj realizaciji nego i u nenaplaćenoj realizaciji, a isto tako i u zalihama gotovih proizvoda, poluproizvoda i nedovršene proizvodnje. Prema tome, ovo nije objektiviziran način izražavanja poslovnih rezultata, jer se ne temelji na adekvatnim mjerilima. Istinit pravan način obračuna zaposlenih bio bi samo na bazi utrošenih sati rada i to utrošenih sati, koji su ukalkulirani i sadržani u naplaćenim proizvodima i uslugama. Jedino bi taj broj zaposlenih mogao služiti kao osnova za izračunavanje produktivnosti rada, odnosno efikasnosti uloženog rada.

Fizički broj radnika iz popisa u pravilu je veći od broja radnika izračunatih na bazi ukalkuliranih sati rada sadržanih u naplaćenim proizvodima i uslugama, jer u popis ulaze i oni radnici, koji nisu radili cijeli mjesec, pa čak i oni koji su (da uzmemo ekstremni slučaj) stupili u radni odnos zadnjeg dana u mjesecu. Anomalije, o kojima je riječ naročito se potenciraju, ako je fluktuacija veća, a i tamo gdje se zapošljava sezonska radna snaga.

Zbog svega toga se prikazuje manja produktivnost nego što ona u stvari jeste, a isto se tako dolazi i do manjih isplaćenih osobnih dohodaka po radniku.

Broj zaposlenih jedan je od najvažnijih elemenata koji služi za izračunavanje pokazatelja uspješnosti poslovanja i zato bi on trebao biti pravilno utvrđen.

Ako se već smatra da za izračunavanje broja zaposlenih treba uzeti broj radnika prema popisu, a ne prema ukalkuliranim satima stvarno izvršenog rada, sadržanog u naplaćenim proizvodima i uslugama, onda je više preporučljivo da se broj radnika izračuna na osnovu stvarnog broja radnih dana provedenih na poslu u toku mjeseca. A to je ipak kvalitetno drugačiji pokazatelj, nego onaj, koji uzima u račun kako radnika koji je radio čitav mjesec, tako i radnika koji je zaposlen krajem mjeseca.

Iako su indikatori pomoću kojih se ocjenjuje poslovni uspjeh propisani, vidimo da se kritič-

* Podaci o strukturi iz »Indeksa« br. 5/65. Saveznog zavoda za statistiku (str. 48)

kim osvrtom na njih i pažljivijom analizom mogu dobiti kvalitetno drugačiji i korisniji. Mislim da bi tu činjenicu trebali imati u vidu autori službene metodologije za utvrđivanje rezultata privređivanja.

4. Kako učiniti usporedivim uloženi živi rad?

Postavlja se pitanje na koji način osigurati objektivne pokazatelje, koji će odražavati realne odnose u prosjecima osobnih dohodaka? Djelomično je na to pitanje već dat odgovor, a on glasi: treba kod uspoređivanja prosječnih osobnih dohodaka po granama privrede uzeti u obzir i kvalifikacionu strukturu radne snage.

Osnovnu tezu za objektivno uspoređivanje dao nam je već Marks u »*Kapitalu*«, gdje je napisao da »složeni rad nije ništa drugo nego multiplicirani prosti rad«. I mnogi drugi ekonomski teoretičari isticali su značaj kvalifikacione strukture rada kao faktor povećanja produktivnosti. Tako je npr. analizirajući osobne dohotke, produktivnost i privredne rezultate u 1964. godini i prva četiri mjeseca 1965. godine, autor Vojislav Božić u časopisu »Produktivnost« br. 6/65 citirao izjave pojedinih ekonomskih teoretičara o ovom problemu, pa ih prenosimo doslovce.

Američki ekonomist Bensom smatra, da obrazovanje »zauzima strateško mjesto u povećanju produktivnosti«.

Profesor H. F. Clark, govoreći o kvalifikacionoj strukturi, na jednom mjestu konstatira »kako nacije variraju u svojim prirodnim izvorima, klimi i kulturnom nasljeđu: visoka korelacija između pismenosti i dohotka po glavi stanovnika pokazuje da je obrazovanje dominantan faktor u ekonomskom blagostanju naroda«.

Poznati sovjetski ekonomist A. G. Strumilin u svom djelu »Privredni značaj obrazovanja« još je 1924. godine utvrdio da »koristi od povećanja produktivnosti rada premašuju odgovarajuće izdatke države na školsko obrazovanje za 27,6 puta«.

Stručne analize na ovom polju govore u prilog daljnjeg poboljšavanja kvalifikacionog sastava radne snage i povećanog ulaganja u izobrazbu, jer se to kasnije mnogostruko vraća kroz veću produktivnost i veći narodni dohodak. Iako je citirani autor u spomenutoj analizi akceptirao značaj kvalifikacionog sastava radne snage, ipak je u nastavku analize, govoreći o privrednim rezultatima, prikazao osobne dohotke na uobičajeni način. Ne možemo ustvrditi da je to usamljen slučaj, jer se izračunavanje prosječnih osobnih dohodaka na način, za koji se ovdje opredjeljujemo, ne može ni izvršiti ako ne postoje podaci o kvalifikacionoj strukturi radne snage u službenoj statistici.

Uzevši općenito, kod jednakog prosjeka osobnih dohodaka dviju privrednih grana, a nejednakog učešća pojedinih kategorija u strukturi radne snage, nepovoljnija je situacija kod one privredne grane koja zapošljava radnike relativno višeg kvalifikacionog sastava, a to je slučaj s elektroprivredom.

U kojem omjeru i intenzitetu utječe kvalifikacioni sastav radne snage na formiranje nivoa prosječnog osobnog dohotka pojedine grane prikazat ćemo na jednom primjeru. Pri tome pretpostavljamo da je nekvalificirani rad »osnovna jedinica rada«, a sve ostale više kategorije rada predstavljaju multipliciranu osnovnu jedinicu rada. Zato ovdje koristimo sistem multiplikanata, pomoću kojih valoriziramo određenu strukturu rada.

Ako pri valorizaciji pojedine kategorije radnika uzimamo kao osnov školske kvalifikacije (a to praktički znači uložena sredstva u obrazovanje), onda bi mogli jedno takvo rangiranje sastaviti na slijedeći način (uz pretpostavku da nekvalificirani rad kao osnovnu jedinicu rada ocijenimo s jednim bodom ili poenom):

I	Visoka stručna sprema (diplomirani)	8 bodova
Ia	Viša stručna sprema i VKV radnici	6 bodova
II	Srednja stručna sprema i KV radnici	4 boda
III	Osmogodišnja škola i PKV radnici	2 boda
IV	Osnovna škola (4 razr.) i NKV radnici	1 bod

Za utvrđivanje razlika u kvalifikacionoj strukturi dviju grana pomoću gornjih vrijednosti koristimo primjer da privredna grana »A« i privredna grana »B« imaju slijedeću kvalifikacionu strukturu:

Kategorije	Privredna grana »A«	Privredna grana »B«
I	15 %	5 %
Ia	25 %	15 %
II	30 %	20 %
III	10 %	25 %
IV	20 %	35 %
	100 %	100 %

Valorizacijom predočene strukture s brojem bodova pojedine kategorije jedne i druge privredne grane dobivamo slijedeći rezultat:

Privredna grana »A«	Privredna grana »B«
8 × 15 = 120	8 × 5 = 40
6 × 25 = 150	6 × 15 = 90
4 × 30 = 120	4 × 20 = 80
2 × 10 = 20	2 × 25 = 50
1 × 20 = 20	1 × 35 = 35
100 = 430	100 = 295

Dijeljenjem dobivene sume valorizirane strukture sa 100 dobivamo da prosječni stepen stručnosti u grani »A« iznosi 4,3 a grani »B« 2,95.

Prema tome očito je da grana »A« i grana »B« imaju po kvalifikacionoj strukturi različit kvalitet. Samo ovako izračunat indikator kvalifikacione strukture radne snage pomoću multiplikanata, upotrebljen za izračunavanje prosječnog osobnog dohotka, može dati realnu i objektivno ocijenjenu vrijednost uloženog živog rada u pro-

izvodnom procesu. U našem primjeru grana »A« ima za 46% (430 : 295) bolju kvalifikacionu strukturu radne snage od grane »B«. Iz toga zaključujemo da bi i prosječni osobni dohodak grane »A« trebao — kod istih uvjeta rada i privređivanja — biti za toliko veći.

Ako pretpostavimo da su i grana »A« i grana »B« ostvarile prosječni osobni dohodak od 40.000 Din. (izračunat na bazi zanemarene kvalifikacione strukture) tada bi, uvažujući različite kvalifikacione strukture u spomenutim privrednim granama, grana »A« stvarno trebala imati veći prosječni osobni dohodak za 46% ili 40.000 × 1,46 = 58.400.

Izračunati prosjek osobnog dohotka grane »A« po svojoj metodi uvažava činjenicu bolje kvalifikacione strukture u odnosu na granu »B«, ali pri tome apstrahiramo ekonomske mogućnosti pojedine grane za potencijalno izdvajanje sredstava za osobne dohotke, jer to ovisi o rezultatima privređivanja, produktivnosti, ekonomičnosti, rentabilnosti, racionalnom gospodarenju i sl. Međutim ako akceptiramo tvrdnju da veći stepen kvalificiranosti daje i veći učinak po jedinici rada, tada će i stvarno isplaćeni dohodak po radniku u grani »A« biti veći, jer je u njoj veći i stepen produktivnosti.

Na osnovu takvih indikatora kvalifikacione strukture i multiplikanata mogu se izračunati realni odnosi u primanjima svih grana djelatnosti.

Problem osobnih dohodaka i njihovog uspoređivanja veoma je aktuelan, a naročito poslije privredne reforme, koja ja zaoštrila pitanje poslovnosti u privredi i produktivnosti rada kao mjerila visine osobnih dohodaka. Predložena metodologija uspoređivanja osobnih dohodaka putem multiplikanata nema za cilj da brani postojeće stanje, odnosno visinu osobnih dohodaka u elektroprivredi. Namjera je samo da se ukaže na potrebu primjene objektivnije i prihvatljivije metodologije za uspoređivanje nivoa osobnih dohodaka, jer način na koji se sada to vrši kroz opće prosjeke ne osigurava realne odnose, već ih iskrivljuje. Opći prosjeci osobnih dohodaka bez uspoređivanja stupnja tehničke opremljenosti radnika i organskog sastava proizvodnih snaga, kao i bez analize kvalifikacionog sastava radne snage daju krive informacije i upućuju na pogrešne zaključke, a da ne govorimo o odlukama koje temeljene na takvim općim prosjecima mogu imati i određene praktične posljedice.

Prethodno spomenute konstatacije dobivaju posebno na značaju poslije događaja oko povećanja cijena električne energije u okviru privredne reforme i kasnijeg preispitivanja i preračunavanja nivoa cijena za grupu kućanstva. Nivo cijene nije sastavni dio teme o kojoj ovdje raspravljamo, ali pošto su postojali ozbiljni prigovori da se u nivo cijene ušlo s nesrazmjerno visokim povećanjem osobnih dohodaka, sama se po sebi nameće i potreba za osvrtom na ovo pitanje.

Što se tiče nivoa cijene, metodologije i njezinog formiranja, ne može se distribuciji imputirati da je svojevoljno i nekontrolirano gradila tu cijenu, jer je čitav posao u vezi s novim cijenama u okviru privredne reforme obavljen prema uputama Savezne komisije za probleme cijena i pariteta. Prema tome, i povećanje osobnih dohodaka, koje je bilo ukalkulirano u novu cijenu nije bilo nepoznato, kao što nisu bile nepoznate i ostale kondicije na temelju kojih se cijena formirala.

Posebno je istaknuto da elektroprivredu (pa i distribuciju) karakteriziraju vrlo visoka vrijednost sredstava za rad, pa zbog toga i troškovi sredstava rada u toj grani zauzimaju dominantno mjesto, dok s druge strane troškovi živog rada u strukturi cijene električne energije učestvuju u znatno manjem opsegu. Zbog toga bi i efekti eventualnog sniženja, odnosno korekcije cijene na elementu osobnih dohodaka bili minimalni, kao što se je kod kasnijeg preračunavanja cijene i pokazalo (u cijeni kWh električne energije osobni dohoci učestvuju sa 13,% ili 3,20 Din/kWh prema podacima V razrade Analize dispariteta cijena električne energije).

Neposredni povod za kritiku dnevne i ostale štampe na primanja radnika u distributivnim poduzećima bile su nove cijene električne energije za kućanstvo ili bolje rečeno doprinos za obračunsku snagu. U čitavoj zbrci pojmova oko terminologije i interpretacije tog doprinosa (o čemu ne želimo raspravljati) ispostavilo se je da kritika nije usmjerena na doprinos kao takav (jer je on postojao i prije), već na visinu tarife i njeno povećanje. S druge strane kritika osobnih dohodaka distributivnih poduzeća, osim toga što je prikazivala stanje kroz opće prosjeke, često se je zasnivala i na proizvoljnim i neprovjerenim podacima, te je na taj način izazvala nepovjerenje javnosti prema djelatnosti elektrodistribucije. Ne smatramo potrebnim nabrajati i citirati sve ono što je u dnevnoj i ostaloj štampi napisano na račun distribucije nakon posljednjeg povećanja cijena električne energije, jer bi nas to daleko odvelo. Rezime tih napisa svodi se na to da je u elektroprivredi »hladovina«, da se bez rada stvara dohodak, da se uvode razni doprinosi potrošačima, nameti, »električni porezi« itd. Slijedom toga i visina osobnih dohodaka ne odgovara rezultatima rada i poslovnim rezultatima distribucije uopće.

Djelatnost razvoda i distribucije električne energije je jedna vrlo važna privredna grana, jer se njezina aktivnost reflektira na svim područjima društvenih djelatnosti, počevši od industrije, saobraćaja i poljoprivrede, preko javnih službi i institucija, pa sve do široke potrošnje i do svakog doma i obitelji. Električna energija je tako ušla u sve pore našeg društvenog života i pomalo postaje univerzalna u odnosu na ostale vidove energije. Shodno tome izdaci elektrodistributivne djelatnosti postaju još delikatniji u čitavom sklopu privredne aktivnosti.

Poslije ekonomskog osamostaljenja 1963. godine distribucija se je, poslujući na bazi privrednog računa, konsolidirala i dokazala da sve zadatke u određenim uvjetima može izvršavati, a to do-

kazuju i privredni rezultati, koje je ona ostvarila u proteklom periodu, pa prema tome i postignuti osobni dohoci radnika elektrodistributivne djelatnosti rezultiraju iz postignute produktivnosti, ekonomičnosti i rentabilnosti. U tom kontekstu uspoređivanja elektrodistribucije (kad je riječ o osobnim dohocima) sa socijalnim osiguranjem, osiguravajućim zavodima, jugoslavenskom lutrijom i sl. pomalo postaje apsurd. Kao da ne postoje slične ili približno slične privredne grane s kojima bi se elektrodistribucija mogla uspoređivati i tako dobiti objektivan sud o nivou osobnih dohodaka.

Iz iznesenog proizlazi da je problem u metodologiji. Postojeći način uspoređivanja, koji se zasniva na općem prosjeku osobnih dohodaka, nije adekvatan potrebama. Analizu osobnih dohodaka distribucije trebalo bi izvršiti prema predloženoj metodologiji, pa ako bi u tom slučaju takvi osobni dohoci nerazmjerno odstupali od recimo osobnih dohodaka djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije ili bilo koje druge istorodne i slične djelatnosti, normalno je da bi u tom slučaju bilo nužno izvršiti određeno usklađivanje osobnih dohodaka elektrodistribucije sa osobnim dohocima drugih grupacija. Za takvo usklađivanje i kvalitetno drugačije, odnosno objektivnije uspoređivanje ne postoje nikakve zapreke, pa ni »otpori« u redovima privrednika elektrodistribucije, tim više što postoje službeno publicirani podaci o kvalifikacionoj strukturi radne snage, potrebni za primjenu predložene metodologije u svrhu valorizacije osobnih dohodaka putem sistema multiplikanata. Zadnje publicirano stanje kvalifikacione strukture radne snage po granama djelatnosti objavljeno je u »Indeksu« br. 5/65 (str. 48) Saveznog zavoda za statistiku (u prilogu tablica 1).

Ako kvalifikacionu strukturu po granama djelatnosti valoriziramo s predloženim multiplikantima, dobivamo jedan određeni prosječni stupanj stručnosti pojedine grane djelatnosti, dok međusobnim njihovim uspoređivanjem sagledavamo odstupanje u stepenu stručnosti. Izračunavanje prosječnog stupnja stručnosti pojedine grane vršimo na taj način da učešće određene kategorije stručnosti izražene u % množimo sa spomenutim multiplikantima i dijelimo sa 100. Pregled kvalifikacione strukture i prosječnog stupnja stručnosti po granama djelatnosti prikazujemo u tablici 3.

Iz te je tablice vidljivo da veći stupanj stručnosti od elektroprivrede ima samo filmska industrija i to za minimalnih 1%, dok su sve ostale grane po stupnju stručnosti ispod elektroprivrede. U odnosu na prosjek ukupne privrede, elektroprivreda ima veći stupanj stručnosti za 19%, a u odnosu na prosjek industrije i rudarstva za 22%. Prema tome elektroprivreda se po stručnosti kadrova nalazi na vrhu ljestvice među granama industrije i rudarstva, pa se ta činjenica ne smije zanemariti prilikom usporedbe osobnih dohodaka, jer se pitamo da li je uopće objektivno pri tome elektroprivredu uspoređivati s drvnom industrijom, koja ima (uzmimo donji ekstrem) za 35% lošiju kvalifikacionu strukturu. I uopće (kao što tablica 3 pokazuje) raspon u stupnju stručnosti između pojedinih grana industrije i rudarstva je dosta velik i on se odnosi kao 1 : 1,56 počevši od drvne industrije (sa najnižim stupnjem stručnosti) do filmske industrije (sa najvišim stupnjem stručnosti)

To bi bile jedino usporedive veličine za sagledavanje rezultata privređivanja po granama privrednih djelatnosti s jedne strane i isplaćenih prosječnih osobnih dohodaka, koji proizlaze iz takvih rezultata privređivanja, s druge strane. Metoda koja ne uvažava kvalifikacioni sastav kadrova, samo zamagljuje činjenično stanje, a stvara i nezadovoljstvo, jer su već toliko puta izrečene i publicirane izjave o tobože visokim osobnim dohocima u elektroprivredi postale banalne.

U članku: »*Kadrovi u elektroprivredi*« od D. Feöczea (Elektroprivredni godišnjak Zajednice jugoslavenske elektroprivrede 1956/57) stoji da: »Nisu svi proizvođači jednaki. Oni se razlikuju po svojim kvalifikacijama i stručnim sposobnostima«. I dalje: »Prosjek osobnih dohodaka radnika neke privredne grane je kvocijent sume raznih veličina tih dohodaka i ukupnog broja radnika raznih kvalifikacija. Zbog toga se i ne može uspoređivati s isto takvim prosjekom bilo koje druge privredne grane«.

Smatramo da ovome nije potreban poseban komentar, jer je u spomenutim citatima sadržana suština problema, koji ovdje obrađujemo. Sve dotle dok se ne uvaži činjenica nejednakog kvalifikacionog sastava radne snage po granama imat ćemo nejasnu situaciju s iskazivanjem prosječnih osobnih dohodaka.

Ako već postoje metode i načini da se eliminiraju nedostaci postojeće i primjenjivane metodologije, zašto da ih ne iskoristimo i oživotvorimo u praksi? A to bi bilo od neprocjenjive koristi za sve korisnike takvih podataka. Osim toga izbjegle bi se nedoumice i sumnje u tačnost i kvalitet podataka, te uvijek prisutna primjedba: prosjeci osobnih dohodaka, kako su predočeni, nisu realni, jer nije uzeta u obzir kvalifikaciona struktura.

Za ilustraciju navest ćemo jedan vrlo karakterističan primjer odnosa osobnih dohodaka npr. elektroprivrede i proizvodnje i prerade uglja. Uspoređenje ćemo izvršiti na taj način što ćemo kvalifikacionu strukturu elektroprivrede valorizirati sa osobnim dohocima proizvodnje i prerade uglja. Međutim, ništa ne bi mijenjalo na stvari ako bismo učinili i obratno, tj. da kvalifikacionu strukturu proizvodnje i prerade uglja valoriziramo sa osobnim dohocima elektroprivrede.

Prema podacima Statističkog godišnjaka SFRJ za 1961. godinu (str. 263) prosječni osobni dohoci u 1960. godini iznosili su za:

1) elektroprivredu	22.670
2) proizvodnju i preradu uglja	20.630
Indeks (1 : 2)	110

Na prvi pogled stvarno izgleda da su osobni dohoci elektroprivrede veći za 10% od proizvodnje i prerade uglja. Međutim, suština problema i jeste u tome što se ne mogu uspoređivati opći prosjeci, jer ove dvije privredne grane imaju različit kvalifikacioni sastav radne snage, i on je utjecao na formiranje nejednakog nivoa osobnih dohodaka.

Štaviše u nekim kategorijama proizvodnja i prerada uglja ima veće prosjeke osobnih dohodaka od elektroprivrede. To se vidi iz slijedećih podataka:

	Elektroprivreda	Proizvodnja i prerada uglja
Radnici		
Visokokvalificirani	33.170	33.370
Kvalificirani	23.510	23.260
Polukvalificirani	16.060	17.030
Nekvalificirani	12.850	12.970
Prosjek radnika	22.190	20.060
Službenici		
Visoko stručni	43.860	47.610
Srednje stručni	23.580	23.650
Niže stručni	16.200	14.930
Pomoćni	12.660	11.940
Prosjek službenika	23.680	23.787
Ukupni prosjek	22.670	20.630

Podaci pokazuju da je za neke kategorije prosjek osobnih dohodaka veći u proizvodnji i preradi uglja, dok je ukupni prosjek veći u elektroprivredi.

Mi ćemo pokušati da opovrgnemo tvrdnju o većem prosjeku u elektroprivredi.

Na strani 88. Statističkog godišnjaka SFRJ za 1961. godinu prikazano je da je elektroprivreda prema stanju 30. IX 1960. godine imala slijedeću strukturu radne snage:

	Broj	Struktura
Radnici		
Visokokvalificirani	3.974	18,2 %
Kvalificirani	10.071	46,2 %
Polukvalificirani	3.925	18,0 %
Nekvalificirani	3.840	17,6 %
Ukupno:	21.810	100% = 68,6%
Službenici		
Visoka stručna sprema	1.675	16,8 %
Srednja stručna sprema	4.277	42,8 %
Niža stručna sprema	2.813	28,3 %
Pomoćni službenici	1.217	12,2 %
Ukupno:	9.982	100% = 31,4%
SVEUKUPNO:	31.792	= 100 %

Ova struktura radne snage elektroprivrede, valorizirana prosjecima osobnih dohodaka proizvodnje i prerade uglja po kategorijama stručnosti iznosila bi:

Proizvodnja i prerada uglja

Kategorija	Prosječna primanja proizvodnje i prerade uglja	Kvalifikaciona struktura radne snage elektroprivrede	Produkt
Radnici:			
Visokokvalificirani	33.370	18,2	607.334
Kvalificirani	23.260	46,2	1,074.612
Polukvalificirani	17.030	18,0	306.540
Nekvalificirani	12.970	17,6	228.272
Ukupno:		100	2,216.758

Prosjek ukupnih primanja radnika u proizvodnji i preradi uglja, ali za kvalifikacionu strukturu radnika u elektroprivredi iznosio bi:

$$\frac{2,216.758}{100} = 22.168$$

Kategorija	Prosječna primanja proizvodnje i prerade uglja	Kvalifikaciona struktura radne snage elektroprivrede	Produkt
Službenici			
Visoka stručna sprema	47.610	16,8	799.848
Srednja stručna sprema	23.650	42,8	1,012.220
Niža stručna sprema	14.930	28,2	421.026
Pomoćni službenici	11.940	12,2	145.668
Ukupno:		100	2,378.762

Prosjek ukupnih primanja službenika u proizvodnji i preradi uglja za kvalifikacionu strukturu radnika u elektroprivredi iznosio bi:

$$\frac{2,178.762}{100} = 23.788$$

Prosjek radnika i službenika zajedno:

$$22.168 \cdot 0,686 + 23.788 \cdot 0,314 = 22.677$$

Jednostranim i površnim uspoređivanjem donosili smo zaključke o tobože većim prosjecima osobnih primanja u elektroprivredi u odnosu na proizvodnju i preradu uglja. Naša izračunavanja pokazuju da u stvari elektroprivreda nema veći prosjek osobnih dohodaka od proizvodnje i prerade uglja, nego upravo suprotno, ako se preračunavanje izvrši na temelju kvalifikacione strukture elektroprivrede. Tako uspoređeni prosjeci osobnih dohodaka daju slijedeće odnose:

	Elektroprivreda	Proizvodnja i prerada uglja	
		po svojim ukupnim primanjima za:	
	po svojim ukupnim primanjima	strukturu radne snage elektropriprede	vlastitu strukturu radne snage
Radnici	22.190	22.168	20.060
Službenici	23.680	23.788	23.787
Ukupni prosjek:	22.670	22.677	20.630

Analizirajući utjecaj strukture iz gornjih odnosa može se konstatirati da se kod proizvodnje i prerade uglja situacija poboljšava utjecajem elektroprivredne strukture, tj. da se osobni dohoci povećavaju i to:

	Po vlastitoj strukturi	Po strukturi elektroprivrede	Razlika	
			Iznos	%
Radnici	20.060	22.168	+ 2108	10,51
Službenici	23.787	23.788	+ 1	—
Ukupni prosjek:	20.630	22.677	+ 2047	9,92

Ovim povećanjem prosječni osobni dohodak proizvodnje i prerade uglja ne samo da se je približio elektroprivrednom prosjeku, već ga je i premašio, iako minimalno. Prema tome radnici elektroprivrede de facto nemaju veći prosjek osobnog dohotka, ili ga imaju samo zato što je kvalifikacioni sastav u toj grani na višem nivou.

Već je konstatirano da je u analizi problema uspoređivanja osobnih dohodaka apstrahirana ekonomska mogućnost pojedine grane (ili poduzeća) za potencijalno izdvajanje dijela dohotka u osobne dohotke, jer to ovisi o privrednim rezultatima. Međutim, kod uspoređivanja i analize konkretnog i stvarno postignutog nivoa osobnih dohodaka nužno je i objektivno potrebno usporediti i rezultate privređivanja, tj. postignutu produktivnost, ekonomičnost i rentabilnost. To u krajnjoj liniji znači da treba usporediti i unutrašnje odnose i proporcije u raspodjeli dohotka na osobne dohotke i fondove, jer je nedvojbeno da će visina osobnih dohodaka po zaposlenom zavisiti i o masi sredstava, koja je u tu svrhu izdvojena iz dohotka i raspodijeljena na neposredne proizvođače. Ona treba da bude odraz postignutih rezultata u poslovanju.

Pošto postoje prigovori da izdvajanje u osobne dohotke elektroprivrede nije adekvatno postignutim poslovnim rezultatima, bilo bi korisno da se utvrde jedinstveni kriteriji i mjerila raspodjele dohotka na osobne dohotke i fondove kao dopunski indikator uz obavezne jedinstvene pokazatelje iz »Sporazuma o jedinstvenim pokazateljima«.

U praktičnom provođenju raspodjele elektroprivredna poduzeća primjenjuju različite kriterije. No pošto postoje zajedničke karakteristike u poslovanju svih poduzeća u toj djelatnosti, bilo u tehnološkom ili ekonomskom smislu, i zajednička mjerila ne bi bila na odmet. Ona bi se mogla utvrditi na osnovu stručne i studiozne analize postojećeg stanja i perspektive koja se očekuje.

Pitanje proporcija raspodjele dohotka i mjerila za njegovu raspodjelu iznosi se zbog toga što postoje dosta oprečna mišljenja o mjerenju produktivnosti u elektroprivrednoj djelatnosti kao baze za raspodjelu osobnih dohodaka. Da li je to prodani kWh električne energije?

Jedni smatraju da jeste, a drugi da nije. Ili je to neto produkt po radniku kao sinteza svih činilaca u procesu proizvodnje i realizacije? Što je u tom slučaju sa utjecajem cijena na veličinu neto produkta, a što je zalaganje kolektiva? Kako eliminirati devijacije konzuma? Na kraju krajeva vjerojatno postoji i još neko treće nespomenuto mjerilo. Ovdje se ne pledira ni za koju soluciju, već se problem iznosi na diskusiju.

Iz svega izloženog mislimo da smo u osnovi uočili gdje je suština problema, pa smo u tom smislu i pokušali da ga razradimo, a istovremeno i da ukažemo na nedostatke postojeće metodologije za utvrđivanje visine prosječnih osobnih dohodaka. Ujedno smatramo da smo dali skromne ideje za rješavanje problema koji je stalno prisutan.

5. Zaključne napomene

1) Osobni dohoci u elektroprivredi, kao i u ostalim privrednim granama razmatrani su ovdje s aspekta usporedivosti po postojećoj metodologiji, kroz prosječna osobna primanja po radniku, koja zamagljuje stvarno stanje u odnosima, pa je podložna kritici.

2) Ako se apstrahira utjecaj organskog sastava proizvodnih snaga pojedine privredne grane na veličinu i nivo prosječnog osobnog dohotka ne može se realno zaključivati o politici raspodjele sredstava za osobne dohotke na neposredne proizvođače, niti se mogu poduzimati mjere za usavršavanje sistema raspodjele.

3) Troškovi uloženog živog rada nejednaki su u pojedinim privrednim granama. Za elektroprivredu je karakteristično da su troškovi uloženog živog rada manje zastupljeni i da dominantno mjesto zauzimaju troškovi sredstava rada, što se ne bi smjelo zanemarivati prilikom uspoređivanja osobnih dohodaka.

4) Zastupajući Marksovu tezu da »složeni rad nije ništa drugo nego multipliciran prosti rad« pokušali smo dati ideju o objektivnom snimanju i izračunavanju osobnih dohodaka radi uspoređivanja.

Metoda multiplikanata je pogodno sredstvo za objektivno formiranje prosječnih osobnih dohodaka, jer uvažava kvalifikacioni sastav kadrova pojedine privredne grane, a to znači drugim riječima i odgovarajući učinak, odnosno produktivnost. Za tu svrhu potrebna je i odgovarajuća dokumentacija, tj. tako snimljena kvalifikaciona struktura i tako snimljeni osobni dohoci, koji će omogućiti postupak preračunavanja i objektivno valoriziranje uloženog živog rada.

5) Rješenje problema ne sastoji se u tome da, recimo, samo elektrodistribucija ili elektroprivreda u cjelini prihvate ovakvu metodologiju za uspoređivanje u »svojoj kući«, ako ovakav princip ne bi istovremeno važio za sve grane privrede. Parcijalni zahvati i akcije ne bi ovaj problem skinuli s dnevnog reda, a on je stalno na dnevnom redu. Ovu činjenicu trebali bi imati u vidu autori službene metodologije za uspoređivanje rezultata privređivanja.

6) Ako se želi i nadalje pratiti i analizirati raspodjela i nivo osobnih dohodaka u svrhu sagledavanja poslovnih rezultata i drugih učinaka (a

EKONOMSKA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA MREŽI DISTRIBUCIJE

August Habič, Ljubljana

Autor raspravlja o teoriji troškova i cijene općenito, te o metodi formiranja cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije u novim uvjetima privređivanja. Daje shemu kalkulacije troškova i cijene električne energije, za pojedini napon isporuke na mreži razvoda i distribucije Slovenije.

DK 621.316.1 : 658.8.03

1. Uvod

Društvena zajednica je na području djelatnosti elektroprivrede zadržala tri osnovne regulacione funkcije:

1) organizaciju i djelovanje elektroprivrednih organizacija, što je regulirano Osnovnim zakonom o elektroprivredi;

2) usmjeravanje i djelomično financiranje proširene reprodukcije, što je regulirano propisima o investicionoj izgradnji i drugim propisima;

3) propisivanje tarifnog sistema i društvene kontrole cijena ili, bolje rečeno, način prodaje i određivanje najviših prodajnih cijena električne energije, što je regulirano: Uredbom o tarifnom sistemu, Uredbom o najvišim prodajnim (plafoniranim) cijenama na mreži prenosa i Uredbom o stavljanju cijena električne energije na mreži distribucije pod društvenu kontrolu cijena.

Navedeni propisi reguliraju vezu i odnose između društvene zajednice i elektroprivrednih organizacija. Istim propisima veći dio navedenih društvenih funkcija djelomično se prenosi i na same elektroprivredne organizacije.

Novi Osnovni zakon o elektroprivrednim organizacijama, Uredba o tarifnom sistemu kao i elaborati o ekonomskom položaju elektroprivrede i o analizi dispariteta cijena električne energije u uslovima privredne reforme ističu slijedeće principe i konstatacije:

1. Elektroprivreda i njene organizacije izjednačuju se u pogledu društveno-ekonomskog položaja sa ostalim privrednim djelatnostima i organizacijama. Zbog toga je bilo potrebno dati elektroprivrednim organizacijama društvenu i ekonomsku samostalnost u svim pitanjima privređivanja.

2. Povećanje troškova proizvodnje i povećanje akumulativnosti u elektroprivredi zahtijeva povećanje cijena električne energije. Ovo povećanje cijena treba provesti na osnovu troškovnog principa tarifiranja što znači, da oni potrošači koji prouzrokuju elektroprivredi veće troškove treba da plate i veću cijenu električne energije.

(Nastavak sa str. 330)

to i jeste opća obaveza) onda u metodologiji treba nešto mijenjati. Postojeća metodologija ne zadovoljava, pogotovu neće zadovoljiti neposredno nakon privredne reforme, koja je proklamirala produktivnost kao temeljni faktor i jedini uvjet porasta osobnih dohodaka i standarda.

Literatura

1. S. Kukoleča: *»Ekonomika poduzeća«* (Sveska 1) Zagreb 1961. godine.
2. D. Feöcze, *»Kadrovi u elektroprivredi i njihovi dohoci«* — Elektroprivredni godišnjak Zajednice jugoslovenske elektroprivrede 1956 — 1957.
3. Statistički godišnjaci SFRJ za 1961. i 1964. godinu.
4. Podaci iz završnih računa elektroprivrednih organizacija za 1962. godinu, izdanje ZJE mart 1965. I dio.
5. *»Anketa o elektroprivredi za 1964. godinu«*, izdanje Službe društvenog knjigovodstva — Glavna centrala, Beograd.
6. *»Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije«* Beograd 1965. — Koordinacioni odbor distribucije električne energije Jugoslavije.
7. Statistički godišnjak elektroprivrede SFRJ za 1963. godinu (ZJE).
8. Indeks br. 5/65. — Savezni zavod za statistiku.

Naslov pisca: Žarko Mrvoš, dipl. ek., »Elektroistra«, Pula

3. Povećanjem akumulativnosti u elektroprivredi približit će se cijena električne energije normalnoj ekonomskoj cijeni, pa će toj privrednoj grani i njenim poduzećima ostati više sredstava za financiranje proširene reprodukcije.

4. Treba otkloniti pogrešna mišljenja potrošača električne energije, da je električna energija opće dobro, pristupačno svakome, uvijek i na svakom mjestu u neograničenoj količini. Svaki potrošač mora biti zainteresiran za ekonomičniju upotrebu električne energije.

U vezi izloženog, distributere električne energije interesira kako su se ovi principi ostvarili u tom razdoblju u distributivnim poduzećima, odnosno kako se je pristupilo njihovom praktičnom ostvarenju. Ekonomsko osamostaljenje bilo je već ranije ostvareno izdvajanjem distribucije iz bivših elektroprivrednih zajednica. Za nas je interesantnije razmotriti kako je uspjelo formirati cijenu električne energije i tarife po troškovnom principu.

2. Formiranje cijene električne energije po naponima isporuke

Uredba o tarifnom sistemu, koja je stupila na snagu 1. jula 1965. propisuje posebne tarifne stavove za svaki od slijedećih napona isporuke: 110, 35, 10 i 0,4 kV. Ovaj tarifni sistem ukida posebne tarifne grupe po namjeni potrošnje, jer se time htjela ukinuti ekonomska diskriminacija potrošača koja je naslijeđena ranijim sistemima kategorizacije potrošača po namjeni potrošnje. Svako grupiranje potrošača po nekim kategorijama mimo troškova isporuke vodi ka diskriminaciji (opravdano ili neopravdano), jer se nekim kategorijama potrošača propisuje na taj način cijena koja je viša ili niža od troškovne cijene. Troškovi proizvodnje, prenosa i distribucije električne energije mogu se dosta egzaktno utvrditi za pojedini napon isporuke, a nikada se ne mogu ovi troškovi mjeriti po jedinom potrošaču ili grupi potrošača, jer je broj potrošača suviše velik.

Već kod prvih razrada elaborata »Analiza dispariteta cijena električne energije na mreži distribucije« uočeno je da će se kod praktične primjene troškovnog principa tarifiranja naići na poteškoće. Ove bi mogli sumirati ovako:

a) odredbe i razrada tarifnog sistema traže da se pri tarifiranju pođe od stanovitih tehničkih, ekonomskih i socijalnih faktora;

b) dosadašnji tarifni sistemi vršili su ekonomsku diskriminaciju nekih grupa potrošača;

c) pojam ekonomske cijene, iako se veoma često upotrebljava, nije strogo definiran;

d) odsutnost zakona ponude i potražnje na tržištu električne energije ne može utjecati na formiranje cijena električne energije;

e) nije proučeno pitanje metodološkog pristupa utvrđivanju ekonomskih cijena električne energije na mreži distribucije po naponima isporuke.

ad a) Najidealnije bi bilo kad bi se tarifni sistem i tarifiranje električne energije što više pojednostavili i kad bi se cijena električne energije približila cijeni prerade energije za svaku vrstu isporuke. Prilikom uvođenja bilo kojeg tarifnog sistema treba imati u vidu naročito slijedeće:

— ravnotežu rashoda i prihoda koja će osigurati opstanak i dobro poslovanje elektroprivrednih organizacija,
— udovoljenje opće društveno-ekonomskih interesa,
— postizanje što veće ravnopravnosti potrošača.

Interesi pojedinih potrošača vrlo su različiti, a razlikuju se i od interesa proizvođača i distributera električne energije kako u pogledu raspodjele električne energije, tako i u pogledu podjele troškova i formiranja cijena. Zbog toga nije moguće tarifiranje po nekom demokratskom postupku u krugu parlamenta potrošača. Ekonomski optimum sa aspekta društvene zajednice je da se proizvodi i proda što više kilovatsati po što nižoj cijeni kako bi se time udovoljilo najvećem broju potrošača, i da se kod toga ostvare bar toliki prihodi, koji bi pokrili troškove jednostavne reprodukcije, kako elektroprivredno poduzeće ne bi bilo ekonomski ugroženo. Potrošač ne želi biti ograničavan u potrošnji električne energije. Pri tome on prati cijenu po kojoj kupuje električnu energiju i uspoređuje ju sa cijenom po kojoj drugi potrošač kupuje električnu energiju i traži da se vodi računa o pravednoj cijeni, o ravnopravnosti bez ekonomske diskriminacije. Svaki tarifni sistem i na njemu izgrađena tarifa mora računati sa vjerojatnosti porasta potražnje. Zbog toga mora biti realan, razumljiv i lako primjenljiv, jer inače ne bi mogao ostvariti postavljene ciljeve. Da bi tarifni sistem i tarifa bili realni, mora i nivo cijene biti pristupačan, jer bi potrošač u protivnom slučaju pokrio na neki drugi način svoje potrebe za energijom. Cilj tarife i njeni elementi moraju biti razumljivi.

Naš tarifni sistem se osniva na principu binomne tarife: tarifni stavovi za snagu (kW) i radnu energiju (kWh). Taj princip odgovara i troškovima procesa proizvodnje i prerade električne energije. Angažirana snaga kod potrošača traži adekvatno izgrađivanje elektroenergetskih postrojenja u proizvodnji, prenosu i distribuciji električne energije. Troškovi osnovnih sredstava predstavljaju najveći dio cijene. Binomni princip tarife u uslovima ograničenih proizvodnih snaga stimulativno djeluje na ograničavanje snage kod potrošača i na ravnomjerniju potrošnju električne energije.

ad b) Svi naši dosadašnji tarifni sistemi razvrstavali su potrošače električne energije po namjeni potrošnje. Iz toga izviru diskriminacione tarife koje nisu u skladu s troškovima koje odnosni potrošači prouzrokuju. Tarife su se određivale više-manje administrativno, prije sve-

ga s aspekta koliko neki potrošač može da plati. Administrativnim određivanjem cijena zamaglile su se ekonomske cijene tako da na kraju do danas nisu poznate ni vrijednosna, ni proizvodna a niti društveno proizvodna cijena električne energije. Niske cijene električne energije pojedinih potrošačkih grupa (domaćinstvo, komunalije, poljoprivreda, itd.) davale su utisak kao da su proizvodni troškovi niski, pa je svako povišenje cijena električne energije i njihovo približavanje ekonomskim cijenama psihološki djelovalo na potrošače kao neopravdano povišenje cijene. Kod izrade elaborata o novoj cijeni električne energije na mreži distribucije u uslovima reforme mnogo se diskutiralo o problemu dispariteta cijena i o načinu uvođenja ekonomskih cijena za sve potrošače, a i o tome kako utvrditi ekonomske cijene, jer su ove bile nepoznate čak i autorima ovih analiza. Znalo se međutim da su neke dosadašnje cijene električne energije ispod ekonomskih cijena. Razlika se mogla dosta tačno utvrditi nakon proračuna prosječne cijene na bazi zadate stope akumulacije i utvrđenih proporcija između cijena pojedinog napona isporuke. Kad su na taj način bile grubo utvrđene cijene po naponima u duhu tarifnog sistema, trebali su odgovarajući društveni organi odrediti do koje granice bi se uvele ekonomske cijene na bazi troškova. Sa organima za planiranje razrađeno je bilo više varijanti. U zadnjoj razradi ovih proračuna bilo je usvojeno stanovište, da se cijene formiraju na bazi troškova po naponima s tim, da se prosječna cijena energije za domaćinstva utvrdi sa cca 25,0 din/kWh, a da se razlika između troškovne i ovako odmjerene cijene prebaci na potrošače 35 i 10 kV napona. Ni u jednoj republici nije došlo do realizacije ove koncepcije jer se cijena od 25,0 din/kWh nije nigdje održala zbog utjecaja republičkih organa. Ovo sniženje cijena išlo je djelimično na teret projektirane akumulacije a i na još veće povećavanje cijena potrošačima 35 i 10 kV napona.

ad c) Sa stanovišta načina formiranja cijene razlikujemo, u najširem smislu riječi, ekonomske i administrativne cijene. Ekonomske cijene dijelimo nadalje na tržne cijene (konkurentne), monopolne i oligopolne cijene, i diferencirane cijene (nepotpuna konkurencija). Iako nam nije cilj upuštati se u teoriju cijena, ipak treba spomenuti da danas nemamo kod nas naučno razvijenu teoriju cijena. Sama praksa uređuje to pitanje tako da privrednim organizacijama prepušta samostalnost u kalkuliranju i određivanju prodajnih cijena, a društvenim organima opću funkciju nadzora nad tržnim mehanizmom.

Činjenica je, da su troškovi neposredno vezani sa cijenama. Troškovi formiraju cijene a cijene utječu na troškove. Govoreći o troškovima mi kod toga uvijek mislimo i na cijene. Danas se kod nas mnogo govori o normalnoj ekonomskoj cijeni, koja bi bila odraz troškova. Ali kako pronaći normalne cijene, kad nemamo normalnih troškova. Normalni troškovi su prije svega rezultat normalnih uslova i normalne efikasnosti privređivanja ili na drugi način izraženo, rezultat normalne raspodjele društvenog proizvoda, normalnog stepena privrednog rasta, normalne potrošnje i normalnih ekonomskih odnosa. Jedino u tim uslovima su poduzeća u stanju kalkulirati normalne prodajne cijene vlastitih proizvoda. Zbog toga ne zadovoljava samo rješenje problema obračunavanja troškova i formiranje cijena na mikro-planu. Makro-vidik formiranja troškova i cijena ima isti značaj ako ne i značajnije mjesto.

Problemi teorije i utvrđivanja ekonomskih cijena bili su iznijeti u dva referata na IV. Savjetovanju ekonomista elektroprivrede u Sarajevu. U tim referatima nije bilo ni teoretski ni praktično odgovoreno na pitanja šta je i kolika je ekonomska cijena električne energije, iako se je to ozbiljno pokušavalo. Za nas praktičare je interesantnije pitanje, kako doći do ekonomske cijene u sadašnjim uslovima privređivanja. Praktični princip ekonomskog djelovanja bi bio u tome, da se putem prodajne cijene električne energije omogući pokriće svih troškova proizvodnje i postizavanje stanovitog dohotka u skladu sa realnim mogućnostima našeg društva ili drukčije rečeno, da nakon pokrića troškova ostane dio za potrebe proširene reprodukcije. Koliki je taj dio, stvar je društvene zajednice.

ad d) Zakon ponude i potražnje jedan je od osnovnih zakona robne proizvodnje. Što je više razvijena i što je više stihijska robna proizvodnja, to veća je snaga tog zakona. Ponuda i potražnja imaju svakako utjecaj na formiranje tržnih cijena. Kako djeluje taj zakon kod nas na tržištu električne energije? Elektroenergetski sistem omogućuje jedinstveno tržište i ne omogućuje ponude energije od pojedinih proizvođača, a ni potrošači ne mogu odabirati najpovoljniji izvor električne energije. S tim u vezi dovedeno je u pitanje djelovanje zakona ponude i potražnje na formiranje tržnih cijena električne energije i ako su u tom pravcu učinjeni prvi ozbiljni pokušaji. Treba istaći da i u kapitalističkim zemljama nailazimo na reguliranje tržišta, gdje društvo preko svojih organa regulira ponudu i potražnju, cijene, investicije, pa vrši čak i nacionalizaciju čitave elektroprivrede ili važnijih poduzeća.

Imajući u vidu specifičnosti električne energije kao robe i specifičnosti njenog tržišta ne možemo ni u našim uslovima privređivanja mimoići činjenicu da je reguliranje cijene ili utjecanje na nju još uvijek stvar društva, što je već i u uvodnim razmatranjima rečeno.

ad e) Problemi odnosa i veza između troškova realizacije (cijena) i obima proizvodnje jedan je od centralnih problema poslovne ekonomi-

je kojem se posvećuje mnogo pažnje, kako u teoriji tako i u praksi. Ove probleme možemo podijeliti na više njih i to: na probleme utvrđivanja troškova (cijene) i obima proizvodnje na mreži distribucije kao cjeline, a i na pojedinim naponima isporuke posebno, a to opet unutar republika kao i unutar distributivnih poduzeća. Ovi problemi dosta su složeni, a u dosadašnjoj praksi nisu bili obrađivani pa stoga namjeravamo dati neka praktična rješenja, koja bi mogla korisno poslužiti praktičarima u našim poduzećima.

Shema kalkulacije cijena električne energije upotrebljena u elaboratu V razrade »*Analiza dispariteta cijena električne energije na mreži distribucije*«, bila je slijedeća:

$$M + I_o + A_m + LD + F + AK = P,$$

što odgovara obrascu prema Marksu za robnu vrijednost. U gornjem obrascu znači:

M = materijalni troškovi
Io = investiciono održavanje
Am = amortizacija po kalkulativnim stopama
LD = osobni dohoci
F = fond zajedničke potrošnje
AK = akumulacija
P = cijena proizvodnje

Marksova shema izgleda ovako:

$$C + V + M = P$$

C = vrijednost prenijetog konstantnog kapitala
V = vrijednost varijabilnog kapitala
M = višak vrijednosti

Naša shema prenesena na Marksovu shemu izgledala bi prema tome:

$$M + Io + Am = C$$
$$LD = V$$
$$F + Ak = M$$

Vrijednost konstantnog i varijabilnog kapitala Marks naziva cijenom koštanja, prema tome, u našoj shemi cijena koštanja je:

$$M + Io + Am + LD = Pk$$

Kada nam je poznata opća formula za cijenu proizvodnje pokušajmo dati usporednu kalkulaciju troškova u kapitalističkom i u našem poduzeću:

Shema kalkulacije prodajne cijene kapitalističkog poduzeća:

Prodajna cijena			
Troškovi		Porez na prodaju robe	Čista dobit
Proizvodni troškovi u širem smislu	Normalna dobit		
1. Amortizacija i drugi troškovi fiksnog kapitala 2. Materijal i energija 3. Nadnice, plaće 4. Tuđe usluge	1. Kamati na kapital 2. Normalna dobit poduzeća		

Pokušat ću da izvedem sličnu kalkulaciju prodajne cijene za naše poduzeće:

Preoblikovana shema kalkulacije prodajne cijene socijalističkog poduzeća:

Prodajna cijena			
Cijena koštanja		Porez na promet	Razlika na realizaciji ili čisti financijski rezultat (ranije: dobit)
1. Amortizacija 2. Materijalni troškovi i energija 3. Ukalkulirani LD 4. Tuđe usluge	1. Kamate na posl. fond 2. Razni doprinosi i članarine		

Kako za kapitalističko poduzeće tako je i za naše poduzeće donja granica rentabilnosti ista, pa poduzeće mora pokriti prodajnom cijenom:

a) u kapitalizmu: sve troškove i porez na prodaju robe
b) u socijalističkom poduzeću: cijenu koštanja i porez na promet.

U kapitalističkom poduzeću normalna dobit obuhvaća kamate na uloženi kapital i neku normalnu dobit poduzeća, koju buržujski ekonomisti nazivaju »nagrada za upravljanje«. Sada nećemo raspravljati o tome da li je sva normalna dobit dio neplaćenog rada. Isto tako mora naše poduzeće plaćati kamate na poslovni fond i razne doprinose. Ipak ove kategorije su drugačije sa društvenog stanovišta. Posebna nagrada za poduzimačku djelatnost kod nas se ne pojavljuje, jer ne postoji kapitalističko društveno uređenje. Konačno se u obje kalkulacije pojavljuje neka razlika između prodajne cijene i cijene koštanja zajedno s porezom na promet, koju razliku u kapitalizmu nazivamo čista dobit, a kod nas razliku

na realizaciji ili čisti financijski rezultat (ranije: dobit). Ta se dobit u kapitalizmu dijeli na akcionare, vlasnike, banku i državu. U dobi čistog financijskog uspjeha sudjeluju u našim poduzećima: proizvođači u obliku povećanog osobnog dohotka a društvena zajednica i poduzeća u obliku fondova.

Na temelju izloženog proizlazi da cijena električne energije kod nas nije zavisna od potražnje na tržištu, nego od visine i vrste troškova koji su ukalkulirani u cijenu.

Prije prijelaza na utvrđivanje elemenata troškova potrebno je razmotriti postojeću klasifikaciju troškova sa aspekta formiranja cijena, i to zato, što će ova klasifikacija poslužiti u daljnjem izlaganju. Klasična klasifikacija troškova izgleda približno ovako:

I Po elementima	II Po funkciji djelatnosti	III U ovisnosti o obimu proizvodnje
1. Troškovi materijala, energ. goriva itd. 2. Amortizacija 3. Kalk. troškovi individ. rada (LD-plaće) 4. Troškovi tuđih usluga	1. Troškovi tekuće proizvodnje 2. Upravni troškovi 3. Prodajno-nabavni troškovi 4. Troškovi održavanja i rekonstrukcije 5. Troškovi razvitka poduzeća	1. Fiksni (apsolutni-relativni) troškovi 2. Varijabilni troškovi (proporcionalni-natproporcionalni-potproporcionalni) 3. Poluvarijabilni troškovi

IV Po mjestu nastajanja	V Po obimu	VI Prema ulozi i različitim obračunima
1. Indirektni (opći troškovi proizvodnje i upravno-prodajni troškovi) 2. Direktni (posebni pojedinačni troškovi materijala i izrade)	1. Cjelokupni troškovi 2. Cjelokupni troškovi na jedinicu proizvoda ili prosječni cjelokupni troškovi 3. Diferencijalni, granični troškovi	1. Stvarni troškovi 2. Pretkalkulativni troškovi 3. Standardni troškovi 4. Planski troškovi 5. Plansko-normativni troškovi 6. Programirani troškovi

Nas interesiraju one kategorije troškova koje su najutjecajnije s obzirom na politiku i proračun cijena. Osim vrsta troškova nas interesiraju direktni i indirektni, a posebno fiksni i varijabilni troškovi. Ova klasična klasifikacija troškova ne zadovoljava distribuciju u potpunosti, pa treba troškove razvrstati još i na troškove snage, troškove energije i na troškove potrošača.

Nakon ove opće teoretske klasifikacije troškova može se preći na klasifikaciju troškova distributivnog poduzeća prema metodologiji tzv. V. razrade elaborata »Analiza dispariteta cijene električne energije na mreži distribucije« kako slijedi:

a) troškovi materijala i energije

Ovim troškovima smatraju se svi materijalni troškovi u vezi sa pogonom i održavanjem svih postrojenja elektrodistribucije kao i opći troškovi materijala. U materijalne troškove ulaze i troškovi nabave električne energije sa mreže prenosa ili iz vlastitih elektrana, iako su svi ovi troškovi nabavke električne energije bili posebna kalkulativna stavka.

U materijalne troškove ušli su i troškovi investicionog održavanja iako su oni bili posebna kalkulativna stavka.

b) Ukalkulirana amortizacija bila je poseban elemenat troškova koji je društveno propisan kalkulativnim stopama otpisa.

c) Ukalkulirani osobni dohoci obuhvaćaju osobne dohotke izrade i osobne dohotke režije. U našim se kalkulacijama bruto osobni dohoci pojavljuju još uvijek kao kalkulativni elemenat troškova. Nasuprot tome, sve više je pristalica stanovišta da u sistemu dohotka ne bi smio biti elemenat troškova, jer se oni formiraju iz dohotka. Za praktičare koji moraju kalkulirati cijenu koštanja ostaju osobni dohoci još uvijek kalkulativni elemenat troškova. Doprinosi na osobne dohotke su istovremeno i elemenat opće potrošnje.

d) Fond zajedničke potrošnje bio je kalkulativni elemenat i utvrđen je sa 5 % od bruto osobnih dohodaka. Taj elemenat se zapravo formira iz dohotka.

e) Akumulacija kao kalkulativni elemenat bila je zadata veličina i to sa 10 % od prosječno angažiranih sredstava. Iz ove akumulacije treba podmiriti kamate na kredite i poslovni fond, premije osiguranja i vodni doprinos, a ostatak predstavlja dio financijskog rezultata iz kojeg poduzeće formira obavezne i neobavezne rezervne fondove i poslovni fond namijenjen za proširenu reprodukciju.

Iz gornjeg opisa jednoobrazne sheme elemenata vrijednosti bruto produkta distributivnih poduzeća u okviru koje je proračunata i prosječna prodajna cijena električne energije na mreži distribucije proizlazi da ova shema kalkulacije otstupa ponešto od uobičajene sheme kalkulacije kao i od ranije iznijetih shema. Ova odstupanja pokušalo se obrazložiti u opisu pojedinih kalkulativnih elemenata. Dohodak, kao važeća ekonomska kategorija kod nas, može se utvrditi sumiranjem slijedećih elemenata: kalkulativnih osobnih dohodaka, fonda zajedničke potrošnje i akumula-

cije ali bez kamata, troškova osiguranja i vodnog doprinosa, koji se plaćaju iz akumulacije.

Posebno je pitanje ukalkuliranja visine pojedinih troškova i elemenata cijene. Tu se je pošlo već od ranije utvrđenih normativa, a tamo gdje normativi nisu bili postavljeni, odnosno gdje nisu bili realni, pošlo se od stvarnih troškova. Fond zajedničke potrošnje i akumulacija kalkulirani su na temelju zadanih veličina od strane nadležnih organa.

Normativi materijalnih troškova i troškova investicionog održavanja proračunati su u procentima od nabavne vrijednosti osnovnih sredstava. Ovi normativi troškova bili su propisani još u vrijeme zajedničkog obračuna sa bivšim elektroprivrednim zajednicama i bili su elemenat osnove za raspodjelu njihovih ukupnih prihoda, pa su zbog toga bili već ranije podvrgavani sveopćoj kritici. Međutim, oni ipak zadovoljavaju kao prosječni normativi za elektrodistribuciju pa su se mogli upotrebiti za proračun nove cijene na mreži distribucije. Individualno upotrebljeni za pojedino poduzeće oni ne zadovoljavaju, jer predstavljaju prosječne troškove. Oni mogu poslužiti kao standardi za utvrđivanje odstupanja stvarnih troškova od prosječnih granskih troškova. Dnevne cijene elemenata ovih troškova rasle su u tom periodu brže od nabavne vrijednosti osnovnih sredstava jer se revalorizacijom u to vrijeme nisu dovele u sklad knjigovodstvene vrijednosti tih sredstava sa njihovim tržnim cijenama, što je u odgovarajućoj mjeri utjecalo i na deprecijaciju cijene električne energije.

Treba još spomenuti da su tzv. ostali materijalni troškovi i troškovi investicionog održavanja povećani u projekcijama nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije faktorom predviđenog povećanja tržnih cijena elemenata tih troškova u uslovima privredne reforme.

Bruto osobni dohoci proračunati su na bazi ostvarenja tih dohodaka u prethodnoj godini. Ostvarena masa povećana je samo sa cca 1/5 prosječne godišnje stope rasta fiksnih fondova djelatnosti razvoda i distribucije električne energije (dakle, već je u kalkulacijama nove cijene električne energije uzet u obzir i efekt buduće produktivnosti živog rada), a tako dobiveni iznos povećan je jedinstvenom stopom za formiranje društveno normirane mase elemenata opće potrošnje (troškovi uzdizanja kadrova, doprinosi i članarine komorama, udruženjima i drugo) i za porast osobnih dohodaka u vezi sa privrednom reformom.

Troškovi nabave električne energije sa mreže prenosa proračunati su na temelju elemenata elektroenergetske bilance i novo propisanih cijena električne energije na mreži prenosa, dok je vrijednost proizvodnje vlastitim elektranama distribucije proračunata po cijeni proizvodnje.

Iako su kalkulacije nove cijene električne energije vršene na bazi zajedničke metode i jednoobraznih osnova ipak je došlo do različitih prosječnih cijena (din/kWh) na područjima pojedinih republika i elektrodistributivnih poduzeća. Ove razlike su odraz nejednakog stepena elektrificiranosti područja odnosno različitih specifičnih troškova investicija zavisno od intenziteta potrošnje električne energije i nejednakih struktura potrošnje kao i drugih manje važnih faktora.

3. Utvrđivanje ekonomskih cijena električne energije za pojedini napon isporuke

Prije nego što se pređe konkretno na ovaj za nas novi način utvrđivanja cijena po naponima isporuke treba razmotriti još neke kategorije troškova i to: direktne i indirektne troškove, fiksne i varijabilne troškove, troškove snage, troškove energije i troškove potrošača.

Direktni troškovi su prema općoj definiciji oni troškovi, koji se mogu identificirati po nosiocima troškova, prema tome to su troškovi 35, 10 i 0,4 kV mreže. Sve ostale troškove ubrajamo u indirektne troškove. To je prije svega veći dio općih troškova. Naše je stanovište da indirektne troškove treba sniziti na najnužniju mjeru i što više troškova zahvatiti kategorijom direktnih troškova. Ovo je naročito važno zato, što je vrlo teško naći pogodne ključeve za prevaljivanje indirektnih troškova, a nepogodni ili nepravilni ključevi mogu iskriviti troškove a time i cijene. Direktne troškove ne treba poistovjetiti sa troškovima proizvodnje, jer i ostali troškovi mogu biti direktni troškovi.

Da bi se lakše utvrdila razlika između fiksnih i varijabilnih troškova polazimo od varijabilnih troškova. Općenito se smatra, da se varijabilni troškovi mijenjaju sa obimom proizvodnje odnosno poslovanja. Prema tome, varijabilni troškovi su naši troškovi energije. Fiksni troškovi nisu vezani za neki obim poslovanja ili proizvodnje u određenom vremenu pa ih se naziva troškovima nezavisnim od proizvodnje ili poslovanja. Oni nastaju obično izgradnjom kapaciteta a veličina im, u principu, ne zavisi od stepena iskorištenja koji može biti visok, nizak ili nikakav. Ako ovu činjenicu apliciramo na našu specifičnu klasifikaciju troškova onda bi ih mogli nazvati troškovima snage. Općenito se smatra, a i kod nas ima dosta pristalica stanovišta, da fiksne troškove ne bi trebalo, zbog ovakvog njihovog karaktera, uračunavati u cijenu proizvoda i usluga već da bi ih trebalo podmirivati dohotkom, dakle ukalkulirati bi ih trebalo u realizaciju poslovnog učinka, dok bi obračun trebalo vršiti samo po varijabilnim troškovima (metoda Direct-costing).

U varijabilne troškove ubrajaju se obično direktni troškovi materijala izrade, živog rada i energije, a u fiksne troškove prije svega amortizacija, investiciono održavanje, kamati na poslovni fond i kredite za osnovna sredstva, doprinosi i članarine, osobni dohoci režije, premije osiguranja i djelomično materijalni troškovi režije itd.

Danas postoje u svijetu vrlo dobre metode za lučenje fiksnih i varijabilnih troškova koje možemo podijeliti u: empiričke i matematičke me-

tode. Empiričke metode su dvije i to metoda procjene i metoda varijatora. Za naše praktično razmatranje upotrebit ćemo metodu procjene kao najdostupniju i najlakšu, naročito ako je ova procjena dovoljno tačna.

Nabava električne energije je za distributivno poduzeće varijabilan trošak energije a zbog ovisnosti o obimu energije i snage to je proporcionalan, natproporcionalan ili potproporcionalan trošak.

Gubici električne energije su troškovi energije.

Kao primjer klasifikacije može poslužiti usporedni pregled nekih vrsta troškova iz knjigovodstva koji važi samo za djelatnost distribucije električne energije:

Broj konta	Vrste troškova	Troškovi			
		Direktni	Indirektni	Fiksni Varijabilni	
				snage	energije
4000	Materijal izrade	*P*		*D*	*D*
4001	Materijal režije		*P*	*D*	*D*
4002	Nabavljena energija	*P*			*P*
410	Popravci od drugih	*D*	*D*	*D*	*D*
426	Investiciono održavanje	*P*		*P*	
420	Kamati na kredite	*VD*	*MD*	*P*	
425	Premije osiguranika	*VD*	*MD*	*P*	
440	Amortizacija	*VD*	*MD*	*P*	
450	Kamati na poslovni fond	*VD*	*MD*	*P*	
450	Doprinosi i članarine		*P*	*P*	
4601	Osobni dohoci izrade	*P*		*D*	*D*
4602	Osobni dohoci režije		*P*	*VD*	*MD*

Legenda: *P* = potpuno
D = djelomično
VD = većim dijelom
MD = manjim dijelom

Iz ovog primjera podjele glavnih troškova po kontima knjigovodstva vidljivo je slijedeće:

— Veći dio troškova čine direktni a manji dio indirektni troškovi. Ovo je važno zato što se veći dio troškova može locirati po nosiocima, tj. na 35, 10 i 0,4 kV mrežu, a samo manji dio indirektnih troškova trebat će prenositi na troškove pojedinih napona pomoću ključeva.

— Mnogo značajnija je druga grupa troškova, jer su svi oni većim dijelom (osim nabavke električne energije) fiksni troškovi, pa čak i oni, koji su u drugim djelatnostima potpuno varijabilni troškovi. Npr.: materijalni troškovi izrade i troškovi osobnih dohodaka izrade. Do ovakve situacije dolazi zbog održavanja spremnosti postrojenja, da ona u svakom momentu kada to potrošači traže budu ispravna i da funkcioniraju. Kod najmanjeg korišćenja kapaciteta moraju se pripremljeni kapaciteti tekuće održavati i mora se vršiti nadzor nad njima. Taj nadzor još je uvijek domena ljudskog rada, a manje automatizacije. Kod najvećeg iskorišćenja kapaciteta nastaju dodatni troškovi održavanja i ljudskog rada. Ove troškove bi mogli smatrati varijabilnima.

Budući da su fiksni troškovi istovremeno i troškovi snage, znači da je pretežni dio troškova distribucije trošak snage. Varijabilni troškovi se mogu nazvati i troškovima energije, a kako su oni mali, mogli bi se čak i zanemariti ako bi se apstrahirali troškovi nabavljene energije.

Na kraju treba još odrediti troškove koje potrošač prouzrokuje time što je priključen na mrežu i što više koristi energiju. U troškove potrošača mogli bi se uvrstiti slijedeći troškovi: troškovi priključaka, troškovi mjerenja i očitanja brojila, troškovi ispostavljanja računa, troškovi inkasa te troškovi statistike i odgovarajuće administracije. Ove troškove potrebno bi bilo posebno klasificirati i planirati, kako bi se dobila suma tih troškova. Podjela sume ovih troškova na potrošače razvrstane po naponima opet je dodatni problem, jer su to većinom indirektni troškovi, pa je za njihovu podjelu potrebno pronaći prikladne ključeve.

Kad smo ovako definirali i klasificirali sve troškove možemo preći na praktično iznalaženje metode utvrđivanja cijene električne energije po naponima.

4. Metoda utvrđivanja cijena električne energije po naponima u distributivnim poduzećima Slovenije

Metoda utvrđivanja cijena električne energije po naponima koju su primijenila distributivna poduzeća Slovenije samo je jedna od velikog broja mogućih. Teoretske postavke ove metode date su u ranijim izlaganjima.

Postavke ove metode su slijedeće:

— snimani su i promatrani ukupni troškovi prema knjigovodstvenim podacima za 1964. godinu;

— snimljeni troškovi najprije su bili modificirani s obzirom na predviđene promjene zbog utjecaja privredne reforme i zbog promjene nekih ekonomskih instrumenata (npr. kamatne stope, visina premije osiguranja, vodni doprinos itd.);

— ovako modificirani troškovi prenijeti su direktnom metodom ili putem ključeva na nosioce troškova i to na 35, 10, 0,4 kV napon i na troškove potrošača i to odvojeno fiksni od varijabilnih troškova. Za razgraničenje uzimala se nominalna snaga postrojenja, npr. dalekovodi 35 kV, transformatorske stanice 10 kV itd.;

— raspodjelu troškova po naponima na troškove potrošača i na fiksne i varijabilne, potrebno je transformirati na troškove nižih napona. To znači da treba utvrditi koliko od troškova sumiranih na 35 kV mreži tereti potrošače tog napona, a koliko tih troškova tereti potrošače na 10 kV i 0,4 kV. Ovo transformiranje troškova izvršeno je u zavisnosti od angažirane snage za fiksne troškove a u zavisnosti od predanih kWh za varijabilne troškove.

Evo primjera kako je to izvršeno za fiksne troškove:

Snaga transformacije na 35 kV naponu je 1000 MVA, od toga je bila angažirana snaga za potro-

šače na tom naponu 500 MVA, a raspoloživo za daljnju transformaciju na niže napone 500 MVA. U tom je slučaju polovina fiksnih troškova ostala kao trošak na tom naponu, a ostala polovina fiksnih troškova pribrojila se fiksnim troškovima napona 10 kV. Poslije toga uzeta je opet cjelokupna snaga transformacije 10 kV napona i opet se je ova podijelila na angažiranu snagu potrošača 10 kV i na raspoloživu snagu za potrošače na 0,4 kV. Cjelokupni troškovi 10 kV napona zajedno sa onim prenesenim iz 35 kV mreže podijelili su se sada sa procentualnim korišćenjem snage po potrošačima na 10 kV naponu i tako su se dobili fiksni troškovi potrošača tog napona. Preostali dio troškova prenijet je i pribrojen fiksnim troškovima sumiranim za 0,4 kV napon.

Varijabilni troškovi bili su prenijeti istom metodom, samo što je za njih bio uzet ključ predanih kWh. Npr. ako je bilo predano ukupno sa gubicima 1000 MWh, od toga na 35 kV naponu 300 MWh, na 10 kV naponu 400 MWh, a na 0,4 kV 300 MWh, u tom je slučaju ostalo na 35 kV naponu 30 % varijabilnih troškova. Razlika troškova se prenijela i pribrojila troškovima 10 kV napona. Ovi troškovi opet su se podijelili u odnosu na predaju električne energije u razmjeru 400 MWh : 700 MWh tako, da je ostalo 59,1% troškova na naponu 10 kV a ostatak troškova prenijet je i dodat varijabilnim troškovima na 0,4 kV naponu.

Ovako transformiranim troškovima po naponima pribrojeni su još troškovi potrošača koji su bili već ranije posebno sumirani i podijeljeni direktnom metodom ili metodom ključeva na pojedine napone. Svi zbrojeni troškovi po naponima podijeljeni su sa prodatim kWh i tako su se dobili troškovi distribucije po kWh za pojedini napon.

Troškovi nabavljene električne energije proračunati su na bazi tzv. plafonskih cijena. Trebalo je dakle proračunati troškove nabave za pojedine vrste isporuka, tj. nabavnu cijenu električne energije za potrošače na 35, 10 i 0,4 kV naponu. Ovaj proračun je kompliciran, jer su troškovi nabave zavisni od postignutog opterećenja, istodobnosti vršnog otperećenja, dobe dana i sezone isporučene električne energije. Matematičkom metodom bilo je utvrđeno, da ako je prosječna nabavna cijena po kWh indicirana sa 100, onda je indeks nabavne cijene za potrošače na 35 kV naponu 93, na 10 kV naponu 97 i za potrošače na 0,4 kV naponu 104. Suma prosječnih cijena nabavljene energije za potrošače na pojedinom naponu i troškova distribucije po kWh daje prosječnu prodajnu cijenu električne energije za pojedini napon isporuke.

Ukalkuliranje dijela akumulacije i fonda zajedničke potrošnje, koji elementi u toj kalkulaciji čine razliku do realizacije odnosno financijski rezultat, predstavljalo je izvjestan problem koji je praktično riješen na taj način, što je izračunata masa tog financijskog rezultata stavljena u odnos prema ukalkuliranim ukupnim osobnim dohocima pa su s izračunatim procentom ukalkulirani na pojedini napon isporuke u zavisnosti od visine osobnih dohodaka tih napona.

Izabrani ključevi za prevaljivanje indirektnih troškova bili su različiti i to: nabavna vrijednost osnovnih sredstava, dužina mreže, instalirana snaga, broj potrošača i prodana električna energija.

Za indirektne troškove materijala, investicionog održavanja, amortizacija, kamata, premije osiguranja, režijskih materijalnih troškova, kao ključ je uzeta nabavna vrijednost osnovnih sredstava. Za indirektne troškove ukalkuliranih osobnih dohodaka izrade i režije, osobnih izdataka, članarina i doprinosa potrošača uzeti su kombinirani ključevi kao dužina mreže, instalirana snaga, broj potrošača i predati kWh. Do sada još nisu izrađene analize pravilnosti i pogodnosti izabranih ključeva.

Kontrola dobivenih rezultata kalkulacije cijena po naponima bila bi vrlo interesantna ako bi se isti podaci obrađivali nekom drugom metodom, pa bi se rezultati mogli međusobno uspoređivati. Na taj način bi se mogla izabrati najpogodnija metoda. Izbor pravilnosti i pogodnosti ključeva za prevaljivanje indirektnih troškova na nosioce je vrlo značajan ukoliko su indirektni troškovi veliki. Uloga ključeva osjetno pada ako se smanji suma indirektnih troškova.

Dobivene prosječne kalkulativne cijene električne energije po naponima po ovoj metodi kalkulacije, niže su od cijena koje se dobiju primjenom važeće tarife za potrošače 35 i 10 kV. Međutim, prosječne kalkulativne cijene električne energije na naponu 0,4 kV znatno su veće od cijena koje se dobiju primjenom važećih tarifa za ove kategorije potrošača. Osjetne su i razlike po poduzećima.

Konačno treba istaći da su dobiveni rezultati statički i da mogu poslužiti samo kao opća orijentacija i kao model. Neprekidni dinamički razvoj produkcijskih faktora, troškova tih faktora i obima proizvodnje i prodaje, mijenjaju u svako doba troškove i cijene.

Izložena razmatranja namijenjena su prije svega praktičarima naših poduzeća koji se bave tarifama, kalkulacijama i analizama. Zbog pomanjkanja prostora nije bilo moguće dati praktični primjer sa svim potrebnim obrascima i numeričkim podacima. Međutim, ovakav konkretni primjer, koji je dosta složen i obiman bit će moguće izložiti nekom drugom prilikom.

Literatura

1. *»Analiza dispariteta cena električne energije na mreži distribucije«* — Koordinacioni odbor elektrodistribucije, Beograd.
2. Podjetja za distribucijo električne energije Slovenije — *Izračun prodajnih cen električne energije po napetostnih nivojih*
3. *»Opći principi tarifiranja električne energije«* — UNIPEDE Kongres 1964
4. *Zbornik IV Savetovanja ekonomista elektroprivrede Jugoslavije*
5. F. Černe: *»Uvod v analizo trga in cene«*
6. P. A. Samuelson — *Economics: »An Introductory Analysis«* — prijevod izabranih glava.

Naslov pisca: Avgust Habič, dipl. jur. — Ljubljana, Hajduškova 2.

RAZLIKE IZMEĐU PROJEKTIRANOG I STVARNOG EKONOMSKOG POLOŽAJA ELEKTRODISTRIBUCIJE JUGOSLAVIJE U UVJETIMA PRIVREDNE REFORME

Daniel Feöcze, Zagreb

Autor analizira osnove za projekt nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije. Znatni dio nove cijene otpada na elemente koji zavise od vrijednosti osnovnih sredstava. Zaključuje da je nova cijena električne energije znatno niža od cijene normalne reprodukcije. Na razliku između projektirane prodajne cijene i cijene normalne reprodukcije djelovala je nerealna knjigovodstvena vrijednost osnovnih sredstava, koja znatno zaostaje za sumom tržnih cijena elemenata tih sredstava.

DK 621.316.1

1. Uvod

Djelatnost razvoda i distribucije električne energije Jugoslavije smišljeno je pripremana za privrednu reformu i nove uvjete privređivanja. Mnogo se radilo na skupljanju odgovarajućih energetskih i financijskih podataka, kako za područja pojedinih republika i Jugoslaviju u cjelini, tako i za elektroprivrede drugih zemalja. Izrađeno je više varijanata projekcija nove cijene električne energije i troškovnih tarifa u okviru ove cijene.

Određene ekonomske analize i projekcije cijena rađene su na temelju utvrđenih osnova. Metodika, rezultati i dokumentacija ovih analiza i projekcija s odgovarajućim obrazloženjima obrađeni su u pet razrada i umnoženi u više stotina primjeraka.

Koncepcija troškovne cijene električne energije trebala je izjednačiti elektrodistributivna poduzeća u pogledu načina njihova privređivanja, u principu, s ostalim privrednim poduzećima. S tim u vezi, projekcija nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije temeljila se na slijedećim osnovama:

a) osnovnim sredstvima
b) radnoj snazi
c) prosječno angažiranim sredstvima i na
d) novim propisanim cijenama električne energije na mreži prijenosa.

Nabavna vrijednost osnovnih sredstava, prema stanju iz knjigovodstva, služila je za proračun troškova sredstava rada, postojeća radna snaga za proračun bruto osobnih dohodaka i za proračun elemenata opće potrošnje (troškovi uzdizanja kadrova, doprinosi i članarine komorama i udruženjima i sl.), dok su prosječno angažirana sredstva služila za proračun akumulacije. Troškovi nabave električne energije proračunati su na temelju propisanih novih cijena električne energije na mreži prijenosa. Nova vrijednost proizvodnje vlastitih elektrana proračunata je na isti način kao i nova vrijednost proizvodnje elektrana tzv. udružene elektroprivrede.

Da bi se mogla razmotriti razlika između projektiranog i stvarnog ekonomskog položaja elektrodistributivnih poduzeća u novim uvjetima privređivanja, treba iznijeti samo neke od elemenata

kalkulacije nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije.

U zavisnosti od nabavne vrijednosti osnovnih sredstava, prema stanju u knjigovodstvu, proračunati su:

a) ostali materijalni troškovi s 2,5%
b) investiciono uzdržavanje s 2,6%
c) amortizacija na temelju propisanih stopa otpisa što u prosjeku iznosi 4,8% od knjigovodstvene nabavne vrijednosti osnovnih sredstava.

Treba istaći da 2,6% troškova investicionog uzdržavanja daje samo 85% normiranih stopa za to uzdržavanje. Tako proračunati ostali materijalni troškovi i troškovi investicionog uzdržavanja

povećani su faktorom 1,37 koliko otprilike iznosi novo povećanje tržnih cijena elemenata tih troškova.

Bruto osobni dohoci radne snage iz 1964. godine povećani su za 30%, kao i u ostaloj privredi, s tim, što su u ovih 30% sadržani i svi spomenuti elementi opće potrošnje, osim fonda zajedničke potrošnje. Za novu posadu novih radnih mjesta na novim mrežnim postrojenjima, postojeća radna snaga povećana je s 2% kod prosječne stope rasta fiksnih fondova djelatnosti razvoda i distribucije električne energije od 11,2%. Dakle, u kalkulaciji je već anticipiran i budući efekt veće produktivnosti živog rada.

Akumulacija je proračunata s 10% od prosječno angažiranih sredstava, dok su troškovi nabave električne energije s mreže prijenosa proračunati na temelju novih propisanih cijena.

Nova prosječna prodajna cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije proračunata je na taj način s 23,87 Din/kWh i stavljena u tečaj danom 1. VIII 1965. godine.

Nakon tog datuma vršena su nova preračunavanja u privredi u cilju iznalaženja unutarnjih rezervi, pa i u elektrodistribuciji, iako je bilo poznato, da je projektirani nivo nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije niži od cijene reprodukcije te djelatnosti.

Naknadnom izmjenom propisa snižena je stopa doprinosa na osobne dohotke. Efekt ove izmjene propisa i još nekih drugih korektura kalkuliranih troškova i akumulacije iznosio je u elektrodistribuciji Jugoslavije oko 6 milijarda dinara pa je prosječna prodajna cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije snižena na 22,80 Din/kWh.

Za ovu razliku (1,07 Din/kWh) snižene su tarife električne energije potrošačima kućanstva, iako im je prosječna prodajna cijena, u toku rada na projekcijama nove vrijednosti proizvodnje, odmjerena za preko 6 Din/kWh ispod tzv. troškovne cijene. O opravdanosti ovog daljnjeg sniženja cijene električne energije potrošačima kućanstva, nezavisno od pariteta ove cijene i cijena ostalih oblika energije u strukturi naše energetike, bit će vjerojatno govora drugom prilikom. U ovom času nas zanima samo opći nivo cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije, proporcije te cijene, volumen i funkcije njenih sastavnih dijelova i njena sposobnost realizacije sredstava potrebnih za odmjereni obujam reprodukcije odnosno, ukratko, realnost projekta u odnosu na činjenično stanje.

2. Struktura nove cijene električne energije

Da bi mogli ocijeniti odstupanje od projektiranih veličina osnovnih elemenata nove cijene, potrebno je razmotriti njenu strukturu i odnose sastavnih dijelova te cijene.

Nova prosječna prodajna cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije od 22,80 Din/kWh sadrži za količinu prerade energije od 8.562,4 MWh slijedeće osnovne elemente i njihove odnose:

	Din/kWh	%
1. Investiciono uzdržavanje i ostali materijalni troškovi	2,60	11,4
2. Amortizacija	1,89	8,3
3. Kamati: na poslovni fond	0,89	3,9
na kredite	0,11	0,5
4. Premije osiguranja	0,15	0,7
5. Bruto osobni dohoci	2,82	12,4
6. Fondovi (rezervni fond i fond zajedničke potrošnje)	0,23	1,0
Ukupno	8,69	38,2
7. Ostatak akumulacije	1,21	5,3
I *Cijena distribucije*	9,90	43,5
8. Troškovi energije	12,90	56,5
II *Prodajna cijena*	22,80	100

Iz ovih elemenata je vidljivo da cca 1/3 nove cijene ovisi o realnosti nabavne vrijednosti osnovnih sredstava i prosječno angažiranih sredstava prema stanju u knjigovodstvu. Ako te vrijednosti korespondiraju s dnevnim cijenama onda će realizacija proizvodnje po ovoj cijeni biti ekvivalentna troškovima odmjerenog stupnja reprodukcije (jednostavna reprodukcija i dio proširene reprodukcije).

Prosječna godišnja stopa rasta fiksnih fondova djelatnosti razvoda i distribucije električne energije Jugoslavije iznosi za period 1964. do 1970. godine 11,24%. Ova stopa je proračunata u skladu s razvojem i proširenjem elektroenergetskih kapaciteta proizvodnje i prijenosa. Primjenom ove stope, potrebne nove investicije u proširenje mreže razvoda i distribucije Jugoslavije iznose za 1965. godinu (po knjigovodstvenim cijenama osnovnih sredstava) 39,6 milijarda dinara. Sredstvima projektirane cijene od 22,80 Din/kWh moći će se financirati:

a) ostatkom akumulacije	10,3 Din 10^9
b) sredstvima slobodne amortizacije	8,3 Din 10^9
Ukupno	18,6 Din 10^9

a to je samo 47% potrebnih novih investicija po knjigovodstvenim cijenama osnovnih sredstava. Ostatak od 21 milijardu dinara treba pokriti drugim sredstvima: zajmovima i doprinosima zainteresiranih potrošača.

Treba istaći da je tzv. slobodni dio amortizacije, koji se može upotrijebiti za financiranje novih investicija, proračunat na temelju formule:

$$\frac{Z}{A} = \frac{r^m}{e^{rm} - 1}$$

Z = iznos amortizacije potrebne za zamjenu
A = suma amortizacije
Z/A = stopa amortizacije potrebne za zamjenu
r = stopa rasta fiksnih fondova
m = broj godina optimalnog radnog vijeka
e = baza prirodnih (Neperovih) logaritama = = 2,71828183

Prema: E. Domar: *Essays in the Theory of Economic Growth*, New York 1957.

koja pretpostavlja normalno tehničko stanje i realne vrijednosti sredstava rada. Poznato je, međutim, da je razvoj kapaciteta električne mreže razvoda i distribucije zaostao za razvojem kapaciteta elektroenergetskih postrojenja i prijenosa. Osim toga, knjigovodstvene vrijednosti sredstava rada elektrodistribucije prilično su deprecirane i zaostaju za tržnim cijenama reprodukcije tih sredstava. Uslijed toga nije realna veličina kalkulirane amortizacije, pa ni dio za financiranje novih investicija. Međutim, ako se i zanemari realnost kalkulirane amortizacije (što će se vjerovatno riješiti općom revalorizacijom sredstava rada), korigirana projektirana cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije od 22,80 Din/kWh niža je od cijene reprodukcije (koja iznosi 25,25 Din/kWh) za 2,46 Din/kWh ili za 9,8%.

Kao što je već spomenuto, ovi odnosi važe samo u slučaju ako su osnove za projekt nove vrijednosti proizvodnje, odnosno nove cijene električne energije, bile realne tj. ako nabavna vrijednost osnovnih sredstava prema stanju u knjigovodstvu odgovara tržnim cijenama tih sredstava, te ako je s time u vezi realna i vrijednost prosječno angažiranih sredstava.

3. Aktualizacija vrijednosti sredstava i projektirane cijene

Iz elaborata ing. Stanka Markovića o stanju električne mreže razvoda i distribucije Jugoslavije i o mjerama za njenu konsolidaciju proizlazi, da je nabavna vrijednost osnovnih sredstava prema stanju u knjigovodstvu sasvim nerealna. Ona iznosi samo 60% vrijednosti osnovnih sredstava po cijenama pojedinih elemenata električne mreže na kraju 1964. godine. Međutim, ove cijene iz 1964. ne važe više u novim uvjetima privređivanja nakon privredne reforme. Pod pretpostavkom da su cijene elemenata električne mreže porasle nakon privredne reforme u prosjeku za oko 37%* slijedi, da je osnovica za projekcije novih troškova sredstava rada, akumulacije i novih cijena električne energije bila sasvim nerealna.

Da bi se vrijednost osnovnih sredstava prema stanju u knjigovodstvu svela na cijene koje su za pojedine elemente električne mreže važile na kraju 1964. godine, trebalo bi ovu nabavnu vrijednost korigirati faktorom 1,67 a nakon toga još i za porast cijena nakon privredne reforme faktorom 1,37 ili jedinstvenim faktorom od 2,28 prema slijedećoj postavi:

	Nabavna vrijednost osnovnih sredstava		
	Prema stanju knjigovodstva	Po cijenama na kraju 1964.	Po cijenama nakon privredne reforme
Odnosi	60	100	137
Korekcioni faktori	60 × 1,67 =	100	
	60 × 2,28		= 137

* To je ocijenjeno prosječno povećanje cijena materijalnih treoškova u novim uvjetima privređivanja. Pitanje je da li će taj procenat izražavati i nove cijene elemenata sredstava rada djelatnosti razvoda i distribucije. To će tek pokazati inventura i procjena sredstava rada.

Pretežni dio prosječno angažiranih sredstava su sredstva rada, pa bi se i prosječno angažirana sredstva mogla za potrebe ovih razmatranja korigirati tim faktorom.

Deprecirane vrijednosti ovih sredstava, koje su poslužile kao osnovica za projekt nove cijene električne energije, dale su, razumljivo, i depreciranu veličinu te cijene. Zato naša cijena električne energije i zaostaje za cijenama električne energije mnogih drugih zemalja.

Ako se aktualiziraju vrijednosti sredstava i ako se pođe od istih metodoloških postavki projekcije nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije (bez adekvatnih korektura u proizvodnji i prijenosu, koje će biti potrebno i tamo izvršiti) realna aktualizirana cijena bi iznosila: 31,04 Din/kWh i bila bi veća za 8,24 Din/kWh ili za 36,2%.

Ovo prilagođivanje cijene električne energije stvarnom stanju izgleda ovako:

		Din/kWh
1. Investiciono uzdržavanje i ostali materijalni troškovi		4,61
2. Amortizacija		4,35
3. Kamati: na poslovni fond		2,04
na kredite		0,10
4. Premije osiguranja		0,35
5. Bruto osobni dohoci		2,82
6. Fondovi (rezervni fond i fond zajedničke potrošnje)		0,23
	Ukupno	14,50
7. Ostatak akumulacije		3,64
I *Cijena distribucije*		18,14
8. Troškovi energije		12,90
II *Aktualizirana prodajna cijena* (djelomično)		31,04

Efekt aktualizacije:

— Projektirana nova cijena	Din/kWh	22,80
— Aktualizirana nova cijena	Din/kWh	31,04
— Razlika više	Din/kWh	8,24

Povećanje nove vrijednosti proizvodnje djelatnosti razvoda i distribucije električne energije iznosi za volumen prerade energije od 8.562,4 GWh 70,4 milijarde dinara i odnosi se na povećanje:

— troškova vezanih uz osnovna sredstva (amortizacija, investiciono uzdržavanje, ostali materijalni troškovi)	38,1 Din 10^9
— elemenata akumulacije (koja je vezana uz vrijednost prosječno angažiranih srdestava) i to:	
— kamata na poslovni fond	9,8 Din 10^9
— premije osiguranja	1,7 Din 10^9
— ostatka akumulacije	20,8 Din 10^9
Ukupno	70,4 Din 10^9

Nepromijenjeni su ostali:

— bruto osobni dohoci s elementima opće potrošnje
— kamati na kredite
— rezervni fond i fond zajedničke potrošnje
— troškovi energije.

Isto tako treba aktualizirati, odnosno korigirati, i nove investicije. Primjena godišnje stope rasta fiksnih fondova od 11,24% na aktualiziranu vrijednost fiksnih fondova djelatnosti razvoda i distribucije električne energije (339,8 × 2,28 = 774,7) daje 87,1 milijardu dinara aktualiziranih novih investicija, a to je za 47,5 milijarda dinara više nego u projektu.

Plan financiranja aktualiziranih novih investicija imao bi u uvjetima aktualizirane nove cijene električne energije ove elemente:

a) ostatak akumulacije	31,12 Din 10^9
b) slobodni dio amortizacije	20,94 Din 10^9
Ukupno	52,06 Din 10^9

što iznosi samo 59% aktualiziranih potrebnih novih investicija u električnu mrežu razvoda i distribucije. Ostatak od 35,04 milijarde dinara morao bi se pokriti zajmovima (uz kondicije koje bi odgovarale ovakvom bonitetu elektrodistribucije: dulji rokovi otplate i niži kamati) te doprinosima zainteresiranih potrošača i drugih faktora.

Djelomično aktualizirana nova cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije od 31,04 Din/kWh niža je od djelomično aktualizirane cijene reprodukcije (koja u ovim uvjetima iznosi 35,57 Din/kWh) za 4,35 Din/kWh ili za 12,3%. Ove cijene su djelomično aktualizirane zato jer su proračunate bez utjecaja revalorizacije osnovnih sredstava djelatnosti proizvodnje i prijenosa na cijenu električne energije na mreži prijenosa. Proračunata prosječna prodajna cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije od 31,04 Din/kWh kao i njeni odnosi važe prema tome samo u slučaju ako se zanemari revalorizacija osnovnih sredstava djelatnosti proizvodnje i prijenosa kao i refleks te revalorizacije na cijenu električne energije. Očekivati je, međutim, da će nužno doći do opće revalorizacije osnovnih sredstava u zemlji. U tom bi slučaju prosječna prodajna cijena električne energije na mreži prijenosa mogla biti veća za povećane troškove sredstava rada kao i za povećanu akumulaciju srazmjerno povećanoj vrijednosti prosječno angažiranih sredstava. Poznato je, da je akumulacija djelatnosti proizvodnje i prijenosa odmjerena sa 6% od iznosa prosječno angažiranih sredstava te djelatnosti i da je nove tarifne stavove za prodaju električne energije na mreži prijenosa trebalo proračunati u okviru takvog volumena kalkulativne cijene.

Budući da još nema sličnih procjena osnovnih sredstava djelatnosti proizvodnje i prijenosa mogao bi se za ova razmatranja uzeti korekcioni faktor revalorizacije proračunat na bazi indeksa kretanja sume cijena od 1962. do 1965. godine. Na temelju tih indeksa i pretpostavljene prosječne godišnje stope rasta fiksnih fondova djelatnosti proizvodnje i prijenosa od 10% dobije se korekcioni faktor revalorizacije od oko 1,5. On je svakako znatno niži od korekcionog faktora revalorizacije osnovnih sredstava djelatnosti razvoda i distribucije električne energije koja ima jače deprecirane vrijednosti sredstava. O uzrocima jače deprecijacije vrijednosti sredstava distribucije bilo je već govora drugim prilikama.

Povećanje vrijednosti sredstava rada djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije utjecat će na povećanje troškova sredstava rada te djelatnosti (ostali materijalni troškovi, investiciono uzdržavanje i amortizacija) a povećanje vrijednosti prosječno angažiranih sredstava utjecalo bi, u principu, i na povećanje ukalkulirane akumulacije po stopi od 6%. Povećanjem ovih elemenata povećala bi se nova vrijednost proizvodnje udružene elektroprivrede, prema datim pretpostavkama, za cca 27%. Ako se za ovo povećanje nove vrijednosti proizvodnje linearno povise tarifni stavovi na mreži prijenosa kao i troškovi proizvodnje vlastitih elektrana distribucije, udio troškova za energiju u strukturi aktualizirane cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije iznosit će 16,38 Din/kWh odnosno za 3,48 Din/kWh više od sadašnjeg udjela tih troškova. U tom bi slučaju prosječna prodajna cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije iznosila 34,52 Din/kWh i bila bi veća za 11,72 Din/kWh ili za 51,5% od sadašnje prosječne prodajne cijene od 22,80 Din/kWh.

Ukoliko se za povećanje troškova izazvano revalorizacijom osnovnih sredstava djelatnosti proizvodnje i prijenosa ne bi povećala cijena električne energije na mreži prijenosa, došlo bi do osjetnog smanjenja postojeće mase akumulacije koja i inače ne dostaje za djelomično financiranje novih investicija u proširenje elektroenergetskih kapaciteta proizvodnje i prijenosa u skladu s razvojem potrošnje električne energije.

4. Struktura neaktualizirane cijene električne energije u stvarnim uvjetima tržišta

Ukoliko se veličina sadašnje cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije od 22,80 Din/kWh ne bi prilagodila stvarnim troškovima reprodukcije i ukoliko bi se amortizacija i kamati na poslovni fond plaćali prema staroj osnovici (nerevaloriziranim vrijednostima sredstava) a ostali elementi prema stvarnim obavezama i troškovima po važećim dnevnim cijenama, struktura cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije izgledala bi za volumen prerade energije od 8.562,4 GWh ovako:

	Din/kWh
1. Investiciono uzdržavanje i ostali materijalni troškovi	4,61
— ne dostaje prostora u zadanom okviru cijene od 22,80 Din/kWh	— 0,99
Reducirani iznos troškova	3,62
2. Amortizacija	1,89
3. Kamati	1,00
4. Premije osiguranja	0,35
5. Bruto osobni dohoci	2,82
6. Fondovi	0,23
Ukupno	9,90

	7. Ostatak akumulacije	0,00
I	*Cijena distribucije*	9,90
	8. Troškovi energije	12,90
II	*Prodajna cijena*	22,80

Iz ovih podataka proizlazi da bi troškove investicionog uzdržavanja i njege postrojenja trebalo reducirati za 8,52 milijarda dinara i da nema više ostatka akumulacije za djelomično financiranje proširene reprodukcije prema objektu. Ostatak akumulacije iz projektirane cijene prelio se u povećane troškove. Amortizacija je ostala u svojoj prvobitnoj jako depreciranoj veličini. Od ukupnih 16,24 milijarde dinara ove amortizacije, za zamjenu bi trebalo odvojiti 14,88 milijarda dinara (37,19 × 0,4) jer će se troškovi zamjene plaćati po dnevnim višim cijenama. Ostatak amortizacije od 1,36 milijarda dinara ne bi bio dovoljan ni za pokriće otplata postojećih zajmova koje danas iznose 2,3 milijarde dinara. Za manjak sredstava za otplate zajmova od 0,94 milijarde dinara (ili još i više ako će se zajmovi revalorizirati) trebalo bi dodatno reducirati već reducirane troškove sredstava rada. Pri tome ne bi ostalo ništa za konsolidaciju postojećeg stanja električne mreže, za rekonstrukcije i potrebna ulaganja u cilju nadoknade zaostalih (negativnih) investicija.

U ovim uvjetima ne bi se dakle mogli podmiriti ni troškovi jednostavne reprodukcije, a pitanje konsolidacije postojećeg stanja električne mreže razvoda i distribucije i zaostalih investicija te nova ulaganja za prošireni volumen prerade energije u skladu s proširenjem kapaciteta proizvodnje i prijenosa ostaje otvoreno.

5. Zaključak

Izložena razmatranja osnivaju se na podacima iz elaborata ing. Stanka Markovića o stanju električne mreže razvoda i distribucije. Možda bi se mogla staviti primjedba da ovi naturalni i vrijednosni podaci nisu egzaktni. Međutim, u ovom času to i nije bitno. Veličine u spomenutom elaboratu mogu varirati za 10 pa i više procenata u odnosu na stanje koje bi dala sistematska detaljna inventura i procjena osnovnih sredstava. Bitno je da se tu radi o takvim odstupanjima koja bi, ako se ne uklone, mogla ugroziti normalnu reprodukciju ove grane energetike.

Potrebno je stoga odmah pristupiti sistematskoj inventuri pojedinih elemenata električne mreže i procjeni tih elemenata po potvrđenim dnevnim cijenama. Tek će ovi podaci biti mjerodavni za odgovarajuće odluke. Konačno, ova situacija ponovno ukazuje na potrebu uvođenja sistema za automatsko prilagođavanje cijene električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije.

Naslov pisca: Daniel Feöcze, dipl. ek., Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

OSNOVNI INDIKATORI PRIVREDNIH KRETANJA DJELATNOSTI RAZVODA I DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U SR HRVATSKOJ U RAZDOBLJU OD 1959. DO 1964. GODINE

Anđelko Marušić, Zagreb

Autor daje prikaz i analizu privrednih kretanja i raspodjele dohotka za djelatnost razvoda i distribucije SR Hrvatske u razdoblju od 1959. do 1964. godine.

DK 621.316.1

Osnovni faktori proizvodnje

1. Sredstvo rada

Sredstva rada djelatnosti razvoda i distribucije električne energije SR Hrvatske porasla su u periodu od 1959. do 1964. za 45,6 milijardi dinara ili za 93%.

U financiranju novih investicija sudjeluju vlastita i tuđa sredstva. Na vlastita sredstva (dio amortizacije i dohotka) otpada oko 55 %.

Upotrebljivost sredstava rada bila je u 1959. godini 60 % a u 1964. godini samo 58 %. Volumen zamjene sredstava rada nije vremenski proporcionalan.

Produktivnost sredstava rada raste u tom razdoblju, ali usporeno u odnosu na prethodne periode. Uzrok tome je elektrifikacija naših otoka koja traži znatno veće specifične investicije nego elektrifikacija kontinentalnog dijela ovog područja. U tom razdoblju elektrificirano je više otoka kao na primjer: Cres, Mali i Veli Lošinj, Krk, Rab, Pag, Goli otok, Dugi otok, Ugljan, Pašman, Murter, Vis, Korčula, Lastovo, Mljet, Šipan itd., što se naročito odrazilo na veličinu specifičnih investicija područja Elektrodalmacije — Split (Zadar, Šibenik, Split i Dubrovnik).

Prije elektrifikacije otočja ovog područja specifične investicije (vrijednost sredstava rada po kWh godišnje potrošnje) iznosile su u 1959. godini za to područje oko 28 Din/kWh, što je vrlo povoljan indikator u odnosu na ostala kontinentalna područja SR Hrvatske a i drugih republika. Na primjer u sjevernoj Hrvatskoj je 41,4 Din/kWh, Lici, Baniji, Kordunu 63,5 Din/kWh, Slavoniji 62,5 Din/kWh.

Nakon elektrifikacije otočja specifične investicije područja Elektrodalmacije — Split porasle su u 1964. godini na 41 Din/kWh, dok su te godine specifične investicije snižene na području sjeverne Hrvatske na 37,1 Din/kWh, Banije, Like i Korduna na 48,7 Din/kWh i Slavonije na 54,6 Din/kWh.

Prema tome, na usporavanje produktivnosti sredstava rada elektrodistribucije Hrvatske kao cjeline utjecala je u tom periodu akcija elektrifikacije naših otoka. O veličini i važnosti ovog doprinosa elektrodistribucije razvoju turizma naše zemlje ne treba naročitih komentara. Ali treba istaći, da je ovakvom akcijom dohodak veće produktivnosti elektrodistribucije kao jedne od infrastrukturalnih grana naše privrede preliven turističkoj privredi te društvenom i životnom standardu naših ljudi.

Dakle, efekat veće produktivnosti koji je obračunat i iskazan u elektrodistribuciji nije kompletan indikator njene ukupne produktivnosti. Ukupni efekat produktivnosti je mnogo veći i on se multiplicira u onim ostalim djelatnostima narodne privrede u koje je preliven. Osim ove akcije na području nove elektrifikacije, ulaganja u sredstva rada rastu sporije od volumena prerade i predaje energije. Dok je indeks porasta sredstava rada za područje cijele Hrvatske 193, indeks prerade i predaje električne energije je 197. Ova kretanja različita su na pojedinim područjima SR Hrvatske.

Tako na primjer:

Na području Banije, Korduna i Like

indeks ulaganja u sredstva rada	164
indeks predaje energije	222

na području Slavonije

indeks ulaganja u sredstva rada	195
indeks predaje energije	261

na području Istre

indeks ulaganja u sredstva rada	143
indeks predaje energije	153

na području Hrvatskog Primorja

indeks ulaganja u sredstva rada	228
indeks predaje energije	232

na području Dalmacije

indeks ulaganja u sredstva rada	244
indeks predaje energije	167

na cijelom području sjeverne Hrvatske

indeks ulaganja u sredstva rada	179
indeks predaje energije	197

Iz indikatora ovih područja vidi se da cijeli primorski pojas ostvaruje nižu produktivnost sredstava rada od kontinentalnih područja baš zbog elektrifikacije otočja u tom periodu.

2. Radna snaga

Ukupan broj zaposlenih radnika porastao je od 5.029 iz 1959. godine na 6.217 u 1964. godini ili za oko 24 % kod porasta sredstava rada od 97 % — koja sredstva poslužuju ovi radnici.

Prema tome, tehnička opremljenost radnika a s tim u vezi i kvalitet proizvodnih snaga u elektrodistribuciji Hrvatske porastao je za 45 %.

Dok je u 1959. godini na jednog zaposlenog radnika otpalo 10,6 milijuna dinara sredstava rada u 1964. godini otpada 15,4 milijuna dinara.

Istovremeno je broj potrošača porastao od 540.289 iz 1959. godine na 891.142 u 1964. godini odnosno za oko 64 % a instalirana snaga transformatora od 609 MVA iz 1959. na 1.586 MVA u 1964. godini odnosno za oko 160 %.

Dok je u 1959. godini na jednog zaposlenog radnika otpadalo 251 MWh distribuirane i predane električne energije, u 1964. godini otpada 372 MWh, odnosno u 1964. predano je 40 % više električne energije po zaposlenom radniku nego u 1959. godini.

Opisanoj tehničkoj opremljenosti radnika treba da odgovara i kvalifikacioni sastav radne snage. Na visokokvalificirane i kvalificirane radnike otpada 67,1 %. U odnosu na mnoge druge privredne grane to je vrlo visok kvalifikacioni sastav no on će se i dalje sve više razvijati i poboljšavati u skladu s daljim razvojem sredstava rada, tehnologije proizvodnje u tom sektoru elektroprivrede, a i u skladu s potrebom unapređenja ljudskih odnosa s potrošačima raznih kategorija i različite socijalne strukture.

3. Električna energija — razvod, distribucija i predaja

U toku promatranog perioda porastao je obujam prerade energije u mreži razvoda i distribucije od 1,15 milijardi kWh na 2,27 milijardi kWh, odnosno za oko milijardu i sto milijuna kWh više, što je otprilike dvostruko od količine prerade u 1959. godini.

Na području prerade energije postignut je značajan uspjeh. Gubici energije u mreži smanjeni su od 16,7 % na 12,5 % odnosno za 25 %, a to znači oko 95 milijuna kWh uštede za odnose u 1964. godini.

Od ukupno prerađene i predane električne energije u 1964. godini na području Hrvatske otpada: na sjevernu Hrvatsku oko 40 %, na Liku, Baniju i Kordun 9 %, na Slavoniju 11 %, na Hrvatsko Primorje i Istru 21 % i na Dalmaciju 19 %.

Dohodak i njegova raspodjela

Dok su u promatranom periodu sredstva rada porasla za 93 %, količina prerade i predaje električne energije za 97 %, broj zaposlenih radnika za 24 %, ukupni prihod je porastao za 150 %. Na ovaj porast ukupnog prihoda u odnosu na osnovne faktore proizvodnje za privrednu granu 111 utjecali su i efekti sporednih djelatnosti s kojima su se elektrodistributivna poduzeća morala intenzivno baviti zbog zamrzavanja deprecirane cijene električne energije. Na brži porast ukupnog prihoda utjecalo je u neznatnoj mjeri i povećanje cijena električne energije u drugoj polovici 1964. godine.

Kod porasta ukupnog prihoda od 150 % neto produkt je porastao za 239 % što znači da su utjecajem veće produktivnosti osnovnih faktora proizvodnje i boljom ekonomičnošću sniženi troškovi i povećan neto produkt. Kod porasta neto produkta od 239 % čisti prihod je porastao za 302 %. Na brži porast čistog prihoda utjecale su komune oslobađanjem elektrodistributivnih poduzeća od plaćanja raznih obaveza u korist razvoja i unapređenja mreže elektrodistribucije na svom području. Kod porasta čistog prihoda od 302 % neto osobni dohoci su porasli za 221 % u toku svih 6 godina, a fondovi poduzeća za 400 %. Iz svega ovoga se vidi da je raspodjela čistog prihoda usmjeravana tako da se sve više i više izdvaja u fondove. Dakle politika raspodjele je, unatoč poteškoćama s kojima se elektrodistribucija borila u svojem radu, bila pravilna. Dok je u 1959. godini odnos fondova i osobnih dohodaka bio 23 : 77, u 1964. godini taj je odnos već 29 : 71. Pri tome treba imati u vidu da je u tom razdoblju znatno poboljšan i kvalifikacioni sastav radne snage što je i nužno u toku razvoja sredstava rada i kvaliteta proizvodnih snaga ove grane energetike.

Ako bi svu radnu snagu elektrodistribucije Hrvatske sveli na uvjetno nekvalificirani rad pomoću odgovarajućih multiplikanata, onda bi prosječni stepen stručnosti iznosio u elektrodistribuciji Hrvatske 6,02.

Ako bi isto tako svu radnu snagu industrije i rudarstva Jugoslavije sveli na uvjetno nekvalificiran rad primjenom istih multiplikanata onda bi prosječni stepen stručnosti te radne snage iznosio 4.11. Dakle kvalifikacioni sastav radne snage elektrodistribucije Hrvatske bolji je za 47 % od kvalifikacionog sastava radne snage industrije i rudarstva Jugoslavije u kojem se nalazi naravno i cijela elektroprivreda, pa svojim kvalifikacionim sastavom poboljšava taj indikator industrije i rudarstva Jugoslavije.

Prema podacima Službe društvenog knjigovodstva prosječni mjesečni osobni dohodak po radniku elektrodistribucije Hrvatske iznosio je za 1964. godinu dinara 54.720.— Ako ovaj prosječni dohodak podijelimo sa prosječnim stepenom stručnosti elektrodistribucije Hrvatske od 6,02 dobit ćemo dohodak od dinara 9.090.— po uvjetno nekvalificiranom radniku. Ako istu operaciju načinimo za prosjek industrije i rudarstva Jugoslavije dobit ćemo neto prosjek po uvjetno nekvalificiranom radniku dinara 8.808.—. Prema tome takav ostvareni neto osobni dohodak u elektrodistribuciji Hrvatske veći je samo za nešto od preko 2 % kad se uspoređuje s neto osobnim dohotkom ukupne industrije i rudarstva u kojoj je uključena i elektrodistribucija. Kada bi se elektrodistribucija isključila iz tog pondera vrijednosti onda neto osobni dohodak elektrodistribucije Hrvatske ne bi bio veći nego manji.

Da se je u ovom periodu raznih kritika preko štampe, radija i televizije na visinu osobnih dohodaka u elektrodistribuciji polazilo na osnovu adekvatnih komparacija, sigurno je, da se javnost ne bi neobjektivno informirala.

Naslov pisca: Anđelko Marušić, Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske Zagreb, Proleterskih brigada 37

KONTNI PLAN POGONSKOG KNJIGOVODSTVA

Josip Blehl, Novi Sad

Autor stručno obrađuje pitanja knjigovodstvenog evidentiranja troškova po vrstama, mestima i izvorima finansiranja u elektrodistributivnim preduzećima.

DK 621.316.003

I Knjigovodstveno evidentiranje troškova

Knjigovodstveno evidentiranje troškova proizvodnje u toku vrši se u okviru:

— financijskog knjigovodstva — glavne knjige; i
— pogonskog knjigovodstva.

U okviru financijskog knjigovodstva prikazuju se samo ostvareni primarni troškovi proizvodnje u toku i to:

— u okviru klase 4 po vrstama i
— u okviru klase 5 zbirno po mestima njihovog nastanka tj. po ekonomskim jedinicama ili delatnostima.

Obavezno uvođenje, odnosno postojanje pogonskog knjigovodstva u svakom elektro-distributivnom preduzeću proizlazi iz sledeća tri osnovna razloga i to:

1 — da bi se omogućio obračun finansijskog rezultata i raspodela dohotka po radnim jedinicama;
2 — zbog obračuna i raspodele ukupnog prihoda i dohotka prema društvenoj zajednici po delatnostima zbog različitih ekonomskih instrumenata, i
3 — radi sastavljanja kalkulacije cene koštanja i prodajne cene po jedinici proizvoda odnosno usluga.

Zadatak pogonskog knjigovodstva se prema tome ogleda u kontinuisanom prikupljanju, sistematskom raščlanjivanju i preglednom prikazivanju nastalih troškova proizvodnje i ostvarenih prihoda unutar preduzeća — u naturalnim i finansijskim pokazateljima — raščlanjeno:

— po mestima njihovog nastanka,
— po izvoru finansiranja,
— po nosiocima — uzročnicima i
— po strukturi.

Kao mesto nastanka troškova smatra se obračunska odnosno radna jedinica.

Pod izvorom finansiranja podrazumeva se prihod tj. namenski izvor sredstava ili realizacije na čiji teret se troškovi pokrivaju.

Nosiocem, odnosno uzročnikom troška smatra se radni nalog, odnosno objekat, ako je reč o troškovima eksploatacije i održavanja elektroenergetskih postrojenja, ili pak vozilo ako se radi o troškovima vozila.

Da bi se obezbedila mogućnost za sistematsko raščlanjivanje troškova, u cilju utvrđivanja finansijskog rezultata i raspodele dohotka po radnim jedinicama s jedne, i obračuna i raspodele ukupnog prihoda i dohotka prema društvenoj zajednici po delatnostima s druge strane, neophodno je utvrditi metodologiju šifriranja troškova tj. uspostaviti određeni logički računsko-knjigovodstveni sistem.

Za uspostavljanje određenog logičkog računsko-knjigovodstvenog sistema, odnosno kontnog plana, potrebno je prethodno znati zahvate koji se od takvog sistema traže.

Pre nego što se, dakle, pristupi izradi kontnog plana klase 5 moraju biti poznati svi činioci od kojih zavisi metod šifriranja i cifarski broj konta, a to su naročito:

— vrsta i broj glavnih registrovanih i pomoćnih delatnosti koje preduzeće obavlja,
— broj i vrsta radnih jedinica,
— organizaciona podela radnih jedinica na obračunske jedinice,
— sistematizacija troškova distribucije u uslovima formiranja cene električne energije po troškovnom principu itd.

Razrađena metodologija šifriranja troškova u ovom materijalu omogućuje izradu jedinstvenog kontnog plana klase 5 za sva elektrodistributivna preduzeća, budući da je koncepcijski tako postavljena da udovoljava sledećim zahtevima:

1 — preduzeće može organizaciono biti podeljeno na pogone sa samostalnim obračunom dohotka ili da nema pogone
2 — da preduzeće obavlja više registrovanih delatnosti za koje vrši poseban obračun i raspodelu ukupnog prihoda i dohotka prema društvenoj zajednici
3 — da je uvedena organizacija rada i obračun finansijskog rezultata po radnim jedinicama, a u okviru istih po obračunskim jedinicama
4 — da svaka radna, odnosno obračunska jedinica može istovremeno obavljati radne zadatke iz oblasti dveju ili više registrovanih ili pomoćnih delatnosti
5 — da se troškovi distribucije električne energije evidentiraju grupisano po naponima, a u okviru istih raščlanjeno po objektima, mestima, odnosno postrojenjima, što omogućuje dokumentovano formiranje prodajne cene električne energije po troškovnom principu, odnosno pokazatelje za sagledavanje razlike između ostvarenih prihoda po namenskim tarifama i stvarnih troškova
6 — da se evidentiranje troškova i obračun prihoda sprovodi po sistemu radnih naloga i time omogućuje da se za svaki izvršeni radni zadatak utvrdi ostvareni rezultat po osnovi produktivnosti rada i sniženja troškova poslovanja, te vrši raspodela istog na neposredne izvršioce zadatka.

Smatram za potrebno, pored uloge i značaja koji pogonsko knjigovodstvo već i onako u uslovima rada i raspodele po radnim jedinicama ima, istaći i njegovu naročitu važnost sa stanovišta obezbeđenja potrebnih podataka radi sastavljanja dokumentovanih kalkulacija cena koštanja i prodaje i to u prvom redu za električnu energiju.

Polazeći od toga, a imajući u vidu činjenicu da su problemi u svim elektrodistributivnim preduzećima ovim pitanjima veoma srodni, smatram neophodnim da se na nivou koordinacionog odbora razmotre sledeća pitanja iz oblasti knjigovodstva i to:

1. Celishodnost donošenja jedinstvenog kontnog plana pogonskog knjigovodstva — klase 5 sa sistematizacijom troškova distribucije električne energije
2. Potreba za izradu Uputstava o organizaciji pogonskog knjigovodstva i
3. Posle donošenja najavljenog novog jedinstvenog kontnog plana od strane Saveznog sekretarijata za finansije, da se pristupi izradi jedinstvenog kontnog plana finansijskog knjigovodstva za elektrodistributivna preduzeća.

II Metodologija šifriranja troškova

Šifriranje troškova se vrši po strogo dekadnom sistemu. Šifra troškova sastoji se iz:

1 — osnovnog broja konta i
2 — analitičkog broja konta.

Osnovni broj konta se može formirati tako da se sastoji iz četverocifrene šifre koja označava delatnost, radnu jedinicu, obračunsku jedinicu i izvor finansiranja.

Analitički broj konta označava nosioca tj. uzročnika troška i on može biti jednocifreni ili višecifreni broj.

1. Osnovni broj konta-troškova

Šifra osnovnog konta troška sastoji se iz četiri cifre od kojih:

— prva cifra označava delatnost
— druga cifra označava radnu jedinicu, u okviru delatnosti
— treća cifra označava obračunsku jedinicu u okviru radnih jedinica, a
— četvrta cifra označava izvor finansiranja (realizacija) na teret kojeg se trošak pokriva.

1.1 Šifra za delatnost

Za označavanje delatnosti mogu se — zavisno od toga koje delatnosti pojedine elektrodistributivno preduzeće obavlja — odrediti sledeći brojevi, koji u okviru šifre osnovnog konta troška dolaze kao prva cifra, na primer:

Distribucija električne energije — grana 111—40

Ovim brojem označavaju se sve radne jedinice distribucije.

Proizvodnja električne i toplotne energije — grana 111—20

Ovim brojem označavaju se radne jedinice čiji je predmet poslovanja proizvodnja električne i toplotne energije.

Montažna delatnost — grane 413—30

Ovim brojem označavaju se radne jedinice čiji je predmet poslovanja izgradnja, rekonstrukcija i zamena elektroenergetskih objekata za sopstvene potrebe i potrebe drugih.

Delatnost projektovanja — grane 411—80

Ovim brojem označavaju se radne jedinice čiji je predmet poslovanja izrada investiciono-tehničke dokumentacije za sopstvene potrebe i potrebe drugih.

Pomoćna delatnost

Ovim brojem označavaju se radionice i vozni park ukoliko su organizovane kao samostalne radne jedinice.

Upravna režija

Ovim brojem označavaju se radne jedinice upravne režije.

Zajednička sredstva

1.2 Šifra ekonomske jedinice

Druga cifra u okviru šifre osnovnog broja konta troška može se upotrebiti za označavanje radnih jedinica u okviru pojedine delatnosti. Na taj način će se šifra za radne jedinice sastojati od dvocifrenog broja od kojih prva označava delatnost, a druga o kojoj se ekonomskoj jedinici u okviru delatnosti radi. Iz toga proizlazi, da bi šifre za označavanje ekonomskih jedinica, bile sledeće:

od 10 do 19 — Radne jedinice distribucije
od 20 do 29 — Radne jedinice proizvodnje električne i toplotne energije;
od 30 do 39 — Radne jedinice izgradnje;
od 40 do 49 — Radne jedinice projektovanja,
od 50 do 59 — Radne jedinice pomoćne delatnosti kao što su na primer:

50 — Radna jedinica — betonjerka
51 — Radna jedinica — bravarska rad.
52 — Radna jedinica — vozni park
53 — Radna jedinica — elektroremont
54 — Radna jedinica — baždarnica
itd.

od 60 do 69 — Radne jedinice — upravna režija
od 90 do 99 — Zajednička sredstva.

1.3 Šifra obračunske jedinice

Za označavanje obračunskih jedinica u okviru radnih jedinica upotrebila bi se treća cifra osnovnog broja konta, koja se dodaje šifri radne jedinice.

Iz toga proizlazi da ćemo za označavanje obračunskih jedinica imati trocifrenu šifru koja će nam označavati delatnost, a u okviru iste radne jedinice i u okviru radne jedinice obračunskih jedinica.

Za označavanje obračunskih jedinica u okviru radnih jedinica proizvodnje mogu se odrediti sledeći brojevi i to:

0 — Obračunska jedinica režije.
Brojem 0 označavale bi se sve obračunske jedinice režije u okviru radnih jedinica proizvodnje bez obzira na delatnost.
1—5 — Proizvodne obračunske jedinice.
6 — Obračunske jedinice eksploatacije u okviru radnih jedinica proizvodnje električne i toplotne energije
7 — Obračunske jedinice eksploatacije u okviru radnih jedinica distribucije
8 — Obračunske jedinice transporta
9 — Obračunske jedinice prodaje u okviru radnih jedinica distribucije.

Pri određivanju brojeva, radi označavanja obračunskih jedinica, pošlo se od pretpostavke, da su radne jedinice distribucijje organizovane tako da u okviru istih po pravilu postoje sledeće obračunske jedinice i to:

0 — Obračunska jedinica — režije
1 — Obračunska jedinica — nega i održavanje
7 — Obračunska jedinica — eksploatacije
9 — Obračunska jedinica — prodaje.

Pored toga u okviru radnih jedinica — distribucije mogu postojati još i sledeće obračunske jedinice i to:

2 — Obračunska jedinica — elektroremont
3 — Obračunska jedinica — baždarnica
4 — Obračunska jedinica — bravarnica
8 — Obračunska jedinica — transport

U okviru radnih jedinica proizvodnje električne i toplotne energije može postojati više obračunskih jedinica na primer:

0 — Obračunska jedinica — režije
1 — Obračunska jedinica — održavanje
6 — Obračunska jedinica — eksploatacije
8 — Obračunska jedinica — transport.

U okviru ostalih radnih jedinica proizvodnje postoji po pravilu jedna obračunska jedinica režije i jedna ili više obračunskih jedinica proizvodnje.

U okviru radnih jedinica upravne režije mogu se, zavisno od obima, formirati obračunske jedinice po sektorima, odelenjima ili službama.

Na primer:

1 — Obračunska jedinica — opšti poslovi
2 — Obračunska jedinica — tehnički poslovi
3 — Obračunska jedinica — ekonomsko-finansijski poslovi.
8 — Obračunska jedinica — transport
9 — Obračunska jedinica — zajednički troškovi.

U okviru zajedničkih sredstava formiraju se po pravilu posebne obračunske kategorije troškova sa sledećim šiframa radi razgraničavanja troškova po vrstama, na primer:

0 — Troškovi nabavke električne energije i stalni troškovi poslovanja distribucije električne energije
1 — Sopstvene usluge radnih jedinica u vezi eksploatacije elektroenergetskih objekata
2 — Sopstvene usluge radnih jedinica u vezi radova na održavanju elektroenergetskih objekata
3 — Sopstvene usluge radnih jedinica distribucije za poslove prodaje
4 — Sopstvene usluge radnih jedinica za sitne usluge potrošačima i pregled. instalacija i održavanje postrojenja potrošača
5 — Stalni troškovi poslovanja proizvodnje električne i toplotne energije
6 — Sopstvene usluge radnih jedinica za proizvodnju električne i toplotne energije
7 — Sopstvene usluge radnih jedinica upravne režije
8 — Stalni troškovi vozila
9 — Sopstvene usluge radnih jedinica za vanplanske poslove.

1.4 Šifra izvora finansiranja

Za označavanje izvora finansiranja koriste se brojevi od 0 do 9, tim što u okviru šifre osnovnog konta dolaze kao četvrta cifra.

Za razvrstavanje troškova po izvorima finansiranja mogu se odrediti sledeće šifre:

Šifra — 0 — Svi troškovi, bez obzira na mesto nastanka, koji se pokrivaju iz realizacije električne energije, prihoda od sitnih usluga potrošačima električne energije, prihoda od održavanja javne rasvete na teret SO po ugovoru i održavanja elektroenergetskih objekata vlasništva potrošača (grana 111—40).

Šifra — 1 — Svi troškovi, bez obzira na mesto nastanka, koji se pokrivaju iz realizacije od proizvodnje električne i toplotne energije, prihoda od usluga potrošačima toplotne energije za pregled, kontrolu i održavanje njihovih toplovodnih uređaja i instalacija (grana 111—20)

Šifra — 2 — Troškovi koji nastaju u vezi izvršenih montažnih usluga za račun trećih lica po radnim nalozima (eksterna realizacija van preduzeća) koje vrše radne jedinice izgradnje (grana 413—30)

Šifra — 3 — Troškovi investicija u sopstvenoj režiji, bez obzira da li se finansiraju iz sopstvenih sredstava ili zajmova, kao i bez obzira na mesto nastanka (grana 413—30)

Šifra — 4 — Za sve troškove u vezi izrade investiciono-tehničke dokumentacije — projektovanje (grana 411—80)

Šifra — 5 — Troškovi sopstvenih usluga na investicionom održavanju osnovnih sredstava

Šifra — 6 — Za troškove sopstvenih usluga na izradi materijala, sitnog inventara, alata, ambalaže, kao i sopstvenih istovara i podvoza materijala za uskladištenja (sopstvene usluge na teret klase 3)

Šifra — 7 — Svi troškovi koji nastaju u vezi izvršenja usluga za račun potrošača (po radnim nalozima) koje je preduzeće dužno činiti kao isporučilac električne, odnosno toplotne energije (usluge osnovne i pomoćne delatnosti), kao i svi troškovi koji nastaju u vezi usluga i isporuke gotovih proizvoda, koje jedan pogon vrši za račun drugog u okviru preduzeća (međupogonske usluge)

Šifra — 8 — Svi troškovi bez obzira gde su nastali u vezi eksploatacije i održavanja motornih vozila

Šifra — 9 — Za troškove po radnim nalozima koji terete obračunsku jedinicu režije proizvodnih radnih jedinica, kao i po radnim nalozima na teret radnih jedinica upravne režije i zajedničkih sredstava.

Ukoliko obračunske jedinice režije izvršavaju radne zadatke koji se finansiraju iz određenih izvora finansiranja (investicije ili usluge drugima) za koje se otvaraju posebni radni nalozi, mogu se u okviru osnovnog broja konta koristiti određene šifre izvora finansiranja od 0 do 9.

Obračunske jedinice režije proizvodnih, kao i radne jedinice uprave, za troškove prouzrokovane kroz izvršavanje svojih redovnih planskih zadataka u okviru osnovnog broja konta koristile bi šifru izvora finansiranja 9.

U slučajevima kada na istom radnom zadatku radi više radnih ili obračunskih jedinica, otvara se na primer jedan osnovni radni nalog i jedan ili više dopunskih radnih naloga.

Šifriranje osnovnog broja konta će se kod dopunskih radnih naloga izvršiti tako, da će prve tri cifre označiti broj radne i obračunske jedinice koja posao obavlja, a četvrta cifra, koja označava izvor finansiranja, će biti identična sa četvrtom cifrom iz osnovnog radnog naloga.

Izvor finansiranja dopunskog radnog naloga određuje se prema tome na osnovu izvora finansiranja osnovnog radnog naloga.

Primer šifriranja

Ako radna jedinica — distribucije Novi Sad ima šifru 10, tada će obračunska jedinica — režije u okviru iste imati šifru 100, obračunska jedinica — nega i održavanje 101, obračunska jedinica — eksploatacije 107, obračunska jedinica — transport 108, a obračunska jedinica — prodaje 109.

Kada obračunska jedinica — nega i održavanje radi na poslovima održavanja elektroenergetskih postrojenja distribucije, šifra osnovnog broja konta troška će biti 1010; za obračunsku jedinicu eksploatacije 1070; za obračunsku jedinicu prodaje 1090.

U slučaju kada obračunska jedinica — nega i održavanje radi na poslovima investicionog održavanja šifra će biti 1015; za usluge potrošačima 1017 itd.

2. Analitički broj konta troškova

Analitički broj konta služi za razgraničenje troškova unutar izvora finansiranja po radnim nalozima, odnosno kada su u pitanju troškovi eksploatacije i održavanje elektroenergetskih objekata ili vozila po mestima, objektima odnosno vozilima.

Radni nalog, vrsta objekta odnosno vozilo, smatra se nosiocem troškova, a šifra koja iste označava analitičkim brojem konta troška.

Analitički broj konta se dodaje osnovnom broju konta, odvojeno sa crtom i tako se dobija kompletna šifra troškova.

2.1 Šifriranje troškova distribucije — izvor finansiranja — »0«.

Utvrđivanje jedinstvene metodologije razvrstavanja troškova distribucije po vrstama objekata omogućuje da se stekne potpun uvid nad visinom njihovih kretanja i time raspolaže pokazateljima potrebnim naročito za:

- formiranje prodajne cene električne energije na nivou pojedinih napona po troškovnom principu
- ocenjivanje opravdanosti dosadašnjeg načina građenja elektroenergetskih postrojenja
- usmeravanje dalnje politike izgradnje postrojenja
- utvrđivanje iskustvenih normativa za eksploataciju i održavanje postrojenja itd.

Šifriranje nosilaca troškova (analitički konto) nastalih kroz eksploataciju i redovno održavanje elektroenergetskih postrojenja distribucije, kao i ostalih troškova prouzrokovanih izvršavanjem zadataka radnih jedinica distribucije u okviru šifre izvora finansiranja »0« može se vršiti po sledećoj nomenklaturi:

1 — Troškovi eksploatacije i održavanje vodova 35 kV

2 — Troškovi eksploatacije i održavanje vodova preko 1 do 15 kV
Kao međusobni vodovi (1 do 15 kV) mogu se na primer tretirati delovi vodova od 35 kV TS do prvog stubnog mesta mesne mreže. U tom slučaju bi se nastavak voda tretirao kao mesna mreža.

3 — Troškovi eksploatacije i održavanje mesne mreže i distributivnih trafostanica (10/0,4 kV).
Šifra analitičkog konta eksploatacije i održivanje mesne mreže i distributivnih TS proširuje se sa dve cifre za označavanje mesta, naselja. Broj naselja teče od 01 do 99.

4 — Troškovi analitičkog broja konta eksploatacije i održavanja TS 35/10 kV proširuje se dodavanjem dvocifrenog broja oznake TS. Brojevi TS teku od 01 do 99. za svaku TS zasebno.

5 — Troškovi sitnih usluga potrošačima električne energije.
U okviru ovog konta bi se razvrstali troškovi u vezi usluga potrošačima električne energije po cenovniku usluga.

6 — Troškovi pregleda i kontrole električnih instalacija.
U okviru ovog konta vodili bi se troškovi u vezi pregleda i kontrole električne instalacije.

7 — Troškovi nastali u vezi održavanja javne rasvete za račun opština vode se odvojeno po mestima.
Šifriranje se vrši tako što se broju 7 dodaje šifra (dvocifrena) određena za mesto. Ova šifra je identična sa šifrom mesta u okviru nomenklature 3.

8 — Troškovi održavanja elektroenergetskih postrojenja vlasništva potrošača.
U okviru ove šifre vode se troškovi posebno za svakog potrošača za čiji račun održavamo njegova postrojenja.

9 — Troškovi službe prodaje električne energije.
U okviru šifre 9 vode se troškovi prodaje koji nastaju u okviru radnih jedinica distribucije. Troškovi prodaje se mogu dalje razvrstati na primer:

91 — Troškovi pretplatničkog odnosa i obračuna realizacije.
Ovde bi spadali svi troškovi u vezi zasnivanja pretplatničkog odnosa, pretplatničke blagajne, salda konti, obračuna realizacije, službe merenja i obračuna potrošača na v. n. itd.

92 — Troškovi izrade fakture za električnu energiju.
U okvir ove šifre bi spadali samo neposredni troškovi u vezi izrade računa za električnu energiju.

93 — Troškovi očitavanja brojila i inkaso električne energije.
Ovde bi spadali svi neposredni troškovi vezani za očitavanje brojila i inkaso električne energije.

2.2 Šifriranje troškova proizvodnje električne i toplotne energije — »izvor finansiranja 1«

Šifriranje nosioca troška tj. određivanje analitičkog konta za troškove nastale kroz eksploataciju i održavanje postrojenja termoelektrana i toplana može se vršiti u okviru šifre »1« po sledećoj nomenklaturi, na primer:

1 — Troškovi eksploatacije i održavanja kotlovnice.

2 — Troškovi eksploatacijje i održavanje strojarnice.

3 — Troškovi održavanja toplovodne mreže.

4 — Troškovi održavanja građevinskih objekata TE i TO.

5 — Troškovi unutrašnjeg transporta (uglja i šljake) i održavanja sredstava unutrašnjeg transporta.

6 — Troškovi spoljnog transporta — odvoz šljake.

7 — Troškovi održavanja toplovodnih postrojenja vlasništvo potrošača.
U okviru ove šifre vode se troškovi posebno za svakog potrošača za čiji račun održavamo njegova postrojenja. Analitički broj konta u okviru šifre 8. formira se dodavanjem dvocifrenog broja od 01 do 99 po potrošaču.

2.3 Šifriranje troškova ostalih delatnosti — »izvor finansiranja 2, 3, 4, 5, 6 i 7«

U okviru izvora finansiranja od 2 do 7 se analitičko raščlanjivanje troškova može vršiti po radnim nalozima. Brojevi radnih naloga mogu u okviru svakog izvora finansiranja od 2 do 7 da teku hronološkim redom od 1 do X od početka do kraja godine i to odvojeno po obračunskim jedinicama ili da za svaku obračunsku ili radnu jedinicu teku od I do X od početka do kraja godine neovisno od izvora finansiranja.

Šifriranje radnih naloga se može vršiti tako što se osnovnom broju konta odvojeno sa crtom dodaje broj radnog naloga.

2.4 Šifriranje troškova transporta — »izvor finansiranja — 8«

Šifra osnovnog broja konta voznog parka može se odrediti zavisno od toga da li je vozni park organizovan kao posebna radna jedinica u kojoj se nalaze sva vozila ili su vozila raspoređena po radnim jedinicama kojima služe u okviru kojih se vode kao obračunske jedinice, na primer:

1. Ako je vozni park organizovan kao posebna radna jedinica onda se označava na primer sa šifrom 52. Obračunske jedinice režije će imati šifru 520. Obračunska jedinica transporta šifru 528, a obračunska jedinica radionice, ukoliko postoje 521. Ako se za označavanje izvora finansiranja obračunske jedinice transporta usvoji šifra 8, onda će osnovni broj konta za tu obračunsku jedinicu biti 5288, a za obračunsku jedinicu radionice 5210 do 5219 zavisno od izvora finansiranja.
2. Ako je vozni park raspoređen po radnim jedinicama onda će se ostvareni primarni troškovi eksploatacije i održavanja vozila evidentirati u okviru radne jedinice gde se vozilo nalazi, tim što se sva vozila u okviru te poslovne jedinice tretiraju kao posebna obračunska jedinica transporta koja se označava sa šifrom 8.

   Troškovi eksploatacije i održavanja vozila evidentiraju se u okviru izvora finansiranja 8, raščlanjeno po vozilima.

   Kao šifra analitičkog broja konta troška za grupisanje troškova eksploatacije i održavanja po vozilima može se usvojiti registarski broj pod kojim je vozilo registrovano ili drugi način.

2.5 Šifriranje troškova pogonske i upravne režije — »izvor finansiranja 9«.

Šifra izvora finansiranja 9 može se koristiti za označavanje svih režijskih troškova i troškova po radnim nalozima koji nastanu u proizvodnim obračunskim jedinicama, a kojima se terete:

— obračunske jedinice režije proizvodnih radnih jedinica (pogonske režije),
— obračunske jedinice radnih jedinica upravne režije,
— zajednička sredstva.

Redovni troškovi režije evidentiraju se u okviru obračunskih jedinica režije radnih jedinica proizvodnje, analitičkih raščlanjivanja zavisno od vrste i uzročnika.

Šifriranje analitičkog broja konta režijskih troškova u okviru obračunskih jedinica režije proizvodnih radnih jedinica može se vršiti na taj način što se pored osnovnog broja konta crticom odeljeno dopisuje broj koji označava šifru obračunske jedinice (prve tri cifre osnovnog broja konta) u okviru radne jedinice, koja je trošak prouzrokovala.

Prema tome bi šifra troškova poslovanja i ličnih dohodaka za radnike koji organizaciono pripadaju obračunskoj jedinici režije bila na primer 100.

Troškovi poslovanja i lični dohoci (naknade) koji se odnose na radnike proizvodnih obračunskih jedinica šifrirali bi se tako, što se kao analitički broj uzima šifra iz osnovnog broja konta koja označava obračunsku jedinicu na primer od 101 do 109.

Na ovaj način će troškovi pogonske režije u okviru proizvodnih radnih jedinica biti raščlanjeni na troškove koji se odnose na rad osoblja pogonske režije, a troškovi koji su prouzrokovani od strane obračunskih jedinica proizvodnje će se u okviru obračunske jedinice evidentirati raščlanjeno po obračunskim jedinicama na koje se odnose tj. koji su ih prouzrokovali.

Primer: Radna jedinica distribucije Novi Sad ima sledeće obračunske jedinice:

100 — Obračunska jedinica — režije
101 — Obračunska jedinica — održavanje
102 — Obračunska jedinica — elektroremont
103 — Obračunska jedinica — baždarnica
107 — Obračunska jedinica — eksploatacije
108 — Obračunska jedinica — transporta
109 — Obračunska jedinica — prodaje

Analitička konta troškova pogonske režije u okviru ove radne jedinice će biti:

1009—100 — Troškovi obračunske jedinice — režije
1009—101 — Troškovi režije obračunske jedinice — održavanja
1009—102 — Troškovi režije obračunske jedinice — elektroremont
1009—103 — Troškovi režije obračunske jedinice — baždarnice
1009—107 — Troškovi režije obračunske jedinice — eksploatacije
1009—108 — Troškovi režije obračunske jedinice — transporta
1009—109 — Troškovi režije obračunske jedinice — prodaje.

Naslov pisca: Josip Blehl, fin. dir., »Elektrovojvodina«, Novi Sad

STALNI DOPRINOS I MJERENJA SNAGE U DOMAĆINSTVIMA

Marijan Okrupa, Ljubljana i Dušan Živko, Maribor

Kod svih potrošačkih grupa, pa tako i kod domaćinstva u važećem tarifnom sistemu predviđeno je obračunavanje stalnog doprinosa u zavisnosti od angažirane snage. U vezi s time javljaju se već od početka rađanja tarifnog sistema pitanja, na koja od autora tog sistema nismo primili zadovoljavajući odgovor.

Poznato je, da stalni doprinos ima svoje opravdanje u stalnim troškovima koji prate distribuciju električne energije. Oni ovise:

— o snazi koja se daje potrošaču na raspolaganje
— o troškovima koji su vezani uz samo postojanje potrošača i time na odnose koje s njim moramo održavati (očitavanje brojila i inkaso, baždarenje i održavanje mjernih uređaja i održavanje električnih postrojenja uopće).

Pošto su drugospomenuti troškovi manji od troškova prouzrokovanih zbog angažirane snage koju potrošač može koristiti, jedinstvenim stalnim doprinosom ne bi bili u mogućnosti pravilno riješiti pitanje naših stalnih troškova.

Ako isključimo pomoćna brojila, koja su se već pokazala kao neprikladna, ostaje nam osim mjerenja snage za određivanje stalnog doprinosa kao pomoćno mjerilo još instalirana snaga električnih aparata. To mjerilo bi se u praksi vrlo teško sprovodilo, jer zahtijeva naročito veliku kontrolu, evidenciju i poteškoće kod potrošača, koji bi bili prinuđeni prijavljivati svaki novi električni aparat.

Pitanje stalnih troškova ne rješava u dovoljnoj mjeri ni blok-tarifa koja se često uvodi kao zamjena za binomsku tarifu.

Mišljenja smo, da je zbog toga najbolje da prihvatimo rješenje koje nam je dato u tarifnom sistemu a to je, da pređemo na određivanje stalnog doprinosa na temelju izmjerene ili angažirane snage. S tim u vezi postavljaju se pitanja ekonomsko-tehničkog karaktera a odnose se na:

— izbor mjernog uređaja za mjerenje snage;
— rezultate koje ćemo postići s posebnim obzirom na investiciona ulaganja.

Na žalost, izbor mjernih uređaja nije velik. Pored omeđivača snage imamo na raspolaganju samo još brojila kojima možemo mjeriti potrošnju električne energije kod prekoračenja angažirane snage (brojila prekomjerne potrošnje).

Potrošač je kod mjerenja vezan na angažiranu snagu time, da mora energiju koju je preuzeo preko te snage platiti po višestrukim tarifnim stavovima.

U inozemstvu cijena je takvom brojilu dva do tri puta viša od cijene običnog jednofaznog brojila. Ako usporedimo tu cijenu sa cijenama na našem tržištu, cijena takvog brojila iznosila bi oko 25.000.— din. S druge pak strane omeđivač snage stajao bi prema izjavi predstavnika tvornice »Iskra«, samo oko 6.000.— din. Uspoređujući troškove montaže bili bi troškovi montaže omeđivača snage veći od troškova montaže spomenutog brojila. Mišljenja smo, da u ovom slučaju troškovi ne igraju glavnu ulogu, jer za ova brojila ne postoje realne mogućnosti nabave. Pored toga ta brojila iziskuju zamjenu većeg dijela postojećih brojila, što dodatno dovodi u pitanje njihovo planiranje.

Omeđivač snage ne smijemo promatrati samo sa stanovišta tarifiranja, već kao uređaj kojim predviđamo, da ćemo postići sniženje opterećenja (vršnih snaga), bolji nadzor nad porastom potrošnje kod potrošača i kao elemenat instalacije, s kojim ćemo postići bolju selektivnost zaštite kod kratkih spojeva u instalaciji. Ipak omeđivač snage i pored svih njegovih osobina ne dolazi u obzir kod malih potrošača električne energije. Ako smatramo za male potrošače one

koji troše mjesečno do 50 kWh, onda bi po statistici iz 1964. godine, bilo potrebno ugraditi u Sloveniji omeđivače snage samo kod 233.000, odnosno kod 50 % potrošača. Kod spomenute mjesečne potrošnje opterećenje je sigurno manje od jednog kW. Po našem mišljenju bi zato imali u krajnjoj fazi dvije vrste potrošača, od kojih bi mogli imati potrošači bez ograničene snage prosječnu cijenu za električnu energiju nižu od potrošača s omeđivačem reda 1 kW, ili u prosjeku veću od potrošača kod kojih se stalni doprinos izračunava pomoću omeđivača reda iznad 1 kW.

Pošto zastupamo stanovište po kojem bi morala biti nabava omeđivača snage isključivo stvar potrošača, morao bi se prijelaz na mjerenje snage izvršiti etapno pomoću tarife kojom bi zainteresirali prvo one potrošače koji imaju najviši stepen korištenja snage.

Administrativno neka se uvedu omeđivači snage kod novih potrošača. Rezultati koje ćemo postići u čisto tarifnom pogledu su jasni. Potrošač koji će se bolje prilagoditi interesima elektroprivrede, imat će opravdano nižu cijenu i obrnuto. Na žalost, ipak ne možemo predvidjeti unaprijed efekat koji će biti postignut u ekonomskom smislu. Primjernom stimulacijom potrošača sa manjom isporučenom snagom, uspjet ćemo to, da potrošač iz vlastitog financijskog interesa neće povezivati istovremeno kuhanje sa pečenjem, kuhanje sa grijanjem vode (bojler), grijanje prostorija s pranjem na električnom stroju i sl.

U visoko elektrificiranom domaćinstvu kod kojega instalirana snaga može dostići i do 20 kW, na prije navedeni način neće nastupiti istovremeno opterećenje veće od 3 kW, što predstavlja 2 do 3 puta manje opterećenje instalacije od opterećenja koja nastupaju danas bez omeđivača snage. Time ćemo postići rasterećenje električne mreže, jednako onome kakvo bi postigli sa stimulacijom potrošnje u vrijeme manje tarife sa dvotarifnim brojilima. Kod toga pak moramo imati u vidu da dvotarifna brojila predstavljaju dosta skupo rješenje.

Pored toga poznato nam je, da potrošači ne mijenjaju svoje životne navike zbog jeftinije električne energije, te da korištenje električne energije ni najmanje nije povezano s optimalnim uslovima potrošnje (naročito vrijeme kuhanja).

Omeđivač snage obavezuje potrošača na pravilnu raspodjelu korištenja snage.

S obzirom na veliku nestašicu električne energije pri tome se još postavlja pitanje stimulacije veće potrošnje, barem u doba manjih opterećenja. Tu smo u dilemi, da li je uopće efikasno pored omeđivača snage forsirati istovremeno i dvotarifna brojila. Poznato nam je da i tarifni sistemi kod kojih se upotrebljavaju brojila prekomjerne potrošnje, nemaju princip dvotarifnog brojila. Kritika upotrebe jednofaznih omeđivača snage kod trofaznih potrošača je opravdana. Mišljenja smo, da je moguće različitim cijenama za angažirani kW kod jednofaznih i trofaznih potrošača tu manu omeđivača donekle kompenzirati.

Ako se prema svemu gore navedenom odlučimo za omeđivače snage, time nismo sebi zatvorili put da kasnije u datim uslovima upotrebimo za mjerenje snage još i brojilo prekomjerne potrošnje, koje u odnosu na potrošača i u mjerno-tehničkom pogledu predstavlja uistinu bolje rješenje. U tarifnim stavovima mogli bi u tom slučaju imati različite cijene kod upotrebe jednog ili drugog mjernog uređaja.

Naslovi pisaca: Marijan Okrupa, dipl. ing.
Elektro-Ljubljana, Ljubljana i
Dušan Živko, Elektro-Maribor, Maribor.

STANJE ELEKTRIČNE MREŽE RAZVODA I DISTRIBUCIJE JUGOSLAVIJE I MJERE ZA NJENU KONSOLIDACIJU

Stanko Marković, Zagreb

U članku se obrađuje s tehničkog i ekonomskog stanovišta problematika postojećeg stanja distribucione električne mreže, a zatim se u okviru sedmogodišnjeg plana daje tendencija i potrebe razvoja, te se izvode zaključci za konsolidaciju mreže.

DK 621.315/316

Problemi pogona i održavanja distributivnih postrojenja, kao i zahvati potrebni za konsolidaciju postojećeg stanja mreže, njenu modernizaciju (mehanizacija i automatizacija rada), te izgradnju i eksploataciju njenih elemenata opće su poznati Osnovni problem su međutim nedovoljna financijska sredstva. Ako se riješi pitanje financiranja objektivno date proširene reprodukcije djelatnosti razvoda i distribucije električne energije, sigurno je da će se osigurati osnovni preduvjeti i za realnije planiranje svih mjera potrebnih za konsolidaciju i konfiguraciju mrežnih postrojenja i za uvođenje nove tehnike i tehnologije u skladu s potrebama kvalitetne i sigurne isporuke električne energije.

Prijašnja organizacija i bivši ekonomski odnosi u elektroprivredi dobrim su dijelom uzrok postojećeg stanja mreže i prakse u poslovanju. Reorganizacijom elektroprivrede, a naročito onom od 1. VII 1963. kad je distribucija organizaciono i ekonomski izdvojena iz tzv. udružene elektroprivrede (proizvodnja i prenos) i prešla na samostalno privređivanje, došlo je do velikog zaokreta u poslovanju distributivnih poduzeća. Naslijeđene slabosti i loši startni uvjeti za konsolidaciju unutarnjeg poslovanja predstavljali su velike poteškoće. Međutim u novim uvjetima poslovanja stvari su se brzo stabilizirale, pa su nastojanja u kratkom roku dala kvalitetne rezultate. No, distribucija nije još, a ni ne može biti zadovoljna s postojećim stanjem, pa su napori, koje ona čini u tom pogledu, prilično veliki. Jedan dio ovog izlaganja prikazat će probleme postojeće prakse kao i teškoće oko unapređenja poslovanja i konsolidacije mrežnih postrojenja.

Tema bi u suštini trebala obuhvatiti tehničku, tehnološku i energetsku problematiku postojećeg stanja električne mreže u dosadašnjem razvoju i u okvirima projekcije 7-godišnjeg plana kako bi se iz ovog obuhvata mogli izvesti zaključci za konsolidaciju i usmjeravanje njenog razvoja.

Da bi se ovakova analiza mogla u globalu izvršiti morala bi se oslanjati na niz sistematskih studijskih radova. Međutim, ne bi se moglo reći da je do sada na tom području mnogo učinjeno, a ono što je učinjeno predstavlja samo jedan mali dio potrebnog, obrađivano parcijalno, od slučaja do slučaja, ograničeno na uža energetska područja i nedovoljno za jednu opću analizu i dokumentaciju tehničko-ekonomskog stanja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije.

Osnovna poteškoća kod izrade ovog rada sastojala se u tome što se nije raspolagalo s potrebnim statističkim podacima naturalnih veličina i o izvedbenim karakteristikama mrežnih postrojenja. S obzirom na kratki vremenski rok uspjelo je samo djelomično prikupiti podatke iz poduzeća. Indikatori koji prezentiraju ovu materiju odabrani su tako da su omogućili izvođenje veličina za ocjenu karakteristika o sadašnjoj tehničkoj sposobnosti i kvaliteti postrojenja.

Zato je članak po svome načinu obrade više ilustrativan te daje informacije o presjeku stanja mrežnih postrojenja elektroindustrije Jugoslavije. Neki dijelovi istaknuti u njemu pokazuju, da postoje mnoga dobra iskustva stečena u toku prakse na pojedinim tehnološkim zahvatima, ali da ta iskustva nisu bila proširivana na druga područja. Nadalje, ukazano je i na nekoliko problema u vezi trošenja sredstava za razvoj (čl. 3. Osn. zakona) čije posljedice će se odraziti i na razvoj

poslovanja. Ovi problemi traže odgovarajuće projekcije jedne duljeročne orijentacije oko otklanjanja naslijeđenih posljedica prošlosti i sprečavanja njihovog kontinuiteta u daljnjoj praksi.

Trebalo bi postojeću praksu u svim njenim vidovima unapređivati, ali na osnovu rezultata sistematskih studijskih istraživanja. U tom pogledu potrebno je napomenuti da je prvo savjetovanje rukovodilaca distributivnih poduzeća Jugoslavije održano u Jajcu 1964. godine, istaklo među svojim zaključcima potrebu uvođenja studijsko-operativnog i naučno-istraživačkog rada, kao stalnog stila rada u analizi svakodnevne prakse na osnovu kojeg bi se mogla formirati stabilnija i dugoročnija orijentacija razvojne i poslovne politike elektrodistributivnih poduzeća Jugoslavije.

A. Presjek stanja električne mreže razvoda i distribucije Jugoslavije i opće mjere za njenu konsolidaciju

Zamisao je ovog dijela članka da se preko naturalnih veličina postrojenja distributivnih područja pojedinih republika prikaže struktura električne mreže razvoda i distribucije po vrstama izvedbe. U momentu obrade materijala raspolagalo se ograničenim i različitim podacima s obzirom na njihove izvore. (Edicije su internog i službenog karaktera). Nadalje, raspolagalo se samo s podacima distribucije Srbije, Hrvatske, Slovenije i Makedonije o fizičkom opsegu i načinu izvedbe razvodne i opskrbne električne mreže. Presjek stanja električne mreže distribucije Jugoslavije aproksimiran je na bazi ovih naturalnih veličina. Kvalitet zaključaka za razmjere Jugoslavije sasvim zadovoljava, jer se proračun osniva na raspoloživoj dokumentaciji od 24 prema ukupno 30 distributivnih poduzeća Jugoslavije. Ova okolnost bila je odlučujuća da se materija prezentira u indeksnim pokazateljima, a kasnije da se ovi indeksi primijene na službene podatke u svrhu izvođenja odgovarajućih analiza i zaključaka.

1. Struktura vodova električne mreže po naponima i vrstama izvedbe

Prikazano stanje električne mreže i njena struktura prema naponu i načinu izvedbe odgovara stanju na kraju 1963. odnosno na početku 1964. godine. Struktura vodova dana je tabelarno za pojedine napone.

U tablici 1 izneseni su podaci za mrežu 35 kV.

Tablica 1

Izvedba mreže	Distributivno područje				S F R J	
	Srbija	Hrvatska	Slovenija	Makedonija	Struktura %	Stup km
Betonski stupovi	44,57	38,34	7,76	46,10	38,04	6,32
Željezni stupovi	11,60	20,91	17,24	6,85	14,57	5,68
Drveni stupovi	42,09	37,10	74,21	44,80	45,30	7,90
Kabeli	1,74	3,62	0,79	2,25	2,09	—
Ukupno	100	100	100	100	100	—

U razmjerima Jugoslavije najveći dio električne mreže 35 kV napona nalazi se u prosjeku na drvenim (45,30%) i na betonskim stupovima (38,04%). U razvojnom putu izgradnje, drveni stupovi postepeno ustupaju mjesto betonskim i željeznim stupovima. Kabeli su specijalna rješenja razvoda električne energije i primjenjuju se uglavnom u gradskim centrima.

Na području distribucije Slovenije najviše je zastupljena mreža na drvenim stupovima, a potom dolaze željezni stupovi.

Željezni stupovi mogu se primijeniti na svim vrstama terena a naročito su pogodni u teško prohodnim i brdskim područjima. Montaža željezno-rešetkastih stupova je najprikladnija za ove terene, pogotovo što se konstruktivnim zahvatima daju oblikovati takove izvedbe kojima se mogu savladati i najteže prepreke pri montažama.

U Srbiji i Makedoniji sve više se primjenjuje izgradnja na betonskim stupovima. Osnovni razlog su loša iskustva oko održavanja mreža na drvenim stupovima.

U Hrvatskoj su podjednako zastupljene sve vrste stupova. Primjedbe za područje Hrvatske na izvedbe mreže na drvenim stupovima slične su kao i za područje Srbije. U posljednje vrijeme veća je orijentacija na željezno-rešetkaste konstrukcije nego na betonske izvedbe.

Odnosi u mreži 10 kV dani su u tablici 2.

Tablica 2

Izvedba mreže	Distributivno područje				S F R J	
	Srbija	Hrvatska	Slovenija	Makedonija	Struktura %	Stup km
Betonski stupovi	10,95	3,44	1,11	1,47	5,57	15,83
Željezni stupovi	8,57	0,73	1,09	—	0,73	14,39
Drveni stupovi	82,63	88,20	91,66	93,21	87,23	16,20
Kabeli	5,53	7,70	6,14	5,32	6,47	—
Ukupno	100	100	100	100	100	—

U razvodnoj djelatnosti ova mreža ima danas drugostepeni značaj. U gradskim područjima i mjestima s razvijenom industrijskom potrošnjom električne energije ova se mreža tretira u sklopu niskonaponske mreže kao distributivna opskrbna mreža. Učešće željeznih stupova je beznačajno. Iskustva oko održavanja dobro impregniranih stupova sve više upućuju poduzeća na primjenu betonskih stupova. Najveće iskustvo u tome postigla su distributivna poduzeća Srbije, naročito poduzeće »Elektrovojvodina« Novi Sad, koje 10 kV i 0,4 kV mrežu izgrađuje skoro isključivo na betonskim stupovima. Iskustva ovog poduzeća trebala bi se u svakom slučaju iskoristiti.

U Hrvatskoj su se betonski stupovi neko vrijeme prilično ugrađivali, no unazad 5 godina došlo je do prekida. Uzrok tome bilo je pogoršanje konstrukcionih osobina prvobitnog tipa, vjerojatno zbog pogrešaka u tehnologiji proizvodnje koja se nije nikako poboljšavala.

Tablica 3 daje podatke o mreži niskog napona 0,4 kV.

Tablica 3

Izvedba mreže	Distributivno područje				SFRJ	
	Srbija	Hrvatska	Slovenija	Makedonija	Struktura %	Stup km
Betonski stupovi	2,02	0,58	0,09	0,03	0,78	21,11
Željezni stupovi	0,27	0,03	0,16	—	0,15	16,86
Drveni stupovi	94,57	74,47	84,56	91,33	85,78	24,83
Kabeli	3,14	3,74	1,27	8,64	3,27	—
Ostale izvedbe		21,18	13,92	—	10,02	—
Ukupno	100	100	100	100	100	—

Osim standardnih izvedbi na stupovima u mrežama niskog napona pojavljuju se i druge izvedbe. Tu dolaze u prvome redu zidne konzole i krovni nosači koji zamjenjuju stupove.

Zidne konzole pretežno se upotrebljavaju u gradovima i urbaniziranim mjestima obalnog područja naše zemlje. Urbanistički razvoj ovih gradova i mjesta bio je takav, da se kod elektrifikacije nisu mogle izgrađivati standardne zračne niskonaponske mreže a izvedbe pomoću kabela bile bi previše skupe.

Nasuprot zidnim konzolama upotreba krovnih stalaka rezultat je određenih iskustava i poteškoća u normalnoj izgradnji i održavanju nadzemnih mreža niskog napona na drvenim stupovima.

U našoj praksi povremeno se upotrebljavaju Ritterova kliješta za temeljni dio drvenog stupa. Iskustva s ovim načinom temeljenja su pozitivna budući da je upravo temeljni dio drvenog stupa najviše podložan trulenju. Svojedobno, kad se počelo s primjenom Ritterovih kliješta, našlo se da je ta primjena ekonomična samo u izuzetno teškim terenima (vlažni, močvarni) i zbog toga do šire primjene ovih nogara nije došlo. Međutim, potrebno bi bilo ponovno preispitati njihovu ekonomičnost uzimajući u obzir perspektivni prijelaz na potpuno betonske stupove.

2. Fizički opseg postojeće električne mreže razvoda i distribucije (prema vrstama izvedbi)

Da bi došli do odgovarajućih naturalnih veličina fizičkog obima mreže Jugoslavije po vrstama izvedbi i veličinama napona poslužit ćemo se globalnim veličinama mrežnih postrojenja, a kasnije na njih primijeniti izračunate indekse strukture mrežnih postrojenja iz dosadašnjih razmatranja.

Tablica 4

Distributivno područje	Grupa postrojenja		
	visokonaponska mreža (km)	niskonaponska mreža (km)	snaga transformacije (MVA)
BiH	5.922	12.014	396,2
Crna Gora	1.617	7.287	250,2
Hrvatska	13.882	28.384	1.732,6
Makedonija	4.318	7.208	391,0
Slovenija	6.941	23 630	731,4
Srbija	10.797	28.674	1.719,7
SFRJ	43.477	107.287	5.221,4

Prema anketi o elektroprivredi Službe društvenog knjigovodstva, veličine mreže i snage transformacije na dan 31. XII 1964. prikazuje tablica 4.

Podjela obima mreže visokog napona dobivena je na temelju analize podataka dobivenih od republika. Pokazalo se, da je odnos dužine vodova 35 kV prema 10 kV približno jednak 1 : 3,5. Po republikama ti su odnosi različiti i ovisni su o nizu različitih faktora.

Snage transformacije 35/10 kV i 10/0,4 kV kreću se u ukupnoj masi u odnosu 1 : 1,6. Ako pak uzmemo u obzir da jedan dio snage transformacije 10/0,4 kV pripada industriji ili je u vlasništvu drugih potrošača onda se odnosi transformacije sredstava rada distribucije mogu svesti na odnos 1 : 1,1.

Prema ovim razmatranjima tablica 5 daje podjelu visokonaponskih vodova i snaga transformacije.

Tablica 5

Opis postrojenja	Jedin. mjere	Naponski nivo		Ukupno SFRJ
		35 kV	10 kV	
Visokonaponska mreža	km	9.661	33 816	43.477
Snaga transformacije	MVA	2.486,3	2.735,1	5.221,4

Nakon ovoga je proračun naturalnih veličina električne mreže prema naponima jednostavan i svodi se na operacije množenja indeksa strukture pojedinih izvedbi i dobivenog fizičkog obima mreže.

Naturalne veličine razvodne i opskrbne mreže Jugoslavije po vrstama izvedbi prikazane su u tablici 6.

Tablica 6

Napon	Izvedba mreže	Karakteristike mreže			
		Struktura u %	Ukupna dužina km	Stup km	Ukupno stupova kom.
35 kV	Betonski stupovi	38,04	3.675	6,32	23.226
	Željezni stupovi	14,57	1.407	5,68	7.992
	Drveni stupovi	45,30	4.376	7,90	34.570
	Kabeli	2,09	203	—	—
	Ukupno	100	9.661	—	—
10 kV	Betonski stupovi	5,57	1.884	15,83	29.824
	Željezni stupovi	0,73	247	14,39	3.554
	Drveni stupovi	87,23	29.497	16,20	477.851
	Kabeli	6,47	2.188	—	—
	Ukupno	100	33.816	—	—
0,4 kV	Betonski stupovi	0,78	839	21,01	17.627
	Željezni stupovi	0,15	161	16,86	2.714
	Drveni stupovi	85,78	92.027	24,83	2,285.030
	Kabeli	3,27	3.150	—	—
	Ostale izvedbe	10,02	10.750	—	—
	Ukupno	100	107.287	—	—

Ova tablica je osnova svih naših daljnjih analitičkih razmatranja i podloga izvođenja projekcija 7-godišnjeg plana izgradnje.

Veći komentar ovoj tablici nije potreban, ona dovoljno ilustrira strukturu i određene odnose kao i karakteristike vodova mrežnih postrojenja koje smo u prethodnoj tačci opisali.

3. Problemi investicionog održavanja električne mreže razvoda i distribucije na drvenim stupovima

Osnovna problematika distributivnih organizacija u današnjim uvjetima može se svesti na dva faktora:

— porast potrošnje električne energije, a s tim u vezi razvoj i proširenje mreže, i

— održavanje postojećih sredstava rada, a naročito mreže na drvenim stupovima.

Ova dva faktora u međusobnim odnosima predstavljaju uglavnom tehnološku i organizacionu problematiku poduzeća.

Anketa o elektroprivredi Službe društvenog knjigovodstva dala je pregled nabavne i sadašnje vrijednosti sredstava rada distribucije. Odnos ovih vrijednosti u tablici prikazuje stupanj otpisanosti odnosno upotrebljivosti sredstava rada distribucije po republikama.

Tablica 7

Distributivno područje	Vrijednost sredstava rada u 10^6 Din		
	Nabavna vrijednost	Sadašnja vrijednost	% otpisanosti
BiH	37.042,6	23.055,3	37,80
Crna Gora	11.291,2	8.040,9	28,78
Hrvatska	92.289,1	54.539,2	42,16
Makedonija	19.073,6	12.258,8	35,73
Slovenija	59.593,3	31.096,6	47,82
Srbija	97.414,4	61.028,0	37,36
S F R J	318.704,2	190.018,8	40,38

Postotak otpisanosti sredstava rada pojedinih republika je različit i posljedica je ranije ili kasnije elektrifikacije. Unutar pojedinih poduzeća ove razlike su još izrazitije.

Sa stanovišta proširene reprodukcije i metode formiranja cijene električne energije (akumulacija na bazi prosječno angažiranih sredstava u kojima saldo vrijednosti osnovnih sredstava zauzima najveći dio) poduzeća sa visokom otpisanosti sredstava rada i daleko složenijim problemima energetike imat će manju akumulativnost a time i manju mogućnost investicionih zahvata.

Iako ova napomena spada u problematiku ekonomike ona je s tehničkog stanovišta utoliko interesantna što ova sredstva bez obzira na svoju otpisanost podstiču odgovarajuću produktivnost (maksimalno su iskorištena sa stanovišta kapaciteta, ali u današnjoj situaciji predstavljaju uska grla proizvodnje), međutim sredstva reprodukcije su im mala zbog depreciranih vrijednosti sredstava rada a s time u vezi i niskog nivoa cijene električne energije a i zbog posljedica tzv. izgubljene amortizacije. Ovaj problem bi u sklopu općih mjera za konsolidaciju mreže trebalo posebno razmotriti.

Prosječna stopa investicionog održavanja svih sredstava rada distribucije Jugoslavije po ekonomskim analizama iznosi 2,6% nabavne vrijednosti. Na bazi elemenata tablice 7 i ove normirane prosječne stope godišnja financijska sredstva investicionog održavanja iznose 8,35 milijarda dinara ili za 7 godina 58,45 milijardi dinara.

U daljnjem ćemo izlaganju razmotriti veličinu sredstava potrebnih za održavanje samo mreže na drvenim stupovima i usporediti ih veličinom sredstava prethodnog pasusa.

U dosadašnjim razmatranjima u nekoliko navrata podvučeni su problemi održavanja mreže na drvenim stupovima. Anketirajući poduzeća o stanju ovih mreža dobili smo porazne rezultate o stanju ugrađene drvene mase.

Procijenili smo da bi u prosjeku Jugoslavije tokom 7-godišnjeg plana trebalo godišnje zamijeniti najmanje 10% ugrađenog drva, ili u planiranom razdoblju od 7 godina 70% ukupno ugrađene mase. Prema današnjem stanju prosječni vijek trajanja jednog stupa iznosi 8—15 godina; ako se uzme u obzir i vijek trajanja do sada ugrađene mase, onda stopa od 10% odgovara pretpostavkama.

Tablica 8

Napon mreže kV	Jedinica mjere m^3	Broj stupova m^3
35	1	2,4
10	1	2,9
0,4	1	3,3

U tablici 6 dali smo ukupan broj stupova ugrađenih u postojećim mrežama, a znajući kubaturu stupova prema tablici 8 i uz učinjene pretpostavke zamjene, dolazimo do ukupne količine drvne mase koju trebamo investicionim održavanjem ugraditi (tablica 9).

Tablica 9

Naponi	Opseg mreže km	Stup km	Ukupno stupova	Stup m^3	Ukupno m^3	70% zamjena m^3
35 kV	4.376	7,90	34.570	2,4	14.380	10.000
10 kV	29.497	16,20	477.851	2,9	164.820	115.000
0,4 kV	92.027	24,83	2,285.030	3,3	693.000	485.000
Ukupno	125.200	22,15	2,797.451	3,19	872.200	610.000

Proračunavši elemente u tablici 9 proračunat ćemo materijalne troškove investicionog održavanja za proračunatu masu drvenih stupova, a zatim i ostale troškove.

Cijena impregniranih stupova na početku 1965. godine iznosila je 46.000 dinara po m^3. Za nabavu 610.000 m^3 ukupni troškovi drvne mase potrebne za investiciono uzdržavanje u toku 7-godišnjeg plana iznosili bi 28 milijarda dinara.

Kod normalnih uvjeta organizacije i podjele rada odnos troškova materijala izrade (drvne mase) i ostalih troškova ugradnje ovog materijala kod investicionog održavanja stoji u razmjeru 1 : 2,5. Ostali bi troškovi dakle iznosili 70 milijardi dinara.

Prema tome, ukupni troškovi investicionog održavanja u 7-godišnjem planu iznosili bi 98 milijarda dinara ili 14 milijarda dinara godišnje.

Prije smo izračunali ukupna sredstva investicionog održavanja svih sredstava rada distribucije u iznosu od 8,35 milijarda dinara. Prema tome s ukupno ukalkuliranim troškovima investicionog održavanja mogli bi podmiriti samo 59,7% troškova investicionog uzdržavanja drvenih stupova.

Da bi slika bila jasnija, odredit ćemo cijenu jednog stupa. Ona po tekućim cijenama iznosi 14.000 din. Ostali troškovi ugradnje u investicionom održavanju veći su dva i pol puta tj. iznose 35.000 dinara. U ovu je cijenu uračunana doprema i ugradnja novog stupa te demontaža i otprema dotrajalog.

Postojeću problematiku investicionog održavanja drvenih stupova prezentiraju dakle dva momenta:

— kvalitet drvne mase i
— tehnologija održavanja stupova.

Kako će drvo i dalje zauzimati značajnu stavku u izgradnji vodova distributivnih mreža neophodno je obratiti pažnju na kvalitet i tehnologiju drvne mase. Da bi se produžio vijek trajanja od današnjih 8—15 godina na 15—20 godina, odnosno da bi se smanjili materijalni troškovi investicionog održavanja za 33,3 do 50% potrebno je uvesti najstrože mjere u ukupnoj tehnologiji rada s drvom.

Organizacioni problemi uzdržavanja drvne mase su daleko složeniji nego redovna izgradnja. Priprema rada na ovom poslu angažira najkvalitetnije kadrove. Planiranje, raspored ljudi, prioritet zamjene, nedovoljna financijska sredstva za uzdržavanje itd. čine ovu problematiku složenijom. Razne specifičnosti uvjeta pod kojima je izgrađena mreža često se odražavaju i na njeno održavanje. Problemi nabave transporta i dispečiranja radne snage i materijala za potrebe uzdržavanja kao i ostalih investicionih uzdržavanja usmjeruju organizaciju poduzeća skoro u punom sastavu na ovu problematiku, a manje na analize i rješenja energetskih problema i razvojne politike poduzeća.

Upotrijebimo li proračunske veličine investicionog uzdržavanja drvne mase možemo izvesti prosječnu cijenu godišnjeg uzdržavanja jednog kilometra voda na drvenim stupovima svih napona koja iznosi 111.200 dinara.

Problemi investicionog uzdržavanja ostalih sredstava rada isto su tako složeni kao i kod drvne mase (transformatora, sklopki, raznih aparata, uređaja i instalacije). Dimenzije ovih uzdržavanja nisu direktno proporcionalne financijskim problemima materijalnih troškova, ali njihovi rezultati bi isto tako dali određene milijarde poslovnih gubitaka kada bi se razmatrale energetskim mjerilima i gubicima koje oni prouzrokuju. S tim u vezi potrebno je napomenuti da investiciono uzdržavanje mreža na drvenim stupovima i zamjena drvenog stupa zahtijeva isključenje mreže iz napona, a to znači prekid redovite isporuke snabdijevanja električnom energijom. Proračun ovih gubitaka je daljnja stavka gubitaka u poslovanju, ništa manje beznačajna od samog uzdržavanja.

Postavlja se pitanje kolika je procentualna stopa investicionog uzdržavanja u odnosu na vrijednost sredstava rada, odnosno kolike su pojedinačne vrijednosti ovih sredstava rada koje su zvanično registrirane u evidencijama po knjigovodstvenom stanju. Ukoliko bi u narednim analizama uspjeli i približno da odgovorimo na ovo pitanje došli bi do takvih veličina koje bi nam omogućile zaključke pod kojim uvjetima je mreža građena odnosno kako je ona registrirana ili valorizirana pri preuzimanju u sredstva rada distribucije.

Elementi ove analize proširit će tehnološku i poslovnu problematiku koja koči postojeću konsolidaciju i ekonomsko sagledavanje posljedica. Doći će se do mjera koje bi trebalo poduzeti ekonomskim zahvatima i projekcijama za konsolidaciju postojećeg stanja i uvjeta za brže prilagođavanje novim koncepcijama razvoja.

Primjena nove tehnike i tehnologije moguća je samo onda ako su osigurani svi uvjeti a to su projekcije konsolidacije postojećih stanja a paralelno s konsolidacijom i prilagođivanje energetskom razvoju mrežnih postrojenja u smislu konfiguracije mreže.

4. Retrogradna analiza evidentiranih vrijednosti objekata distribucije po vrstama i načinu njihovih izvedbi

Pitanja koja smo postavili pri razmatranju investicionog održavanja distributivnih postrojenja a isto tako i potrebe za daljnje proračune u vezi rekonstrukcije ili zamjene postojećih objekata zahtijevaju poznavanje elemenata vrijednosti pojedinih sredstava rada distribucije.

Da bi mogli odgovoriti na opća pitanja u vezi zahvata i mjera za konsolidaciju te međusobnu povezanost tehnoloških, financijskih i ekonomskih zahvata, neophodno je da u ovim analitičkim razmatranjima dođemo do takvih indikatora koji će dati opći pregled stanja sredstava rada. Na temelju ovih mogli bi se izvesti odgovarajući zaključci i poduzeti sve pripremne predradnje za daljnje mjere na ovom području.

Na bazi ukupnih nabavnih vrijednosti sredstava rada po knjigovodstvenoj evidenciji iz tablice 7 razlučit ćemo ih prema objektima mrežnih postrojenja.

Dosadašnja istraživanja na području odnosa evidencija nabavnih vrijednosti sredstava rada koju je izvršio Institut za elektroprivredu Zagreb, u elaboratu *»Kalkulacija troškova po naponu, mjestu i vremenu preuzimanja električne energije«* zadovoljit će prosjek odnosa u jugoslavenskim razmjerima. Primjenom indeksa strukture grupnih vrijednosti na ukupnu vrijednost daje nam financijske veličine po grupama postrojenja prema tablici 10 (struktura vrijednosti na dan 31. XII 1964.)

Tablica 10

Vrsta postrojenja	Grupa postrojenja	% struktura	Vrijednost 10^6 Din
Transformacija	35/10 kV	9,20	29.320,8
	10/0,4 kV	13,80	43.981,3
Vodovi električne mreže	DV 35 kV	8,28	26.388,7
	DV 10 kV	19,32	61.173,6
	niskonaponska 0,4 kV mreža	23,00	73.301,9
Ostali dijelovi električne mreže	priključci	9,20	29.320,8
	mjerni uređaji	6,44	20.514,6
	javna rasvjeta	2,76	8.796,2
Ostali uređaji i objekti		8,00	25.496,3
SVEUKUPNO		100	318.704,2

Da bi došli do vrijednosti pojedinih vrsta izvedbi električne mreže razvoda i distribucije za elemente iz tablice 10, uvest ćemo pomoćne veličine — ekvivalentne jedinice odnosa troškova izgradnje pojedinih dijelova mrežnih postrojenja po veličinama napona.

U tablici 11 dane su jedinične vrijednosti na bazi troškova po 1 km mreže na drvenim stupovima.

Tablica 11

Izvedbe mreže	Naponi		
	0,4 kV	10 kV	35 kV
Drveni stup	1,000	1,000	1,000
Betonski stup	1,572	1,882	1,407
Željezni stup	1,786	2,058	1,625
Kabeli	3,510	5,882	6,875
Ostale izvedbe	1,428	—	—

Proporcije za transformaciju mogle bi se svesti na odnos 35/10 kV : 10/0,4 = 1 : 1,334.

Sve prethodne radnje omogućuju nam sada da dođemo do pojedinačnih vrijednosti vodova po vrstama izvedbe i pojedinim naponima. Proračunavanje ćemo izvršiti pomoću ekvivalentne mase (produkt fizičkog obima i ekvivalentne jedinice), a putem strukture ekvivalentnih masa vodova pojedinog napona doći ćemo direktno do traženih vrijednosti.

Pri utvrđivanju ekvivalentnih jedinica u tablici 11 za bazu je uzeta mreža na drvenim stupovima. Pretpostavka je da prosječne cijene (početak 1965.) ovih izvedbi iznose:

0,4 kV ——— 1,400.000 Din/km
10 kV ——— 1,700.000 Din/km
35 kV ——— 3,200.000 Din/km

Množenjem ovih cijena s opisanim ekvivalentnim jedinicama dobijemo cijene za pojedinu vrstu izvedbe razvodne i distributivne mreže.

Pregled vrijednosti elemenata osnovnih sredstava prema knjigovodstvenom stanju i tekućim cijenama dan je u tablici 12. Podaci su dobiveni na prije opisan način. Odnosi knjigovodstvenih vrijednosti po tekućim izvedbenim cijenama izraženi su stopom deprecijacije.

U kratkom osvrtu razmotrit ćemo unutarnje odnose ovih proračuna i ukoliko bude potrebno učinit ćemo naknadne korekcije radi usklađenja tih odnosa.

a) *35 kV napon.* Knjigovodstvena vrijednost razvodne mreže ovog napona deprecirana je na 62,35% u odnosu na vrijednost po tekućim izvedbenim cijenama. Posljedica ovog je veliko poskupljenje troškova izgradnje po kilometru mreže uslijed povećanja cijena izvođača u posljednje 2—3 godine. Relacija tih vrijednosti po vrstama izvedbe mreže s obzirom na stupove zadovoljava.

b) *10 kV napon.* Knjigovodstvena vrijednost deprecirana je na 78,36%. Odnosi ovih vrijednosti po vrstama izvedbe odgovaraju izvedenim veličinama. Manja deprecijacija u odnosu na 35 kV napon nastala je uglavnom zbog toga što su ova postrojenja gradile distributivne organizacije sa prilično čvrstom unutarnjom organizacijom i normiranim cijenama, koje su bile manje od cijena drugih izvođača.

c) *0,4 kV napon.* 41,10% nabavne vrijednosti prema knjigovodstvu u odnosu na tekuće cijene bilo je očekivati. Uzrok ovako niskoj vrijednosti posljedica je načina izgradnje ove mreže. Ona je većim dijelom, a naročito seoska, građena društvenim akcijama preko Odbora za elektrifikaciju. Najveći dio materijalnih sredstava, radno vrijeme i transport bili su besplatni, a prilikom preuzimanja ovih mreža u sredstva rada distribucije procjene nisu obuhvaćale svu vrijednost uloženog društvenog rada nego samo stvarne troškove.

Unutarnji odnosi u okviru 41,74% deprecijacije ne zadovoljavaju. Vrijednost niskonaponske mreže na drvenim stupovima od 640 hiljada dinara po kilometru stvarno je više deprecirana u odnosu na tekuće cijene. Razlog ovome su ostale izvedbe niskonaponskih mreža, koje su građene pod nor-

Tablica 12

Naponi kV	Izvedba mreže	Fizički obim km	Proračun po tekućim cijenama: Ukupno 10^6 Din	Proračun po tekućim cijenama: Jedinična vrijednost 10^3 Din/km	Analiza knjigovodstvene vrijednosti: Ukupno 10^6 Din	Analiza knjigovodstvene vrijednosti: Jedinična vrijednost 10^3 Din/km	% deprecijacije vrijednosti
35	Betonski stupovi	3.675	16.537,5	4.500	10.315,3	2.800	
	Željezni suupovi	1.407	7.316,4	5.200	4.562,6	3.250	62,35
	Drveni stupovi	4.376	14.003,2	3.200	8.726,8	2.000	
	Kabeli	203	4.466,0	22.000	2.744,0	13.700	
	Ukupno	9.661	42.320,1	4.380	26.388,7	2.730	62,35
10	Betonski stupovi	1.884	6.028,8	3.200	4.704,3	2.500	
	Željezni stupovi	247	864,5	3.500	673,3	2.750	78,36
	Drveni stupovi	29.497	50.139,9	1.700	39.216,8	1 350	
	Kabeli	2.188	21.880,0	10.000	17.078,2	7.800	
	Ukupno	33.826	78.913,2	2.330	61.573,6	1.520	78,36
0,4	Betonski stupovi	839	1.845,8	2.200	755,9	1.000	
	Željezni stupovi	161	407,5	2.500	169,6	1.150	
	Drveni stupovi	92.027	128.837,8	1.400	52.812,2	640	41,10
	Kabeli	3.510	26.325,0	7.500	10.702,1	3.430	
	Ostale izvedbe	10.750	21.500,0	2.000	8.832,1	920	
	Ukupno	107.287	178,566,1	1.500	73.301,9	686	41,10

malnim uvjetima i njihove vrijednosti ne mogu se svesti na grupni prosjek od 41,74% vrijednosti po tekućim cijenama. Iz tih razloga izvršit ćemo korekciju unutarnjih odnosa, s tim što ćemo ostalim izvedbama dati prosječnu vrijednost 70% u odnosu na tekuće cijene. Time će se elementi mreže na drvenim stupovima znatno smanjiti (vidi tablicu 13).

Tablica 13

Izvedba	Fizički opseg	Vrijednosti po tekućim cijenama	% korekcije	Korigirana struktura knjigovodstvenih vrijednosti	Jedinična cijena
	km	10^6 Din		10^6 Din	10^3 Din/km
Drveni stupovi	92.027	128.837,8	21,30	37.775,9	410,0
Betonski stupovi	839	1.845,8	70,0	1.290,0	1540,0
Željezni stupovi	161	407,5	70,0	286,0	1750,0
Kabeli	3.510	26.325,0	70,0	18.400,0	5250,0
Ostale izvedbe	10.750	21.500,0	70,0	15.550,0	1400,0
Ukupno	107.287	178.566,1	41,10	73.301,9	686,0

Prethodnom tablicom izvršili smo potrebne korekture proračuna unutarnjih odnosa pojedinih vrsta izvedbi niskonaponske mreže s time da rezultat po ovom proračunu daje potpuno novu sliku postojeće vrijednosti mreže na drvenim stupovima koja iznosi 410 hiljada po kilometru.

Sada možemo razmotriti pitanje stope investicionog održavanja po kilometru voda na drvenim stupovima i njihove vrijednosti u odnosu na knjigovodstveno stanje i tekuću izgradnju. Prije toga ćemo učiniti jednu pretpostavku s prosječnom cijenom godišnjeg investicionog uzdržavanja mreža na drvenim stupovima od 111.200 dinara po kilometru za sve veličine napona.

U tablici 14 i na temelju pretpostavljene cijene, stope investicionog uzdržavanja bile bi slijedeće:

Tablica 14

Napon mreže na drvenim stupovima	Po tekućim cijenama		Po analizi knjigovodstva	
	Jedinična cijena izgradnje	Stopa investicionog održavanja	Jedinična cijena izgradnje	Stopa investicionog održavanja
	10^3 Din/km	%	10^3 Din/km	%
35 kV	3.200	3,48	2.000	5,57
10 kV	1.700	6,55	1.350	8,34
0,4 kV	1.400	7,95	410	27,17

Kada se stave u odnos troškovi investicionog uzdržavanja jednog km voda na drvenim stupovima po cijenama tekuće izgradnje prema vrijednostima tih sredstava po stanju iz knjigovodstva, dobiju se visoke stope investicionog uzdržavanja. One upravo prikazuju stepen deprecijacije vrijednosti sredstava rada prema knjigovodstvu. Međutim, visoke su i stope investicionog uzdržavanja tih sredstava rada i po dnevnim cijenama njihove izgradnje. One su posljedica kompleksne postojeće tehnologije s drvnom masom (od sječe stupa sve do samog uzdržavanja u pogonu).

Tablica sama po sebi dovoljno ilustrira cijelu problematiku. Stope rastu prema niskonaponskoj mreži što je i logično s obzirom na veći broj stupova i po komadima i ukupnoj masi. Razlika stopa između knjigovodstvene vrijednosti i tekuće izgradnje odraz je stepena valorizacije. Abnormalnost predstavlja stopa održavanja niskonaponske mreže analitičkih rezultata po knjigovodstvenoj vrijednosti.

Iz tih razloga potrebno je komentirati i usmjeriti pažnju na niskonaponsku mrežu postojećeg stanja. Na izgled ova mreža je vrlo jeftina ali uz izračunatu stopu od 27,17% njeno održavanje je vrlo skupo. Zaključak koji možemo izvući iz ovog razmatranja je taj da se konsolidacija ove mreže ne može postići isključivo tehničkim zahvatima nego više ekonomskim. Njoj se moraju dati odgovarajuće vrijednosti, jer s ovakvim vrijednostima u uvjetima proste i proširene reprodukcije ova mreža neće nikada biti sposobna da sama sebe regenerira. U današnjim uvjetima poslovanja ona ne samo da »jede« samu sebe nego i sredstva ostalih postrojenja mreža distribucije i kao takova predstavlja problem poslovanja poduzeća.

5. Komparacija postojećih sredstava rada distribucije na bazi tekućih cijena — revalorizacija

Na kraju razmatranja izvršit ćemo usporedan pregled vrijednosti sredstava rada distribucije po cijenama tekuće izgradnje s veličinama knjigovodstvenih evidencija. Ova rekapitulacija bit će nam potrebna kod proračuna novih investicija u projekciji 7-godišnjeg plana izgradnje. S druge strane ona nam prikazuje revaloriziranu vrijednost sredstava rada. Primjenom ove vrijednosti u kalkulacijama cijena omogućili bi se brži zahvati na području konsolidacije mrežnih postrojenja.

Za formiranje tablice rekapituliranih vrijednosti sredstava rada distribucije učinjene su neke pretpostavke:

a) U tački 4 pretpostavili smo odnose cijena izgradnje snaga transformacije u slijedećim razmjerima:

$$\text{TS } 35/10 : \text{TS } 10/0{,}4 \text{ kV} \doteq 1 : 1{,}334$$

Za izgradnju po tekućim cijenama uzimamo da je cijena 1 kVA instalirane snage transformatorske stanice 15.000 dinara. Prema tome izgradnja jedne TS 35/10 kV za slijedeće snage iznosila bi:

2×1 MVA = 30×10^6 Din
$2 \times 2{,}5$ MVA = 75×10^6 Din
1×4 MVA = 60×10^6 Din
2×4 MVA = 120×10^6 Din

Primjenom ovih odnosa proizlazi da je cijena instalirane snage 1 kVA TS 10/0,4 kV Din 20.000 ili po transformatorskim stanicama slijedećih snaga to bi iznosilo:

50 kVA stajala bi 3×10^6 Din
100 kVA stajala bi 2×10^6 Din
400 kVA stajala bi 8×10^6 Din
2×400 kVA stajala bi 16×10^6 Din
itd.

Tablica 15

Odnos transformacije	Snaga kVA	Vrijednost po knjigovodstvu 10^6 Din	Jedinične cijene Din/kVa po knjigovodstvu	Jedinične cijene Din/kVa po tekućim cijenama	Tekuća vrijednost 10^6 Din	% deprecijacije vrijednosti
35/10 kV	2,486.300	29.320,8	11.790	15.000	37,294,5	78,6
10/0,4 kV	2,735.100	43.981,3	16.080	20.000	54,702,0	80,4
Ukupno	5,221.400	73,362,1	—	—	91,996,5	80,0

Prosjeci u oba nivoa transformacije odgovaraju tekućim cijenama izgradnje početkom 1965. godine.

U tablici 15 dajemo pregled postojeće snage transformacije, njihovih jediničnih vrijednosti i postotak deprecijacije knjigovodstvenih vrijednosti u odnosu na sadašnje cijene izgradnje.

b) Daljnja pretpostavka za konačno formiranje tablice jest, da svi ostali elementi mrežnih postrojenja zadržavaju iste odnose vrijednosti i u razmatranju revalorizacije. I ovdje bi se mogle sprovesti slične analize, no to nam u ovom momentu nije svrha.

Na temelju opisanih predradnji i potrebnih analiza dajemo u tablici 16 pregled vrijednosti sredstava rada distribucije po tekućim cijenama izgradnje i po knjigovodstvenoj evidenciji.

Tablica 16

Opis postrojenja: Grupa	Podgrupa	Vrsta izvedbe	Po evidentiranim vrijednostima: Ukupno 10^6 Din	Struktura %	Po tekućim cijenama: Ukupno 10^6 Din	Struktura %	% današnja vrijednost
Trans-formacija	TS 35/10 kV		29.320,8	9,20	37.294,5	7,03	78,6
	TS 10/0,4 kV		43.981,3	13,80	54.702,0	10,30	80,4
Vodovi mreže	Visoko naponski 35 kV daleko-vodi	Betonski stupovi	10.315,3	3,24	16.537,5	3,10	62,35
		Željezni stupovi	4.562,6	1,44	7.316,4	1,38	62,35
		Drveni stupovi	8.726,8	2,74	14.003,2	2,64	62,35
		Kabeli	2.744,0	0,86	4.466,0	0,84	62,35
		Ukupno	26.388,7	8,28	42.320,1	7,96	62,35
razvoda	Daleko-vodi napona 10 kV	Betonski stupovi	4.704,3	1,59	6.028,8	1,134	78,36
		Željezni stupovi	673,3	0,02	864,5	0,016	78,36
		Drveni stupovi	39.216,8	12,30	50.139,9	9,13	78,36
		Kabeli	17.078,2	5,41	21.880,0	4,13	78,36
		Ukupno	61.173,6	19,32	78.913,2	14,81	78,36
i distri-bucije	Nisko-naponska 0,4 kV mreža	Betonski stupovi	1.290,0	4,005	1.845,8	0,34	70,00
		Željezni stupovi	286,0	0,075	407,5	0,0078	70,00
		Drveni stupovi	37.775,9	11,8	128.837,8	24,19	29,2
		Kabeli	18.400,0	5,77	26.325,0	4,931	70,0
		Ostale izvedbe	15.550,0	4,86	21.500,0	4,0312	70,0
		Ukupno	73.301,9	23,00	178.566,1	33,50	41,1
Ostali dijelovi mreže	Priključci		29.320,8	9,20	48.850,1	9,20	60,00
	Mjerni uređaji		20.524,6	6,44	34.200,0	6,44	60,00
	Javna rasvjeta		8.796,2	2,76	14.684,0	2,76	60,00
Ostali uređaji i objekti			25.496,3	8,00	42.470,0	8,00	60,00
SVEUKUPNO			318.704,2	100	532.000,0	100	59,80

Najosnovniji zaključci koje možemo izvući iz tablice 16 bili bi slijedeći:

— ukupna vrijednost postojećih sredstava rada iznosi 59,8% vrijednosti po cijenama tekuće izgradnje,
— najveći utjecaj na ovaj raskorak vrijednosti ima niskonaponska mreža, a u okviru ove, mreže na drvenim stupovima,
— vrijednosna struktura sredstava rada bitno se mijenja zbog svođenja vrijednosti na današnji nivo cijena,
— sredstva investicionog održavanja povećavaju se na 14 milijardi dinara godišnje. Ovo povećanje troškova uz date primjedbe kod razmatranja investicionog održavanja (povećanje vijeka trajanja drvne mase od sadašnjih 10 godina na 15 do 20 godina, zatim uz odgovarajuću zamjenu odgovarajuće mase drvenih stupova sredstvima amortizacije) moglo bi zadovoljiti problem financiranja investicionog održavanja,
— ekonomski aspekt ove revalorizacije i efekti koje bi ona izazvala u poslovnoj politici, predmet su razmatranja ekonomskih analiza,
— ostale komentare i zaključke koji bi se mogli izvući iz tablice nećemo navoditi jer podaci dovoljno ilustriraju problematiku stanja sredstava rada distribucije Jugoslavije.

6. Osvrt na stanje široke elektrifikacije po mjestima i naseljima s pregledom elektrificiranosti domaćinstava

Elektrifikacija mjesta i naselja odnosno domaćinstava po svome značaju i složenosti su kompleks ekonomskog i društveno-političkog znača-

ja. Postignuti uspjesi u poslijeratnom periodu na području široke elektrifikacije vrlo su veliki. Da bi zaokružili cijelu materiju ovog dijela referata potreban je i kratak osvrt na stanje elektrifikacije s pregledom elektrificiranosti domaćinstva. Podaci koji ilustriraju ovu materiju uzeti su iz posljednjeg Statističkog godišnjaka elektroprivrede Jugoslavije i prilagođeni namjeni ovog izlaganja.

Tablica 17 daje pregled elektrificiranosti naselja i domaćinstava u Jugoslaviji.

Tablica 17

Republika	Broj mjesta i naselja			Broj domaćinstava		
	Ukupno	elektrif.	neelektrif.	Ukupno	u elektrif. naselju	u neelektrif. naselju
BiH	5.869	1.937	3.932	706.099	388.531	317.568
Crna Gora	1.238	576	662	103.041	66.186	42.855
Hrvat.	6.742	4.494	2.248	1,165.224	947.479	217.745
Maked.	1.594	868	726	260.114	218.901	46.213
Sloven.	5.976	5.797	179	430.787	427.331	3.456
Srbija	6.057	3.442	2.615	1,917.882	1,681.371	236.511
SFRJ	27.476	17.114	8.338	4,538.147	3,673.799	864.348

Analize pokazuju da su uglavnom sva veća mjesta i naselja oko tih mjesta elektrificirana. Iz tablice je vidljivo da je 70% mjesta i naselja elektrificirano, odnosno da je ovom elektrifikacijom obuhvaćeno cca 81% domaćinstava Jugoslavije.

Pitanje je kako elektrificirati daljnjih 8.338 naselja s 864.348 domaćinstava koji su raštrkani širom cijele Jugoslavije, udaljeni od elektrificiranih mjesta i čija ekonomska snaga nije takova da bi mogla da podnese ovaj financijski zahvat. U prosjeku ova naselja obuhvaćaju oko 100 domaćinstava i taj prosjek je u stalnom opadanju jer se u postojećem toku elektrifikacije i dalje elektrificiraju veća naselja. Okončanje elektrifikacije mjesta i naselja, naročito u novim ekonomskim uvjetima poslovanja predstavljat će ozbiljne poteškoće.

U okviru novih privrednih mjera i uslova poslovanja distributivnih poduzeća kvalitetno su se izmijenili odnosi u pogledu cijena električne energije po namjeni potrošnje. Novi nivo tzv. ekonomske cijene električne energije i uvođenje troškovnog principa u tarifiranju znatno su izmijenili uvjete potrošnje domaćinstava.

Prema Uredbi o tarifnom sistemu i uz primjenu troškova principa (vidi *V razrada Analize dispariteta cijene električne energije*) cijena za pojedine grupe potrošnje sada je slijedeća:

Tablica 18

Grupa potrošnje	Prosječna prodajna cijena Din/kWh		Indeks povećanja - %
	Stara cijena	Nova cijena	
na 35 kV naponu	14,70	15,12	103
na 10 kV naponu	18,60	21,77	107
domaćinstvo	13,47	25,25	187
ostali na 0,4 kV mreži	27,90	33,31	123

Kao što vidimo radi se o kvalitetnim promjenama i očekuje se da će potrošnja domaćinstava u prvo vrijeme opasti.

Kako ova grupa potrošnje čini 32,5% ukupne energije na mreži distribucije u današnjim uvjetima, a kako je potrošnjom ove grupe obuhvaćen veći dio troškova poslovanja, distributivna poduzeća moraju potrošačima domaćinstava pokloniti najveću pažnju u svojoj poslovnoj politici.

Iz tih razloga problem daljnjeg toka široke elektrifikacije ostaje otvoren. Specifične investicije daljnje elektrifikacije znatno brže rastu po kilovatsatu godišnje predaje pa i umanjuju izglede za ubrzanje i okončanje elektrifikacije mjesta i naselja i razvijat će se u granicama optimalnih ekonomskih mogućnosti u ovisnosti o ukupnoj potrošnji električne energije.

U sklopu ovih razmatranja neophodno je razmotriti problematiku sadašnjeg stanja elektrifikacije mjesta i naselja u pogledu elektrificiranosti domaćinstva. Stanje prikazujemo narednom tablicom:

Tablica 19

Republika	Broj domaćinstava u elektrificiranom naselju				
	Ukupno	elektrificirano		neelektrificirano	
		Broj	%	Broj	%
BiH	388.531	285.036	73,51	102.895	26,49
Crna Gora	61.186	56.023	93,08	4.113	6,92
Hrvatska	947.474	832.544	87,86	114.935	12,14
Makedonija	218.901	194.236	88,73	19.665	11,27
Slovenija	427.331	373.109	87,77	53,305	12,23
Srbija	1,681.371	1,216.630	72,35	464.735	17,65
SFRJ	3,673.799	2,960.184	80,57	759.698	19,43

Odmah je uočljivo da cca 20% domaćinstava u elektrificiranim naseljima nije priključeno na mrežu. Ako pretpostavimo da najmanje 60% ovih domaćinstava ima uvjete za priključak onda to znači da oko 450.000 domaćinstava ne zahtijeva nikakve investicije za proširenje mreže. Ovu činjenicu u postojećim okolnostima treba iskoristiti, jer se priključkom spomenutih domaćinstava na mrežu niskog napona može podići potrošnja električne energije, odnosno ublažiti ekonomski gubici zbog pada konzuma kao posljedice novih cijena.

Prema tome s minimalnim investicijama za dodatno proširenje niskonaponske mreže, moguće je ostvariti da se i ostala neelektrificirana domaćinstva u elektrificiranim mjestima i naseljima priključe i koriste električnu energiju.

B) Projekcije sedmogodišnjeg plana izgradnje elektrodistributivnih postrojenja (1964—1970.) s proračunom investicionih sredstava i pregledom materijalne bilance

Analitička razmatranja i rezultati proračuna ovog dijela članka zasnivaju se na istim kondicijama na kojima je obrađen presjek postojećeg stanja električne mreže razvoda i distribucije Jugoslavije. Zaključivanje se zasniva na aproksimaciji prosječnih planiranih veličina 7-godišnjeg plana

izgradnje 23 distributivnih poduzeća socijalističkih republika Srbije, Hrvatske i Slovenije.

Sedmogodišnji plan izgradnje elektrodistributivnih postrojenja Jugoslavije činio bi na prvi pogled posebnu temu u odnosu na tematiku ovog rada. ali ipak, on je sastavni dio ove problematike. Mjere i zahvati koji se postavljaju za konsolidaciju mreže traže odgovore i na pitanje kakve su projekcije daljnje izgradnje.

Ako se zadržava kontinuitet dosadašnje prakse; onda bi jedna od mjera konsolidacije bila usmjeravanje plana u pravcu novih koncepcija i sprečavanje kontinuiteta takve prakse,

Ako bi pak plan pokazivao nove smjernice u strukturi fizičkog obima izgradnje. onda bi on potvrdio dosadašnja razmatranja.

1. Plan izgradnje vodova razvoda i distribucije po vrstama izvedbi i naponima

Istim ili sličnim redoslijedom kao i u prethodnom poglavlju postavit ćemo prvo proporcije i opseg razvoja vodova razvodne i distributivne električne mreže uz najkraći osvrt na problematiku koja rezultira iz planiranih zahvata.

Po vrstama izvedbi plan povećanja opsega mreže 35 kV izražen u % na sadašnje stanje dan je u tablici 20.

Tablica 20

Vrsta izvedbe mreže	Republike			SFRJ
	Srbija	Hrvatska	Slovenija	
Betonski stupovi	206,4	124,7	206,6	152,24
Željezni stupovi	148,5	290,7	151,0	188,90
Drveni stupovi	100,7	101,7	129,7	106,39
Kabeli	491,0	335,2	2.411,1	415,95
Ukupno	157,51	147,99	149,92	153,32

Ukupno povećanje 35 kV mreže razvoda iznosi 53,32% od stanja danas. Po strukturi izvedbe orijentacija ide prema betonskim i željeznim stupovima. Razlozi ovome dovoljno su obrađeni u prethodnim razmatranjima. Povećanje 35 kV mreže razvoda na drvenim stupovima neznatno je. S obzirom na svoja iskustva distribucija Slovenije i dalje zadržava dobar dio izgradnje mreže razvoda na drvenim stupovima. Problematika razvodne mreže gradskih centara orijentira se na povećanje opsega kabelske mreže za više od 4 puta prema danas ugrađenim dužinama.

Primijenimo li ove indekse na postojeće naturalne veličine, dobivamo opseg izgradnje prema tablici 21.

Tablica 21

Izvedba mreže	Postojeće stanje		Stanje na kraju 1970. prema planu		Opseg izgradnje	
	Stanje km	Struktura %	Ukupno km	Povećanje %	Opseg km	Struktura %
Betonski stupovi	3675	38,04	5595	152,24	1920	46,90
Željezni stupovi	1407	14,57	2658	188,90	1251	30,56
Drveni stupovi	4376	45,30	4657	106,39	281	6,87
Kabeli	203	2,09	844	415,95	641	15,67
Ukupno	9661	100	13754	153,32	4093	100

Struktura opsega izgradnje još više ilustrira trend razvoja nego pokazatelj procentualnog povećanja izgradnje.

U procentualnom iznosu povećanja razvoj mreža 10 kV predviđen je prema tablici 22.

Tablica 22

Izvedba mreže	Republike			SFRJ
	Srbija	Hrvatska	Slovenija	
Betonski stupovi	242,0	—	448,8	218,11
Željezni stupovi	1.198,8	—	188,4	562,10
Drveni stupovi	120,7	134,4	118,0	124,60
Kabeli	270,7	181,2	131,0	207,38
Ukupno	151,15	136,51	124,32	140,16

Opseg povećanja 10 kV mreže iznosi 40,16% od sadašnjeg stanja. Za kabele napona 10 kV vrijedi primjedba iznesena kod 35 kV razvodne mreže. Indeksni pokazatelji povećanja su nedovoljni za potpuno zaključivanje o orijentaciji, ali ipak pokazuju težište usmjeravanja. Nešto više moći ćemo o tome reći poslije proračuna naturalnih veličina izgradnje.

Plan izgradnje fizičkog obujma mreže 10 kV dan je u tablici 23.

Tablica 23

Izvedba mreže	Postojeće stanje		Stanje na kraju 1970. prema planu		Opseg izgradnje	
	Stanje km	Struktura %	Ukupno km	Povećanje %	Opseg km	Struktura %
Betonski stupovi	1883	5,57	4109	218,11	2225	16,17
Željezni stupovi	247	0,73	1388	562,10	1141	8,60
Drveni stupovi	29497	87,23	37048	125,60	7551	56,92
Kabeli	2188	6,47	4538	207,38	2350	17,71
Ukupno	33816	100	47083	140,16	13267	100

S obzirom na dobivene veličine elemenata strukture izgradnje, drvo i dalje zauzima najveće stavke. Orijentacija na betonske stupove mogla bi biti i veća, ali zbog nejasne situacije s obzirom na mogućnost proizvođača i pomanjkanje bilo kakovih informacija u tom pogledu, planiranje je izvršeno s velikim rezervama. U očekivanju rješenja novih konstrukcija željeznih stupova nakon užeg kontakta s proizvođačima, željezo zauzima zadovoljavajuću stavku.

Akcija elektrifikacije neelektrificiranih mjesta i naselja koja je u toku, obuhvaćena je ovim planom razvoja niskonaponske mreže. S druge pak strane izgradnja novih naselja i proširenje prigradskih centara u znatnoj mjeri je utjecalo na plansku strukturu izvedbe ovih mrežnih postrojenja. Izgradnja seoskih mreža zadržava uglavnom izvedbe na drvenim stupovima dok se u gradskim perifernim naseljima i većim mjestima ide na željezne i betonske stupove. Plan povećanja u % prikazan je u tablici 24.

Tablica 24

Izvedba mreže	Republike			SFRJ
	Srbija	Hrvatska	Slovenija	
Betonski stupovi	290,15	—	1089,0	316,20
Željezni stupovi	2522,22	—	—	1596,0
Drveni stupovi	125,32	125,19	106,84	119,40
Kabeli	249,18	229,47	201,33	232,93
Ostale izvedbe	—	140,76	137,77	144,96
Ukupno	139,20	136,55	113,08	130,03

U naturalnim veličinama opseg ovog plana prikazan je u tablici 25.

Tablica 25

Izvedba mreže	Postojeće stanje		Stanje na kraju 1970. prema planu		Opseg izgradnje	
	Stanje km	Struktura %	Ukupno km	Povećanje %	Opseg km	Struktura %
Betonski stupovi	839	0,78	2653	316,20	1814	5,37
Željezni stupovi	161	0,15	2570	1596,00	2409	7,13
Drveni stupovi	92027	85,78	112105	119,93	20078	59,40
Kabeli	3510	3,27	8176	232,93	4666	13,80
Ostale izvedbe	10750	10,02	15583	144,96	4833	14,30
Ukupno	107287	100	141087	130,13	33800	100

Učešće betonskih stupova sa 5,37% u opsegu nove izgradnje vrlo je malo. Ovdje je potpuna odsutnost orijentacije. Znatno povećanje željeznih stupova u strukturi izgradnje sa 7,13% diktiraju urbanistička i estetska rješenja novih naselja, jer su ove izvedbe znatno jeftinije od polaganja kabela. Razvoj ostalih izvedbi unutar niskonaponske mreže neznatno se mijenja. Uglavnom je proporcionalan današnjoj strukturi.

Na koncu treba još razmotriti povećanje snage transformacije. Uz pretpostavku od 60% povećanja snage transformacije u naponskim odnosima 35/10 kV, i uz dosadašnje proporcije odnosa 35/10 : : 10/0,4 tj. 1 : 1,1, opseg povećanja prikazan je u tablici 26.

Tablica 26

Naponski odnos transformacije	Postojeće stanje		Stanje poslije plana		Opseg izgradnje	
	Stanje MVA	Strukt. %	Ukupno MVA	Poveć. %	Opseg MVA	Strukt. %
27-35/6-20	2486,3	47,617	3978,1	160,0	1491,8	48,55
6-20/0,4	2735,1	52,283	4375,9	159,99	1580,0	51,45
Ukupno	5223,4	100	8354,0	160,0	3072,6	100

Da se može donijeti zaključak na osnovu rezultata planskih proporcija kao prvo izvršit ćemo rekapitulaciju povećanja fizičkog obima izgradnje po grupama dosad razmatranih postrojenja u tablici 27.

Tablica 27

Grupa postrojenja	Povećanje %
Niskonaponska mreža	130,08
10 kV razvodna mreža	140,16
35 kV razvodna mreža	153,32
Transformacija	160,0

Uočljivo je, da izgradnja raste prema višim naponima, odnosno prema razvodu i transformaciji.

Karakteristika ekstenzivne elektrifikacije i izgradnje distributivnih postrojenja po fizičkom opsegu proporcionalna je trendu porasta električne energije. Ovaj proporcionalitet pratio je određen stepen degresije. U momentu kada bude okončana široka elektrifikacija više nećemo govoriti o fizičkom obimu povećanja mreže, nego o njenoj rekonstrukciji u smislu sposobnosti da prenese odgovarajuće količine električne energije, dakle o povećanju presjeka, njenoj energetskoj konfiguraciji unutarnjeg povezivanja, o primjeni odgovarajuće nove tehnike koja mora biti u skladu s novim energetskim uvjetima.

Posljedica zastoja daljnjeg povećanja fizičkog obima mreže niskog napona i sve većeg trenda porasta potrošnje električne energije prenijet će izgradnju na razvodni napon tj. usmjeriti izgradnju i konfiguraciju razvodne mreže ne samo na 35 kV nego i na 110 kV kao sastavne dijelove razvodnog napona distributivne mreže.

Elementi tablice 27 izražavaju djelomično ove trendove koji će u budućnosti biti još izrazitiji. U drugom dijelu članka obrazložena je s tehnološke strane neophodnost zahvata pred kojima stojimo.

U uvjetima energetske složenosti razvodne mreže 7-godišnjeg plana izvjesna rješenja neće se moći postići 35 kV naponom, nego će se morati pristupiti izgradnji 110 kV postrojenja.

U postojećim uvjetima Osnovnog zakona o elektroprivredi naročito s obzirom na čl. 3, podjela sredstava rada između distributivne djelatnosti i udružene elektroprivrede — interkoneksije proizvodnje, izvršena je prema visini napona, a ne prema fukciji postrojenja. Ako pogledamo osnovnu shemu elektroenergetske mreže Jugoslavije vidjet ćemo da jedan dio postrojenja 110 kV, naročito transformatorskih stanica, nema nikakvu funkciju interkoneksije, nego isključivo služi djelatnosti razvoda. Ovakova kruta i netehnološka podjela sredstava rada prema visini napona neodrživa je. Ona već i u današnjim uvjetima onemogućava konsolidaciju razvodne mreže i koči normalan planski razvoj njene konfiguracije. Iz tih razloga neophodno je da se ovaj član Osnovnog zakona o elektroprivredi prestilizira tako, da bude odraz energetsko-tehnološke koncepcije razvoja, tj. treba ga prilagoditi i učiniti elastičnim, kako bi njegova primjena omogućila adekvatna tehnološka rješenja u skladu s energetskom situacijom u svrhu nesmetanog razvoja konfiguracije razvodne mreže.

Ništa manji problem ne predstavlja ni mogućnost fluktuiranja pojedinih potrošača s mreže distribucije na mrežu prijenosa (dvostrana mogućnost opskrbe). Iz ovoga razloga planski razvoj mreže znatno se može poremetiti. Ako projekciju opskrbne i razvodne mreže baziramo na trendu porasta energetskih veličina i na osnovu toga ulažemo određena sredstva, mogućnost fluktuiranja pojedinih potrošača može poremetiti sve koncepcije izgradnje mrežnih postrojenja, ne samo energetskih nego i sa stanovišta sredstava koja se nepotrebno rasipaju. U ostale ekonomske poslje-

dice uzrokovane prijelazom ovih potrošača s mreže distribucije na mrežu prijenosa nećemo ovdje ulaziti.

Zaključak koji možemo izvući iz ovih razmatranja sveo bi se na to, da bi se postojeći propisi i zakonske odredbe trebale prilagoditi dinamici tehnološkog razvoja. Time bi dali poticaj i orijentaciju za normalno usmjeravanje, a ne da budu kočnica razvoja i da dovode u sumnju realnost zahvata koji se u tom pogledu poduzimaju danas u skladu s potrebama. Sutra se zbog ovakovih propisa i mogućnosti koje oni daju složenoj problematici energetskog konzuma, mogu ovi zahvati pokazati kao rasipanje sredstava.

2. Investiciona sredstva potrebna za ostvarenje 7-godišnjeg plana izgradnje elektroenergetskih postrojenja razvoda i distribucije

Na osnovu raspoloživih elemenata i koncepcija na kojima se zasnivalo razmatranje dijela ovog prikaza o stanju distributivne mreže i na osnovu istih veličina jediničnih cijena i ostalih elemenata strukture elektroprivrednih postrojenja izvršit će se proračun potrebnih financijskih sredstava za ostvarenje povećanja fizičkog obima mrežnih uređaja i instalacija.

Osim toga će biti obuhvaćena odgovarajuća financijska sredstva za rekonstrukciju i zamjenu postojećih postrojenja električne mreže.

Fizički opseg proširene reprodukcije dobiven projekcijama 7-godišnjeg plana valoriziran je u tablici 28 primjenom jediničnih cijena izgradnje.

Tablica 28

Napon kV	Izvedba mreže	Opseg izgradnje km	Financ. veličine		Mater. bilanca	
			Jedinič. cijena 10^3 Din	Ukupno 10^6 Din	Stup km	Ukupno (stupova) kom.
Transformacija	35/10 kV (MVA)	1491,8	15.000	22.377,0	—	—
	10/0,4 kV (MVA)	1580,8	20.000	31.616,0	—	—
	Ukupno	30,72,6	—	53.193,0	—	—
35	Betonski stupovi	1920	4.500	8.640,0	6,32	12.135
	Željezni stupovi	1251	5.200	6.505,2	5,68	7.105
	Drveni stupovi	281	3.200	892,3	7,90	2.220
	Kabeli	641	22.000	14.102,0	—	—
	Ukupno	4093	7.363,6	30.136,5	—	—
10	Betonski stupovi	2225	3.200	7.120,0	15,83	35.222
	Željezni stupovi	1141	3.500	3.993,5	14,39	16.419
	Drveni stupovi	7551	1.700	12.836,7	16,20	122.327
	Kabeli	2350	10.000	23.500,0	—	—
	Ukupno	13267	3.576,5	47.450,2	—	—
0,4	Betonski stupovi	1814	2.200	3.998,8	21,01	38.112
	Željezni stupovi	2409	2.500	6.022,5	16,86	40.616
	Drveni stupovi	20078	1.400	28.109,2	24,83	498,536
	Kabeli	4666	7.500	34.995,0	—	—
	Ost. izvedbe	4833	2.000	9.666,0	—	—
	Ukupno	33800	2.446,2	82.783,5	—	—
SVEUKUPNO		—	—	214.366,2	—	—

U narednoj tablici 29 dana je komparacija prosječnih knjigovodstvenih i tekućih cijena izvedbe za pojedini napon. Ova analiza dat će nam najbolji prikaz promjene u strukturi nove izgradnje mrežnih postrojenja.

Tablica 29

Napon kV	Prosječna cijena 10^3 Din po km		
	Današnje stanje		Nova izgradnja (tekuće cijene)
	Prema knjigovodstvenim vrijednostima	Po tekućim cijenama	
35	2.730	4.380	7.363,6
10	1.820	2.330	3.576,5
0,4	686	1.660	2.446,2

Elementi ove tablice ukazuju nam bitnu izmjenu strukture napona u odnosu na današnje stanje.

Isto tako i usporedba postojećih vrijednosti prema stanju iz knjigovodstva s vrijednostima po tekućim cijenama pokazuje stepen deprecijacije postojećih vrijednosti.

Proračun ostalih investicionih ulaganja bez proračuna ulaganja u 110 kV objekte izrazit ćemo prema principima tablice 10 uz male korekcije koje su neophodne za prilagođavanje novoj strukturi sredstava rada.

Pretpostavljamo da dosad proračunata investiciona sredstva za vodove razvoda, opskrbne mreže i snage transformacije predstavljaju 75% vrijednosti ukupnih ulaganja. Pregled ostalih ulaganja dan je u tablici 30.

Tablica 30

Opis investicionih ulaganja		10^6 Din	%
Ukupno I = II + III		285.821,0	100
Transformacija (A)	35/10 kV	22.377,0	7,70
	10/0,4 kV	31.616,0	11,10
	Ukupno	53.993,0	18,80
Vodovi mreže (B)	35 kV	30.139,5	10,6
	10 kV	47.450,2	16,6
	0,4 kV	82.783,5	29,0
	Ukupno	160.373,2	56,20
Ukupno II = A + B		214.366,2	75,0
Ostala postrojenja III = I — II = (E+F+G+H)		71.454,8	25,0
E = priključci		25.152,6	8,8
F = mjerni uređaji		18.406,9	6,44
G = javna rasvjeta		7.888,9	2,76
H = ostali uređaji		20.000,4	7,0

U sklopu stavke H i F obuhvaćene su sve naprave za mehanizaciju i automatizaciju eksploatacije mrežnih postrojenja (UKV, telekomanda, mehanografska, elektronička i druga sredstva) kao i uređaji opreme rada i sredstva zaštite rada.

U skladu s razvojem strukture razvodne mreže neophodno je predvidjeti odgovarajuća financijska sredstva i za izgradnju 110 kV postrojenja. Prilikom razrade referata stajala nam je na raspolaganju dinamika 7-godišnjeg plana izgradnje ovih postrojenja distributivnih poduzeća Slovenije. Predvidivi obim izgradnje obuhvaća priključak oko 155 km dalekovoda na postojeću mrežu 110 kV i 472,5 MVA snage novih transformatorskih stanica.

Ako distribucija prihvati 110 kV kao razvodni napon, onda su potrebna odgovarajuća usmjera-

vanja u tom pravcu. Pošto nismo za jugoslavenske razmjere raspolagali odgovarajućom dokumentacijom, pretpostavit ćemo minimalne odnose potrebne za fizički opseg izgradnje. Npr. uzimamo cca 3 puta veću izgradnju dalekovoda koji će se priključiti i oko 2 puta veću snagu transformacije u odnosu na plan Slovenije.

Prema cijenama elemenata izgradnje početkom 1965. godine uzimamo za prosjek 1 km 110 kV voda (kombinacija zračnih i cca 2,5 do 4% kabela) 10 milijuna dinara po km, odnosno za 1 kVA instalirane snage 12.500 dinara.

Plan fizičkog obima izgradnje postrojenja 110 kV u naturalnim pokazateljima s proračunom potrebnih financijskih sredstava prikazan je na tablici 31.

Tablica 31

110 kV postrojenje	Jed. mjere	Opseg izgradnje	Jed. cijena 10^3 Din	Ukupno 10^6 Din
TS 110/10-35 kV	kVA	1,500.000	12,5	18.750
DV 110 kV	km	650	10.000	6.500
Ukupno		—	—	25.250

3. Financijska sredstva za proširenje, rekonstrukciju i zamjenu postojećih objekata

Paralelno s investicionim ulaganjima u nove objekte potrebno je razmotriti i investicione zahvate na postojećoj mreži u svrhu rekonstrukcije, zamjene i proširenja pojedinih objekata odnosno postrojenja. Ulaganjima za zamjenu ili rekonstrukciju ne povećava se fizički obim mreže, a proširenjem povećavaju se kapaciteti propusne moći i energetske sposobnosti postrojenja.

Dotrajalost pojedinih postrojenja je već takova (prosjek otpisanosti danas iznosi oko 40% nabave vrijednosti) da bi njihovo održavanje bilo skupo i neefikasno, a sa stanovišta tehničke sigurnosti neophodno ih je i zamijeniti.

Iz tih razloga paralelno sa zamjenom rješavaju se razni tehničko-energetski i tehnološki problemi kao na primjer:

- povećava se propusna moć (kapacitet)
- smanjuju se izdaci održavanja
- uklanjaju se sve opasnosti zaštitnim mjerama,

jednom riječju mreža se konsolidira, a rezultati ovih mjera odražavaju se i na organizacionim i drugim elementima poslovne politike.

Ako za razdoblje 7-godišnjeg plana uzmemo 20% zamjene vodova na drvenim stupovima i ovu zamjenu pretpostavimo drugim izvedbama i većim presjecima, onda bi za ovaj slučaj bilo potrebno izvršiti predračun investicija.

U tablici 32 dan je pregled ukupnih dužina vodova na drvenim stupovima, opseg zamjene s 20%, kao i vrijednost ovih sredstava prema analizi stanja današnjih vrijednosti po knjigovodstvenoj evidenciji.

Tablica 32

Napon kV	Ukupno km	20 % zamjena km	Jedinična cijena 10^3 Din/km	Ukupno 10^6 Din
35	4.376	875	2.000	1.750
10	29.497	5.900	1.350	7.960
0,4	92.027	18.405	410	7.560
Ukupno	125.900	25.180	696	17.270

Potrebna sredstva po tekućim cijenama za zamjenu 20% ukupnih dužina mreža na drvenim stupovima s drugim izvedbama prema strukturi projekcije 7-godišnjeg plana prikazana su na tablici 33.

Tablica 33

Napon	Zamjena drvenih drugim izvedbama	Struktura %	Opseg km	Jedin. cijena 10^3 Din/km	Ukupno 10^3 Din
35	Betonski stupovi	60	525	4.500	2.362,5
	Željezni stupovi	40	350	5.200	1.820,0
	Ukupno	100	875	—	4.182,5
10	Betonski stupovi	70	4130	3 200	13.216,0
	Željezni stupovi	30	1770	3.500	6.195,0
	Ukupno	100	5900	—	19.411,0
0,4	Betonski stupovi	70	12884	2.200	28.344,8
	Željezni stupovi	10	1840	2.500	4.600,0
	Ostale izvedbe	20	3681	2.000	7.362,0
	Ukupno	100	18405	—	40.306,8
	SVEUKUPNO	100	25180	2.540	63.900,3

Prema tome ukupne bruto investicije iznosile bi u milijunima dinara 63.900,3

Odbijemo li od ove sume investicije za zamjenu prema tablici 32 17,270,0

Potrebno je osigurati novih sredstava u iznosu od 46,630,3

Ako usporedimo ova ulaganja s troškovima investicionog održavanja mreže na drvenim stupovima i izračunamo efekt smanjenja materijalnih troškova održavanja onda ove investicije imaju svoje opravdanje.

Prosječna godišnja cijena održavanja mreže na drvenim stupovima iznosi 111.200 dinara po jednom kilometru, odnosno za 7 godina 778.400 dinara po kilometru, a zamjenom 25.180 km smanjujemo materijalne troškove investicionog uzdržavanja u ovom razdoblju za cca 15.700,000.000 dinara. Ova sredstva prenesena poslovanjem u dohodak nisu drugo nego dohodak za investicije, tako da se investicioni efekat novih ulaganja znatno smanjuje.

Na sličan način mogli bi provesti analize i za ostala postrojenja. Kako to ovdje zbog prostora nije moguće, aproksimirat ćemo odgovarajuća financijska sredstva potrebna za daljnje zahvate.

Pretpostavimo li da je stopa investicionog održavanja (2,62%) jednaka stopi rekonstrukcije i proširenja postojećih objekata na bazi revaloriziranih vrijednosti (tekuće cijene) onda bi bruto investicije potrebne za ove zahvate iznosile 14×10^9 Din godišnje ili za 7 godina

$$98{,}0 \times 10^9 \text{ Din}$$

Isto tako na bazi sadašnjih sredstava rada i nabavne vrijednosti po knjigovodstvenim evidencijama, uz prosječnu amortizacionu stopu od 5% i 30% udjela amortizacije za zamjenu dobili bi za 7 godina sredstva zamjene u iznosu od cca

$$33{,}5 \times 10^9 \text{ Din}$$

Prema tome nove investicije potrebne za proširenje i rekonstrukciju postojećih objekata iznosile bi za 7 godina

$$64{,}5 \times 10^9 \text{ Din}$$

Uz pretpostavku od 20% rekonstrukcije mreža na drvenim stupovima angažirali smo jedan dio investicija za rekonstrukciju i zamjenu. Ostatak sume koji bi nam ostao na raspolaganju za daljnje zahvate vidi se iz tablice 34.

Tablica 34

Opis rekonstrukcije, zamjene i proširenja Iznosi u 10^9 Din	Nove investicije	30% amortizacije za zamjenu	Ukupno bruto investicije
Ukupno	64,5	33,5	98,0
20% zamjena mreže na drvenim stupovima	46,63	17,27	63,9
za daljnje zahvate, zamjene, rekonstrukcije i proširenje	17,87	16,23	34,1

Razmatranje o drvenim stupovima uzeto je kao eklatantan primjer tehnološke problematike. Proračun se može izvršiti na niz različitih načina tako da će on za poduzeće biti različit, što zavisi od tehnologije svakog poduzeća pojedinačno.

Dosadašnja razmatranja omogućuju nam da izvršimo rekapitulaciju ukupnih investicija.

a) Ukupna investiciona sredstva za realizaciju 7-godišnjeg plana iznose:

— izgradnja novih objekata po postojećoj strukturi $258{,}821{,}0 \times 10^6$ Din
— izgradnja 110 kV objekata $22{,}250{,}0 \times 10^6$ Din
— sredstva za proširenje i rekonstrukciju $64{,}500{,}0 \times 10^6$ Din

Ukupno $372{,}571{,}0 \times 10^6$ Din

b) revalorizirana vrijednost postojećih sredstava rada po cijenama na kraju 1964. $532{,}000{,}0 \times 10^6$ Din

c) % povećanje investicija u odnosu na revaloriziranu vrijednost 70,0 %

d) trend porasta potrošnje električne energije za 7-godišnji planski period 1970/1964 godina u % 112—119 %

Kao zaključak iz navedenog proizlazi da produktivnost sredstava rada novih ulaganja u odnosu na trend porasta električne energije iznosi 160—170 %

Efekt produktivnosti investicija je samo jedan dio produktivnosti. Interesantno bi bilo razmotriti produktivnost živog rada. Novim tehnološkim koncepcijama, konsolidacijom i konfiguracijom mreže sigurno je da će doći do unutarnje organizacione promjene i kadrovske strukture zaposlenih, koja će se mijenjati prema višim kvalifikacijama i stručnostima. Nova zaposlenja isključivo će apsorbirati ovu radnu snagu. Stoga u koncepcijama razvoja ovaj moment ne treba izgubiti iz vida, jer on može da postane problem u provedbi modernizacije mreže i moramo ga paralelno rješavati s primjenom nove tehnike i tehnologije u izgradnji mrežnih postrojenja. Jedna analiza na tom području pokazala bi da bi se u uvjetima striktne provedbe svih mjera konsolidacije i uvođenja nove tehnike i tehnologije moglo sadašnje stanje tako izmijeniti da se praktički obim živog rada ne bi trebao povećavati.

U vezi izlaganja investicione problematike i proračuna potrebnih sredstava za realizaciju fizičkog opsega izgradnje neophodan je kratak osvrt na ekonomske analize koje su pri utvrđivanju cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije obuhvatile i problem proširene reprodukcije odgovarajućim stopama akumulacije potrebnim za investiciona ulaganja. Stope rasta fiksnih fonda distribucije Jugoslavije proračunate su na temelju 36% udjela ukupnih investicija distribucije u odnosu na ukupne investicije elektroprivrede. Prosječna stopa rasta distribucije Jugoslavije prema spomenutim analizama iznosi u 7-godišnjem planskom razdoblju 11,24% i različita je po pojedinim republikama zbog različitosti stepena elektrificiranosti. Pregled ovih stopa po republikama je slijedeći:

BiH	15,5%
Crna Gora	12,5%
Hrvatska	10,2%
Slovenija	10,0%
Makedonija	11,5%
Srbija	14,63%
SFRJ	11,24%

Na temelju ovih veličina stopa rasta fiksnih fondova, izračunate su potrebne investicije za mrežu razvoda i distribucije po pojedinim republikama i godinama 7-godišnjeg planskog razdoblja prema tablici 35.

Tablica 35

Republika	Po godinama plana 1964—1970							Ukupno 1964—1970.
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	
	10^9 Din							
BiH	4,8	5,6	6,6	7,6	8,8	10,0	11,2	54,6
Crna Gora	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	8,6
Hrvatska	9,5	10,0	11,2	12,4	13,6	15,0	16,6	88,3
Makedonija	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,9	19,9
Slovenija	5,4	5,9	6,5	7,2	7,9	8,7	9,9	51,5
Srbija	12,3	15,0	16,1	18,5	21,2	24,3	27,9	135,3
SFRJ	34,7	39,6	43,9	49,6	55,9	62,8	71,3	358,4

Napominjemo da su veličine ovog plana skoro potpuno identične s rezultatima ukupnih potreba financijskih sredstava dobivenih izvršenim proračunima.

4. Problemi materijalnog snabdijevanja s pregledom materijalne bilanse osnovnih potreba 7-godišnjeg plana izgradnje

Problemi materijalnog snabdijevanja u poslovanju poduzeća isto tako zauzimaju značajno mjesto u organizaciji poduzeća i troškovima poslovanja, i okosnica su pripreme rada na izvršenju planskih zadataka kako u vezi izgradnje novih objekata tako isto i na području redovnog pogonskog i investicionog održavanja. Količine materijala koje apsorbiraju distributivne organizacije toliko su velike da je prosto neshvatljivo da organizacije za proizvodnju materijala i opreme nisu našle interesa i poklonile veću pažnju ne samo rješavanju problema materijalnog snabdijevanja distributivne djelatnosti nego i u svom vlastitom interesu oko rješenja poslovanja i svoje proizvodne orijentacije koja bi im dala sigurnost plasmana, realno formiranje proizvodnog programa i specijalizaciju. U nedostatku redovnog materijalnog snabdijevanja distributivna poduzeća prihvatila su i sama izradu pojedinih proizvoda i formiranje radionica često na zanatskom nivou. Ovome stanju doprinijelo je nekoliko faktora kao naslijeđeni odnosi razvoja, nepravovremeni i nedefinirani planski zahvati unutar same distribucije a kao najvažniji i najosnovniji problem je nedostatak odgovarajućih propisa i standarda za izgradnju distributivnih postrojenja.

Ovaj dio izlaganja u najgrubljim crtama prikazuje osnovne potrebe nekih vrsta materijala distribucije Jugoslavije za realizaciju 7-godišnjeg plana izgradnje i zahvata na proširenju, rekonstrukciji i zamjeni postojećih sredstava rada.

Dosadašnji tabelarni prikazi definiraju u grubom materijalnu problematiku prikazanim naturalnim veličinama izgradnje i specifičnim karakteristikama pojedinih vrsta postrojenja.

Prvo ćemo se osvrnuti na kabele a zatim na nadzemne vodove. Fizički opseg izgradnje kabelske mreže ujedno nam daje odgovarajuće potrebe izražene u kilometrima i pojedinim naponima, kako je to prikazano u tablici 36.

Tablica 36

Naziv	Naponski nivo			
	110 kV	25 kV	10 kV	0,4 kV
Kabeli km	20	641	2.350	4.666

Primjedba: Niskonaponski kabeli odnose se samo na mrežu (priključci potrošača nisu obuhvaćeni).

Slijedeća tablica 37 daje pregled potreba alučel vodiča za novu izgradnju u razdoblju 1964.—1970.

Tablica 37

Napon mreže kV	Opseg izgradnje km	Karakteristike			Ukupno tona
		km	presjek mm²	1 km kg/faza	
110	620	620	120	505	940
35	3452	1800 1652	95 70	368 274,5	1930 1360
10	10917	5917 5000	70 50	274,5 195,5	4880 2930
0,4	29134	15000 14134	35 25	139 96	6350 4060
Ukupno	44133	44133	—	—	22350

Slični pregled za rekonstrukciju daje tablica 38.

Tablica 38

Napon mreže kV	Opseg rekonstruk. km	Karakteristike			Ukupno tona
		km	presjek mm²	1 km kg/faza	
35	875	500 375	95 70	368 274,5	536 309
10	5900	35000 2400	70 50	274,5 195,5	2880 1409
0,4	18405	12000 6405	50 35	195,5 139	7036 2680
Ukupno	25180	25180	—	—	14850

Potrebe alučel vodiča za priključke nisu ovime obuhvaćene.

Snage transformacije i broj transformatora potrebnih u razdoblju 1964.—1970. prikazani su u tablici 39.

Tablica 39

Jedinica mjere	Naponski odnos transformacije u kV		
	110/10—35	30—35/6—20	6—10/0,4
kVA prosječna snaga	1,500.000	1,491.800	1,580.800
transf. kVA	20.000	4.000	315
broj transformatora	75	375	5.000

Na temelju snage transformacije odnosno broja transformatora uz odgovarajuće pretpostavke o broju transformatorskih stanica mogu se lako proračunati i ostale materijalne potrebe kao sastavni dio ovih transformatorskih stanica.

Daljnja tablica 40 daje pregled potrebnog broja željeznih stupova za razdoblje 1964—1970.

Tablica 40

Napon mreže kV	Opseg dužine u km			Stup km	Ukupno stupova (upor. mjesta)
	Nova izgradnja	Rekon-strukcija	Ukupno		
110	430	—	430	4,75	2.050
35	1251	350	1601	5,68	8.900
10	1141	1770	2911	14,39	41.750
0,4	2409	1840	4249	16,86	70.150
Ostale izvedbe	(4833)	(3881)	(8514)	—	(144.000)
Ukupno	10064	7641	17705	—	263.250

Na bazi ukupnog broja stupova uz proračun odgovarajućih težina svakog stupa s 15% rasteretnih i kutnih stupova odnosno 85% nosnih linijskih stupova lako je doći do ukupne potrebne količine željeznog profila koja se informativno kreće između 50 do 60.000 tona.

Na sličan način prikazat ćemo i broj armiranobetonskih stupova za isto razdoblje u tablici 41.

Tablica 41

Napon mreže kV	Opseg dužine u km			Stup km	Ukupno stupova
	Nova izgradnja	Rekonstrukcija	Ukupno		
110	200	—	200	5,62	1.024
35	1920	525	2445	6,32	15 500
10	2225	4130	6355	15,83	100.476
0,4	1814	12884	14698	21,01	308.000
Ukupno	6159	17539	23698	—	425.000

Raniji komentari u ovom prikazu o betonskim stupovima upućuju na to da bi njihova ugradnja bila još veća da je proizvodna orijentacija proizvođača jasnija. Proračunom težina došli bi do cca 400.000 tona težina armirano-betonskih konstrukcija.

Da bi se pak dobila potrebna količina drvne mase za stupove vodova za održavanje i zamjenu, pretpostavljeno je da se količina stupova za održavanje smanjuje za 20% radi zamjene drvenih stupova drugim izvedbama. Zamjena stupova investicionim održavanjem predviđena je s 10% godišnjeg iznosa ukupno ugrađene drvne mase.

U tablici 42 unesene su ukupne potrebe drvenih stupova za razmatrano razdoblje tj. potrebe održavanja i novogradnji.

Tablica 42

Naponski nivo mreže kV	Nova izgradnja		Održavanje		Ukupno	
	kom	m³	kom	m³	kom	m³
35	2.220	930	19.360	8.070	21.580	9.000
10	119.880	41.220	267.600	92.100	387.480	133.820
0,4	496.000	150.500	1,280.000	378.130	1,776.000	528.630
Ukupno	618.100	192.650	1.566.960	478.300	2,185.060	660.950

Prostor nam ne dozvoljava da se upuštamo u detalje ostalih materijalnih bilansiranja koja se mogu na sličan način proračunati i tabelarno prikazati.

Dosadašnja materijalna bilansiranja prikazana tabelama dovoljno ocrtavaju složenost materijalnog snabdijevanja i upućuju nas na neophodnost donošenja odgovarajućih mjera i propisa u pogledu standardizacije opreme. Ukoliko bi se u tom pogledu ma šta učinilo ono će doprinijeti unapređenju unutarnje organizacije distributivnih poduzeća, odnosno omogućiti i proizvođačima formiranje proizvodnog programa tj. specijalizaciju i industrijski način proizvodnje.

C. Zaključci

Na temelju ovog pregleda mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Kod zamjene postojećih i izgradnje novih vodova svih napona treba u većoj mjeri primjenjivati betonske stupove. U tu svrhu treba osigurati slijedeće:

   a) suvremenije konstrukcije
   b) proširiti postojeće i osnovati nove pogone za proizvodnju betonskih stupova.

2. Konstrukcije željeznih stupova treba usavršavati a postojeće tehničke propise prilagođavati novim rješenjima.
3. U izgradnji niskonaponske mreže trebalo bi primjenjivati i krovne stalke, gdje za to postoje uvjeti.
4. Drvo će se i dalje upotrebljavati u izgradnji mreža, a naročito u izgradnji vodova 10 kV napona i niskonaponskih mreža. Postojeća iskustva ukazuju na potrebe unapređenja ukupne tehnologije proizvodnje drvne mase a i samog uzdržavanja.
5. U mjere za konsolidaciju električne mreže razvoda i distribucije spada i razmjena stečenih iskustava distributivnih poduzeća.
6. Na temelju izvršenih procjena vrijednosti pojedinih elemenata električne mreže razvoda i distribucije po cijenama važećim na kraju 1964. godine proizlazi, da knjigovodstvene nabavne vrijednosti osnovnih sredstava distribucije iznose samo 59,8% vrijednosti tih sredstava po cijenama važećim na kraju 1964. godine. Najveći utjecaj na ovaj raskorak vrijednosti ima niskonaponska mreža s 41,1% knjigovodstvenih vrijednosti u odnosu na procjenu, a u okviru ove, mreža na drvenim stupovima s 29,9%. Na ovaj stupanj deprecijacije knjigovodstvenih nabavnih vrijednosti niskonaponske mreže na drvenim stupovima utjecale su i nepotpune valorizacije električnih mreža izgrađenih društvenim akcijama.
7. Među mjerama za konsolidaciju postojećeg stanja električne mreže razvoda i distribucije ističe se potreba za revalorizacijom i adekvatnim kalkulacijama cijena električne energije. Ukalkulirani troškovi ukupnog investicionog uzdržavanja mogu u uvjetima nerealnih vrijednosti osnovnih sredstava podmiriti samo 59,7% troškova investicionog uzdržavanja drvenih stupova.
8. U elektrificiranim naseljima ima još uvijek 20% neelektrificiranih domaćinstava (njih 760.000). Ovim domaćinstvima mogla bi se omogućiti potrošnja električne energije uz minimalne dodatne investicije. Time bi se ukupan broj neelektrificiranih domaćinstava smanjio od sadašnjih 35,44% na 19,43%.
   Domaćinstva u neelektrificiranim kao i elektrificiranim naseljima treba privesti elektrifi-

kaciji društvenom akcijom kao i do sada, jer je to jedina mogućnost, budući da potpuna ekonomska podloga za ovaj dio elektrifikacije u današnjim uvjetima poslovanja distribucije ne postoji.

9. Projekcije novih investicija sedmogodišnjeg plana (1964—1970) pokazuju da brže rastu ulaganja u razvodni 35 kV napon te da 110 kV napon sve više gubi svoju funkciju postrojenja za interkoneksiju proizvodnje električne energije i preuzima funkciju razvoda. S tim u vezi treba izmijeniti postojeću stilizaciju čl. 3 Osnovnog zakona o elektroprivredi tako da ona omogući racionalne koncepcije energetsko-tehnološkog razvoja.

10. Investiciona ulaganja u toku sedmogodišnjeg plana (1964—1970) iznose 70% revaloriziranih vrijednosti postojećih sredstava rada. Pri tome se potrošnja električne energije na mreži razvoda i distribucije povećava za 112 do 119%, što znači da se novim ulaganjima povećava produktivnost za 60 do 70%.

Mjere za konsolidaciju postojećeg stanja električne mreže razvoda i distribucije i njenu buduću konfiguraciju treba uskladiti s projekcijama razvoja potrošnje električne energije.

11. Paralelno s mjerama za konsolidaciju postojećeg stanja električne mreže i njenu konfiguraciju treba prilagođivati kvalifikacionu strukturu radne snage i organizaciju poslovanja novim uvjetima.

12. Projekcije sedmogodišnjeg plana nove izgradnje te proširenje, rekonstrukcije i zamjene postojećih postrojenja ukazuju i na složenost materijalnog snabdijevanja. Treba poraditi na tipizaciji i standardizaciji opreme materijala i izgradnje distributivnih postrojenja. Ovim mjerama povećala bi se ekonomičnost poslovanja distribucije a proizvođačima opreme i materijala omogućila bi se specijalizacija i serijski način proizvodnje.

Naslov pisca: Stanko Marković, dipl. ing., Poslovno udruženje za distribuciju električne energije SR Hrvatske, Zagreb

TEHNIČKA KONSOLIDACIJA DISTRIBUTIVNE MREŽE U PERIODU SEDMOGODIŠNJEG RAZVOJA

Janez Hrovatin, Ljubljana

Autor u članku ukazuje na široku problematiku, koja stoji u navedenom razdoblju pred distributerima električne energije, kako bi na što racionalniji način konsolidirali distributivnu mrežu. Problematika je podijeljena u tri dijela: povećanje propusnosti mreže, poboljšanje kvaliteta isporuke električne energije i povećanje produktivnosti živog rada.

DK 621.316.1

1. Uvod

Analiza sadašnjeg stanja distributivne mreže ukazuje na široku problematiku, koja u narednom razdoblju stoji pred distributerima eletrične energije. Zadatak je poduzeća za distribuciju električne energije da na što racionalniji način udovolje osnovnim zahtjevima već u razmatranom perspektivnom razdoblju.

U perspektivnoj izgradnji i konsolidaciji distributivne mreže morat će se kompleksno rješavati ovi zadaci:

— povećati propusnost mreže i graditi nova u skladu s potrebama konzuma
— postići bolji kvalitet isporuke električne energije
— povećati produktivnost živog rada kao i uloženih sredstava.

U našem razmatranju nećemo se upuštati u širu problematiku koja obuhvaća navedene tačke, pripadajuće proračune i bezbrojne moguće tehničke varijante rješavanja, već bi htjeli pokazati pravac rješavanja nekih aktuelnih tehničkih pitanja. To naročito važi za ona pitanja, koja bi, zbog utvrđivanja optimalnih rješenja, trebali djelomično rješavati u okviru republičkih i saveznih stručnih krugova bilo na osnovu studija i prakse distributivnih poduzeća i instituta, bilo u obliku zajedničkog rada, izmjene iskustava ili zajedničkih dogovora o tehničkim karakteristikama i smjernicama za rješavanje aktuelnih problema.

Ovu problematiku možemo obuhvatiti slijedećim tačkama:

a) Kvalitet isporuke električne energije
b) Naponski nivoi u distribuciji
c) Tehnologija rada

2. Kvalitet isporuke električne energije

O potrebi, da se postigne bolji kvalitet distribucije električne energije bilo je mnogo govora već na prvom savjetovanju poduzeća za distribuciju električne energije u Jajcu. U narednom razdoblju izgradnje električne mreže distribucije morat ćemo se maksimalno založiti za osiguranje od-

govarajućeg kvaliteta električne energije potrošačima. Mjere, koje moramo poduzeti u cilju boljeg kvaliteta ne tiču se isključivo kvaliteta isporuke električne energije, već su usko povezane s ekonomikom izgradnje i eksploatacijom mreže. Potrošnja električne energije raste iz godine u godinu. S njom raste i snaga postrojenja distribucije, kao i dužina vodova. Paralelno s porastom mreže statistika bilježi i povišenje broja smetnji, koje prouzrokuju sve češće prekide isporuke električne energije potrošačima. U posljednjim godinama povećana je osjetljivost potrošača na kontinuitet isporuke električne energije. Potrošači nisu osjetljivi samo na zastoje u svojim tehnološkim procesima proizvodnje uslijed prekida isporuke električne energije. Za nesmetan rad strojeva i aparata potrošača potreban je i odgovarajući stalni napon tako da se od distributera traži da osiguraju napone na predajnim mjestima potrošača u dozvoljenim tolerancijama. U pogledu kontinuiteta isporuke kao i u pogledu naponskih prilika veći dio naše mreže nije u stanju da udovolji zahtjevima potrošača. Za lakše sagledavanje u postizanju odgovarajućeg kvaliteta isporuke električne energije postavit ćemo slijedeće kriterije:

— kontinuitet isporuke električne energije
— naponske prilike kod potrošača
— oblik napona
— frekvencija

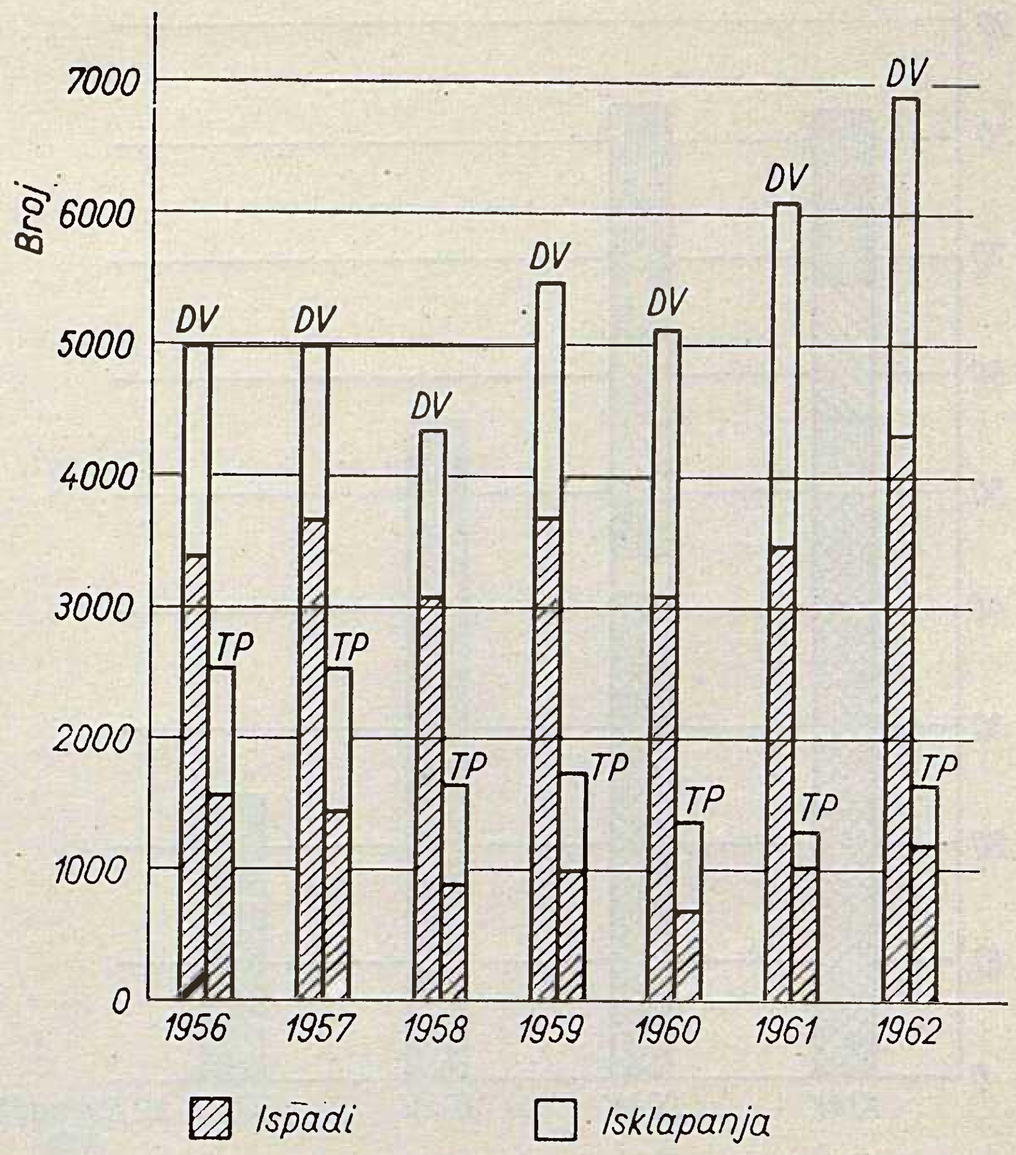
Kontinuitet isporuke električne energije

Da bi što više eliminirali prekide koji nastaju zbog smetnji i kvarova u mreži, pojedine potrošače sa većim zahtjevima osigurali smo dvostrukim napajanjem. Naravno, javlja se sve više potrošača kojima je dvostruko napajanje potrebno. Ako ovu tendenciju produžimo u perspektivi, dobijemo rezultat, da će svakome potrošaču biti potrebno dvostruko napajanje. S ovim zahtjevom se treba približiti ekonomsko tehničkom rješenju, pri čemu odstupamo od doslovnog dvostrukog napajanja svakog potrošača posebno i zamjenjujemo ga s formiranjem mrežnog distributivnog sistema na naponskom nivou, koji odgovara konfiguraciji mreže konkretnog područja, i konzumentima na ovom području. Doslovno dvostruko napajanje pojedinih potrošača neka ostane samo za veće potrošače ili za neke potrošače na visokom naponu ako im kontinuitet nije osiguran petljastom ili kružnom mrežom područja. Mrežni distributivni sistem predstavlja danas najpotpuniji oblik u pogledu kontinuiteta isporuke električne energije. Ali u sadašnjoj praksi u mnogo slučajeva težimo petljastoj i prstenastoj mreži, koju možemo postići zatvaranjem radijalne mreže. Petljasta mreža predstavlja oblik i kompromis između radijalne mreže i mreže mrežnog sistema. Iako zatvorena radijalna mreža nema sve prednosti mreže mrežnog sistema, naročito u pogledu izvora napajanja i elastičnosti u prilagođavanju, ipak daje mnogo veću sigurnost i mnogo manji broj ispada u usporedbi sa radijalnom mrežom:

- kvar možemo lokalizirati na relativno mali sektor mreže između susjednih sklopki,
- reviziju ili radove održanja možemo izvoditi na pojedinim sektorima kružnog voda bez ometanja isporuke električne energije potrošačima na ostalim sektorima.

Radijalne mreže predstavljaju najjednostavniju izvedbu, ali su najnepovoljnije u pogledu kontinuiteta isporuke i naponskih prilika kod potrošača. Razlika između kabelske i nadzemne mreže osjetna je u pogledu naponske sigurnosti kao i u pogledu kontinuiteta. Prednosti koje daje kabelska mreža ne možemo uzeti u obzir u ovim razmatranjima, jer je ona zbog velike razlike u cijeni, ako je usporedimo sa nadzemnom mrežom, uvjetovana prvenstveno s urbanističkim stanovištem i obično nije rezultat razmatranja tehničkih uvjeta.

U našoj praksi se kod gradnje mrežnog oblika i kod gradnje zatvorenih radijalnih mreža susrećemo s poteškoćama u nabavci odgovarajućih aparatura (relejna zaštita), koje su neophodno potrebne za pravilan rad ovih sistema mreže. Druga prepreka zatvaranja radijalnih mreža i gradnji ostalih mrežnih oblika je zatečeno stanje mreže, koje se bez većih ulaganja ne može preformirati. Na osnovu sadašnjeg stanja možemo već unaprijed zaključiti, da u bližoj budućnosti nećemo imati sve naše mreže petljaste, prstenaste ili zatvorene, ma kako bile one pogodne za stvaranje boljeg kontinuiteta isporuke i boljih naponskih uvjeta kod



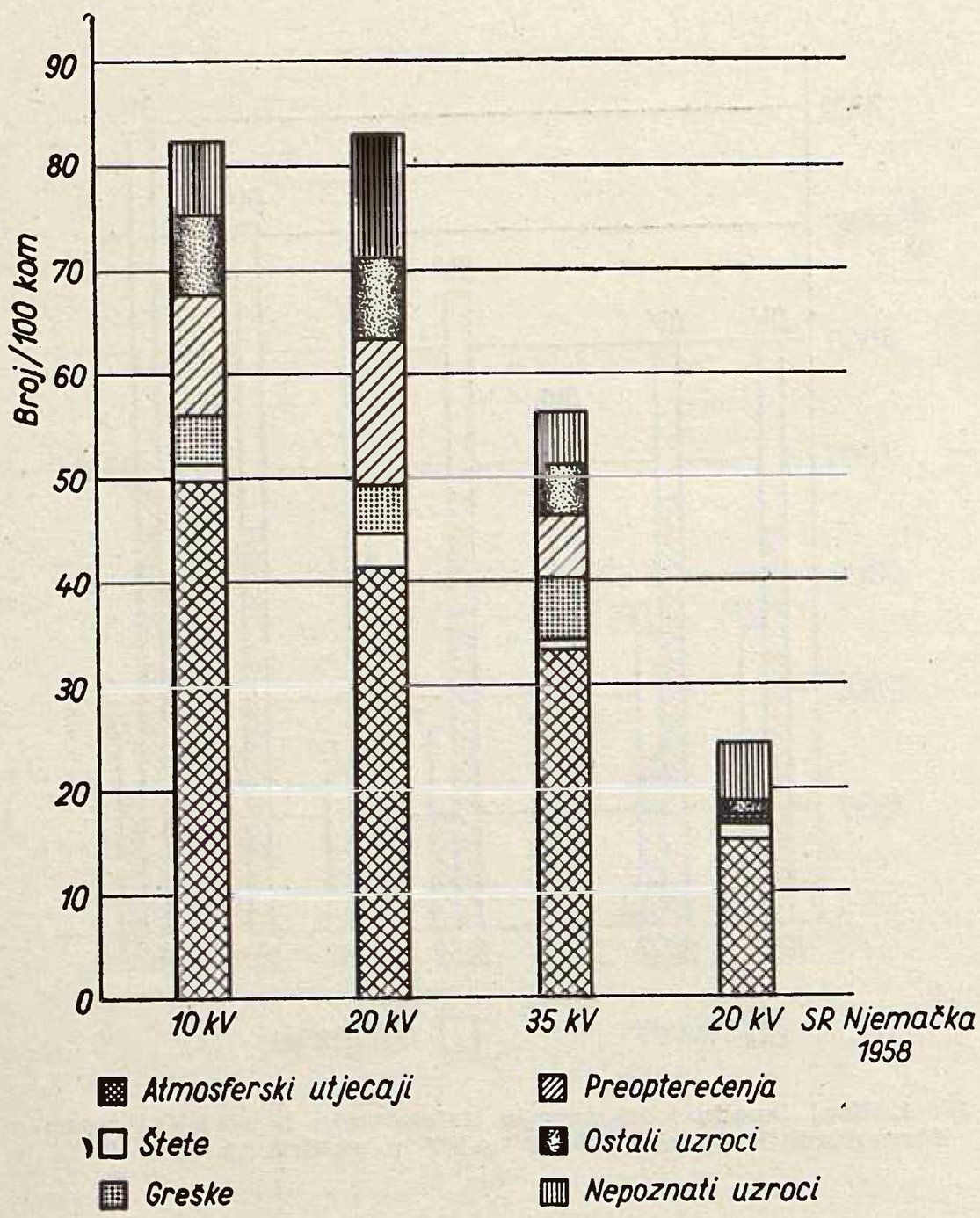
Sl. 1. Broj ispada i isklapanja dalekovoda 10—35 kV i transformatorskih stanica 35—10/0,4 kV u godinama 1956—1962.

potrošača. Da bi kasnije mogli zatvoriti što više radijalnih mreža samo pomoću dograđivanja poprečnih veza, preporučuje se gradnja radijalnih mreža (gdje za sada još nema uvjeta za stvaranje zatvorenih) standardiziranih u pogledu presjeka, što je od naročite važnosti kod kabelske mreže tako da bi se kasnije mogle bez većih poteškoća i ulaganja zatvarati.

Radijalne mreže, koje će ostati u pogonu kao radijalne, morat ćemo odgovarajuće opremiti u svrhu smanjivanja broja ispada na minimum. U tim mrežama nećemo izbjeći prekide isporuke električne energije prouzrokovane trajnim kvarovima, ali je potrebno izbjeći prekide koji bi bili prouzrokovani djelovanjem zaštite zbog kratkotrajnih smetnji.

Kratkotrajne smetnje ćemo eliminirati primjenom automatskog ponovnog brzog uključivanja, koje je pogodno u sistemima sa direktno ili indirektno uzemljenim zvjezdištem, kao i u sistemima s izoliranim zvjezdištem. Pošto prekide zbog trajnih kvarova ne možemo izbjeći, morat ćemo polagati naročitu pažnju na kvalitet ugrađenih postrojenja, na zaštitu mreže i na organizaciju održavanja.

Od pogonskih smetnji koje prouzrokuju kvarove dominiraju prenaponi, koji se u našim statistikama u većini slučajeva pripisuju atmosferskim prenaponima. Atmosferski prenaponi koji prouzrokuju kvar vrlo su česti, jer još uvijek nemamo odvodnike prenapona odgovarajućeg kvaliteta. Moramo istovremeno priznati da su potrebne izmjene i dopune u našim postojećim uputama za zaštitu mreža pomoću katodnih odvodnika. Pored smetnji i kvarova prouzrokovanih atmosferskim prenaponima pojavljuju se posljednjih godina sve češće



Sl. 2. Uzroci ispada po naponima na 100 km mreže prosjek 1956—1960.

kvarovi, koji su prouzrokovani internim prenaponima. Prema statistikama broj internih prenapona raste paralelno s povećanjem dužine mreže. Protiv ove vrste prenapona nemamo efikasne zaštite, te tako često dolazi do kvarova na postrojenjima pa i na samim prenaponskim odvodnicima. Protiv internih prenapona možemo u sadašnjem stanju mreža poduzeti slijedeće mjere:

— upotpunjavanje sistema koordinacije izolacije
— raspodjela mreže na manje sektore (posebno opasni interni prenaponi stvaraju se već tada ako dužina galvanski vezanih vodova prelazi 60 km)
— snižavanje internih prenapona pomoću uzemljenja zvjezdišta mreže.

Nemamo namjere upuštati se u same detalje tehničkih rješenja i izvedbi te zaključujemo, da u bližoj budućnosti ne možemo predvidjeti unifikaciju rješenja, koja bi bila ekonomsko-tehnički opravdana, kao na primjer: striktno uzemljenje zvjezdišta srednje naponske mreže i slično.

Naša rješenja će biti uvjetovana parametrima pojedinih područja i mreža uz primjenu svih modernih tehničkih sredstava, a u cilju što boljeg kontinuiteta isporuke električne energije.

Za ilustraciju navodimo grafički prikaz (slika 2) kod jednako obrađenih podataka o broju ispada 20 kV mreže Zapadne Njemačke i Slovenije. Iz prikaza se vidi, da ispadi zbog atmosferskih smetnji iznose u Zapadnoj Njemačkoj 62% od ukupnog broja ispada, odnosno 15 ispada na 100 km mreže. Međutim Slovenija ima procentualno manje ispada ove vrste tj. 50%, ali znatno više računajući na 100 km voda tj. 41,5 ispada. Interesantan je također podatak da zbog preopterećenja u 20 kV mreži Zapadne Njemačke, ispada praktički nema. Na osnovu spomenutog možemo zaključiti, da stoje pred nama u narednom razdoblju realne mogućnosti i opravdani uslovi u pogledu sniženja broja ispada i poboljšanja kontinuiteta isporuke električne energije.

Naponske prilike kod potrošača

U današnjoj distributivnoj mreži veći broj potrošača, naročito na niskonaponskoj mreži nema odgovarajućeg napona i to naročito u doba vršnog opterećenja mreže. Uzroci ovakvog stanja dobro su poznati, a ovakovo stanje vlada u većem dijelu distributivne mreže u svim našim republikama. Najjednostavnije rješenje je rekonstrukcija i izgradnja dovoljno jake distributivne mreže, koja će moći od reguliranog naponskog nivoa ili tačnije od napojnih transformatorskih stanica u kojima se vrši regulacija napona, razvoditi energiju i za vrijeme vršnih opterećenja konzuma, s padom napona u zadovoljavajućim granicama.

Prema gornjem, rješenje predstavljaju slijedeće mjere:

a) Rekonstrukcija i gradnja mreža
b) Povećanje gustoće transformatorskih stanica
c) Primjena regulacionih transformatora.

U planovima financiranja i proširene reprodukcije za sada nisu predviđena sredstva, koja bi omogućila ovakovo rješenje, pa ćemo biti prisiljeni prihvatiti kompleksnije rješavanje problema slijedećim mjerama:

a) Usmjeravanje potrošnje k ravnomjernijem dijagramu opterećenja
b) Kompenzacija jalove energije
c) Određivanje režima rada za aparate niskonaponskih potrošača, koji uzrokuju nedozvoljeno njihanje napona u mreži.

U slijedećem ćemo se izlaganju osvrnuti na sve gore spomenute tačke sa stanovišta kompleksnog rješavanja tehničkih pitanja, a u skladu sa zahtjevima konzuma i u okviru mogućnosti koje imamo u narednom razdoblju. Spomenute mjere nećemo izvoditi isključivo zbog kvaliteta električne energije, već je to potrebno i iz drugih razloga (snižavanje gubitaka, povećanje propusnosti postojeće mreže i sl.). Pod naslovom *Kvaliteta isporuke električne energije,* možemo rješavati i druge zadatke iz okvira uređenja distributivne mreže, jer se oni poklapaju u elementima rješavanja. Kod zadanog kompleksnog rješenja prinuđeni smo da vodimo računa o mnogim zahtjevima na primjer: ugrađena kondenzatorska baterija povećava propusnost voda na čiji je kraj priključena, snižava gubitke voda (naročito za vrijeme vršnih opterećenja), i ujedno uvjetuje bolje naponske prilike kod potrošača, itd.

Reronstrukcija i izgradnja mreže

Na područjima, gdje je konzum već prerastao postojeće mogućnosti mreže ili se on pojavljuje sa većim snagama pristupit ćemo rekonstrukciji i novogradnji. Naravno, da ćemo kod ovih razmatranja uzeti u obzir mogućnosti, koje nam daje zatvaranje mreža, kako u pogledu boljih naponskih prilika, tako i u pogledu povećanja propusnosti mreže. Zadržati postojeću mrežu s eventualnim prebacivanjem vršnog opterećenja bit će moguće samo u slučajevima, gdje postoje mogućnosti za prebacivanje relativno velike snage iz vremena vršnog u vrijeme nižeg opterećenja, o čemu ćemo još kasnije govoriti. Ako za ovaj pothvat nema uvjeta, treba pristupiti rekonstrukciji i novogradnji ili povećanju gustoće transformatorskih stanica.

Povećanje gustoće transformatorskih stanica

Ekonomski proračun i usklađivanje s perspektivnim razvojem mreže na određenom području uvjetovat će odgovarajuću varijantu gustoće transformatorskih stanica. Ako želimo štediti kod ulaganja sredstava u mrežu, pokazat će se veća potreba za ulaganjima u transformatorske stanice ili obrnuto. To znači da postoji i minimum troškova za mrežu i transformatorske stanice. Jasno je, da možemo uspoređivati samo tehnički pravilna rješenja tj. rješenja koja uzimaju u obzir pad napona u propisanim granicama, snošljive energetske gubitke kao i kontinuitet isporuke električne energije. Na ovom mjestu treba skrenuti pažnju na novije ekspertize profesora dr ing. Marjana Plapera, u kojima su obrađene optimalne snage i gustoća transformatorskih stanica u distributivnoj mreži.

Regulacija napona

U sadašnjem stanju naše mreže možemo smatrati u većini slučajeva da je ekonomski opravdana i neophodno potrebna regulacija napona u transformatorskim stanicama 110/x kV (x = 35, 20, 10 kV), što znači, da ćemo imati reguliran napon u srednjenaponskoj mreži gdje će mreža biti napajana s transformacijom 110/x kV. Porastom mreže 35 i 10 kV i povećanjem snaga u transformatorskim stanicama 35/10 kV ukazuje se sve veća potreba za regulacijom napona na transformatorima većih jedinica 35/10 kV dok regulacija napona pod opterećenjem x/0,4 kV neće ni u bližoj budućnosti doći u obzir. Kod regulacije napona teži se da bude reguliran što niži naponski nivo. Ovdje se mora spomenuti prednost koju nam daje ispuštanje jednog naponskog nivoa, kao i jedne transformacije, npr. 110/20 kV umjesto 110/35/10 kV, nasuprot mreži u kojoj se primjenjuje više napona i odgovarajućih transformacija, npr. 110/35/10 kV.

Usmjeravanje potrošnje ravnomjernijem dijagramu opterećenja

Izravnanje dijagrama opterećenja se više puta prikazuje kao potrebno i ekonomski opravdano, a u svrhu smanjenja investicionih ulaganja. Ova ulaganja će biti potrebna u narednom razdoblju u proizvodne, prijenosne i distributivne objekte zbog osiguranja snage za podmirenje vršnih opterećenja. U našim izlaganjima ograničavamo se na mogućnosti koje nam daje ravnomjerniji dijagram opterećenja distributivne mreže. S ovim prenosimo problem vršnog opterećenja na uže područje — na niži naponski nivo, koji ima vrlo dinamičan dijagram opterećenja. Mreža i sva distributivna postrojenja na nekom određenom području treba da su dimenzionirana za snagu vršnog opterećenja, koja se iz godine u godinu povećava. Ulaganje sredstava u distributivne objekte u svrhu podmirenja rastućih snaga vršnih opterećenja skupocjeno je. Izravnanje dijagrama opterećenja užih područja utjecat će na sniženje energetskih gubitaka, na veću propusnost postojeće mreže i poboljšanje naponskih prilika kod potrošača. Na raspolaganju su slijedeće mogućnosti:

- pomicanje rada nekih pogona industrija iz doba vršnog opterećenja, gdje je to moguće postići bez posljedica (elektropeći, industrijski bojleri itd.)
- izrada pogodnog programa rada pojedinih industrijskih potrošača s obzirom na dijagram opterećenja, koji u svom tehnološkom procesu prekidaju rad ili neravnomjerno angažiraju snagu (peći u željezarama, pumpe i slično),
- međusobno usklađenje programa opterećenja više industrijskih potrošača na istom području, tako da se pojedina vršna opterećenja ne superponiraju,
- forsirana upotreba aparata u domaćinstvima u vrijeme manjih opterećenja mreže.

Poseban problem predstavlja izravnanje dijagrama opterećenja u sektorima mreže sa relativno jakom potrošnjom kategorije »domaćinstvo«. I ovim potrošačima potrebna je kvalitetna električna energija što je moguće postići samo s relativno velikim ulaganjima sredstava u mrežu, naročito radi podmirenja vršnog opterećenja. Pošto su troškovi na područjima konzuma kategorije »domaćinstvo« za kW i kWh i tako najviši u usporedbi s drugim, potrebno je pribjeći mjerama za usmjeravanje potrošnje u svrhu ravnomjernijeg dijagrama opterećenja, umjesto problematičnog financijskog ulaganja u rekonstrukciju zbog vršnog opterećenja. Rekonstrukcija bi još povećala troškove za kW i kWh. Mjere koje možemo primijeniti kod industrijskih potrošača nećemo moći realizirati kod potrošača kategorije »domaćinstvo«, zbog njihovog velikog broja i relativno malih pojedinih snaga. Iskustva drugih zemalja i analize koje su bile izrađene kod nas ukazuju na slijedeće mogućnosti:

Dvotarifni sistem čiji efekti će doći do izražaja sa rastućim brojem dvotarifnih brojila, stimulirat će potrošača na veću potrošnju u doba nižih opterećenja mreže. Stimulacija će postati značajna sa novim tarifnim stavovima za električnu energiju.

Angažiranu snagu treba potrošač kao kupac da plati, jer mu je stalno na raspolaganju za korištenje i to adekvatno fiksnim troškovima prodavaoca električne energije. Ako potrošač štedi, zakupit će manju snagu, koja mu neće omogućiti priključak više aparata istovremeno, ali će zato biti njegov trošak za snagu razmjerno manji. Za sprovođenje ovog sistema potrebni su odgovarajući aparati o m e đ i v a č i s n a g e. Da bi ovaj sistem bio uspješan potrebno je dati odgovarajući akcent na naplaćivanje snage. Cijena za snagu neće biti fiktivna i administrativno određena u cilju rezanja vršnih opterećenja, već će biti u skladu sa troškovnim principima pošto su fiksni troškovi za mrežu veći od varijabilnih troškova, podvrgnutih broju distributivnih ili utrošenih kWh. Omeđivač snage služit će i kao moderan instalacioni elemenat u pogledu preopterećenja i kratkih spojeva. S omeđivačem snage otpada i često pozivanje montera radi pregorijevanja glavnih osigurača, a izostaje i nedozvoljena manipulacija skidanja plombi sa glavnih osigurača. Omeđivač snage poslužit će kao rastavni element između distributivne mreže i instalacije potrošača koju ćemo moći pomoću omeđivača preventivno odvojiti od distributivne mreže za vrijeme duže neupotrebe instalacije (godišnji odmor i slično).

Rad dvotarifnih brojila uslovljen je uklopnim satovima s kojima u sadašnjoj praksi nemamo dobra iskustva. Najveća mana uklopnih satova je njihova netačnost, koja iziskuje česta reguliranja. Ima dosta primjera da se kod potrošača, zbog netačnosti uklopnog sata, uklapa niža tarifa baš u vrijeme vršnog opterećenja. Zbog stimulativnog utjecaja novih tarifnih stavova možemo očekivati da ćemo ubuduće imati, naročito u većim stambenim područjima, sve veći broj dvotarifnih brojila s uklopnim satovima, pa možemo zamisliti povećanje troškova za njihovo uzdržavanje i reguliranje. Uklopne satove možemo zamijeniti uvođenjem tonfrekventnih uređaja (MTK — mrežna tonfrekventna komanda), i montažom MTK prijemnika umjesto uklopnih satova kod potrošača. Proračuni su pokazali da je za gradove i područje s većom gustoćom konzuma uvođenje MTK sistema ekonomski opravdano već kod 2.000 MTK prijemnika, koji dolaze na jedan MTK predajnik. Ovaj proračun bazira se na uspoređenju troškova između MTK sistema sa predajnikom i prijemnicima, i uklopnih satova. Pored toga je MTK pogodan i za upotrebu u druge svrhe (javna rasvjeta, vatrogasci, SUP i dr.). Sistem MTK je elastičan i daje pored tačnosti, koju uklopni satovi ne pružaju, također i mogućnost pomicanja vremena niže ili više tarife, prilagođavajući se dijagramu opterećenja. Za pojedina područja u kojima ćemo uvesti MTK zbog prednosti i mogućnosti koje nam daje, bilo bi najkorisnije složiti se za striktnu nabavku jednakih uređaja u svim distributivnim poduzećima Jugoslavije. Kod izbora najpogodnijeg sistema MTK za naše prilike sudjelovali su stručnjaci i operativa. U vezi s tim pitanjem bilo je izrađeno mnogo referata i održano mnogo stručnih sastanaka pa i savjetovanja. Iz zaključaka svih tih razmatranja moguće je ukazati na prednosti i mane koje donosi jedan ili drugi sistem i to u pogledu frekvencije ili drugih karakteristika. Nijedan sistem nema više loših ili više dobrih osobina od ostalih. Sve zavisi o tome s kog aspekta promatramo karakteristike aparata za sistem MTK. Na osnovu toga što je bilo do sada urađeno na području MTK možemo zaključiti, da je za naše prilike najbolji onaj sistem za koji bi se savjesno i disciplinirano dogovorili, tako da bi postao jugoslavenski.

Kompenzacija jalove energije

Prijenos jalove energije kroz postrojenja do potrošača umanjuje propusnost i kapacitet mreže i povećava energetske gubitke. Eliminiranjem ili barem sniženjem jalove energije u mrežama na minimum, postići ćemo višestruki rezultat:

1) sniženje padova napona i bolju regulaciju napona,
2) sniženje gubitaka energije i
3) povećanje kapaciteta mreže za djelatnu energiju

Imajući u vidu koristi koje nam daje kompenzacija jalove energije, upravo je teško shvatiti da u našoj praksi kompenzacija ne dobiva šire primjene. Sagledavamo stanje, jačamo mrežu, bilježimo energetske gubitke i loš kvalitet isporuke električne energije u pogledu napona, a istovremeno dopuštamo, da nam jalova energija struji kroz ionako nedovoljno jaku mrežu. Da bi se mogli lakše odlučiti za ovakav indirektni način rekonstrukcije naših mrežnih postrojenja, ilustrativno navodimo da francuska elektroprivreda ugrađuje u distributivnu mrežu kondenzatore, čija ukupna snaga iznosi polovinu godišnjeg prirasta djelatne snage. Ovakva ulaganja u kompenzaciju smatra francuska elektroprivreda ekonomskim, a pored toga još predviđa dodatnu montažu kondenzatorskih baterija i kod industrijskih potrošača, a sve sa ciljem da bi se što brže postigao optimum.

Određivanje režima rada za aparate na niskom naponu, koji svojim načinom oduzimanja električne energije prouzrokuju nedozvoljeno njihanje napona u jednom sektoru mreže, možemo provesti prilikom davanja energetskih suglasnosti za priključak takovih potrošača (motori i aparati za zavarivanje) na mrežu tako, da njihanje napona neće smetati ostalim potrošačima na tom sektoru mreže. Ove mjere možemo poduzeti za pojedine potrošače u relativno nedovoljno jakim mrežama, ako nema ekonomskog opravdanja ili mogućnosti za rekonstrukciju mreže.

3. Naponski nivoi u distribuciji

Sadašnje stanje u pogledu naponskih nivoa u distribuciji je šaroliko, iako već godinama važe JUS propisi, koji propisuju stepenovanje naponskih nivoa. Šarolikost je uvjetovana zatečenim poslijeratnim stanjem i brzinom elektrifikacije u

prvim godinama poslije rata, kao i nedovoljno promišljenim određivanjem naponskih nivoa prilikom donošenja JUS propisa o stepenovanju napona.

Podjela djelatnosti po naponskim nivoima

U historiji elektrifikacije naše zemlje navedeni su vodovi 10 i 20 kV, kao vodovi prijenosnog značaja. Kasnije su se gradili prijenosni vodovi napona 35, 50 i 110 kV i to paralelno sa jačanjem konzuma. Pri sadašnjem stanju i gustoći konzuma, prijenosni vodovi se planiraju i grade za napon 220 kV, a transformatorske stanice 110/x kV grade se u većini slučajeva za potrebe distribucije, te su i po svojoj suštinskoj namjeni i po značaju, distributivne. Sadašnja podjela po naponu na proizvodno-prijenosna poduzeća i distribuciju u skladu je sa realnošću poslijeratnog razvojnog perioda elektroprivrede koji, gledan iz današnjeg aspekta, već pripada historiji. Objekti i transformatorske stanice 110/x kV u principu su po sadašnjoj podjeli dio proizvodno-prijenosne sfere. U svom članku inženjer Hrvoje Vidović (*Proširivanje i izgradnja distributivne mreže u potrošačkim centrima eletroprivrede Jugoslavije,* Privredni pregled, Beograd, 1962.) konstatira da raspodjela električne energije u potrošačkim centrima prelazi od napona 10 kV na napon 35 kV i da pojedine transformatorske stanice 110/35 kV dobivaju distributivni karakter.

Tehnološki i energetski momenti, koji uvjetuju u narednom periodu izgradnju transformatorskih stanica 110/x kV u oblasti distribucije su slijedeći:

— Izgradnju transformatorskih stanica u potrošačkim centrima kao i u područjima sa većom gustoćom konzuma, na primjer u Sloveniji, neposredno diktira aglomeracija konzuma i konfiguracija postojeće srednjenaponske mreže. Izgradnja je uvjetovana perspektivnim potrebama potrošača i u vezi s time perspektivnim razvojem srednjenaponske mreže u svrhu racionalnog oblika distributivne mreže i osiguranje kvalitetne isporuke električne energije.

— Regulaciju napona, njen obim i režim rada u transformatorskim stanicama 110/x kV uvjetuje stanje srednjenaponske mreže i kvalitet isporuke električne energije potrošačima.

— S obzirom na važnost i potrebe potrošača svog područja, distribucija je neposredno odgovorna da osigura odgovarajuću rezervu u transformatorima u slučaju kvarova.

— Automatizaciju i daljinsko upravljanje distributivnim objektima moguće je racionalno realizirati samo u objektima u kojima se nalazi transformacija 110/x kV. Za što kraće vrijeme prekida zbog kvarova u stanicama 110/x kV, a s tim i za njihovo brže otklanjanje, distribucija je živo zainteresirana, jer je neposredno odgovorna za kvalitet isporuke električne energije potrošačima.

— Poseban primjer predstavljaju prolazne transformatorske stanice priključene na prijenosne vodove 110 kV. I u ovim slučajevima transformatorske stanice 110/x kV su distributivne, međutim visokonaponski dio do transformatorske sklopke po svojoj funkciji je prijenosnog značaja. Svi ostali tehnički uslovi u pogledu zaštite, eventualne stabilnosti prijenosa i slično, mogu se odrediti prilikom davanja energetske suglasnosti distribucije za priključak transformatorskih stanica.

U zadnje vrijeme ima mnogo loših iskustava sa administrativnom podjelom po naponima, jer proizvodnja i prijenos zbog prezauzetosti svojim problemima ne mogu se uživjeti u nužnu izgradnju distributivnih objekata 110/x kV, tako da se deficit propusnosti u distributivnim mrežama povećava iz godine u godinu. Naročito kritična situacija nastala je zadnjih godina u svim potrošačkim centrima i uopće u područjima s relativno većom gustoćom konzuma. Sasvim je razumljivo da je proizvodno-prijenosna sfera u prvom redu izgrađivala objekte od bitne važnosti za svoju djelatnost, a tek u drugom planu za distribuciju. Ovih problema nije bilo samo u onim područjima gdje se moglo u okviru sredstava, koja su bila na raspolaganju za izgradnju, podmiriti sve potrebe, ili gdje gustoća konzuma ovim transformatorskim stanicama još nije davala distributivni karakter.

Za ilustraciju navodimo, da se planom izgradnje distributivnih objekata Slovenije za vrijeme od 1965. do 1971. godine, predviđa izgradnja distributivnih transformatorskih stanica 110/x kV ukupne snage 450 MVA.

Za ekonomsko ulaganje sredstava u razvoj distributivne mreže, potrebna je podjela prema namjeni a ne administrativna podjela po naponima. U suprotnom slučaju imat ćemo neminovno neekonomska i neperspektivna ulaganja.

Stepenovanje napona

Prilikom razmatranja racionalnog oblika distributivne mreže u pogledu naponskih nivoa, moramo u potpunosti sagledati ozbiljnost zadatka koji pred nama stoji u narednom razdoblju. Za podmirenje porasta konzuma uz istovremeno postizavanje odgovarajućeg kvaliteta isporuke električne energije, potrebno je uložiti sredstva koja premašuju sadašnju vrijednost naših objekata, ako promatramo naredno razdoblje sedmogodišnjeg plana. Naravno, da ćemo kod ovakvih ulaganja na nekim područjima izgraditi nove mreže, a na mnogim rekonstruirati mrežu u toj mjeri, da će skoro u potpunosti promijeniti svoje sadašnje lice. Za ovakva područja treba na osnovu predviđenog konzuma odrediti pravilan naponski nivo ili drugim riječima, odrediti najracionalnije stepenovanje napona.

Detaljne studije u mnogim razvijenim zemljama pokazuju, da se za nadzemne vodove ekonomski srednji naponi kreću od 15 do 30 kV, a za kabelske mreže od 10 do 29 kV. Ekonomski odnosi između visokog i srednjeg napona kreću se oko 5 : 1. U specijalnim uslovima mogu odnosi napona znatno odstupiti od spomenutog prosječnog optimuma,

na primjer prema višem odnosu kod vrlo velikih površinskih opterećenja, i prema nižem, kod vrlo sporog porasta snage mreže. U jugoslavenskim razmjerima ima napon 110 kV dovoljno čvrstu osnovu tako, da ga možemo smatrati fiksnim, što znači da prema spomenutim proporcijama optimalan napon za srednji naponski nivo u prosjeku iznosi:

$$\frac{110}{5} \doteq 20 \text{ kV}$$

Naš jugoslavenski standard JUS N.A 2001/1957. obuhvaća slijedeće pogonske napone: 10, 35, 110 i 220 kV.

Napon 20 kV predviđa se kao srednji napon u specijalnim slučajevima, kada se može opravdati odgovarajućim ekonomskim momentima. Navedeni standard bio je usvojen 1957. godine bez ikakvih detaljnih studija. Na usvajanje ovog standarda utjecali su standardi Sovjetskog Saveza, za koje možemo tvrditi, da ih je nemoguće bez svake promjene primijeniti na naše prilike, jer su prostranstva i gustoće naseljenosti neusporedivo različite. Treba konstatirati i činjenicu, da postoji u svijetu jaka tendencija za upotrebu napona 20 kV u mnogim zemljama pa i u onim u kojima se ovaj napon do sada uopće nije upotrebljavao. Do sada izrađene studije za Sloveniju prikazuju napon 20 kV kao optimalan za srednji naponski nivo. Uvođenjem napona 20 kV u nekim područjima, eliminirat ćemo jednu transformaciju (110/20/0,4 kV umjesto 110/35/0,4 kV). Za Zapadnu i Istočnu Njemačku, a također i za Austriju poznata je upotreba 20 kV napona za srednji naponski nivo s tim, da se u gradovima s jakom gustoćom konzuma i s jako razvijenom kabelskom mrežom, upotrebljava napon 10 kV. (Podaci o naponu 20 kV uzeti su iz dokumentacije »Inštituta za elektriško gospodarstvo in elektroindustrijo« u Ljubljani, koji obrađuje ovu problematiku za potrebe distribucije Slovenije).

Na osnovu razmatranog možemo zaključiti, da je potrebno za sve mreže koje ćemo graditi ili rekonstruirati u narednom razdoblju, prethodno obraditi problematiku stepenovanja napona u svrhu dobivanja optimalnih rješenja konfiguracije mreže kao i u svrhu najekonomičnijeg ulaganja sredstava.

4. Tehnologija rada

Tehnologija rada u distributivnim poduzećima nije se razvijala paralelno sa rastom distributivne djelatnosti. U posljednje vrijeme se ukazuje na velike mogućnosti, koje nam pruža usavršavanje tehnologije rada u izgradnji, održavanju i pogonu distributivne mreže s akcentom na potrebi povećanja produktivnosti živog rada i uloženih sredstava. Zbog velikih unutrašnjih rezervi, koje nam pruža rješavanje tehnoloških problema, možemo očekivati u narednom razdoblju upotpunjavanje tehnologije rada, koja će zauzeti mjesto koje joj pripada. Upotpunjena tehnologija rada imat će znatan utjecaj na stvaranje racionalnih formi organizacije, i to ne samo u osnovnim distributivnim jedinicama, već i u distributivnim poduzećima, stručnim službama i sličnim. Sadašnje organizacione forme koje su proizišle više ili manje iz političko-ekonomskih koncepcija, ukazuju na nerazvijenu tehnologiju rada, koja u sadašnjem stanju nije sposobna da diktira najracionalniji profil organizacije i smjernice za njen razvoj.

Tipizacija i standardizacija

Tipizacija i standardizacija se razvijaju u okviru pojedinih poduzeća i poslovnih udruženja u svrhu pojednostavljenja i racionalizacije poslovanja, izgradnje, rekonstrukcije i održavanja. Već skromni početak na radu internih standarda pokazao je dobre rezultate i ukazuje na potrebu za još intenzivnijim radom na ovom području. Stalno organiziran rad na standardizaciji i tipizaciji, koji treba da se proširi preko granica republike, neće kočiti primjenjivanje novih tekovina tehnike, jer mora biti organiziran na dinamičkim principima tako, da je u mogućnosti slijediti razvoj tehnike i skladno se s njima upotpunjavati. Već sadašnja praksa pokazala je da nova rješenja, koja individualno uvodimo iz dana u dan u našu praksu, ne predstavljaju sagledavanje svih faktora, koji utječu na racionalnu izgradnju i eksploataciju. Sa pojedinim obrađenim izvedbama moguće je poslije utvrđivanja prednosti, a uz sagledavanje svih faktora, promijeniti ili upotpuniti postojeću tipizaciju. Tipizacija i standardizacija daje industriji distributivne opreme pravilnu orijentaciju u pogledu tehničkih karakteristika i daje mogućnost masovne proizvodnje pojedinih tipiziranih elemenata. Kao rezultat može distribucija očekivati kvalitetnu i jeftiniju opremu.

Mehanizacija rada

počela se primjenjivati u distributivnim poduzećima posljednjih godina (npr. kopanje kanala za kabele, transportna sredstva i sl.) Iako imamo još vrlo malu mehanizaciju, potrebno je već u početku uvođenja brinuti se za njeno pravilno i racionalno iskorištavanje. Mehanizacija treba da ima za cilj, kako oslobođenje radnika od težih radova, tako i stvaranje općenito boljih uvjeta za rad, pri čemu se ne smije zaboraviti njen osnovni cilj a to je veća produktivnost i bolji kvalitet, jer samo oni mogu opravdati znatna ulaganja sredstava u mehanizaciju. Pored mehanizacije u pogonu i u izgradnji distributivne mreže, važna je i mehanizacija poslovanja u distributivnim poduzećima. Sadašnje stanje, npr. kod obračuna prodaje električne energije, uvjetuje relativno veliki aparat koji klasičnim načinom rada ne može dati zadovoljavajuće rezultate a naročito u pogledu detaljnijih statističkih obrada prodaje, kao ni u pogledu sigurnosti izračunatih podataka. Zbog ovog stanja, veće distributivne organizacije su počele mehanografskom obradom podataka ili se pripremaju za njeno uvođenje. Osim obrade podataka koji spadaju u okvir privredno-računskih i općih sektora,

ima velikih potreba i za mehanografskom obradom tehničkih radova, od kojih možemo navesti slijedeće:

- utvrđivanje gubitaka u 35, 20, 10 kV prijenosu i transformaciji,
- utvrđivanje gubitaka u pojedinim transformatorskim stanicama,
- izrada planova održavanja vodova i transformatorskih stanica,
- obrada problema investicionog održavanja,
- tehnička dokumentacija,
- analiza tokova energije na pojedinim sektorima mreže,
- obrada i evidencija zaštitnih elemenata distributivnih postrojenja kao i svih tehničkih elemenata, koji utječu na razne tehničke normative i proračune mreže,
- proračuni kratkih spojeva i stabilnosti.

Automatizacija

Automatizacija i daljinsko upravljanje već su dobili u distribuciji svoje građansko pravo. Naravno, da u sadašnjem stanju distribucije još ne možemo govoriti o njihovoj širokoj primjeni. U potrošačkim je centrima često primijenjena lokalna automatizacija i daljinske komande, a u ostalim područjima uvode se automatsko ponovno uključivanje i signalizacija. Daljnji razvoj usko je povezan sa odgovarajućim neophodno potrebnim telekomunikacionim vezama koje moraju biti sigurne i u slučajevima kvara na distributivnim objektima. U gradovima, paralelno sa izgradnjom i rekonstrukcijom objekata idemo u izgradnju automatizacije i daljinskih komandi.

Iz urbanističkih razloga, energetske mreže u gradovima su kabelske, a također i telekomunikacioni vodovi, koji u kabelskoj varijanti pružaju veću sigurnost u pogonu. Ovdje se susrećemo s problemom kopanja gradskih ulica, koji predstavlja više puta nerješiv problem, kako u pogledu troškova, tako i u pogledu dozvola gradskih uprava za ovakve radove. Na ovom mjestu treba istaći mogućnost preventivnog polaganja signalizacionih i komandnih kabela. Ako bi se zajedno sa svim energetskim kabelima koje gradimo, istovremeno polagali i vodovi slabe struje, bez obzira da li ih trenutno trebamo ili ne, eliminirali bi poteškoće na koje ćemo kasnije naići kod proširivanja automatizacije i daljinskog upravljanja. Kod polaganja telekomunikacionog kabela u gradskim prilikama, cijena kabela je niska prema ostalim radovima.

Sredstva, koja bi bila potrebna kao dodatak kod polaganja kabela slabe struje paralelno s energetskim kabelima u svim slučajevima, opravdana bi bila već ako bi kasnije iskoristili samo 5—10% postojećih telekomunikacionih puteva. Tvornice kabela mogu energetskim kabelima prigraditi još parice telekomunikacionih kabela, što bi predstavljali način jeftinijeg rešenja i stvaranja uslova za kasnije nesmetan razvoj automatizacije i daljinskog upravljanja.

Rješenja izvedbi automatizacije i daljinskog upravljanja specifična su za pojedine konkretne primjere. Postrojenja i aparature razvijaju se brzim tempom. Što je danas novo i moderno, sutra je već staro. Na kraju možemo zaključiti, da je nemoguće stvoriti recept pojedinih rješenja i izvedbi za čitavu distribuciju u pogledu tehničkih rješenja. Na ovom području poželjna će biti izmjena iskustava i zajedničko određivanje tipova i pojedinih karakteristika aparatura i postrojenja, što je potrebno zbog lakšeg održavanja, nabave rezervnih dijelova, pa i zbog masovnije i kvalitetnije proizvodnje.

Tehnički propisi

Tehnički propisi pružaju jak oslonac kod izgradnje, pogona i održavanja distributivnih objekata. Distribucija je, kao veliki potrošač, zainteresirana za standardizaciju, jednostavnost, pravilnost i jednoobraznost, koju pružaju tehnički propisi. Oni treba da se stalno upotpunjavaju i prilagođavaju razvoju tehnike i prakse, jer samo takvi propisi mogu osigurati pravilnu upotrebu rezultata tehničkog napretka. U zadnjim godinama nije se mnogo radilo na ovim propisima, tako da je niz tačaka iz propisa postao predmet kritike pa i kočenja razvoja. Nadamo se, da će SMEIT, koji je počeo radom na tehničkim propisima, u saradnji sa stručnjacima iz operative i na osnovu njihovih primjedaba, nadoknaditi ono, što u prošlom razdoblju nije bilo urađeno. Rad na tehničkim propisima ne smije biti kampanjski i brzoplet i zahtijeva stalan rad stručnjaka sa uskom povezanošću sa praksom. Pošto je SMEIT tek počeo s organiziranim radom na propisima, potrebno mu je pomoći kompletnim i obrađenim prijedlozima za promjene i dopune. Razumljivo je da ćemo to najlakše postići jedinstvenim prijedlogom distribucije Jugoslavije. U tom cilju je potrebno, da Koordinacioni odbor distributivnih poduzeća i republičkih udruženja Jugoslavije organizira rad na propisima iz oblasti distribucije, u kojem bi učestvovala poduzeća i poslovna udruženja. S ovako formiranim stavovima, distribucija će pomoći stručnoj komisiji za propise pri SMEIT-u i osigurati da njezine primjedbe budu primljene kao sastavni dio propisa.

Primjena stupova za 10, 20 kV i niskonaponske mreže upućuje također na potrebu promjene tehničkih propisa na osnovu stečenih iskustava, a također i zbog mogućnosti jeftinije gradnje mreže i proizvodnje stupova. Kako kod obrade stupova, tako i kod obrade drugih elemenata distributivnih postrojenja, naići ćemo na tehničke propise, koje ćemo morati upotrebiti u skladu s iskustvima i proizvodnim mogućnostima proizvođača distributivne opreme.

5. Zaključak

Želi li se postići tehnička konsolidacija naših distributivnih mreža, potrebno je u narednom sedmogodišnjem razdoblju provesti niz tehničkih mjera sa krajnjom zajedničkom svrhom, da se pot-

rošačima električne energije osigura bolji kvalitet isporučene električne energije. Paralelno s tehničkim mjerama potrebno je usavršavati i tehnologiju rada odgovarajućih sektora u distributivnim poduzećima, sa svrhom da se poveća ekonomičnost uloženih sredstava kao i produktivnost rada.

Tehničke mjere koje doprinose konsolidaciji distributivnih mreža su slijedeće:

1. — plansku izgradnju distributivnih mreža tako oblikovati i dimenzionirati da se prekidi u isporuci električne energije mogu, uz odgovarajuću zaštitu, svesti na minimum.

2. — provođenje zaštite od atmosferskih prenapona ugradnjom odgovarajućih katodnih odvodnika, dosljednim provođenjem koordinacije izolacije i sl.

3. — provođenje zaštite od unutarnjih prenapona pravilnim tretiranjem zvjezdišta distributivnih mreža.

4. — rekonstrukcija distributivnih mreža, povećanje gustoće transformatorskih stanica i primjena regulacionih transformatora konsolidirat će naponske prilike kod potrošača električne energije. Ali, imajući u vidu stvarna financijska sredstva koja stoje na raspolaganju, treba primjenjivati i kompleksnije načine rješavanja problema naponskih prilika, a to su: usmjeravanje potrošnje k ravnomjernijem dijagramu opterećenja, kompenzacija jalove energije, određivanje režima rada potrošača koji uzrokuju njihanje napona u mreži. U pogledu usmjeravanja potrošnje k ravnomjernijem dijagramu primjena MTK dovodi do ekonomski i tehnički najpovoljnijih rezultata.

5. — planiranje, izgradnja i pogon transformatorskih stanica 110/x kV u potpunoj kompetenciji distributivnih poduzeća neposredno odgovornih potrošačima u pogledu kvalitete isporuke električne energije. U tom smislu organizacija elektroprivrede Jugoslavije treba da se prilagodi tehnološkom procesu koji se danas odvija i da odbaci administrativnu podjelu na proizvodno-prijenosna i distributivna poduzeća izvršenu prema nivou napona postrojenja.

6. — razrada problematike stepenovanja napona (eliminiranje jednog od napona, uvođenje napona 20 kV) kao jedan od bitnih preduvjeta pri planiranju rekonstrukcija postojećih i izgradnje perspektivnih mreža u područjima s većim gustoćama konzuma.

7. — neprekidan rad na usavršavanju tehnologije rada distributivnih poduzeća u smislu tipizacije i standardizacije elemenata mreža u širim, jugoslavenskim okvirima, mehanizacije rada pri izgradnji postrojenja, uvođenja mehanografije pri obradi i evidenciji tehničkih i financijskih podataka, uvođenja automatizacije postrojenja i usavršavanja tehničkih propisa za izgradnju i pogon distributivnih postrojenja.

Naslov pisca: Janez Hrovatin, dipl. ing. Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Slovenije, Ljubljana

PRIMENA TRANSFORMATORA S REGULACIJOM NAPONA POD OPTEREĆENJEM U ELEKTRIČNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Petar Pavlović, Novi Sad

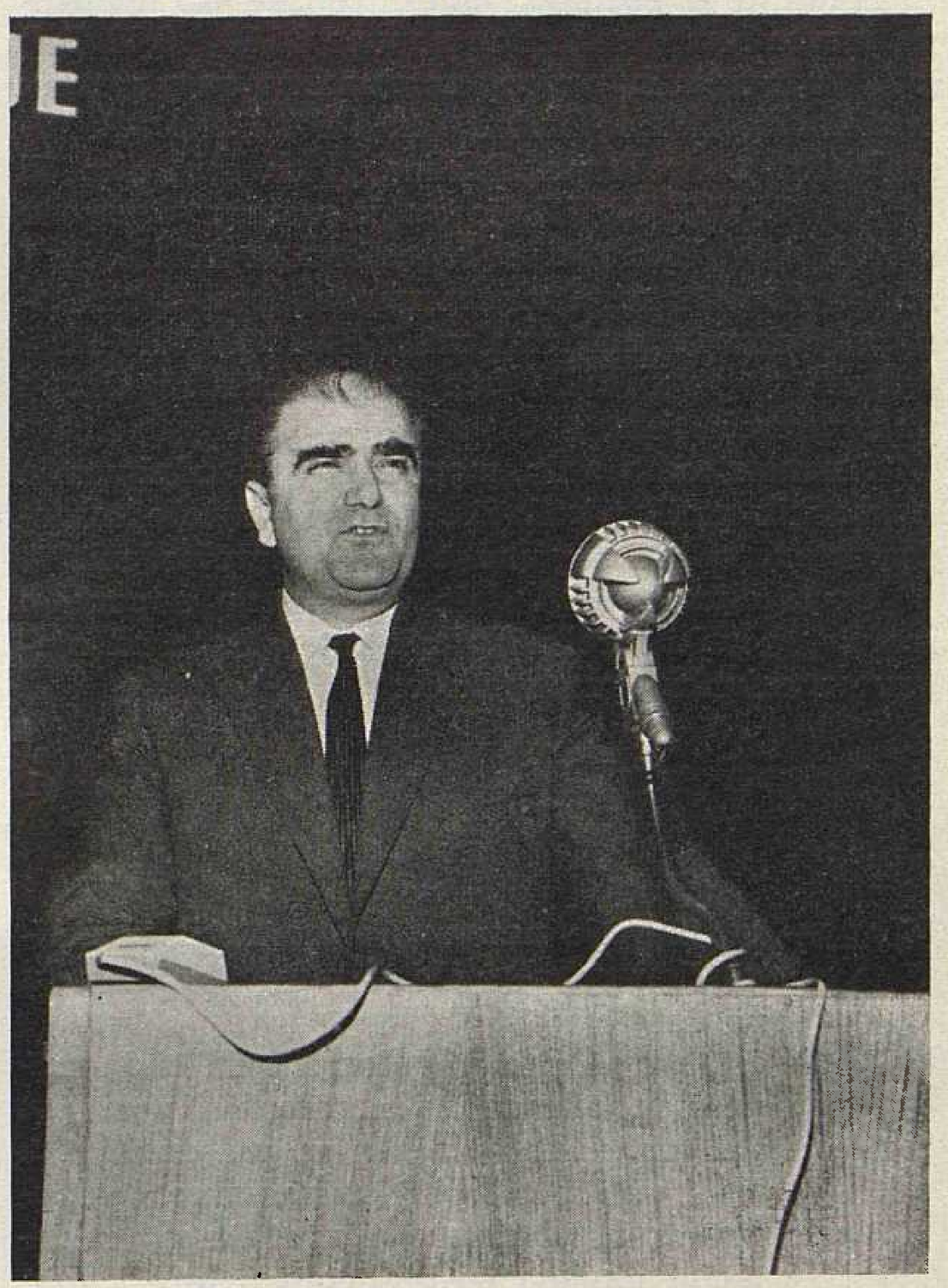
U članku se razmatra pitanje kvaliteta napona u našim električnim distributivnim mrežama s gledišta održavanja napona kod potrošača u dozvoljenim granicama. Tehničkoj analizi je podvrgnuta cela distributivna mreža, tj. od sabirnica 35 kV u TS 110/35 kV pa do potrošača na niskom naponu za slučaj kad se ne primenjuje regulacija pod opterećenjem i za slučaj kada se primenjuju regulacioni transformatori 35/10 kV. Načinjena je analiza i ekonomske opravdanosti primene regulacionih transformatora 35/10 kV.

DK 621.316.1

1. Uvod

Pitanje održavanja napona u dozvoljenim granicama jedno je od vrlo važnih pitanja u električnim mrežama uopšte, a posebno u električnim distributivnim mrežama, budući da je ogromna većina potrošača neposredno na njih priključena i iz njih se neposredno napaja. U prenosnim mrežama, tj. mrežama 110, 220 kV i višim, već odavno je u primeni regulacija napona pod opterećenjem putem transformatora s ugrađenim regulacionim prekidačima koji regulišu napon u mrežama bez prekida opterećenja ili se primenjuju i druga dopunska sredstva kao primena sinhronih kompenzatora, rednih kondenzatora i slično. Međutim u distributivnim mrežama, tj. u mrežama nižim od 110 kV kod nas, a i u većem delu drugih zemalja, primenjuju se isključivo transformatori bez mogućnosti regulacije napona pod opterećenjem. Ako se u ovim mrežama i nađe kakav transformator s regulacijom pod opterećenjem, to je vrlo redak slučaj kod nekog specijalnog potrošača, čija tehnologija ne dozvoljava loše naponske prilike koje vladaju u distributivnim mrežama.

Ovakvo stanje u našim distributivnim mrežama nije zadovoljavajuće i traži rešenje ovog problema. Potrošači se često žale na vrlo loše naponske prilike, naročito na niske napone pri maksimalnim opterećenjima i istovremeno previsoke napone pri malim opterećenjima, što sve izaziva već poznate posledice: nemogućnost korišćenog punog kapaciteta motornog pogona u industriji, pregaranje svetlećih tela i prevremeno starenje ostalih električnih uređaja itd. Kod pojave ovakvih stanja, koja nisu retka, u sadašnjoj praksi kod nas se obično pribegava izgradnji novih vodova i transformatorskih stanica 35 ili 10 kV što je za duži period tehnički nedovoljno, a u ekonomskom pogledu neopravdano, jer zahteva relativno visoka investiciona ulaganja u odnosu na primenu nove tehnike za održavanje kvaliteta napona u distributivnim mrežama. U većini slučajeva, sem u mrežama većih gradova gde je opterećenje koncentrisano i gde su snage kratkog spoja relativno visoke, osnovni kriterijum za dimenzionisanje preseka u distributivnim mrežama jeste dozvoljeni pad napona u vodu. Ovako izabrani preseci daleko su veći od ekonomski opravdanih preseka na bazi ekonomske gustine struje, što dovodi do toga da su nam provodnici na distributivnim vodovima dimenzionisanim po kriterijumu dozvoljenog pada napona daleko neiskorišćeni prema njihovim mogućnostima, te usled toga dobijamo neopravdano visoke troškove.



Jedini način da se ovo izbegne jeste primena regulacije napona pod opterećenjem i u samoj distributivnoj, a ne samo prenosivoj 110 i 220-kV-noj mreži. Primena otočnih kondenzatora u distributivnim mrežama u osnovi ne rešava (mada mu doprinosi) ovaj problem, budući da je njihov osnovni zadatak smanjenje gubitaka u mreži a samim tim njena ekonomičnija eksploatacija. Rešenje problema rednim kondenzatorima, sem po-

jedinih slučajeva, opšte uzevši u distribuciji nije efikasno budući da oni daju najbolji efekat kod vodova s većim presecima i relativno niskog faktora snage (oko 0,6 — 0,7), što je upravo obrnuto od distribucije (naročito vazdušne mreže) gde su pretežno mali preseci i relativno visok faktor snage (oko 0,9). Rešenje treba tražiti u primeni energetskih transformatora s automatskom regulacijom pod opterećenjem i to transformatora 35/10 kV, kao osnovnom načinu za rešenje pitanja regulacije napona u distributivnim mrežama.

2. Tehnička analiza naponskih prilika bez primene i s primenom regulacije napona

Kao što je poznato, jugoslovenska distributivna mreža ima standardne napone 35,10 i 0,38 (0,4) kV. Vodovi ovih napona međusobno su povezani transformatorima 35/10 i 10/0,4 kV. Cela pak distributivna mreža priključena je na sabirnice 35 kV u TS 110/35 kV koje su u sastavu prenosne mreže, van distribucije. Transformatori 110/35 kV su obavezno s regulacijom napona pod opterećenjem, dok su transformatori 35/10 i 10/0,4 kV (distributivni) po pravilu bez mogućnosti regulacije pod opterećenjem.

Razmotrićemo sada mogućnosti za održavanje naponskih prilika kod distributivne mreže transformatorima bez regulacije pod opterećenjem.

Opšti obrazac koji daje odstupanje napona u ma kojoj tački mreže i u ma koje vreme od njegove nominalne vrednosti je:

$$\delta U_c = \sum_1^m \delta U_t - \sum_1^n \Delta U_t \qquad (1)$$

gde je:

δU_c — odstupanje napona od nominalne vrednosti u nekoj tački C mreže, izraženo u procentima;

$\sum_1^m \delta U_t$ — algebarski zbir povećanja i sniženja napona u odnosu na nominalnu vrednost napona mreže izražen u procentima, a koja potiču od priključnog napona, zatim transformatora i uređaja za regulaciju napona postavljenih u mreži koja se analizira;

$\sum_1^n \Delta U_t$ — zbir gubitaka napona u svim elementima mreže od priključka mreže do stezaljki potrošača u tački C mreže;

m — broj povećanja i sniženja napona u razmatranoj mreži počevši od priključka mreže do date tačke C;

n — broj elemenata u istoj mreži.

Najpre ćemo razmotriti slučaj stanja naponskih prilika u 10 i 0,4 kV-noj mreži ako se na strani 10 kV stanice 35/10 kV održava stalan napon u ma kom trenutku rada mreže. To znači, razmotrićemo stanje naponskih prilika u slučaju takve distributivne mreže kod koje je pogodnom regulacijom napona u TS 110/35 kV na sabirnicama 10 kV u TS 35/10 kV moguće održavati stalan napon, bez obzira na promenu opterećenja u mreži. Za ovakav slučaj za posmatranje napona kod potrošača opšta jednačina (1) dobija oblik:

$$\delta U_{potr} = \delta U_š - \Delta U_{10} + \delta U_{pt} - \Delta U_{pt} - \Delta U_{0,4} \qquad (2)$$

gde je:

δU_{potr} — odstupanje napona kod potrošača od njegove nominalne vrednosti

$\delta U_š$ — odstupanje napona na sabirnicama 10 kV od njegove nominalne vrednosti;

ΔU_{10} — gubitak napona u vodovima 10 kV;

δU_{pt} — povećanje ili sniženje napona na transformatoru 10/0,4 kV izazvano položajem otcepa na visokonaponskim namotima istog transformatora kao i povećanjem (obično 5 %) sekundarnog napona pri praznom hodu transformatora kada mu se s primarne strane priključi nominalni napon;

ΔU_{pt} — gubitak napona u transformatoru 10/0,4 kV;

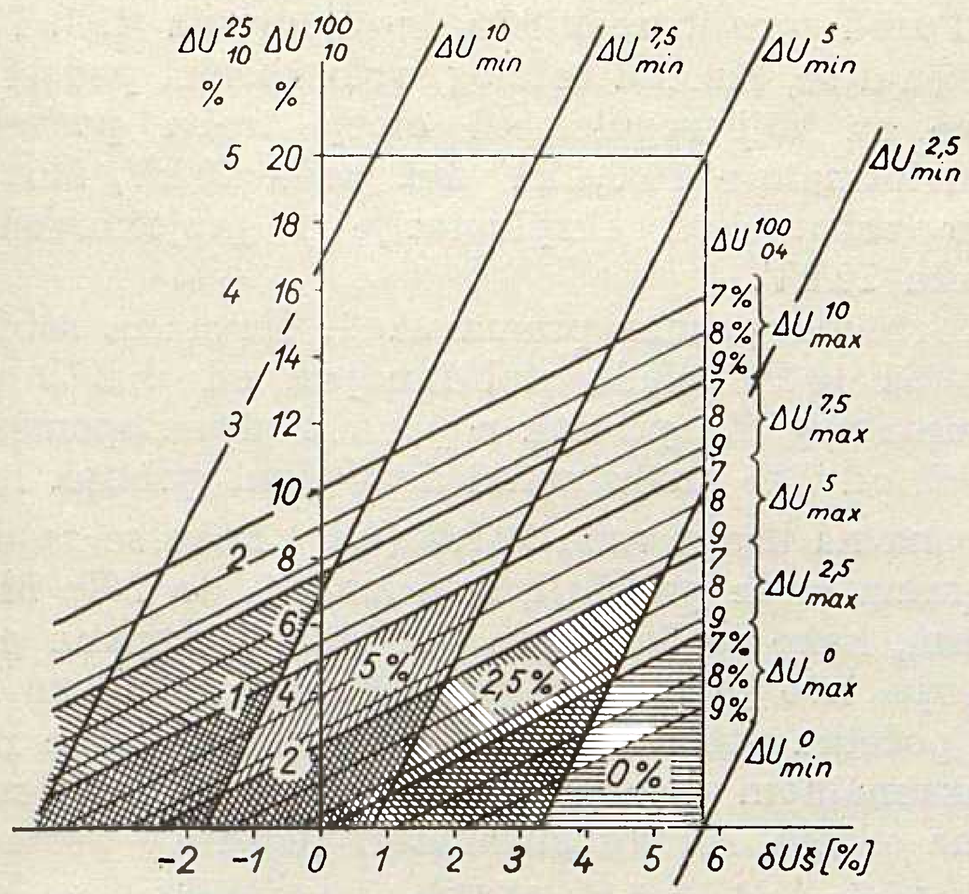
ΔU_{04} — gubitak napona u niskonaponskim vodovima od TS 10/0,4 kV do posmatranog potrošača.

Sve gornje vrednosti izražene su u procentima svojih nominalnih napona.

Kod analize kvaliteta napona u mreži osnovni je kriterijum odstupanje napona kod potrošača (U_{potr}) od njegove nominalne vrednosti i to pri svim stanjima opterećenja mreže. Ukoliko je odstupanje manje utoliko je, s naponske tačke gledišta, kvalitetnije napajanje potrošača električnom energijom. Kod nesređenih naponskih prilika, obično je kod maksimalnog opterećenja mreže napon kod potrošača znatno niži od nominalnog, dok je pri minimalnim opterećenjima znatno viši tj. nastaje velika fluktuacija napona kod potrošača.

Mnoge zemlje su svojim tehničkim propisima, a u zavisnosti od svojih prilika, propisale dozvoljena odstupanja napona. Ona se najčešće kreću u granicama ± 5 % od svoje nominalne vrednosti. Kod nas u ovom momentu ne postoje važeći propisi u kojim granicama se mora držati napon kod potrošača. Međutim, u doskora važećim »*Opštim uslovima za isporuku električne energije*« (Sl. list FNRJ br. 2/64) ovo je bilo propisano s ovim vrednostima: najviše + 5% a najmanje — 10% od nominalne vrednosti napona. Iako su ove tolerancije prilično široke, nemajući drugih propisa za naše prilike, u svim daljim analizama usvojene su ove dozvoljene granice odstupanja napona kod potrošača.

Analizu naponskih prilika načinićemo za dva ekstremna slučaja rada mreže i to za maksimalno i za minimalno opterećenje. Pri tome ćemo uzeti da maksimalno opterećenje potrošača, za koje vršimo analizu, nastupa u momentu maksimalnog opterećenja, a minimalno u momentu minimalnog opterećenja mreže. Odnos minimalnog i maksimalnog opterećenja kod naših distributivnih mreža se kreće oko 1 : 4 do 1 : 3. Za naš račun možemo usvojiti 1 : 4 pa ćemo obuhvatiti i najgore slučajeve.



Sl. 1. Dijagram gubitka napona u vodu 10 kV pod uslovom da odstupanje napona kod potrošača bude —10% kod maksimalnog i +5% kod minimalnog opterećenja.

Znajući da je kod transformatora 10/0,4 kV pri nominalnom opterećenju i faktoru snage 0,9 gubitak napona $\Delta U_{pt}^{100} = 3\,\%$, za konkretne gornje uslove jednačina (2) posle sređivanja dobija se za dopušteni gubitak napona u vodovima 10 kV:

— za maksimalno opterećenje:

$$\Delta U_{10\,max} = \delta U_{š}^{100} = \Delta U_{0,4}^{100} + \delta U_{pt} + 7 \qquad (3)$$

— za minimalno opterećenje mreže, stavljajući $\Delta U_{0,4} = 0$ (provera za najbližeg potrošača transformatora 10/0,4 kV):

$$\Delta U_{10\,min} = \delta U_{š}^{25} + \delta U_{pt} - 5{,}75 \qquad (4)$$

Indeks 100 odnosi se na stanje pri maksimalnom opterećenju, a indeks 25 na stanje pri minimalnom opterećenju.

Izrazi (3) i (4) u potpunosti određuju koliko je najveći dozvoljeni gubitak napona u vodovima 10 kV pri maksimalnom opterećenju, odnosno koliki najmanji gubitak napona mora biti pri minimalnom opterećenju pa da kod potrošača ne pređe dozvoljene granice odstupanja od + 5 % do — 10 % nominalne vrednosti.

Za razne vrednosti δU_{pt} dobijaju se i razne vrednosti za $\Delta U_{10\,max}$ i $\Delta U_{10\,min}$. Veličina δU_{pt} zavisna je od veličine i broja otcepa na transformatorima 10/0,4 kV, kao i od odnosa transformacije u praznom hodu. Jugoslovenska elektroindustrija izrađuje standardne transformatore odnosa transformacije 10/0,4 kV (dakle već odnos prenosa u praznom hodu veći je 5 % od nominalnog napona) s otcepima na visokonaponskim namotima $\pm 2 \times 2{,}5\,\%$. Stavljajući na transformatorima razne otcepe, dobijaju se razne vrednosti za δU_{pt}, a samim tim i razni dozvoljeni gubici napona $\Delta U_{10\,max}$ i $\Delta U_{10\,min}$ u jednačinama (3) i (4).

Pomoću obrazaca (3) i (4) moguće je za svaki vod 10 kV, zavisno od konkretnih uslova, odrediti dozvoljeni gubitak napona, sve izraženo u procentima od nominalne vrednosti. Prirodno, iz istih obrazaca moguće je naći najveću dozvoljenu dužinu voda 10 kV pri određenom opterećenju i preseku voda.

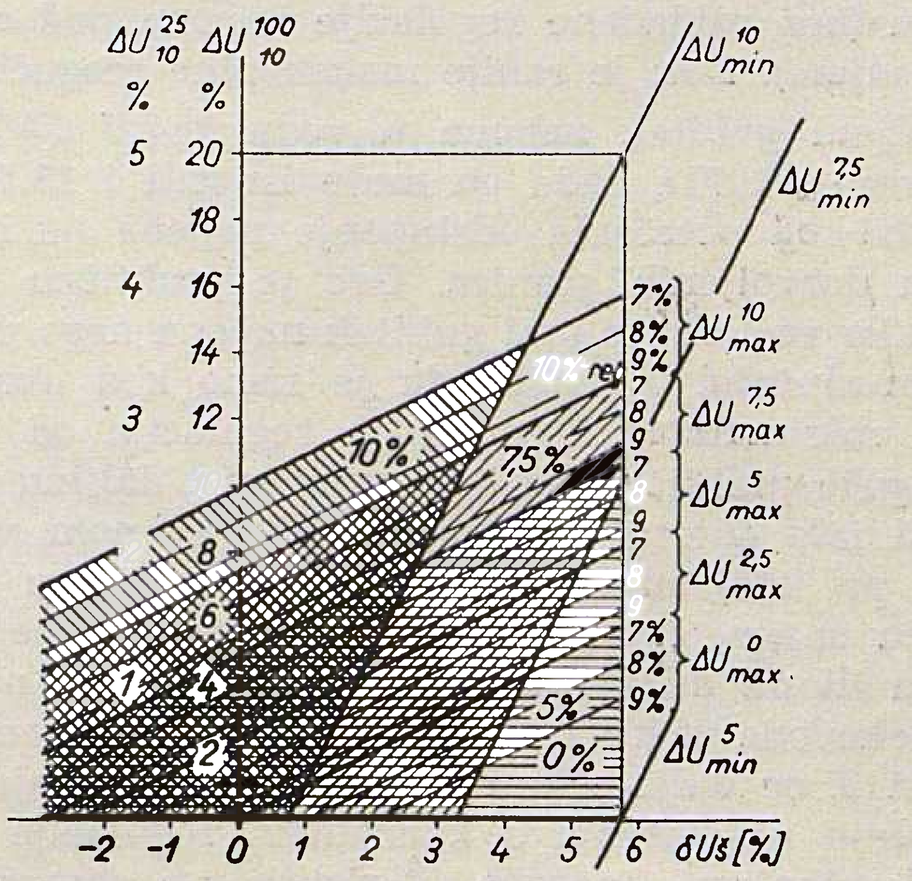
Iz praktičnih razloga moguće je izraz (4) za minimalno opterećenje svesti na uslove rada pri maksimalnom opterećenju, čime se odmah pri određivanju gubitka napona pri maksimalnom opterećenju mogu jednovremeno proveriti oba kriterijuma, tj. kriterijum pri maksimalnom i minimalnom opterećenju. Da se ovo postigne potrebno je u izrazu (4) uvesti već napred rečeni odnos između minimalnog i maksimalnog opterećenja 1 : 4, pa jednačina (4) dobija svedeni oblik:

$$\Delta U'_{10\,min} = 4\,(\delta U_{š}^{25} + \delta U_{pt} - 5{,}75) \qquad (4')$$

Prema tome, gubici napona dobijeni u vodovima 10 kV pri maksimalnom opterećenju $\Delta U_{10\,max}$ izraženi u procentima ne smeju biti veći od onih određenih izrazom (3) ni manji od onih određenih izrazom (4'). Ako je ovo ispunjeno, za određenu tačku mreže neće doći do odstupanja napona kod potrošača van dozvoljenih granica od + 5 do — 10 %.

Kod praktične primene gornju analizu mnogo je jednostavnije provesti upotrebom dijagrama. Na slici 1 prikazan je dijagram naponskih prilika pri održavanju stalnog napona na sabirnicama 10 kV u TS 35/10 kV, tj. kada se održavaju iste vrednosti napona u vreme maksimalnog i minimalnog opterećenja (na primer pogodnom regulacijom pod opterećenjem u TS 110/35 kV). Dijagram je dobijen upotrebom jednačina (3) i (4') za razne vrednosti parametara $\Delta U_{0,4}$, $\delta U_{š}$ i δU_{pt}.

Iz dijagrama se vidi da ukoliko se ne vrši s opterećenjem usklađena regulacija napona, već se drži stalan napon na sabirnicama 10 kV u TS 35/10 kV, da je dozvoljeni gubitak napona u vodovima 10 kV vrlo ograničen. Šrafirane površine na dijagramu predstavljaju oblast u kojoj se moraju držati gubici napona u vodu 10 kV da bi napon kod potrošača u niskonaponskoj mreži ostao u



Sl. 2. Dijagram gubitaka napona u vodu 10 kV kao u sl. 1, ali pri regulaciji napona na transformatoru 35/10 kV pri minimlnom opterećenju od 0—5%

napred spomenutim dozvoljenim granicama odstupanja. Deo izvan šrafiranih površina ne može predstavljati radnu tačku, jer bi došlo do odstupanja napona kod potrošača van dozvoljenih granica. Ograničenje je preveliki napon kod potrošača pri minimalnim opterećenjima, jer je za ostale tačke linija minimalno dozvoljenih gubitaka napona u vodu 10 kV (ΔU_{min}) iznad dozvoljene tačke pri maksimalnom opterećenju (ΔU_{max}) za isti otcep transformatora 10/0,4 kV. Dijagram je dat za sve moguće otcepe transformatora 10/0,4 kV i to $\pm 2 \times 2{,}5$ %. Kao što se vidi, kod ovakvog rada mreže (stalan napon na sabirnicama 10 kV) otcepi transformatora 10/0,4 kV i to: — 5 % (ΔU^{10}_{max}) i — 2,5 % ($\Delta U^{7,5}_{max}$) uopšte se ne mogu koristiti, jer kod minimalnih opterećenja dolazi kod potrošača do prevelikih napona (linije ΔU^{10}_{min} i većim svojim delom $\Delta U^{7,5}_{min}$ su van šrafiranih površina)

Iz toga sledi da se beskorisno troše sredstva za izradu ovih otcepa kod standardnih transformatora 10/0,4 kV, kad ih ovakav rad mreže ne može koristiti ukoliko se želi ostati u dozvoljenim granicama odstupanja napona kod potrošača.

Sasvim je drugi slučaj i mnogo se povoljnija situacija dobija ako se na TS 35/10 kV uvede regulacija napona pod opterećenjem usklađena s promenama opterećenja, tj. da se automatski na sabirnicama 10 kV poveća napon pri maksimalnim opterećenjima, a smanji pri minimalnim. Tako za smanjenje napona od samo — 5 % pri minimalnom opterećenju daje dijagram prikazan na sl. 2. To je isti dijagram sa slike 1, samo što su prave koje predstavljaju granicu za minimalna opterećenja (ΔU_{min}) pomerene udesno po apscisi dijagrama za 5 % ili, drugim rečima, napon na sabirnicama 10 kV pri minimalnom opterećenju od stanja pri maksimalnom opterećenju smanjen je za 5 %. Kao što se na dijagramu vidi, šrafirane površine su znatno veće, te su i dozvoljeni gubici napona u vodovima 10 kV pod istim ostalim uslovima daleko veći nego u prethodnom slučaju (bez usklađene regulacije napona pod opterećenjem). Dok je ranije maksimalno mogući dozvoljeni gubitak napona u vodu 10 kV (ΔU^{100}_{10}) iznosio do 7%, sada on može iznositi i 13,75 %, a da kod potrošača odstupanje napona ne izađe van dozvoljenih granica. Ovo je praktično dvostruko veći dozvoljeni gubitak napona nego u prvom slučaju. To znači da je samo kod ovakve, pri minimalnom opterećenju regulacije od 5 %, moguće praktično na dva puta veću daljinu preneti isto opterećenje na istom 10 kV-nom vodu. Ili, pri istoj udaljenosti na istom vodu dva puta veću snagu, što može učiniti potpuno nepotrebnim ili na duže vreme odložiti izgradnju novog dalekovoda 35 kV i TS 35/10 kV. Na dijagramu u slici 2. se dalje vidi da je kod ovog slučaja, tj. slučaja usaglašenja s konzumom regulacije pod opterećenjem, moguće koristiti sve otcepe na transformatorima 10/0,4 kV, što praktički nije bilo moguće kod slučaja prema dijagramu 1.

Pored gornjih rezultata, iz dijagrama sl. 1. i 2. dobijaju se, između ostalog, vrlo korisni podaci o tome na koji regulacioni otcep treba podesiti transformatore 10/0,4 kV duž voda 10 kV, što je vrlo važno kod eksploatacije i projektovanja mreža 10 kV.

Uzmimo primer prema sl. 1. Neka na sabirnicama 10 kV vlada stalni napon od + 2 % od nominalnog. Za gubitak napona u niskonaponskoj mreži od 7 %, maksimalni dozvoljeni gubitak napona na kraju voda 10 kV (ΔU) kako se sa dijagrama može pročitati, sme iznositi do 7 %. Međutim, kako to šrafirane površine dijagrama pokazuju, ovo je moguće postići samo tada ako se od početka voda 10 kV do udaljenosti, kome pri maksimalnom opterećenju odgovara gubitak napona od 2%, svi transformatori 10/0,4 kV postave na otcepe od + 5 % (ΔU^{0}_{min}), na deonici sa gubitkom napona od 2 — 4,5 % na otcepe + 2,5 % ($\Delta U^{2,5}_{min}$), a na deonici sa gubitkom napona od 4,5 — 7 % (kraj voda) na otcepe od 0 % (ΔU^{5}_{min}). U protivnom, ako se ovi otcepi ne usklade kako je rečeno, može doći kod potrošača u maksimalnom opterećenju do nedovoljnih napona, a u minimalnim opterećenjima (na primer noću) do prevelikih napona. Analogno, samo s drugim vrednostima, mogu se dobiti podaci i prema dijagramu na sl. 2.

U dosadašnjem izlaganju ove tačke, predmet naše analize bila je mreža 10 kV i niskonaponska mreža. Polazna tačka je bio napon na sabirnicama 10 kV ($\delta U_{š}$) transformatorske stanice 35/10 kV. Mnogo se šire i sveobuhvatnije sagledavanje može dobiti ako u analizu uključimo i transformatore 35/10 kV, vodove 35 kV i stanje napona na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV. Na taj način imamo obuhvaćenu celokupnu distributivnu mrežu. Pored ostalog ovaj pregled daje važne podatke za pravilno rešenje odnosa distributivne i prenosne mreže oko problema održavanja napona kod potrošača u dozvoljenim granicama. Kao u prethodnom slučaju i ovoga puta daćemo analizu za stanje distributivne mreže bez primene regulacije napona pod opterećenjem i za stanje uz primenu regulacionih transformatora 35/10 kV.

Opšti obrazac (1), koji daje odstupanje napona u ma kojoj tački mreže, primenjen na ovaj slučaj, a za odstupanje napona kod potrošača na niskom naponu pri maksimalnom opterećenju, dobija ovaj oblik:

$$\delta U^{100}_{potr} = \delta U^{100}_{pr} + \delta U_T + \delta U_{pt} - \\ - (\Delta U^{100}_{35} + \Delta U^{100}_{10} + \Delta U^{100}_{0,4} + \Delta U^{100}_{T} + \Delta U^{100}_{pt}) \quad (5)$$

a za minimalno opterećenje kod najbližeg potrošača ($\Delta U_{0,4} = 0$) oblik:

$$\delta U^{25}_{potr} = \delta U^{25}_{pr} + \delta U_T + \delta U_{pt} - \\ - (\Delta U^{25}_{35} + \Delta U^{25}_{10} + \Delta U^{25}_{T} + \Delta U^{25}_{pt}) \quad (6)$$

U gornjim dvema jednačinama je:

δU_{pr} — odstupanje napona na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV (mesto priključka) od

njegove nominalne vrednosti, izraženo u procentima;

δU_T — povećanje ili smanjenje napona kod transformatora 35/10 kV izazvano položajem otcepa na njegovim visokonaponskim namotima kao i povećanjem (obično + 5 %) sekundarnog napona pri praznom hodu transformatora kada mu se sa primarne strane da nominalni napon;

ΔU_{35} — gubitak napona u vodu 35 kV, izražen u procentima;

ΔU_T — gubitak napona u transformatoru 35/10 kV, izražen u procentima.

Ostale veličine i oznake iste su kao i kod prethodnih obrazaca. Kao i ranije, indeks 100 odnosi se za stanje pri maksimalnom opterećenju, a indeks 25 za stanje pri minimalnom opterećenju.

Uzimajući provereni podatak kod pravilno rešenih mreža da je $\Delta U_{10}^{100} \geq \Delta U_{0,4}^{100}$, uvrštavajući prethodne vrednosti i posle svođenja, iz izraza (5) i (6) dobija se obrazac za proveru naponskih prilika cele distributivne mreže bez regulacije pod opterećenjem uz

$$\delta U_{potr}^{100} = -10\,\%\ ;\ \delta U_{potr}^{10} = +5\,\%\ ;\ \Delta U_{pt}^{100} = \Delta U_T^{100} = 3\,\%$$

— za maksimalno opterećenje:

$$\Delta U_{35}^{100} = \delta U_{pr}^{100} + \Sigma\delta U_{Tt} - \Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100} + 4 \qquad (5-1)$$

— za minimalno opterećenje:

$$\Sigma\delta U_{Tt} = \frac{\Delta U_{35}^{100}}{4} + \frac{\Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100}}{8} - \delta U_{pr}^{25} + 6,5 \qquad (6-1)$$

gde je:

$$\Delta U_{10}^{100} = \frac{\Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100}}{2}\ ;\ \Delta U_{10}^{25} = \frac{1}{4}\,\frac{\Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100}}{2}$$

U gornja dva izraza $\Sigma\,\delta\,U_{Tt}$ predstavlja zbir odstupanja sekundarnog napona transformatora 35/10 i 10/0,4 kV od nominalnog napona mreže, tj. $\Sigma\,\delta\,U_{Tt} = \delta\,U_T + \delta\,U_{pt}$, čija vrednost zavisi od postavljenih otcepa na transformatorima.

Za slučaj primene regulacionih transformatora 35/10 kV s usklađenom regulacijom pod opterećenjem i kako je kod naših standardnih transformatora 35/10 kV za srednju poziciju $\delta\,U_T = +5$, te posle manjeg svođenja jednačine (5—1) i (6—1) postaju:

— za maksimalno opterećenje:

$$\Delta U_{35}^{100} = \delta U_{pr}^{100} + \delta U_{reg}^{100} - \Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100} + \delta U_{pt} + 9 \qquad (5-1^a)$$

— za minimalno opterećenje:

$$\delta U_{pt} = \frac{\Delta U_{35}^{100}}{4} + \frac{\Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100}}{8} - \delta U_{pr}^{25} - \delta U_{reg}^{25} + 1,5 \qquad (6-1^a)$$

Gornje dve jednačine potpuno definišu naponske prilike cele distributivne mreže od sabirnica 35 kV u TS 110/35 kV do priključka potrošača na niskonaponskoj mreži pri maksimalnom i minimalnom režimu rada za slučaj primene regulacije pod opterećenjem u transformatorima 35/10 kV, regulacionog opsega $\delta\,U_{reg}^{100}$ do $\delta\,U_{reg}^{25}$.

Kao primer, usvojićemo konkretan regulacioni opseg $\delta\,U_{reg} = \pm\,9\,\%$ (na primer $\pm\,6 \times 1,5\,\%$) pa jednačine (5—1ª) i (6—1ª) dobijaju konačan oblik za ovaj primer:

— za maksimalno opterećenje:

$$\Delta U_{35}^{100} = \delta U_{pr}^{100} - \Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100} + \delta U_{pt} + 18 \qquad (5-1^b)$$

— za minimalno opterećenje:

$$\delta U_{pt} = \frac{\Delta U_{35}^{100}}{4} + \frac{\Sigma\Delta U_{10-0,4}^{100}}{8} - \delta U_{pr}^{25} + 10,5 \qquad (6-1^b)$$

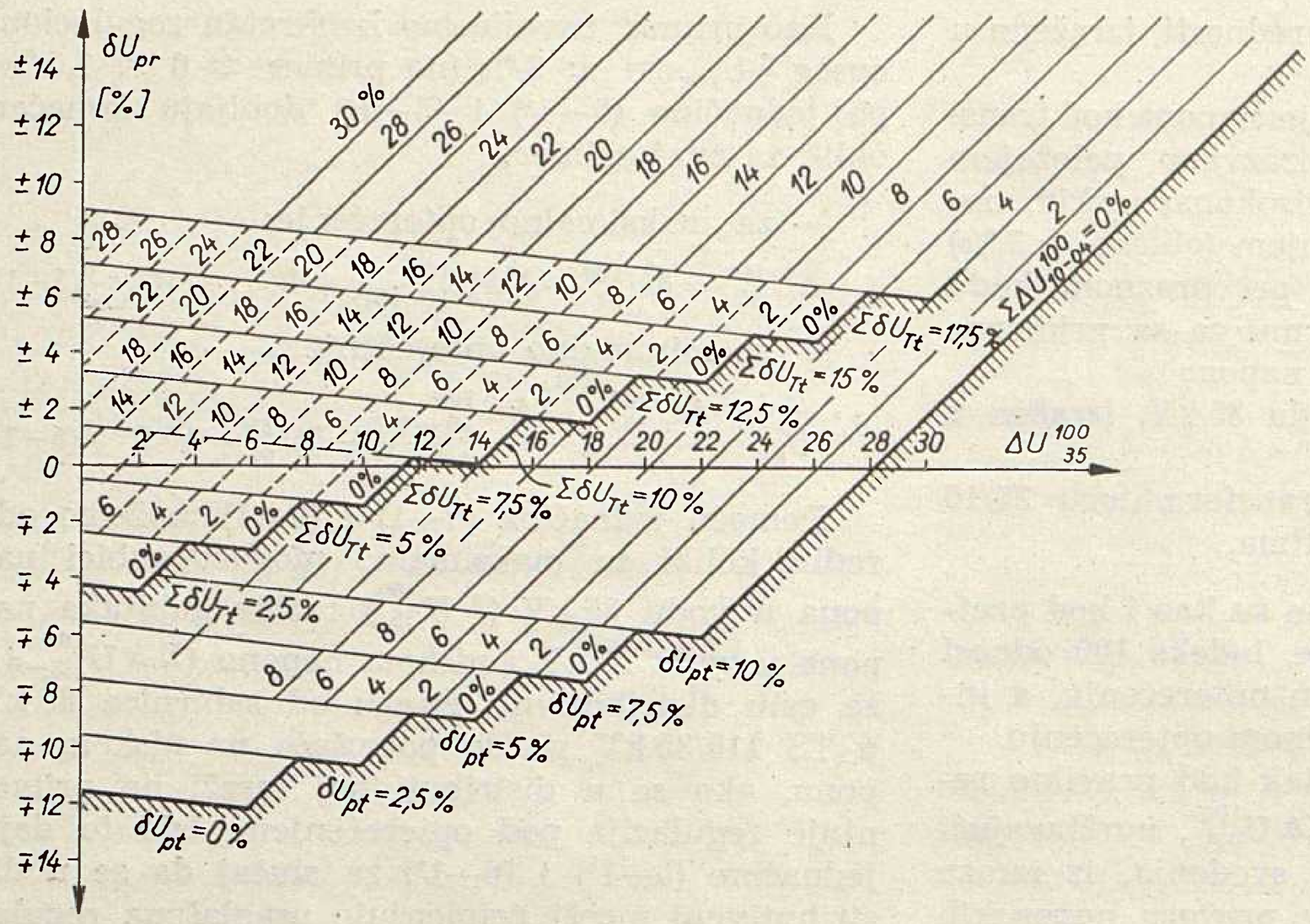
Pomoću jednačina (5—1) i (6—1) možemo odrediti koliki su maksimalno mogući gubici napona u vodu 35 kV ($\Delta\,U_{35}^{100}$) i zbir gubitaka napona u vodu 10 kV i niskom naponu ($\Sigma\,\Delta\,U_{10-0\,4}^{100}$) za celu distributivnu mrežu od sabirnica 35 kV u TS 110/35 kV pa do potrošača na niskom naponu, ako se u distributivnoj mreži ne primenjuje regulacija pod opterećenjem. Isto to daju jednačine (5—1ᵇ) i (6—1ᵇ) za slučaj da se u distributivnoj mreži primenjuje usaglašena regulacija pod opterećenjem u TS 35/10 kV s opsegom regulacije $\delta U_{reg} = \pm\,9\,\%$.

Za praktičnu primenu, a za razne vrednosti parametra, gornje izraze vrlo je korisno predstaviti u obliku dijagrama. To je i učinjeno, i dijagram je predstavljen na sl. 3. Dio dijagrama s isprekidanim linijama odnosi se za slučaj kada se u distributivnoj mreži ne primenjuje regulacija pod opterećenjem, a dio dijagrama s punim linijama kada se regulacija primenjuje i to na transformatorima 35/10 kV s opsegom regulacije $\delta\,U_{reg} = \pm\,9\,\%$.

Brojke na ordinati dijagrama označavaju procentualno odstupanje napona na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV od njegove nominalne vrednosti, tj. od 35 kV. Gornji znak pored ovih brojki (+ ili —) odnosi se na vrednosti napona pri maksimalnom opterećenju, a donji pri minimalnom opterećenju. Na apscisnoj osi naznačene su veličine dozvoljenog gubitka napona u vodu 35 kV, a na kosim linijama dozvoljeni zbirni gubitak napona u liniji 10 i 0,38 kV, tj $\Sigma\,\Delta\,U_{10-0,4}$. Na dijagramu su date zone dozvoljenih otcepa ($\Sigma\,\delta\,U_{Tt}$) na transformatorima 35/10 kV i 10/0,4 kV za slučaj primene neregulacionih transformatora (u zbirnom iznosu) i dozvoljenih otcepa $\delta\,U_{pt}$ na transformatorima 10/0,4 kV za slučaj primene regulacionih transformatora 35/10 kV sa regulacijom pod opterećenjem u opsegu $\pm\,9\,\%$.

Pored ostalog s ovog dijagrama mogu se rešiti i sledeći za praksu vrlo važni zadaci:

— Znajući nivo napona na sabirnicama 35 kV kako u maksimalnom tako i u minimalnom opterećenju, gubitak napona u vodu 35 kV u maksimalnom opterećenju i raspoložive otcepe transformatora, moguće je odrediti dozvoljene zbirne gubitke napona u mreži 10 kV i niskonaponskoj mreži pri čemu će odstupanje napona kod potrošača uvek ostati u dozvoljenim granicama + 5 do — 10 %.



Sl. 3. Opšti dijagram stanja naponskih prilika u celoj distributivnoj mreži za slučaj bez regulacije pod opterećenjem i s ovom regulacijom sa $\delta U_{reg} = \pm 9\%$

— Znajući računom dobijene gubitke napona pri maksimalnom opterećenju u postojećim vodovima 35, 10 i 0,38 kV kao i odstupanja napona na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV, moguće je odrediti na kojim otcepima treba držati transformatore 35/10 kV i 10/0,4 kV pa da odstupanje napona kod potrošača ne pređe dozvoljene granice.

— Znajući gubitke napona pri maksimalnom opterećenju u vodovima 35, 10 i 0,4 kV kao i postavljene otcepe na transformatorima 35/10 kV i 10/0,4 kV moguće je odrediti koliku veličinu napona treba držati na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV i to pri maksimalnom i minimalnom opterećenju.

Za ilustraciju navešćemo jedan primer. Uzmimo da se na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV i pri maksimalnom i pri minimalnom opterećenju drži stalan napon od 35 kV (na dijagramu $\delta U_{pr} = 0\%$) i da pri maksimalnom opterećenju u vodu 35 kV imamo gubitak napona od 8 %. Onda se za slučaj primene neregulacionih transformatora zbir gubitaka napona u vodu 10 i 0,38 kV ($\Sigma \Delta U_{10-0,4}$) sme dozvoliti svega oko 3,5 % i to s postavljenim otcepima na transformatorima koji daju $\Sigma \delta U_{Tt} = 7,5\%$. Ako se ovaj zbir od 3,5 % podeli pola na niskonaponsku mrežu a pola na mrežu 10 kV, onda na svaku od njih dolazi svega 1,75 %, što je isuviše malo. S većim dizanjem napona pomoću otcepa na transformatorima ne možemo ići, jer su sve veće vrednosti za $\Sigma \delta U_{Tt}$ iznad tačke rada na dijagramu pa će u minimalnim opterećenjima dolaziti kod potrošača do nedozvoljeno visokih napona.

Ako se za ovaj konkretni slučaj primene regulacioni transformatori 35/10 kV s opsegom regulacije ± 9 %, onda se, kao što se sa dijagrama vidi, može dozvoliti zbir gubitaka napona u vodu 10 kV i 0,38 kV do 20 % od čega, ako na niskonaponski vod otpadne 8 %, za vod 10 kV je dozvoljeno 12 %. Do prevelikih napona kod potrošača pri minimalnom opterećenju neće doći, jer se zbog regulacije napona pod opterećenjem u TS 35/10 kV sve linije minimalnih ograničenja nalaze ispod radne tačke za ovaj slučaj.

Kao što se vidi, prednost primene regulacije napona pod opterećenjem je velika i tehnički neophodna.

Uzmimo, kao drugi primer, da se kao u prethodnom slučaju gubitka napona u vodu 35 kV od 8 % na sabirnicama 35 kV u TS 110/35 kV održava napon u granicama ± 5 %, tj. + 5 % pri maksimalnom opterećenju i — 5% pri minimalnom. Za ovaj primer, a za slučaj neregulacionih transformatora, dozvoljeni $\Sigma \Delta U_{10-0,4}$ iznosi najviše 16 % pri otcepima transformatora koji daju $\Sigma \delta U_{Tt} = 15\%$. Ako na niskonaponsku mrežu otpada 8 %, onda za mrežu 10 kV ostaje dozvoljeno 8 %. Međutim, ako kod ovog primera primenimo regulacione transformatore 35/10 kV sa ± 9 %, dozvoljeni zbir gubitaka napona $\Sigma \Delta U_{10-0,4}$ iznosi 25 %. Odbijajući za niskonaponsku mrežu 8 %, za mrežu 10 kV ostaje dozvoljeno čak 17 % što je daleko previše, ako se ne primenjuje regulacija pod opterećenjem. Dakle, i u ovom je slučaju tehnička prednost primene regulacije napona pod opterećenjem velika i očigledna.

Tačnosti radi ovde je potrebno odmah napomenuti da je priloženi dijagram načinjen za slučaj kontinualne regulacije napona pod opterećenjem, pa se i vrednosti u gornja dva primera odnose na takvu regulaciju. U praksi se regulacija napona pod opterećenjem na regulacionim transformatorima obično izvodi u stupnjevima. Veličina jednog stupnja najčešće iznosi od 2,5 % do 1,5 %, pa čak i niže. Tehnički je bolje da je veličina stupnja što niža. Prema tome, za slučaj primene regulacije pod opterećenjem sa stupnjevi-

ma, potrebno je ovo imati u vidu i izvršiti korekcije dobijenih vrednosti. Korekcija je definisana sa:

$$\frac{D_n}{2} = \frac{P_{reg} + 2\,\delta}{2} \quad [\%] \qquad (7)$$

gde je:

D_n — veličina neosetljivosti regulacije u %,
P_{reg} — veličina stupnja regulacije u %,
δ — moguća greška regulacionog uređaja izražena u %.

U našem slučaju za dati dijagram treba maksimalno dozvoljene gubitke napona pri maksimalnom opterećenju umanjiti, a za minimalno opterećenje za jednaku vrednost povećati.

Sva napred izložena razmatranja i rezultati o maksimalno dozvoljenim gubicima napona i pozicijama otcepa transformatora kod regulacije napona pod opterećenjem važe za slučaj da se maksimalna i minimalna opterećenja pojedinačnih izvoda 10 kV, koji se napajaju iz jedne TS 35/10 kV, tokom dana približno vremenski poklapaju.

Iskustva i analize načinjene u nekim drugim zemljama, gde je usaglašena regulacija napona pod opterećenjem našla već široku primenu pokazuju da se kod ogromne većine distributivnih TS 35/10 kV maksimumi i minimumi pojedinih izvoda 10 kV i njihovih TS 35/10 kV stvarno poklapaju. Ovo dokazuje da je u velikoj većini slučajeva moguća primena usaglašenja centralne regulacije napona pod opterećenjem u distributivnim TS 35/10 kV. Potrebno je ipak pre izbora režima rada usaglašene regulacije pod opterećenjem, konzum svake TS 35/10 kV proučiti i odrediti najpovoljniji opseg regulacije na toj stanici. U slučaju eventualnog oštrog vremenskog neslaganja nekog pojedinog potrošača s ukupnim maksimumom i minimumom TS 35/10 kV iz koje se napaja, potrebno je kod tih retkih potrošača uvesti njihovu individualnu regulaciju napona pod opterećenjem koja će biti u skladu s njihovim režimom rada.

3. Analiza ekonomske opravdanosti primene regulacionih transformatora 35/10 kV u distributivnim mrežama

U ovom delu članka pozabavićemo se pitanjem kakav se ekonomski efekat dobija od uvođenja regulacionih transformatora 35/10 kV.

Analiza je načinjena za naše, jugoslovenske uslove. Zbog još nesređenog tržišta i odnosa cena u privrednim granama, koje još nije stabilizovano u sadašnjim uslovima posle privredne reforme, za ovu analizu smatrano je pravilnijim i sigurnijim primeniti troškove izgradnje objekata i cene gubitaka električne energije neposredno pred privrednom reformom, tj. iz proleća 1965. godine.

Detaljnija analiza sadržana je u istoimenom referatu sa Drugog savetovanja distribucije Jugoslavije (Beograd, decembra 1965.) a navedenom u spisku literature pod (3). Zbog skraćenja referata ovde se daju samo rezultati i osnovni delovi iz tog referata.

Osnovni ekonomski efekat od primene regulacije pod opterećenjem treba iznaći u uštedi srednjih godišnjih troškova po 1 kVA snage koja se, uz dozvoljeni gubitak napona, razvodi mrežom uz primenu regulacije pod opterećenjem u odnosu na mrežu bez regulacije.

Obrazac koji ovu srednju uštedu definiše je sledeći:

$$E_{sr1} = [G_{sr1} - (G_{srek1} + \psi)] \quad [\text{din/kVA/god}] \qquad (8)$$

gde je:

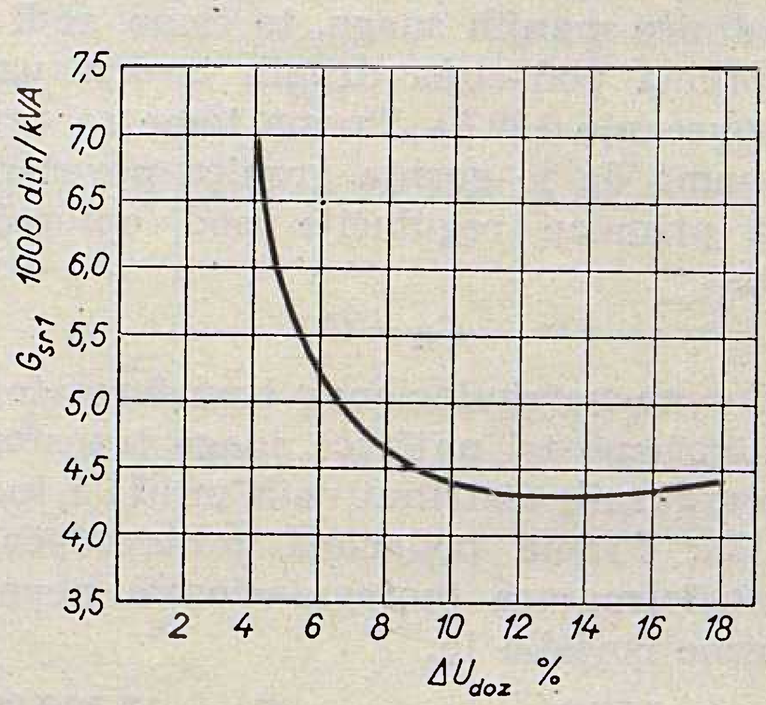
E_{sr1} — srednja ušteda u ukupnim godišnjim troškovima razvoda 1 kVA snage zbog primene regulacije pod opterećenjem u [din/kVA/god.];
G_{sr1} — srednji ukupni godišnji troškovi razvoda 1 kVA snage u mreži bez primene regulacije, a pri dozvoljenom gubitku napona za taj slučaj (ΔU_{doz}) izraženi u [din/kVA/god.];
G_{srek1} — ukupni godišnji troškovi razvoda 1 kVA snage u mreži gde je primenjena regulacija, a pri dozvoljenom gubitku napona za ovaj slučaj mreže (ΔU_{dozek}) kada su npr. primenjeni ekonomski preseci provodnika na bazi ekonomske gustine struje izraženi u [din/kVA/god.];
Ψ — ukupni godišnji troškovi svedeni na 1 kVA izazvani primenom uređaja za regulaciju pod opterećenjem.

Za nominalnu snagu S_n regulacionog uređaja srednja ukupna godišnja ušteda usled njegove primene iznosi:

$$E_{sr} = E_{sr1} \cdot S_n = [G_{sr1} - (G_{srek1} + \psi)]\, S_n$$

Da bismo dobili vrednosti za E_{sr1}, odnosno E_{sr}, potrebno je naći ukupne godišnje troškove razvoda po 1 kVA snage koja se razvodi, u funkciji dozvoljenog gubitka napona, tj. iznaći vrednosti za $G_{sr1} = f\,(\Delta U_{doz})$. Potrebno je dalje naći i ukupne godišnje troškove po 1 kVA izazvane primenom uređaja za regulaciju pod opterećenjem, tj. vrednost za Ψ.

Na sl. 4 dat je dijagram srednjih godišnjih troškova razvoda po 1 kVA vazdušnih vodova 10 kV u zavisnosti od dozvoljenog gubitka napona, tj.



Sl. 4. Srednji godišnji troškovi razvoda po 1 kVA vazdušnih vodova 10 kV, u zavisnosti od dozvoljenog gubitka napona

predstavljena je kriva $G_{sr1} = f(\Delta U_{doz})$. Kriva je dobijena na osnovu sračunatih podataka za 9 tipičnih vazdušnih vodova 10 kV s alučeličnim provodnicima na betonskim stupovima. Kao što se iz dijagrama vidi, minimalni su troškovi razvoda pri presecima provodnika izabranim na bazi ekonomske gustine struje uz $\Delta U_{dozek} = 12\,\%$. Postupak i konkretan račun na osnovu koga je dobijena ova kriva za naše prilike, sadržani su u literaturi L_3 i zbog kratkoće referata ovde se ne navode.

Da bi mogli upotrebiti obrazac (9), preostalo je da odredimo veličinu Ψ, tj. ukupne godišnje troškove izazvane zbog uvođenja transformatora 35/10 kV s regulacijom pod opterećenjem.

Ovi ukupni godišnji troškovi po 1 kVA daju se izračunati po obrascu:

$$\psi = \frac{(a + i + o) \cdot C_R + \frac{K_p}{n} + \Delta E_R \cdot E_{jg}}{S_n} \qquad (10)$$

gde je:

- a — stopa amortizacije (0,06)
- i — stopa investicionog održavanja (0,02)
- o — koeficijent redovnog održavanja (0,01),
- C_R — povećanje cene transformatora zbog regulacije u din.
- ΔE_R — gubici energije u regulacionom uređaju, u kWh/god.
- S_n — nominalna snaga transformatora u kVA,
- E_{jg} — troškovi gubitaka po 1 kWh u transformatoru u din/kWh
- K_p — iznos kamate na poslovni fond za vek trajanja od n godina
- n — vek trajanja transformatora (uređaja) u godinama.

Zanemarujući ΔE_R kao vrlo malo u ovom slučaju te koristeći rezultate iz L_3 dobija se:

$$\psi = 0{,}111 \cdot \frac{C_R}{S_n} \text{ [din/kVA/god]} \qquad (11)$$

Prema podacima iz literature kao i orijentacionih podataka od tvornice »Rade Končar« iz Zagreba, povećanje cene regulacionih transformatora 35/10 kV u odnosu na obične tog napona i iste nominalne snage ne prelazi 40 % od cene običnih transformatora. Međutim, kako se ovde analiziraju i jedinice manjih snaga, to ćemo, radi sigurnosti i prema podacima drugih izvora, uzeti da je ovo povećanje 100 %. Prema tome za ovu analizu uzimamo da je gornja granica povećanja cene zbog primene regulacije pod opterećenjem 100%, tj.:

$$C_R = C$$

gde je C cena neregulacionog transformatora.

Izračunaćemo tri najčešće snage transformatora kod vazdušnih distributivnih mreža i to: 4, 2,5 i 1,6 MVA. Prema podacima proizvođača, cena ovih transformatora (neregulacionih) neposredno pre reforme iznosila je:

— za 4 MVA	C = 13,500.000 din.
— za 2,5 MVA	C = 9,500.000 din.
— za 1,6 MVA	C = 6,000.000 din.

a) za $Sn = 4$ MVA

$$\psi = 0{,}111 \cdot \frac{C_r}{S_n} = 371 \quad \text{[din/kVA/god.]}$$

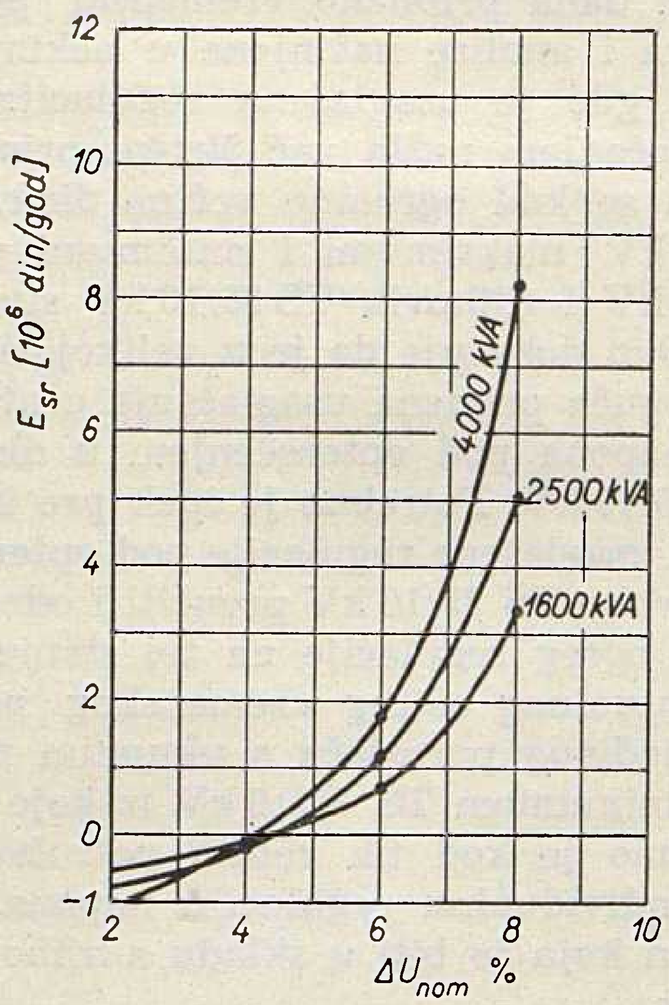
b) za $Sn = 2{,}5$ MVA

$$\psi = 0{,}111 \cdot \frac{C_r}{S_n} = 421 \quad \text{[din/kVA/god.]}$$

c) za $Sn = 1{,}6$ MVA

$$\psi = 0{,}111 \cdot \frac{C_r}{S_n} = 416 \quad \text{[din/kVA/god.]}$$

Na osnovu prednjih rezultata, a služeći se dijagramom srednjih vrednosti G_{sr1} i G_{srek1} (sl. 4) kod vazdušnih vodova 10 kV, pomoću obrasca (9) dobijamo srednje vrednosti godišnje uštede zbog primene regulacionih transformatora zavisno od dozvoljenog gubitka napona (ΔU_{doz}) u vodovima 10 kV. Rezultati su sređeni i prikazani na dijagramu sl. 5. Na dijagramu je na apscisnoj osi nanet opseg primene regulacije izražen u procentima nominalnog napona (ΔU_{nom}).



Sl. 5. Godišnja ušteda E_{sr} u zavisnosti od opsega regulacije U_{nom} kod primene regulacionih transformatora 35/10 kV za nominalne snage 1600, 2500 i 4000 kVA

Kako se vidi, održavanje napona u dozvoljenim granicama u distributivnim mrežama primenom usaglašene regulacije napona pod opterećenjem putem regulacionih transformatora 35/10 kV u odnosu na održavanje napona bez primene regulacionih transformatora, a na povećanje preseka vodova 10 kV, daje vrlo velike ekonomske uštede i na transformatorima malih nominalnih snaga, a ne samo velikih. Ove uštede utoliko su veće, ukoliko je veći iskorišćeni regulacioni opseg transformatora.

Pored gore izloženih i izračunatih ušteda primenom regulacionih transformatora u distribuciji, postoje i sledeće dodatne uštede:

a — ušteda od smanjenja gubitaka energije u vodovima 10 kV i transformatorima 10/0,4 kV zbog povišenja napona pod kojim mreža 10 kV radi, i

b — ušteda zbog većeg približavanja napona kod potrošača nominalnom naponu njegovih uređaja (motori, aparati, svetiljke i sl.) a koje se ispoljava u dva vida: duži vek trajanja ovih uređaja i veća produktivnost u tehnologiji proizvodnje.

Prvi oblik dodatne uštede, tj. uštede usled smanjenja gubitaka u mreži 10 kV, moguće je približno izračunati.

To je i učinjeno i dobijene su sledeće godišnje dodatne uštede na smanjenju gubitaka:

— kod primene transformatora snage 1,6 MVA 71.000 din/god.
— kod primene transformatora snage 2,5 MVA 110.000 din/god.
— kod primene transformatora snage 4 MVA 176.000 din/god.

Zbog skraćenja, račun na osnovu koga su dobijeni gornji iznosi, nije priložen. Ove iznose treba dodati ranije dobijenim iznosima uštede.

Što se tiče drugog oblika dodatne uštede, on je vrlo značajan, ali, na žalost, vrlo složen za konkretno određivanje, jer zavisi od mnogo elemenata vezanih za tehnološke uslove privređivanja, te ga zbog toga nećemo ni određivati.

4. Zaključci

Na osnovu svega napred izloženog, na temu o primeni transformatora sa regulacijom napona pod opterećenjem u električnim distributivnim mrežama, mogu se izvući sledeći osnovni zaključci.

1. Bez primene regulacije napona pod opterećenjem u samim distributivnim mrežama vrlo su retki slučajevi gde je tehnički moguće održavati napon kod potrošača u propisanim granicama. Ovo je naročito izraženo kod razuđenih vazdušnih mreža s velikim razlikama u maksimalnim i minimalnim dnevnim opterećenjima. Situacija se još više pogoršava, i praktično postaje tehnički nemoguća, u mrežama gde prenosna mreža (110 kV) iz koje se distribucija napaja, nije dovoljno snažna i opremljena za automatsko održavanje potrebnog usklađenog napona na sabirnicama 35 kV. Stanje kakvo sada postoji, bez primene regulacije napona pod opterećenjem u distributivnim mrežama i bez usklađene, obavezno automatske, regulacije napona u TS 110/35 kV je tehnički neodrživo.

2. Najbolji osnovni oblik regulacije napona pod opterećenjem u distributivnim mrežama jeste centralna regulacija napona u TS 35/10 kV putem primene regulacionih transformatora 35/10 kV i to u obliku automatske regulacije napona zavisne od napona i od opterećenja (usklađena sa opterećenjem regulacije napona). U pojedinačnim i ređim slučajevima, gde ova regulacija, zbog oštre vremenske različitosti maksimalnog i minimalnog opterećenja potrošača u celini ne udovoljava, pored ove osnovne regulacije moguće je primeniti ostala regulaciona sredstva (regulacioni autotransformatori na pojedinim odvodima 10 kV, automatska regulacija kod potrošača, iskorišćenje primene kondenzatorskih baterija kod potrošača itd.).

3. Primena regulacionih transformatora 35/10 kV ne samo što je u većini slučajeva tehnički neophodna, već je i ekonomski opravdana, jer dovodi do znatne uštede u godišnjim troškovima distributivnog razvoda u poređenju sa održavanjem potrebnog napona bez ove primene. Ovo se naročito ispoljava kod vazdušnih distributivnih mreža, gde se, uz pravilan izbor preseka vodova s ekonomskom gustinom struje, dodatna sredstva za regulacione uređaje isplaćuju za nepune dve godine. Primenom regulacionih transformatora 35/10 kV omogućava se određivanje preseka vodova 10 kV, pa i vodova niskog napona, na bazi ekonomske gustine struje, a ne pada napona kako je to do sada kod većine vazdušnih vodova činjeno.

Prirodno, pored gornjih ušteda ovo dovodi do nepotrebnosti izgradnje nekih vodova 35 kV i TS 35/10 kV, ili u najmanju ruku, do znatnog vremenskog odlaganja potrebe njihove izgradnje, što je bitan elemenat kod veličine godišnjih investicionih ulaganja. Ekonomska opravdanost postoji kod svih standardnih nominalnih snaga ovih transformatora od 1000—1600 kVA pa naviše.

4. Primena regulacionih transformatora 35/10 kV dovodi do ušteda u gubicima u vodovima 10 kV, a kod potrošača do povećanja veka trajanja uređaja i ušteda u tehnologiji proizvodnje (veća produktivnost rada).

5. Potrebno je razmotriti problem regulacije napona pod opterećenjem u distributivnim mrežama među merodavnim stručnim organima jugoslovenske distribucije, i doneti jedinstven zaključak o pitanju tehničke neophodnosti i ekonomske opravdanosti primene regulacionih transformatora 35/10 kV, te ukoliko se zauzme pozitivan stav, istupiti s jedinstvenim zahtevom prema našoj elektroindustriji da počne standardnu serijsku proizvodnju ovakvih transformatora, i to svih standardnih nominalnih snaga, a ne samo velikih. Pre toga, potrebno je proučiti za naše prilike najpovoljniju veličinu opsega regulacije, veličinu stupnjeva regulacije i ostale tehničke parametre.

Literatura

1 I. A. Budzko, *Seljskie električeskie seti*, Moskva 1965.
2 M. Zulj — K. M. Pojarkov, *Avtomatizacija seljskogo elektrosnabženija*, Moskva 1965.
3 R. Pavlović, *Primena transformatora sa regulacijom pod opterećenjem u električnim distributivnim mrežama*, II Savetovanje elektrodistributera Jugoslavije, Beograd 1965.
4 Tajšč-Meščelj, *Regulirovanie naprjaženija v reaktivnoj moščnosti v električeskih setjah promyšlenyh predprijatij*, Moskva 1960.

Naslov pisca: Petar Pavlović dipl. ing., Elektrovojvodina, Novi Sad

ANALITIČKA RAZMATRANJA STUPNJEVANJA NAPONA U PROBLEMATICI TRANSFORMACIJE I RAZVODA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ivan Janić, Zagreb

Dan je pregled standardiziranih nizova napona u svijetu i kod nas s analitičkom usporedbom tih nizova i njihovih karakteristika. Nadalje je prikazan doseg snabdijevanja koji se bazira na ekonomskom kriteriju. Na osnovu toga uspoređeni su troškovi izgradnje mreže za snabdijevanje kružnog područja s tranformacijama 110/10/0,4 kV, 110/20/0,4 kV i 110/35/0,4 kV. Na osnovu prednje usporedbe uz razmatranje nekih tehničkih utjecaja izveden je zaključak o izboru distributivnih napona.

DK 621.316.1

Pronalaskom trofaznih sistema i tehničkih transformatora krajem prošlog stoljeća, kao i razvojem tehnike izolacije, omogućen je prijenos na velike udaljenosti. Sam izbor napona bio je određen od slučaja do slučaja konkretnim potrebama.

Povećanjem opterećenja i udaljenosti, povećani su i naponi prijenosa, no u pojedinim su zemljama prihvaćeni vrlo različiti naponi.

Tako je npr. 1957. u Saveznoj Republici Njemačkoj bilo još 46 različitih napona iznad 1 kV koji su se mogli podijeliti u 21 grupu napona, a 1946. bilo je u Francuskoj 25 napona između 2 kV i 25 kV. Slično je bilo i u drugim zemljama.

Dugogodišnjim iskustvom došlo se do spoznaje o korisnosti ograničenja broja napona, odnosno standardizacije napona. Standardizacijom napona se olakšava proizvodnja, kao i držanje rezervne opreme, čime se postiže sniženje cijene.

Standardizacija napona prema IEC-u

Internacionalna elektrotehnička komisija (IEC) čije smjernice imaju sve veće značenje za svaku nacionalnu elektroindustriju i elektroprivredu ima poseban komitet, koji se bavi nazivnim naponima, strujama i frekvencijama.

Prema publikaciji IEC-a broj 38/1954. određeni su slijedeći nazivni i najviši naponi mreža (tablica 1.)

Nazivni i najviši naponi mreža prema IEC-u

Tablica 1

Nazivni naponi mreže			Najviši napon mreže
Niz I kV	Niz II kV	Niz III kV	
3	3,3		3,6
6	6,6		7,7
10	11		12
15			17,5
20	22		24
30	33		36
45	44		52
60	66	69	72
80	88	90	100
100	110	115	123
120	132	138	145
150	161		170
220	225	230	245
275	287,5		300
380			420

Nominalni naponi prema zaključcima IEC-a u Stockholmu

Tablica 2

Zemlje	Frekvencija Hz	Nominalni napon kV						
Kontinentalna Evropa	50	3	6	10	15	20	30	45
Velika Britanija	50	3,3	6,6	11	16	22	33	47
Sjeverna Amerika	60	2,4	(14 vrijednosti napona)					46
Evropa	50	66	110	132	150	220	275	380
Sjeverna Amerika	60	69	115	138	161	230		

Usvojena su tri niza nazivnih napona radi toga da se uvaži stanje u pojedinim zemljama. Među-

tim IEC preporučuje samo jedan niz najviših napona, koji služi za utvrđivanje nivoa izolacije.

Na sastanku u Stockholmu u srpnju 1958. složilo se 18 zemalja za nominalne napone iznad 1 kV, kao što je navedeno u tablici 2.

Stručnjaci IEC-a su ujedno dali preporuku da se za distribuciju ne uzima visoki napon ispod 10 kV, a da odnos napona ne bude manji od 1 : 2.

Standardni nazivni naponi električnih mreža u Jugoslaviji

Prema jugoslavenskom standardu JUS N. A. 2.001/1957, koji obuhvaća napone električnih mreža od 0,1 kV do 420 kV, a vrijedi od 1. XI 1957. godine standardizirani su slijedeći naponi trofaznih mreža iznad 1 kV:

Nazivni napon	3*	6*	10	20**	35	60**	110	220	380 kV
Najviši napon	3,6*	7,2*	12	24**	38	72,5**	123	245	420 kV

Pri tome vrijednosti obilježene jednom zvjezdicom (*) ne smiju se upotrebljavati za javnu elektrifikaciju, dok se vrijednosti obilježene dvjema zvjezdicama (**) mogu upotrebljavati samo izuzetno, ako je to opravdano ekonomskim razlozima.

Ako se usporedi jugoslavenski standard za napone mreža s preporukama IEC-a vidi se da jugoslavenski standard odgovara preporukama IEC-a osim u nivou 30—33 kV za nazivne napone i 36 kV za najviši napon.

Međutim je utvrđeno da će se za mreže nazivnog napona 35 kV upotrebljavati materijal izoliran za najviši napon 36 kV prema IEC-u. Prema tome JUS N. 030/1958, koji vrijedi od 1. III 1959. dopušta u ovom izolacionom nivou pogonski napon za 2 kV viši nego IEC uz isti stupanj izolacije.

Kao što je naprijed rečeno preferirani standardizirani naponi za javnu elektrifikaciju u Jugoslaviji jesu:

0,38, 10, 35, 110, 220 (380) kV

Kod toga napon 380 kV još ne postoji u Jugoslaviji.

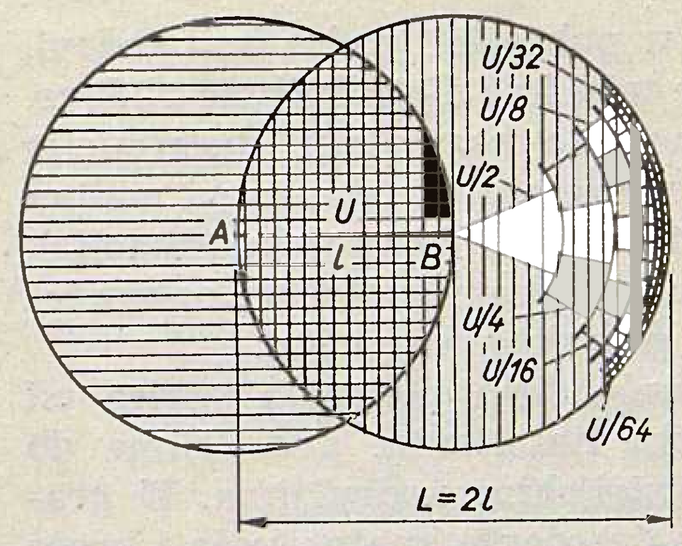
Za napon 20 i 60 kV mora se svaki puta posebno pokazati ekonomičnost njihove primjene.

Postavlja se sada pitanje da li je odabrani slijed napona najpovoljniji?

Profesor Dokmanić je pokazao da se prenesena snaga na kraju nekog voda može dalje prenositi kod polovice prvotnog napona, na polovicu prvotne duljine, uz isti presjek vodiča i uz isti pad napona. Kod toga treba uzeti dva voda.

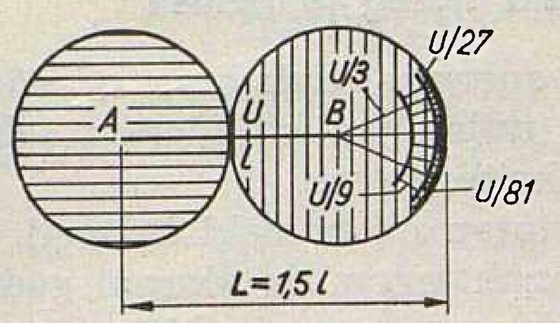
Kod daljnje transformacije na kraju voda s naponom $U/4$, doseg prijenosa snage, sa četiri voda uz iste uvjete kao i prije, iznosi četvrtinu prvotne duljine. Nastavi li se tako dalje dobije se ukupni doseg prijenosa snage koji je dvostruk od prvobitne duljine. Grafički je to prikazano na slici 1.

Takav niz napona koji dolaze po geometrijskom slijedu sa članom slijeda 1/2 imaju približno Njemačka, Vel. Britanija i djelomično i neke druge zemlje. Ako se naponi stepenuju mjesto odnosa



Ukupni doseg prijenosa $L=2l$

a) Stepenovanje napona 2:1



Ukupni doseg prijenosa $L=1{,}5\ l$

b) Stepenovanje napona 3:1

Sl. 1. Doseg prijenosa kod stepenovanja napona 2:1 i 3:1

2 : 1 u odnosu 3 : 1 tj. ako naponi čine geometrijski slijed sa članom slijeda 1/3, ukupni doseg prijenosa snage iznosi 1,5 od prvobitne duljine.

Takav niz napona imaju približno SSSR i Jugoslavija.

Kod stepenovanja napona u omjeru 2 : 1 prekrivaju se područja dosega prijenosa (dvostruko crtkano područje na sl. 1). Na ovo područje se energija može prenijeti s dvije strane tj. iz tačke A ili B, odnosno sa više strana, ukoliko iz tačke A izlazi više vodova istog napona kao što ima vod A—B. Prema tome je u ovom slučaju mreža predimenzionirana.

Kod stepenovanja napona u omjeru 3 : 1 dohvatna područja prijenosa se ne pokrivaju, nego se dodiruju. Prema tome s prijenosnim sistemom sa geometrijskim slijedom napona sa članom 1/3 može se jednoznačno svladati ukupno područje.

Ako je omjer napona veći od 3 : 1 onda je dohvatno područje premaleno.

Ako se uzme za osnovu napon 110 kV onda bi kod stepenovanja napona u omjeru 3 : 1 slijed napona bio slijedeći:

Teoretski napon kV	330	110	36,7	12,2	4,07	1,36	0,45
Napon prema JUS-u kV	380	110	35	10	3*	0,9	0,38

Iz prednje tablice se vidi da bi gore odabrani standardni naponi prema JUS-u odgovarali stepenovanju napona u odnosu 3 : 1, s tim da u nizu napona dolazi i 3 kV koji nije predviđen za javnu elektrifikaciju, dok napon 220 kV ne bi bio potreban.

Međutim u praksi postoji velika razlika između gradskog područja i pokrajine. Prvo zbog toga što u gradovima postoje velike gustoće opterećenja, dok u pokrajini dolaze relativno male gustoće opterećenja, drugo što se u gradovima primjenjuju

pretežno kabeli, a u pokrajini nadzemni vodovi, i tako kako za pojne tako i za distributivne vodove.

Stoga će se posebno razmotriti distribucija električne energije nadzemnim vodovima i malom gustoćom opterećenja (područna elektrifikacija), a posebno kabelima s velikom gustoćom opterećenja (elektrifikacija gradskog područja).

Gustoća opterećenja širih područja varira od 10 kW/km² u rijetko naseljenim područjima do 800 kW/km² u industrijskim područjima. U gradovima je gustoća opterećenja znatno veća i kreće se od 200 kW/km² do 15 000 kW/km² i više.

Ekonomski doseg prijenosa

Doseg prijenosa energije vodovima određenog napona općenito je uvjetovan određenim tehničkim i ekonomskim kriterijima.

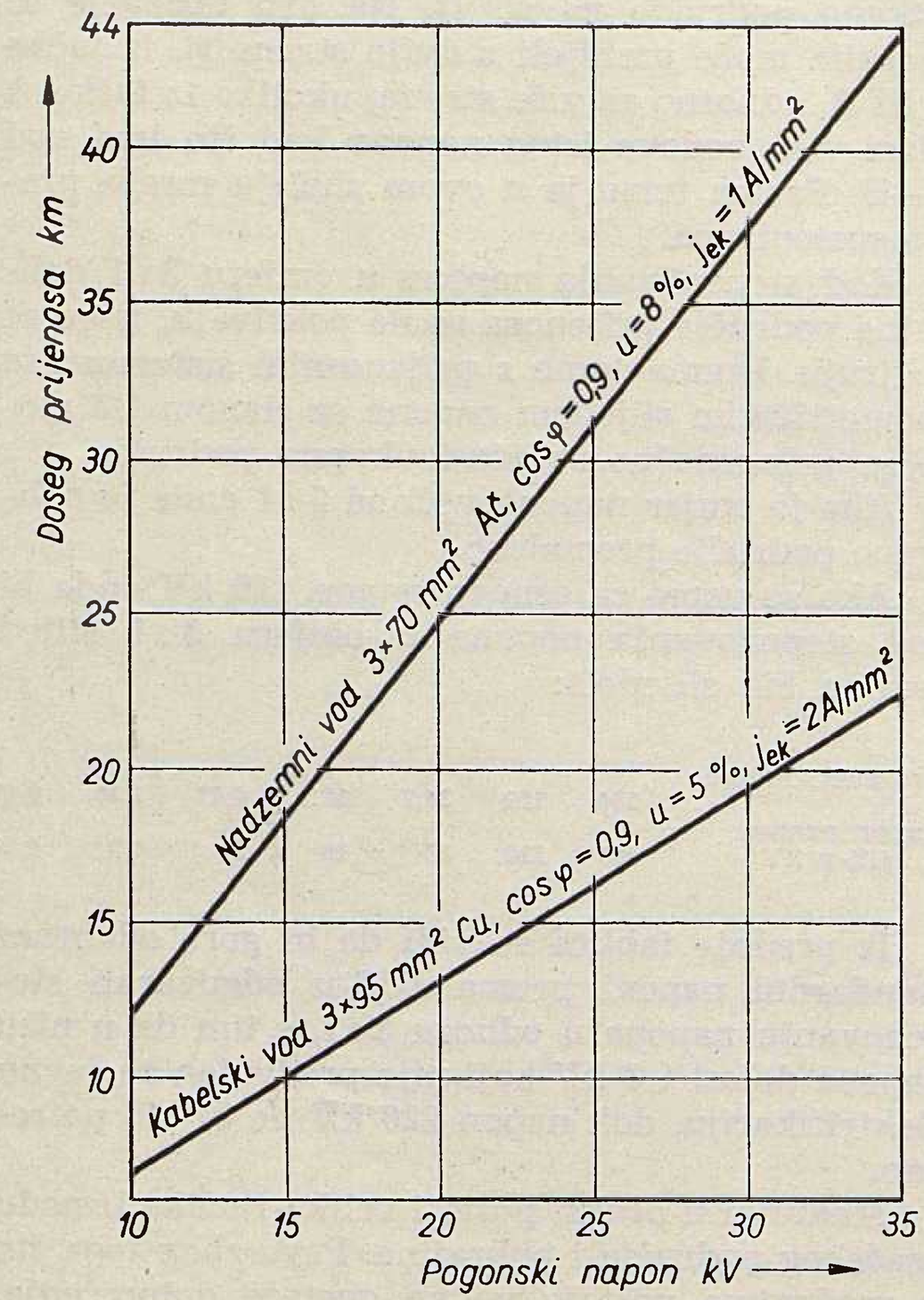
Ovdje je interesantan ekonomski kriterij, koji se može formulirati zahtjevom da ukupni godišnji troškovi eksploatacije voda moraju biti najmanji.

Kod pogona vodova nastaju godišnji troškovi koji se sastoje iz

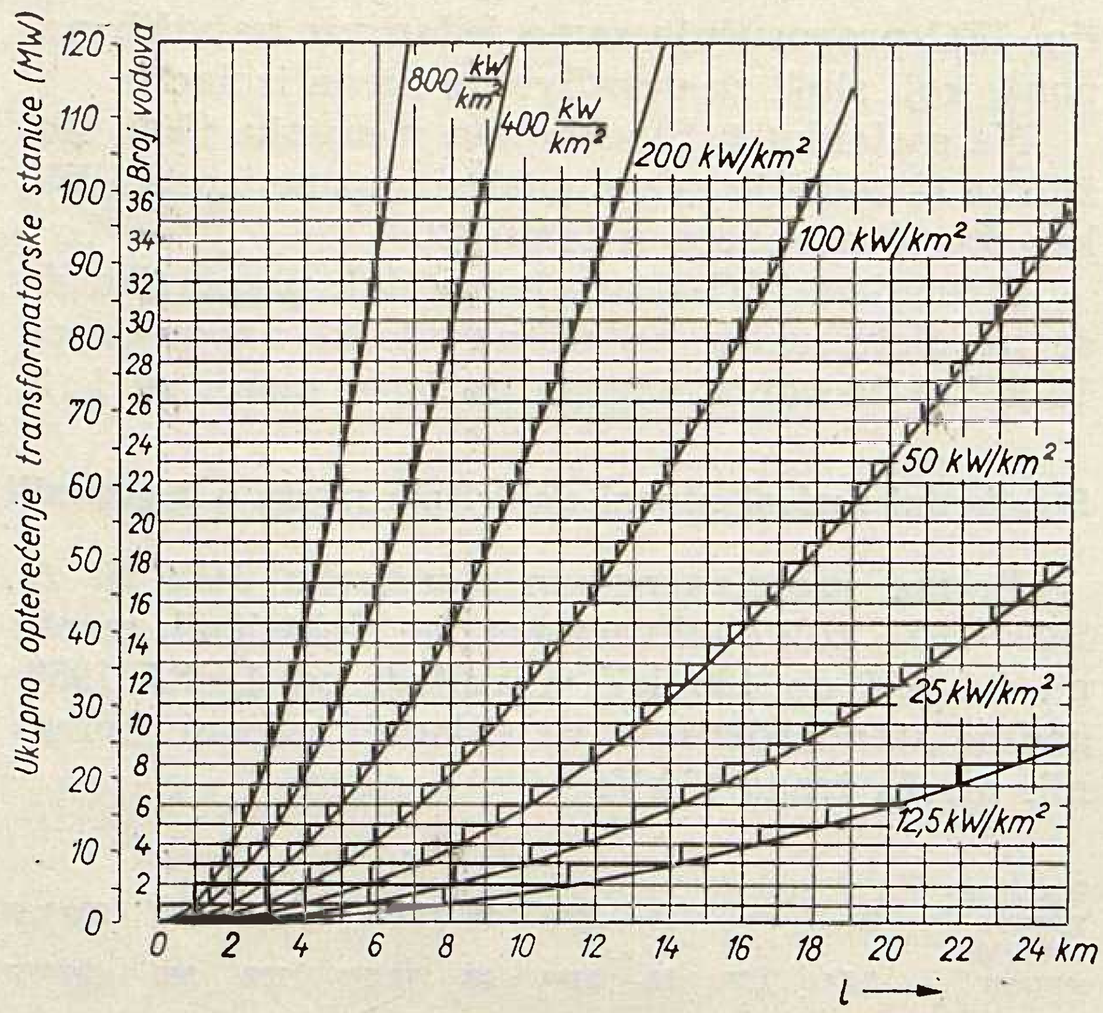
a) troškova vezanih uz uloženu investiciju za izgradnju voda, uključivo troškove posluživanja i održavanja,

b) troškova zbog ugrijavanja voda koji uzrokuju gubitke snage i energije.

Ukoliko se poveća presjek vodiča, povećavaju se troškovi investicija, a smanjuju se gubici i obratno.



Sl. 2. Doseg prijenosa kod ekonomskog opterećenja nadzemnog voda 3 × 70 mm² AlČe i kabelskog voda 3 × 95 mm² Cu



Sl. 3. Broj nadzemnih vodova 20 kV 3 × 70 mm² AlČe, za snabdijevanje kružnog područja u ovisnosti o gustoći opterećenja i radijusa snabdijevanja uz ekonomsku gustoću struje te u = 8% i cos φ = 0,9 kod težišta opterećenja na 0,7 l

Postoji dakle ekonomski presjek vodiča kod kojeg su ukupni godišnji troškovi najmanji.

Prema tome kod izbora presjeka vodiča treba uzeti u obzir i ekonomski presjek q_{ek}, odnosno ekonomsku gustoću struje.

$$I_{sek} = \frac{I_m}{q_{ek}} \quad A/mm^2$$

gdje je I_m = najveća struja opterećenja na početku voda u A.

Ekonomska gustoća struje ovisna je od mnogo nesigurnih faktora pa ćemo zato u daljnjim izvodima upotrebljavati srednju ekonomsku gustoću struje.

Kod daljnjeg razmatranja uzet će se slijedeće srednje ekonomske gustoće struje:

a) Nadzemni vodovi

alučel I_{ek} = 1,0 A/mm²

b) Kabeli

bakar I_{ek} = 2,0 A/mm²

Na slici 2 prikazan je doseg prijenosa (km) kod ekonomskog opterećenja, nadzemnog voda 3 × 70 mm² Ač i kabelskog voda 3 × 95 mm² Cu, za napone 10, 20 i 35 kV, te pada napona od 8% za nadzemni vod i 5% za kabel.

Potreban pak broj nadzemnih vodova 20 kV 3 × 70 mm² Ač za snabdijevanje kružnog područja u ovisnosti o gustoći opterećenja i radijusu snabdijevanja uz u = 8% i cos φ = 0,9 kod težišta opterećenja na 0,7 l kao i ukupno opterećenje transformatorske stanice koja snabdijeva ovu srednjenaponsku distributivnu mrežu, prikazan je na slici 3.

Izbor distributivnog napona

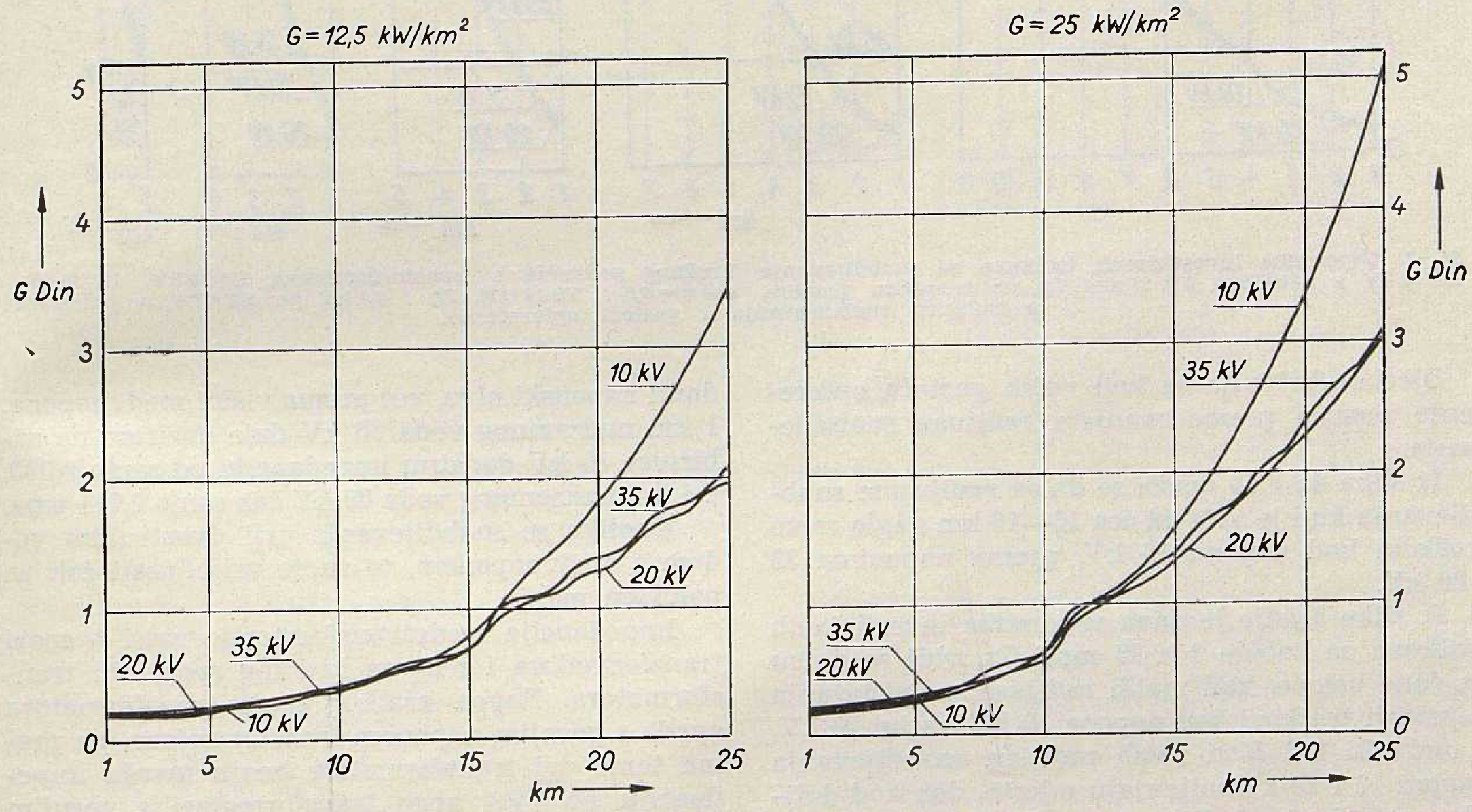
Usporedit ćemo sad investicione troškove za snabdijevanje kružnog područja s transformacijama 110/10 kV i 10/0,4 kV, 110/20 kV i 20/0,4 kV i 110/35 kV i 35/0,4 kV.

Usporedba će se dati za nadzemne vodove 3×70 mm² Ač s transformatorskim stanicama 10(20, 35)/0,4 kV od po 160 kVA i za kabelske vodove 3×95 mm² Cu s transformatorskim stanicama gradskog tipa od po 400 kVA.

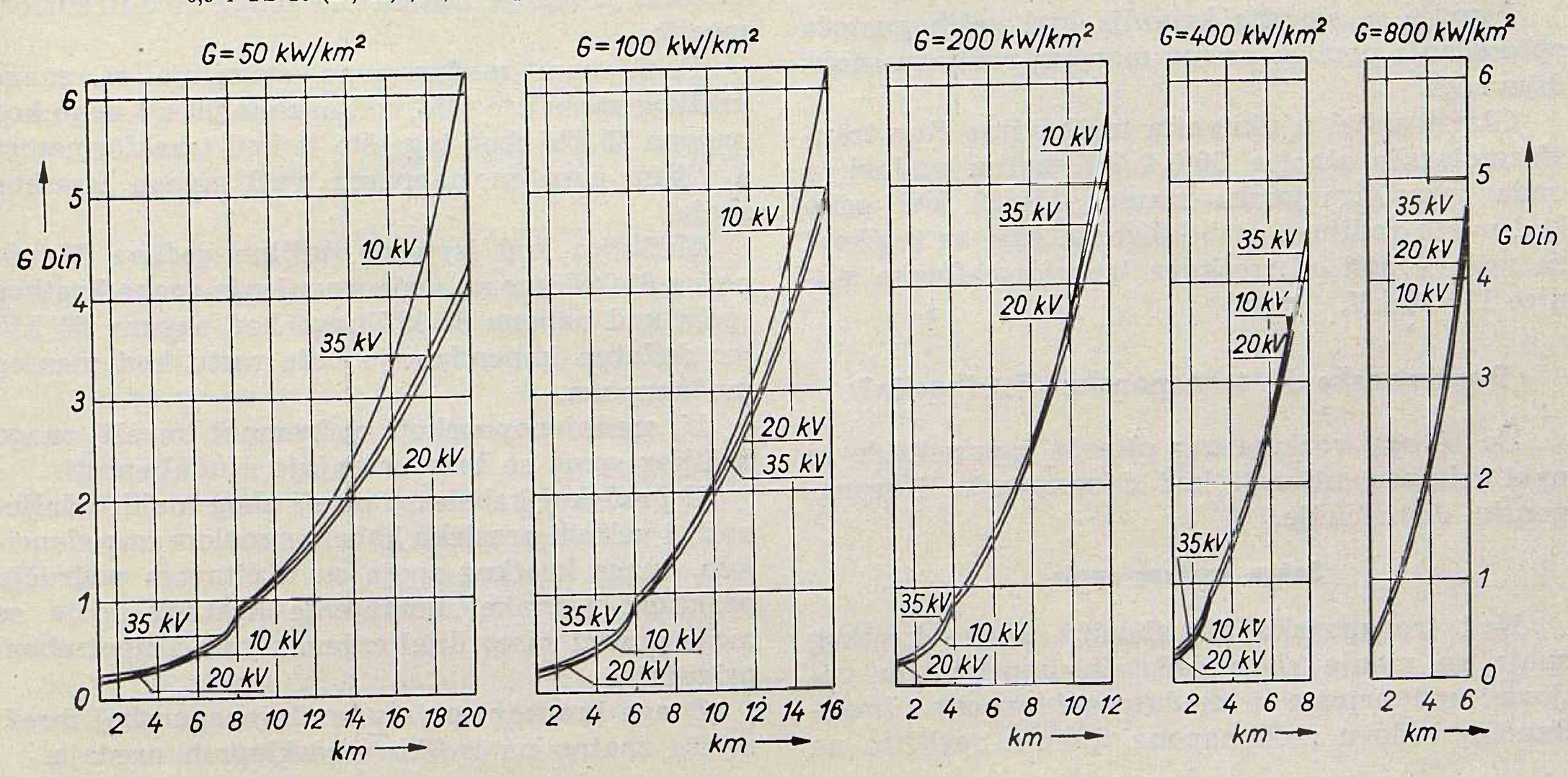
Na slici 4a i 4b dana je usporedba investicionih troškova za snabdijevanje kružnog područja s transformacijama 110/10 kV, 110/20 kV i 110/35 kV s nadzemnim vodovima 3×70 mm² Ač uz ekonomsku gustoću struje $I_{ek} = 1{,}33$ A/mm (težište opterećenja uz 0,7 l) pad napona $u = 8\%$, $\cos\varphi = 0{,}9$ i TS 10(20, 35)/0,4 kV po 160 kVA, u ovisnosti o radijusu snabdijevanja i gustoći opterećenja, dok je na slici 5 dana slična usporedba za kabele 3×95 mm² Cu uz termičku granicu i TS 10(20, 35)/0,4 kV po 400 kVA.

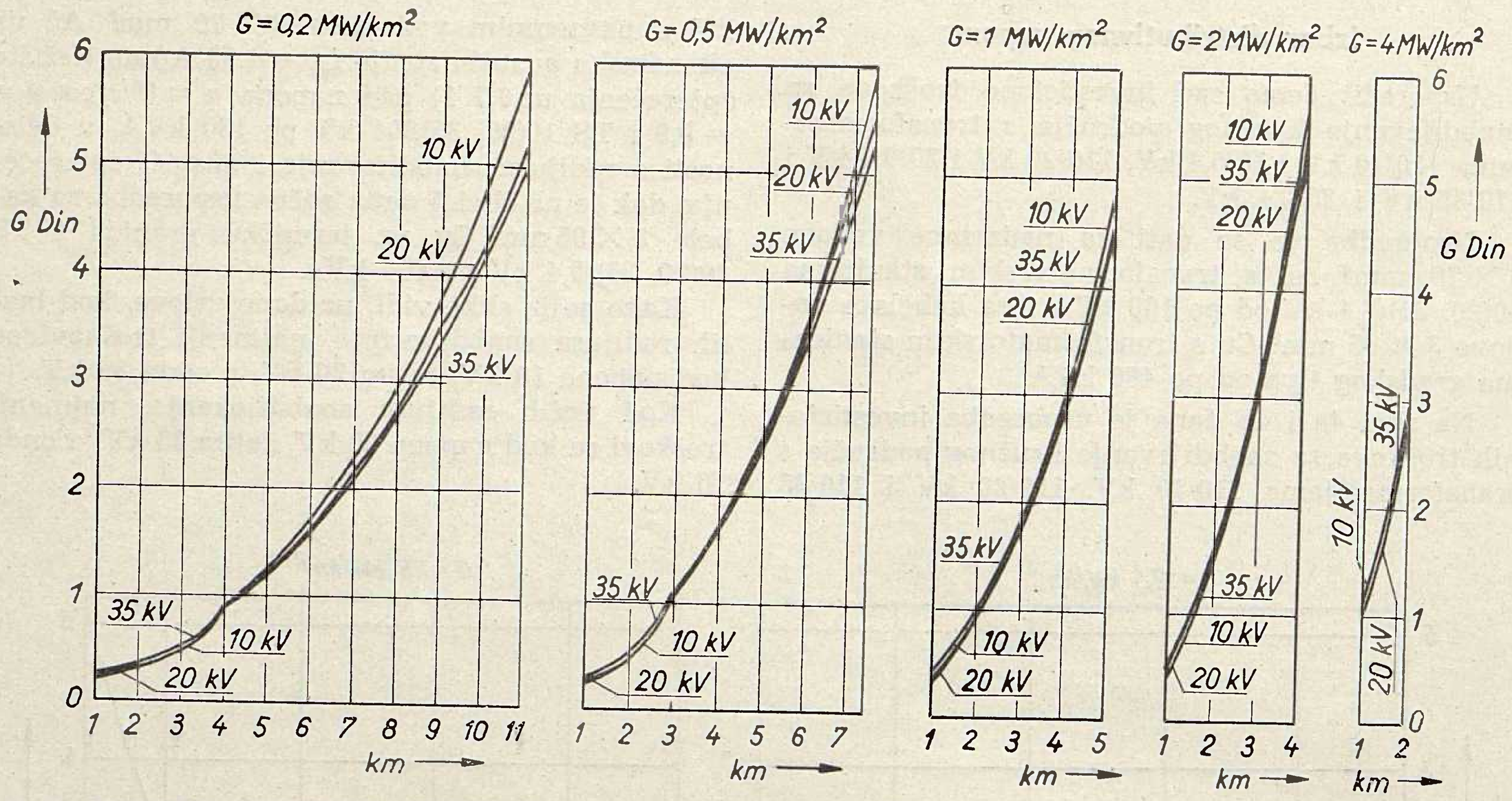
Kako se iz slike vidi, uz dane uslove, kod malih radijusa snabdijevanja, najmanji troškovi su kod napona 10 kV, zatim 20 kV, a onda 35 kV.

Kod većih radijusa snabdijevanja, najmanji troškovi su kod napona 20 kV, zatim 35 kV, a onda 10 kV.



Sl. 4 a i b. Usporedba troškova za snabdijevanje kružnog područja s transformacijama 110/10 kV, 110/20 kV i 110/35 kV s nadzemnim vodovima 3×70 mm² AlČe uz ekonomsku gustoću struje (težište opterećenja na 0,7 l) pad napona $u = 8\%$ $\cos\varphi = 0{,}9$ i TS 10 (20, 35) / 0,4 kV po 160 kVA u ovisnosti o radijusu snabdijevanja i gustoći opterećenja.





Sl. 5. Usporedba investicionih troškova za snabdijevanje kružnog područja s transformacijama 110/10 kV, 110/20 kV, 110/30 kV s kabelima 3 × 95 mm² Cu uz termičku granicu, cos φ = 0,9 i TS 10 (20, 35) / 0,4 kV po 400 kVA, u ovisnosti o radijusu snabdijevanja i gustoći opterećenja.

Sjecište krivulja se kod većih gustoća opterećenja pomiče prema manjem radijusu snabdijevanja.

Iz slika 4a i 4b opaža se da sa radijusom snabdijevanja koji je veći od cca 15—16 km naglo rastu troškovi kod napona 10 kV, prema naponima 35 i 20 kV.

Iz slike 5 gdje je dana usporedba investicionih troškova za kabele 3 × 95 mm² Cu, vidi se da su uz dane uslove, kod malih radijusa snabdijevanja najmanji troškovi kod napona 10 kV, zatim 20 kV, a onda 35 kV. Kod većih radijusa snabdijevanja naponi 10 i 20 kV mijenjaju mjesto, dok kod daljnjeg povećanja radijusa snabdijevanja najmanji troškovi su kod napona 35 kV, a zatim 20 kV, a onda 10 kV.

I ovdje se sjecišta krivulja kod većih gustoća opterećenja pomiču prema manjem radijusu snabdijevanja.

Glavni udjel u ukupnim troškovima čine transformatorske stanice 20/0,4 kV, zatim vodovi, a onda transformatorske stanice 110/20 kV, osim kod malih radijusa snabdijevanja gdje su troškovi za vodove niži od troškova transformatorske stanice 110/20 kV.

Dvonaponska ili tronaponska distribucija?

Da se odgovori na ovo pitanje usporedit će se neki tehnički utjecaji kod dvonaponske i tronaponske distribucije.

Snage kratkog spoja

Kod tronaponske distribucijje snage kratkog spoja su manje zbog dodatnih impedancija vodova međunapona i međutransformacije. Impedancije vodova međunapona djeluju različito na donji naponski nivo, već prema visini međunapona. 1 km nadzemnog voda 35 kV daje obzirom na sabirnice 10 kV dodatnu impedanciju od samo 0,033, a 1 km nadzemnog voda 60 kV čak samo 0,011 oma.

Ukoliko se snabdijevanje vrši dvostrukim vodom s međunaponom, to su te vrijednosti čak za polovicu manje.

Impedancija međutransformacije ovisi o snazi transformatora i naponu kratkog spoja tih transformatora. Napon kratkog spoja transformatora opada s gornjim naponom transformatora, pa prema tome ovi transformatori imaju manju impedanciju po kVA nego transformatori s gornjim naponom od 110 kV. Međutim, ipak ove dodatne impedancije transformatora su znatne, i to tim više što je manja instalirana snaga međutransformacije.

Primjenom međunapona smanjuje se snaga kratkog spoja i to više kod napona 60 kV nego kod napona 35 kV zbog toga što je kod transformatora s višim gornjim naponom veći napon kratkog spoja.

Međutim kod izvjesne duljine vodova 35 odnosno 60 kV imamo veće smanjenje snage kratkog spoja kod napona 35 kV nego kod napona 60 kV, jer dodatne impendancije brže rastu kod manjeg međunapona.

U srednjenaponskoj nadzemnoj mreži snaga kratkog spoja se brzo smanjuje s udaljenosti.

U gradskoj kabelskoj mreži zbog malih udaljenosti i velikih presjeka kabela s malom impedancijom, snage kratkog spoja su u čitavom području praktički jednake. Smanjenje kratkog spoja se može postići samo dijeljenjem mreže i upotrebom prigušnice.

Snaga kratkog spoja u srednjenaponskoj mreži utječe znatno na troškove rasklopnih uređaja.

Regulacija napona i proizvodnja jalove energije

Upotreba međunapona omogućuje još jednu regulaciju napona, tako da se napon može bolje prilagoditi pojedinim potrošačima. Nadalje u tim pojnim tačkama može se proizvesti jalova energija pomoću kondenzatorskih baterija, tako da se mogu bolje iskoristiti pojni vodovi koji sada ne moraju prenositi jalovu energiju.

Broj pojnih vodova za srednjenaponsku mrežu

Broj pojnih vodova 110, 60 ili 35 kV potrebnih za snabdijevanje srednjenaponske mreže nekog kružnog područja u ovisnosti o gustoći opterećenja i radijusa snabdijevanja dobijemo kao i prije.

Pravci koji predstavljaju prijenosnu moć voda sjeku krivulje koje označuju gustoću opterećenja i daju radijus snabdijevanja kružnog područja.

Troškovi za tronaponsku distribuciju

Da se pak dobije prava slika godišnjih troškova moraju se izračunati i troškovi zbog gubitaka u električnoj mreži. Kod primjene međunapona nastaju dodatni troškovi zbog većih gubitaka u vodovima i još jednoj transformaciji.

Mogućnost prijelaza vodova 10 kV na napon 20 kV

Postoji mogućnost prijelaza nadzemnih vodova 10 kV na napon 20 kV. Kod toga treba promijeniti izolatore i uzeti odgovarajuće konzole. Također treba promijeniti i eventualno postojeće linijske rastavljače.

Prema kalkulaciji »Elektroprojekta« — Ljubljana troškovi prijelaza nadzemnog voda 10 kV na napon 20 kV iznosili su 1964. godine ukupno 277 000 Din/km, a ako se oduzmu demontirani izolatori 10 kV i linijski rastavljač 10 kV, troškovi bi iznosili 229 000 Din.

Kod toga je računato da na duljinu od 1 km dolazi 1 kutni A-stup, 2 križišna i 12 nosnih stupova, a na svakih 5 km, linijski rastavljač.

Kod kabelskih vodova prijelaz od napona 10 kV na napon 20 kV zahtijeva promjenu kabela.

Mogućnost proizvodnje opreme za napon 20 kV

Nema nikakove zapreke za proizvodnju opreme za napon 20 kV. Oprema za napon 20 kV se već i sada proizvodi kod nas u manjim količinama za potrebe mreže 20 kV u Sloveniji.

Transformatore za napon 20 kV proizvodi već sada tvornica transformatora »Energoinvest« u Črnučama i »Elektrosrbija«, dok nema nikakove zapreke da i tvornica »Rade Končar« proizvodi transformatore 20 kV. Učinske sklopke proizvodi tvornica »Energoinvest« u Lukavici kod Sarajeva.

To su malouljne sklopke po licenci DELLE tipa HG za gornji granični napon od 24 kV, 630 do 4000 A, 500 do 1500 MVA, tipa HK i HKR za maksimalni pogonski napon 24 kV, 400 A i 250 MVA i tipa HPGE za vanjsku montažu za najviši pogonski napon 24 kV, 630 A i 500 MVA. Nadalje »Energoinvest« proizvodi i autopneumatske rastavljače snage sa osiguračima i relejima, tip RF 6, za najviši pogonski napon 24 kV, nominalne struje 200 A.

Visokonaponske osigurače po licenci DELLE tipa FTR od 1 do 32 A, sa simetričnom snagom prekidanja od 800 (U_m = 20 kV) odnosno 1000 MVA (U_m = 25 kV) također proizvodi tvornica »Energoinvest«.

Izolatore za napon 20 kV proizvodi već tvornica porcelana u Aranđelovcu, katodne odvodnike prenapona za 20 kV »Elektrosrbija«, malouljne mjerne naponske transformatore za 20 k Vtip VKU za unutarnju i vanjsku montažu tvornica »Rade Končar«, suhe strujne transformatore za najviši pogonski napon od 24 kV za unutarnju montažu tip TSB, »Energoinvest«, kabele 20 kV tvornica kabela u Svetozarevu, a tropolne kabelske glave 20 kV tipa TKG 3 za vanjsku montažu »Energoinvest«. Kako se iz prednjeg vidi kod nas se već praktično proizvodi sva oprema za napon 20 kV.

Zaključak

Iz dosad izloženog slijedi općenito da je za područnu elektrifikaciju s nadzemnim vodovima, izuzev za mala opterećenja i male udaljenosti, najjeftiniji sistem s direktnom transformacijom 110/20 kV.

Kod gradskih kabelskih mreža koje imaju mali radijus snabdijevanja najmanji troškovi su kod sistema 110/10 kV. Kod većih radijusa snabdijevanja najmanji troškovi su kod sistema 110/20 kV, a sa daljnjim povećavanjem radijusa snabdijevanja najmanji troškovi nastaju kod sistema 110/35 kV.

Međutim ovdje nisu tako velike razlike u troškovima kao kod nadzemne područne mreže.

Stalnim povećavanjem opterećenja rast će područje ekonomične primjene sistema dvonaponske distribucije.

Dok je kod nadzemne mreže 10 kV moguć prijelaz na 20 kV, uz troškove od cca 280 000 din/km, kod kabelskih mreža prijelaz od napona 10 kV na napon 20 kV zahtijeva promjenu kabela.

Nema nikakove zapreke za proizvodnju opreme za napon 20 kV, koja se već i sada proizvodi u manjim količinama za potrebe slovenske mreže 20 kV.

Uvođenje napona 60 kV koji ne postoji kod nas, kod postojećeg napona 110 kV ne dolazi u obzir.

Naravno, kod usporedbe troškova je važno u kojoj mjeri je do sada izgrađena međunaponska mreža. To je u našem slučaju mreža 35 (30) kV, i vrlo mala mreža 50 kV u Istri. Prema tome potrebno je uvijek od slučaja do slučaja načiniti usporedbu ukupnih troškova.

Prednje razmatranje dalo je samo osnovne postavke koje se moraju uvažiti kod ekonomskog stupnjevanja napona kod transformacije i razvoda električne energije.

Literatura

I. Janić — *Potreba i problematika uvođenja međunapona 20 kV i 60 kV u ljestvicu standardnih napona distributivne mreže*, Institut za elektroprivredu Zagreb, 1965.

Naslov pisca: Ivan Janić, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37/I.

MREŽA VEZA U DISTRIBUTIVNIM PODUZEĆIMA

Miodrag Savić, Beograd

Obim i složenost današnjih električnih mreža zahteva od distributivnih preduzeća primenu raznovrsnih telekomunikacionih uređaja, koji omogućuju njihovo efikasno i ekonomično korištenje. Ukazuje se na potrebu elektroprivrede za mrežom veza i posmatraju sredstva koja mogu poslužiti u tu svrhu. Na kraju se iznose osnovne postavke kod projektovanja takovih mreža veza.

DK 621.398

1. Uvod

Razvoj i primena telekomunikacija u jednom elektroenergetskom sistemu zavisi od dva* činioca: razvijenosti i organizacionih oblika tog elektroenergetskog sistema, kao i razvoja i mogućnosti telekomunikacija uopšte.

Elektroenergetski sistem Jugoslavije povezan je međusobno i sa inostranstvom. Sve elektrane predaju svoju energiju prenosnoj mreži, a ova je prenosi potrošačima. Pošto je time raskinuta čvrsta »lična« sprega proizvođač-potrošač (koja je postojala u ranijoj fazi, u kojoj je jedna elektrana napajala svoje potrošače), mora nužno da se uspostavi između proizvodnje i potrošnje i treći, koordinacioni faktor, dispečerska služba. U Jugoslaviji postoje područne dispečerske službe, koje iz područnih dispečerskih centara organizuju ekonomičnu proizvodnju i trajno napajanje potrošača što kvalitetnijom električnom energijom. Pored njih postoji i savezna dispečerska služba, koja iz saveznog dispečerskog centra koordinira rad područnih dispečerskih službi i kontroliše razmenu sa inostranstvom.

U pojedinim distributivnim preduzećima organizovane su distributivne dispečerske službe, koje iz distributivnih dispečerskih centara obezbeđuju redovno napajanje svog konzuma.

Da bi uopšte mogla funkcionisati dispečerska služba, pa prema tome i međusobno povezani elektroenergetski sistem, mora postojati elektroprivredna mreža veza. Njena uloga je prenos informacija od pojedinih objekata (elektrana, transformatorskih stanica) dispečeru i naloga dispečera objektima. Informacije se mogu prenositi glasom, pismom ili telemehaničkim putem.

Jednom uspostavljena mreža veza za potrebe dispečerske službe, koja bez nje ne bi mogla opstati, služi kao nužna dopuna pogonu, koji bi bez nje znatno izgubio u efikasnosti. Najzad, da bi u potpunosti bila iskorišćena — pošto dispečerske i pogonske potrebe ne angažuju elektroprivrednu mrežu veza celo vreme — mreža veza se koristi još i u upravno-administrativne svrhe elektroprivrede.

Posebno u distributivnim uslovima dolazi do izraza neophodnost višestrukog korišćenja jedne

veze. Distributivni objekti su rasejani po terenu, na kojem PTT mreža ni pravcem ni kvalitetom svojih veza, ni brzinom u uspostavljanju veza, ne može da reši potrebe distribucija za hitnim i kvalitetnim sporazumevanjem, sa svojim objektima i pogonima. Pored toga, radno vreme većine PTT centrala ne odgovara zahtevima non-stop rada elektroprivrede.

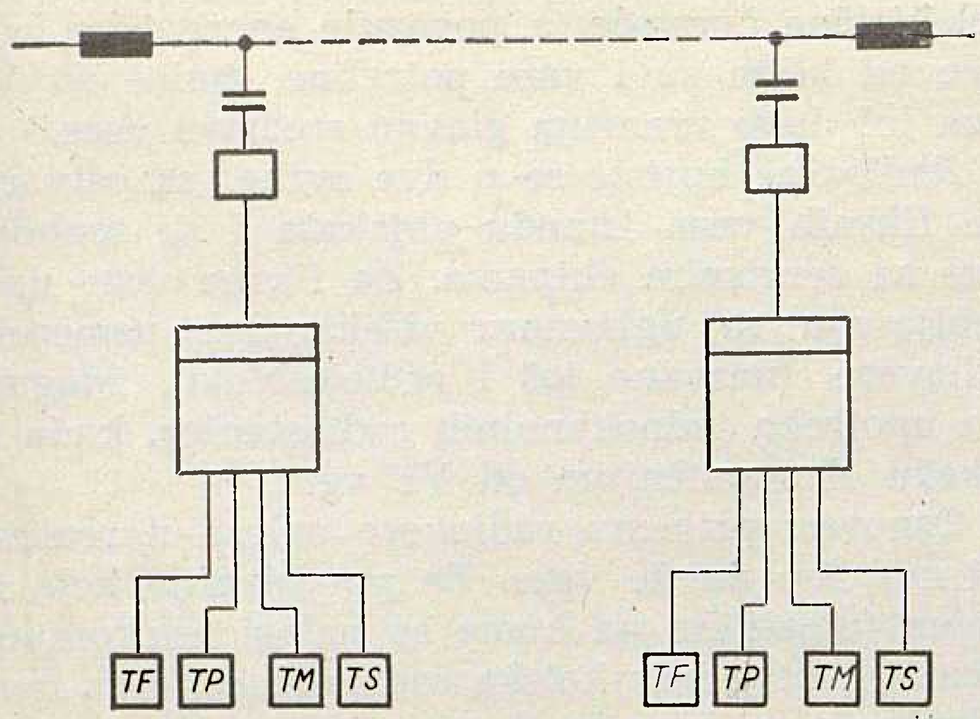
Elektroprivredna mreža veza predstavlja prvi (za sada i glavni) oblik primene telekomunikacija u elektroprivredi. Razvoj te mreže tesno je vezan sa razvojem i organizacionim oblikom elektroenergetskog sistema u celini.

Razvoj telekomunikacija dovodi do primene principa telekomunikacija i u oblastima, koje su do skora bile isključivo jakostrujaške. Tako je nikao i drugi oblik primene telekomunikacija u elektroprivredi — telemehanike. Telemehanika ili daljinska automatika u elektroprivredi ima za zadatak upravljanje i kontrolu stanja elektroprivrednih objekata. Ovaj oblik primene telekomunikacija u razvijenim zemljama je u toj meri porastao, da postaje glavni oblik.

Najzad, u najnovije vreme telekomunikacije prodiru i u oblast zaštite, kao i u kontrolu i upravljanje svim procesima na jednom objektu (termoelektrane, hidroelektrane, trafostanice) uključujući logička kola, pa čak i elektronske računare.

Na taj način i pojam »telekomunikacije« koji je bio kod nas upotrebljavan kao zamena za nemački termin »slaba struja« mora nužno da pretrpi izmenu. Sve ove oblasti u kojima se zadaci rešavaju putem elektronike, čine informativni si-

* Treći činilac, progresivan ili nazadan stav pojedinih ličnosti prema uključivanju telekomunikacija u elektroprivredu, nismo naveli, jer je čisto subjektivne prirode.



Sl. 1. Kombinovano korišćenje jedne veze za telefoniju (TF), teleprinter (TP), telemerenje (TM) i telesignalizaciju (TS).

stem elektroprivrede. Informativni sistem elektroprivrede, sastavljen od niza podsistema, ponekad međusobno izolovanih, predstavlja kičmu i nervni sistem upravljanja savremenom elektroprivredom. Ovaj informativni sistem sastoji se od prenosnog puta (mreže veza ili telekomunikacija u klasičnom smislu), telemehaničkih sistema (telemotrenja, telesignalizacija, telekomanda, teleregulacija) koji se koriste prenosnim putevima i sistema za obradu informacija u određenim centrima.

Prema tome, terminološko razvrstavanje bilo bi:

— informativni sistem: skup sistema i podsistema za prenos i obradu informacija u jednom elektroenergetskom sistemu;

— telekomunikacije (veze): skup uređaja koji vrše prenos govora i telemehaničkih informacija;

— telemehanički sistem: sistem za upravljanje i kontrolu na većim rastojanjima, za čije savlađivanje su potrebna specijalna sredstva (telekomunikacije);

— sistem za obradu informacija: nužna je njihova obrada na nov način, koji obično uključuje i elektronski računar;

— teorija informacija: teoretska osnova kako za telekomunikacije, tako i za telemehaniku.

2. Elektroprivredna mreža veza

Potreba za brzom razmenom informacija proizlazi iz suštine modernih elektroenergetskih sistema. Osnovna karakteristika tih sistema je tesna međusobna povezanost operacija koje se istovremeno izvode na geografski udaljenim mestima. Tok informacije o tim operacijama usmeren je od mesta gde se promene dogode (elektrane, transformatorske stanice) ka centrima iz kojih se vrši kontrola rada sistema (dispečerskim centrima) i u obratnom smeru — od dispečerskih centara ka objektima. Potreba za razmenom informacija sa drugim objektima, izuzev sa neposrednim susedima, vrlo je mala.

U nemogućnosti da na drugi način reši problem prenosa informacija elektroprivreda gradi* sopstvenu mrežu veza.

Elektroprivrednu mrežu veza organizuju pojedina elektroprivredna preduzeća za svoje potrebe. U uslovima socijalističke privrede, elektroprivredne mreže veza pojedinih preduzeća stapaju se u jedinstvenu elektroprivrednu mrežu veza elektroenergetskog sistema.

Prema svojoj nameni, prema upotrebljenoj tehnici, kao i prema važnosti za elektroprivredu, veze koje ulaze u sastav celovite elektroprivredne mreže veza mogu se klasificirati u:

— superponiranu mrežu veza
— osnovnu mrežu veza
— lokalne mreže veza
— mobilne mreže veza.

Ove mreže nisu međusobno izolovane; naprotiv, treba da su čvrsto povezane i da se dopunjuju. Podela je više administrativno-organizacione prirode. Ima međutim i slučajeva da administrativna podela izaziva i tehničko podvajanje veza.

Superponiranu mrežu veza čine veze između saveznog i područnih dispečerskih centara, kao i veze između područnih dispečerskih centara međusobno. Ova mreža služi za koordinaciju rada područnih dispečerskih službi, kao i za pogonske i upravno-administrativne razgovore. Pošto nosi guste snopove telemehaničkih informacija kao i izvanredno važne teleregulacione signale, ova mreža se ostvaruje vezama maksimalnog kvaliteta i sigurnosti i sa predviđenim rezervnim pravcima veza. Po sredstvima, načinu tretmana i ulozi ona je ipak samo jedan vid osnovne mreže veza.

Osnovnu ili primarnu mrežu veza sačinjavaju veze od bitne važnosti za elektroprivredu. To su veze koje spajaju područni dispečerski centar sa elektranama i čvornim trafostanicama, važne transverzale, omnibus-veze koje nose pogonski i administrativno-upravni saobraćaj, ili pak dispečerske centre sa pogonskim centrima veza (PCV). Uređaji kojima se ostvaruje ova mreža veza treba da pruže maksimum kvaliteta i sigurnosti.

Lokalne mreže veza obrazuju uglavnom distributivne veze po distributivnim preduzećima. One se obično naslanjaju na jedno čvorište osnovne mreže veza koje spajaju sa distributivnim objektima — stanicama 35/10 kV i manjim elektranama. Uređaji kojima se ostvaruju ove mreže veza mogu biti jednostavniji i jeftiniji, jer su i zahtevi skromniji.

Stav o potrebi čvrstog povezivanja i uzajamnog dopunjavanja mreža posebno važi za odnos između lokalnih (distributivnih) i primarne mreže veza, drugim rečima — između distributivnih mreža i prenosne mreže. Na teritoriji Srbije ima-

* Jedina na svetu, elektroprivreda Engleske ne gradi već *zakupljuje* od PTT kanale koji sačinjavaju elektroprivrednu mrežu veza. U Engleskoj je ovo bilo moguće zahvaljujući visokoj razvijenosti PTT mreže i njenim mogućnostima za dalju izgradnju. I Engleska u novije vreme vrši odstupanja od ovog stava, gradeći neke direktne veze.

mo slučajeve da distributivna preduzeća grade potpuno zasebnu (i vrlo skupu) mrežu veza, dok druga — koristeći se delimično osnovnom mrežom — rešavaju znatno efikasnije i jeftinije taj problem.

Interne veze jednog objekta (najčešće automatska telefonska centrala sa svojim priključcima) uklapaju se u onu mrežu veza kojoj taj objekat (ili centar) pripada. One se skoro bez izuzetaka ostvaruju žičnim vezama i uređajima automatske telefonije

Mobilnu mrežu veza sačinjavaju mobilne radioveze, namenjene ekipama za održavanje dalekovoda. Ova mreža takođe se u telekomunikacionim čvorovima povezuje s osnovnom ili lokalnom mrežom veza.

Pošto po pravilu preduzeća izgrađuju svoje mobilne mreže veza, može doći do stapanja mobilne sa odgovarajućom lokalnom mrežom veza.

U načelu je usvojeno da svi objekti 110 i 220 kV kao i sve elektrane, budu priključeni i na PTT mrežu, koja predstavlja u pogonskom pogledu rezervnu mrežu veza. U distributivnim mrežama priključak objekta na mrežu PTT je ređi slučaj.

3. Sredstva veze

U elektroprivrednoj mreži veza upotrebljavaju se sledeća sredstva veze:

— žične veze
— visokofrekventne veze po dalekovodima
— radioveze

Žične veze mogu biti vazdušne i kablovske. Vazdušni vodovi su do izgradnje fabrike kablova u Svetozarevu bili skoro jedini vid žičnih veza, dok se danas upotrebljavaju ređe i to samo tamo gde su ekonomični. Upotrebljavaju se uglavnom za lokalne veze. Za njihovo postavljanje koriste se postojeće PTT ili JŽ trase, a vrlo retko se izgrađuju sopstvene trase. Zbog nedovoljne pogonske sigurnosti na kraćim relacijama ih istiskuju kablovi, a na dužim male i jeftine dvopojasne tranzistorske veze.

Kablovski vodovi se u zadnje vreme upotrebljavaju za lokalnu mrežu veza, a takođe i za povezivanje mesta koncentracije visokofrekventnih veza sa dispečerskim centrima u gradu.

Ranije su se upotrebljavali isključivo kablovi sa papirnom izolacijom, dok se danas u sve većoj meri upotrebljavaju kablovi sa PVC izolacijom, kako radi veće sigurnosti u pogonu, tako i zbog veće dielektrične čvrstoće (zaštita od podizanja potencijala tla).

Visokofrekventne veze po dalekovodima predstavljaju glavno sredstvo veze u elektroprivrednoj mreži veza. U osnovnoj mreži veza upotrebljavaju se isključivo jednopojasni uređaji, dok se za lokalnu mrežu veza primenjuju uglavnom dvopojasni VF uređaji. U zadnje vreme — prelaskom na potpuno tranzistorske aparature — podignuta je sigurnost u pogonu skoro na nivo kablovskih veza. Korišćenje dalekovoda koji predstavljaju vrlo siguran prenosni put zbog svoje mehaničke i električne čvrstoće, a povezuje energetske čvorove od kojih su i veze potrebne, činiće od VF veza još dugo vremena glavno sredstvo veze.

Radioveze koriste se u dve svrhe: za ostvarenje fiksnih veza između objekata i za mobilne veze sa servisnim ekipama. Za fiksne veze upotrebljavaju se uglavnom višekanalne usmerene radioveze (nazvane još i radiokablovi). Moguća je i upotreba jednokanalnih radiostanica, kada se pokažu ekonomičnijim od VF veza.

Osnovnu primenu radioveze nalaze u realizaciji mobilne mreže veze. Za povezivanje kola sa bazom (objektom na kome se nalazi telekomunikacioni čvor), služe kolske radiostanice, a za individualne veze između članova jedne ekipe na terenu služe male prenosne radiostanice. I jedna i druga vrsta radiostanica danas je tranzistorska.

4. Žične veze

Žične veze služe za prenos govora, ali su najčešći nosilac telemehaničkih kanala, pošto je njihova mreža najgušća. Na kratkim odstojanjima žične veze skoro isključivo dolaze u obzir kao prenosni put za telemehaničke sisteme.

Osnovnu karakteristiku žičnih veza — vazdušnih i kablovskih — predstavlja galvanski kontinuitet između predajnika i prijemnika telemehaničkog sistema.

Na teritoriji gradova obično se nalaze kablovske veze, čija dužina ne premaša 15—20 km. Za duže, vangradske veze, upotrebljavaju se vazdušni vodovi, čija dužina dostiže više desetina kilometara, a može ići i preko stotine kilometara. Ukoliko bi se za ta rastojanja upotrebljavali kablovi, bilo bi nužno postavljanje pojačavačkih stanica na određenim odstojanjima.

Po svojim osobinama u odnosu na prenos telemehanike, ove dve vrste žičnih veza oštro se međusobno razlikuju. U pogledu sigurnosti, one čak stoje na dva suprotna kraja. Dok se vazdušni vodovi u načelu izbegavaju u elektroprivrednoj mreži veza i upotrebljavaju u manje važnim slučajevima (npr. indikaciona telemerenja), dotle se kablovski vodovi upotrebljavaju na svim pravcima, na kojima se ekonomski može opravdati visoka sigurnost i veći broj kanala kablovskih veza.

Vazdušni vodovi

Vazdušni vodovi rade u nepovoljnim uslovima. Izloženost dejstvu atmosferilija čini da se izolacija između provodnika pogoršava za vreme magle i kiše, kao i usled povreda ili prljanja. Pri zaleđivanju i jakim vetrovima dolazi do dodira, prekida provodnika pa čak i obaranja cele trase. Inje i led utiču na slabljenje visokofrekventnih signala, ukoliko se i oni prenose. Atmosferski elektricitet upliviše na rad kanala veze po vazdušnim vodovima (smetnje, prekidi), a vazdušni vodovi su takođe najizloženiji dejstvu upliva dalekovoda.

Faktori koji ograničavaju upotrebu vazdušnih vodova za prenos telemehanike su: otpornost linije, odvodnost, induktivnost i kapacitivnost po kilometru.

Otpornost kola obično nije ograničavajući faktor kod vazdušnih vodova; najčešće je to odvodnost između provodnika, odnosno otpornost izolacije. Ova otpornost izolacije ponaša se kao paralelno vezana otpornost na krajevima telemehaničkog uređaja, koja ga šentira. Kako je ona u zavisnosti od atmosferskih prilika promjenljiva, ona može da unese izvesnu grešku kod telemerenja jednosmernom strujom.

Nove vazdušne vodove u distributivnim mrežama treba u principu izbegavati, izuzev u slučajevima udaljenijih objekata, do kojih postoji PTT ili železnička stubna trasa, na koju se može montirati vazdušni vod. Pa i tada treba dobro ekonomski proveriti opravdanost podizanja takvog voda.

Kablovski vodovi

Kablovski vodovi kao što je pomenuto predstavljaju najsigurnije sredstvo veze. Njih karakteriše: visok nivo izolacije između provodnika i prema zemlji, srazmerno velika podužna otpornost (žile kabela su tanki bakarni provodnici prečnika 0,5 — 1,4 mm) kao i veoma mala izloženost spoljnim uplivima. Kapacitivnost između žila kabla takođe je velika.

Kako kod kablovskih vodova povećanje broja parica ostaje srazmerno malo u ukupnoj ceni koštanja, često se mogu za kanale telemehanike upotrebljavati zasebne parice. Prema potrebi, i kod kablovskih vodova primenjuje se višestruko korišćenje postojećih kanala veza.

Kako kod vazdušnih tako i kod kablovskih vodova, telemehanička kola mogu biti jednožična i dvožična. Kod jednožičnih kola za povratni provodnik koristi se zemlja.

Jednožična kola sa zemljom kao povratnim provodnikom izložena su dejstvu potencijalnih razlika u zemlji.

Ove razlike nastaju podizanjem potencijala tla kod direktno uzemljenih električnih mreža za vreme struje zemnog spoja, kod sistema sa električnom vučom i kod jakih magnetskih bura.

Dvožična kola su uopšte zaštićenija od spoljnih upliva, te su stoga preporučljivija od jednožičnih.

Kablovi pomoću kojih se ostvaruju kablovske veze proizvode se danas u zemlji. Ovi kablovi mogu biti:

— armirani sa papirnom izolacijom za direktno polaganje u zemlju (fabrička oznaka TK 10, odnosno TD 07);
— olovni sa papirnom izolacijom, za polaganje u kablovske kanale (fabrička oznaka: TK 00, odnosno TD 02);
— nadzemni (vazdušni) sa vazdušnom izolacijom i olovnim plaštom (fabrička oznaka: TK 20);
— samonoseći sa izolacijom od politena i plaštom od PVC mase (fabrička oznaka: TK 33);
— uvodni za zaštitu od podizanja potencijala, sa zaštitom od politena i PVC plaštom (fabrička oznaka: TK 32 spec.).

Kod narudžbine kabla treba voditi računa o tipu kabla, broju parica i prečniku žila. Tako, kompletan naziv kabla pri porudžbini bi izgledao na primer:

$$\frac{\text{TK } 10}{1}\ \frac{15 \cdot 4}{2} \cdot \frac{0{,}8}{3}$$

Oznaka kabla obeležena sa 1, govori o vrsti kabla (u ovom slučaju armirani, sa papirnom izolacijom za mesne mreže). Pri tome treba napomenuti da se kablovi sa oznakom TK upotrebljavaju za mesne mreže, što znači za kraća rastojanja, a kablovi sa oznakom TD za međumesne mreže, tj. za veća rastojanja. Granica upotrebe ove dve vrste kablova za distributivne potrebe ležala bi kod rastojanja od 4 km.

Oznaka broja četvorki u kablu, obeležena sa 2, govori o broju žila (u našem slučaju 15 × 4 = 60 žila). Ova oznaka daje se u vidu broja četvorki za sve kablove sa papirnom izolacijom, kod kojih su žile upredene u četvorke, dok se za PVC kablove daju oznake tipa:

$$\frac{\text{TK } 33}{1}\ \frac{30 \cdot 2}{2} \cdot \frac{0{,}8}{3}\ \text{mm}$$

što znači polivinilski samonoseći kabel sa 30 parica.

Najzad, sa 3 označen je prečnik jedne žile kabla. Po našem mišljenju za kraće relacije treba uzimati kabel prečnika 0,8 mm (ne ići ispod tog prečnika), a za duža rastojanja birati odgovarajuće prečnike (0,9; 1,2 ili 1,4).

5. VF veze po vodovima visokog napona

Visokofrekventne veze predstavljaju osnovno sredstvo veze u elektroprivredi. U Jugoslaviji na primer, visokofrekventna mreža veza iznosi više od 95 % ukupne elektroprivredne mreže veza.

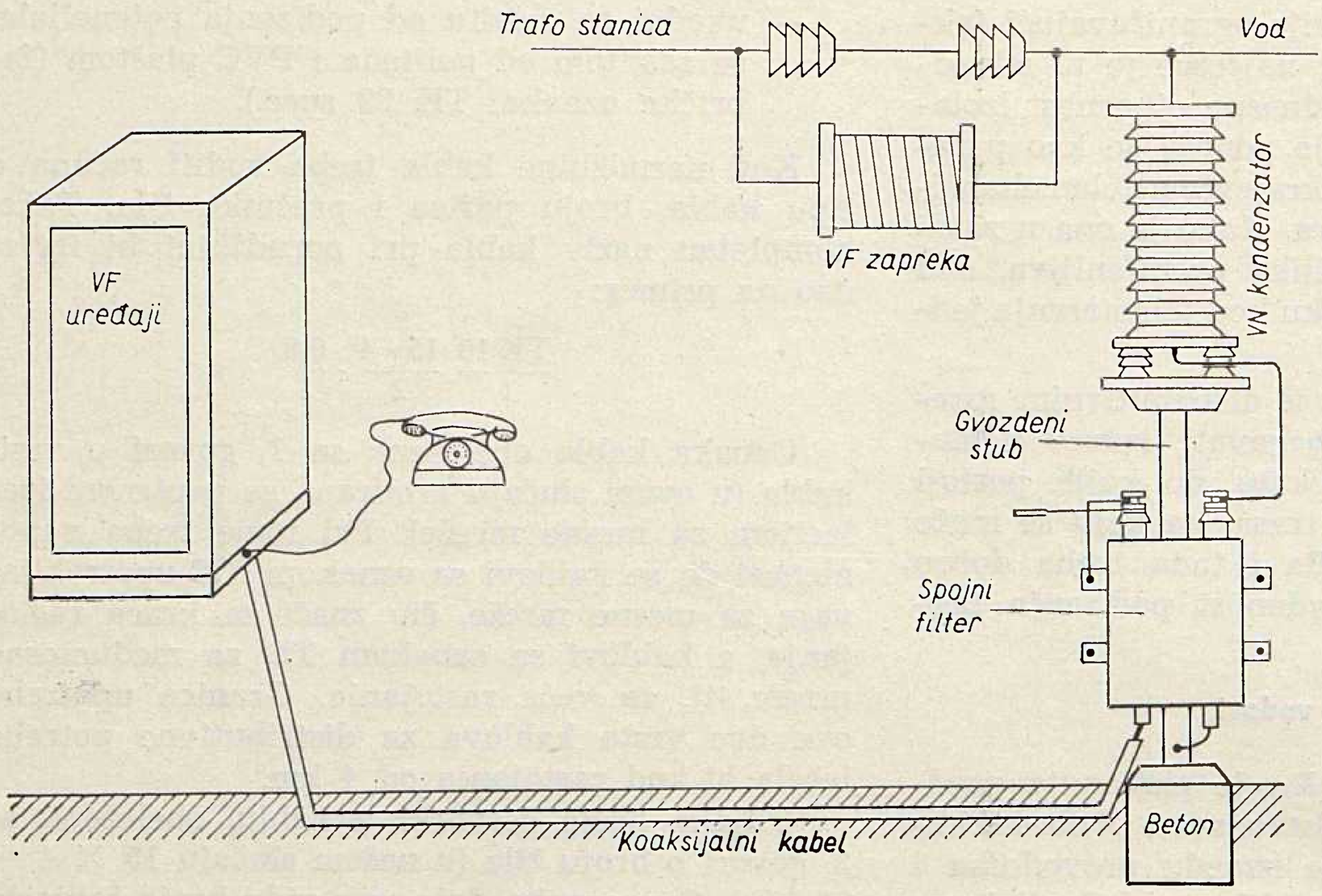
Problem sigurnosti i pouzdanosti VF uređaja, koji implicitno sadrži pitanje fizionomije i tehničke koncepcije uređaja i kvaliteta sastavnih delova, specifičan je po svojoj suštini i spada u nadležnost užeg kruga visokospecijalizovanih stručnjaka kako u razvoju i proizvodnji, tako i u eksploataciji.

Problem pravilnog projektovanja veza opštijeg je karaktera. Širi krugovi elektroprivrednih stručnjaka zainteresovani su za poznavanje mogućnosti upotrebe VF veza u različitim konkretnim slučajevima.

Intenzivna izgradnja elektroprivrede iziskuje dalje širenje mreže VF veza po dalekovodima. Tri su karakteristike ovog daljeg širenja:

a) formiranje mreže veza na vodovima 220 kV, vrlo velikih dužina i visokog nivoa šuma;

b) intenzivna izgradnja distributivne mreže veza u ravni 35 kV sa mnogim nezaštićenim otcepima i transformatorima;



Sl. 2. Elementi VF veze

c) široka primena VF veza kao prenosnog puta za signale telemehanike, pri čemu treba računati sa promenljivim brojem potkanala pored govornog kanala.

Svi ovi faktori zahtevaju da se prilikom planiranja novih veza vrši brižljiva kontrola dometa VF veza na predviđenim relacijama, tj. da se proveri da li je moguća sigurna veza tokom cele godine.

Usvajanje normalnih frekventnih kanala za VF veze po dalekovodima od strane Zajednice jugoslovenske elektroprivrede za opseg od 40—440 kHz pruža mogućnost za plasman većeg broja VF veza od dosadašnjeg, ali sa druge strane pooštrava zahteve kod proračuna dometa zbog upotrebe viših frekvencija i slepljenih kanala.

Fizikalne podloge problema

Visokofrekventna veza po dalekovodu ima za zadatak da prenosi informacije između dva elektroprivredna objekta putem dalekovoda.

Jedna visokofrekventna veza po dalekovodu sastoji se iz sledećih delova (sl. 2):

- visokofrekventnog uređaja (primopredajnika)
- koaksijalnog kabla
- spojnog filtra
- zaštitnog pribora
- sprežnog kondenzatora
- visokofrekventne zapreke.

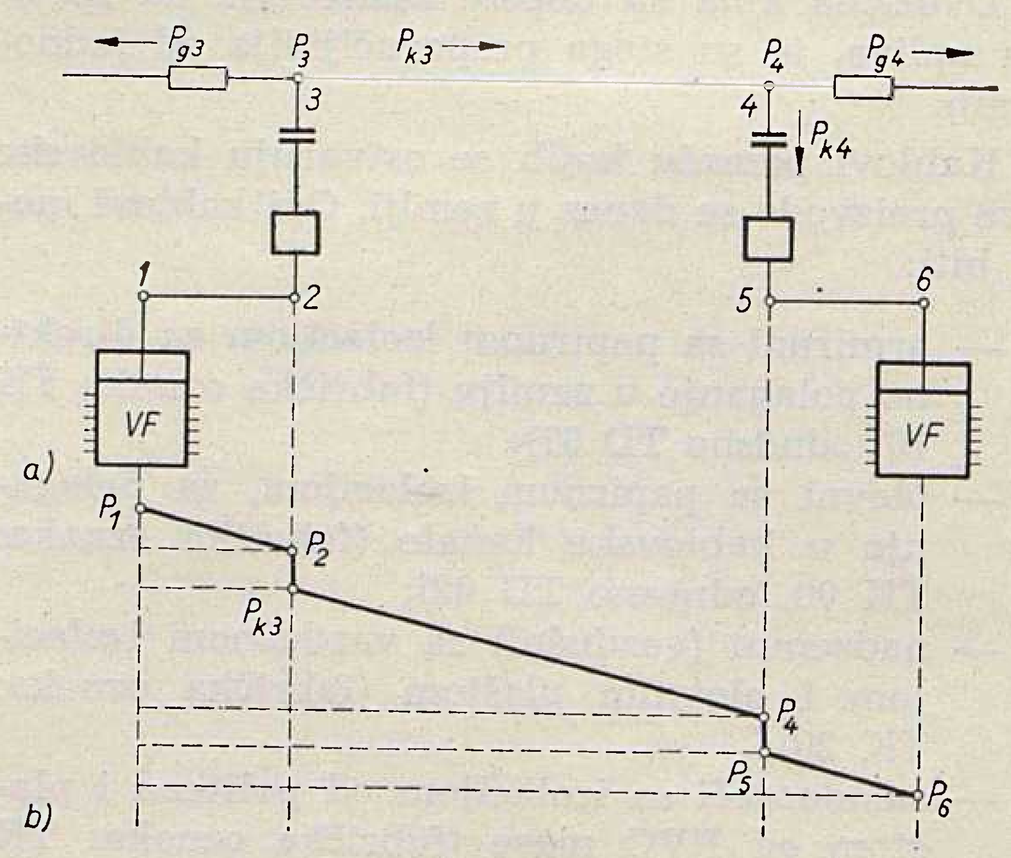
Koaksijalni kabel, spojni filter, zaštitni pribor i sprežni kondenzator spadaju u sprežni pribor VF veze.

Predajnik VF veze može se predstaviti visokofrekventnim generatorom modulisanim strujama govornih frekvencija, sa unutrašnjom impedancom jednakom izlaznoj impedanci predajnika.

Visokofrekventna energija P_1 takvog generatora uz zanemarljivu primesu šuma nastalu u predajniku, predaje se u tač. 1. (sl. 3a) koaksijalnom kablu, čija je karakteristična impedanca jednaka izlaznoj impedanci predajnika. Koaksijalni kabel kao vod sa raspodeljenim parametrima, slabi struje visoke frekvencije u zavisnosti od svoje dužine i od frekvencije. U frekventnom pojasu koji nas interesuje (za jednu VF vezu) može se uzimati da je slabljenje jednako za sve frekvencije, što bi značilo u prvoj aproksimaciji da slabljenje koaksijalnog kabla u jednoj vezi zavisi samo od dužine tog kabla.

Koaksijalni kabel je s druge strane zaključen spojnim filtrom, čiji je zadatak da impedancu kabla (predajnika) transformiše na impedancu dalekovoda.

Spojni filter, sa sprežnim kondenzatorom, predstavlja takođe elemenat na kome se gubi jedan deo VF energije. Ovaj gubitak je zavisan od konstrukcije spojnog filtera i frekvencije.



Sl. 3. Šema prenosa preko dalekovoda

Kao što se vidi, od prvobitne VF energije P_1 na izlazu iz predajnika dolazi količina VF energije P_3, za koju važi relacija.

$$P_3 = P_1 - (P_{g1} + P_{g2})$$

gde su P_{g1} i P_{g2} respektivni gubici VF energije u koaksijalnom kablu i spojnom filtru ($P_{g1} = P_1 - P_2$, $P_{g2} = P_2 - P_3$).

Visokofrekventna energija u tač. 3 deli se na dva dela. Korisni deo teče u pravcu tač. 4 na kraju dalekovoda gde se nalazi prijemnik, a jedan deo teče preko VF zapreke i impedance mreže koja se nalazi pozadi VF zapreke. Međusobni odnosi ova dva dela energije zavise od odnosa karakteristične impedance dalekovoda i sume impedance zapreke i impedance mreže.

Korisni deo energije P_{k3} prostire se duž dalekovoda u pravcu prijemnog kraja veze. Na svom putu i ova korisna energija slabi u zavisnosti od više faktora, među kojima su najizrazitiji dužina dalekovoda i frekvencija.

VF energija P_4 koja stiže u mesto prijema deli se takođe na dva dela, P_{k4} i P_{g4}, isto tako kao što je već objašnjena za P_3.

Korisni deo te energije (P_{k4}) ide preko sprežnog pribora gde trpi odgovarajuća slabljenja kao i sa predajne strane, tako da na ulaz prijemnika stiže količina energije P_6.

Da bi VF energija na prijemnom kraju bila zaista primljena potrebno je da prijemnik raspolaže dovoljnom osetljivošću, a da bi se NF signal mogao iskoristiti, potrebno je takođe da odnos signal/šum bude iznad jedne minimalne granice.

Sprega na dalekovod

A) *Vrsta sprege*

Prema načinu na koji je izvedena sprega na dalekovod, postoje tri vrste sprege:

a) Jednofazna sprega, kod koje se VF uređaj priključuje između jedne faze dalekovoda i zemlje;

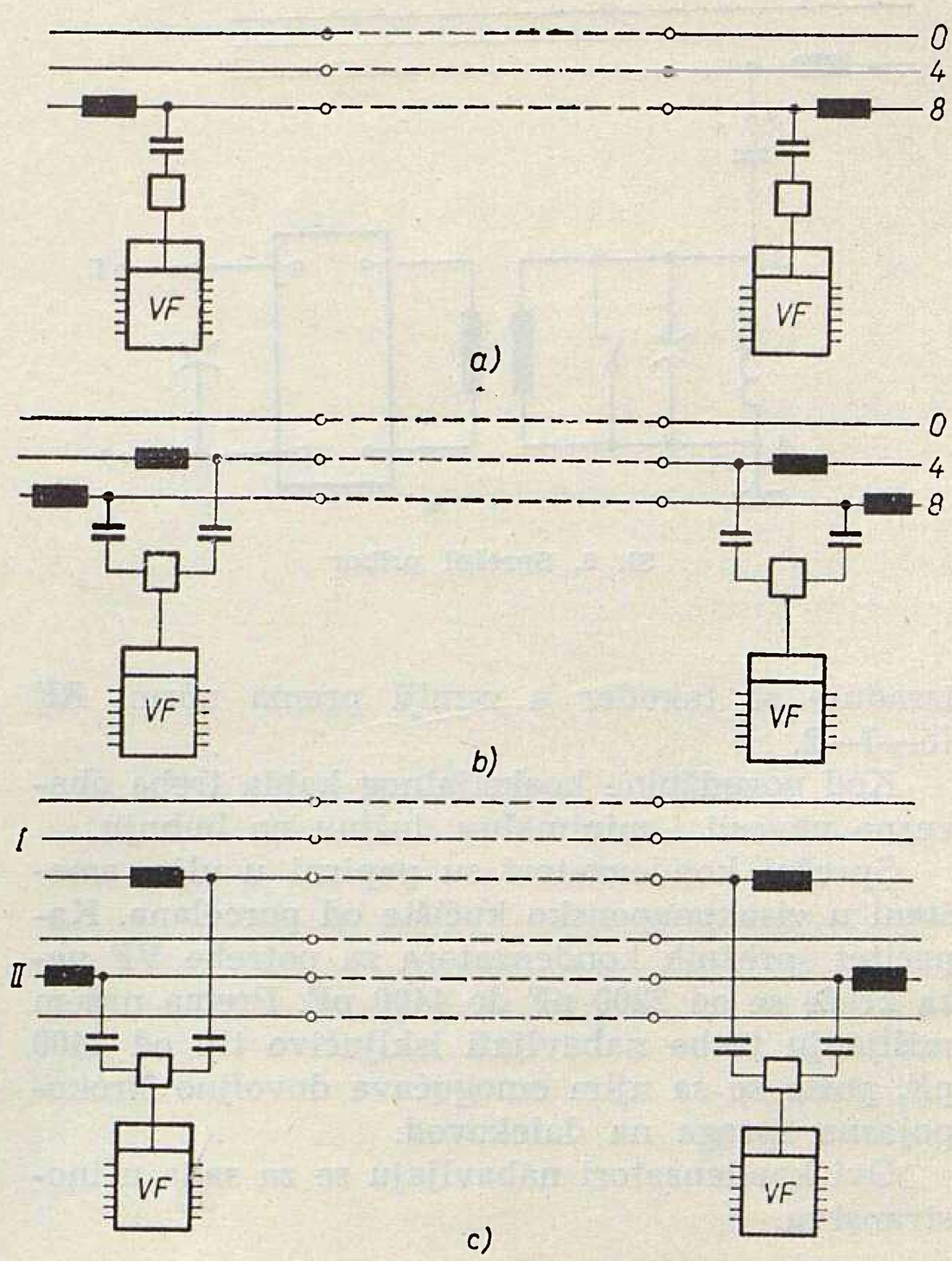
b) dvofazna sprega, kod koje se VF uređaj priključuje između dve faze dalekovoda;

c) dvosistemska sprega, kod koje se VF uređaj priključuje između dve faze raznih dalekovodnih sistema koji idu po jednoj trasi. (Međusobno rastojanje dva sistema ne sme premašiti 200 m na bilo kom delu trase).

Sve tri vrste sprege predstavljene su na sl. 4, a, b, c.

Kako se iz slike može videti, dvosistemska sprega je samo varijanta dvofazne sprege sa fazama u različitim dalekovodnim sistemima.

Upoređenje cene koštanja ove tri vrste sprege pokazuje da su dvofazna i dvosistemska sprega jednako skupe, a svaka od njih dvostruko skuplja od jednofazne sprege. Kako se ovde radi o većim iznosima (učešće sprege na dalekovod može iznositi 1/3 koštanja cele veze, pa i više), razumljiva je težnja da se upotrebi jednofazna sprega gde god je to moguće.



Sl. 4. Sprega na dalekovod

B) *Sprežni pribor*

U sprežni pribor jedne visokofrekventne veze po dalekovodima spadaju:

— koaksijalni kabel
— spojni filter sa zaštitom, i
— sprežni kondenzator.

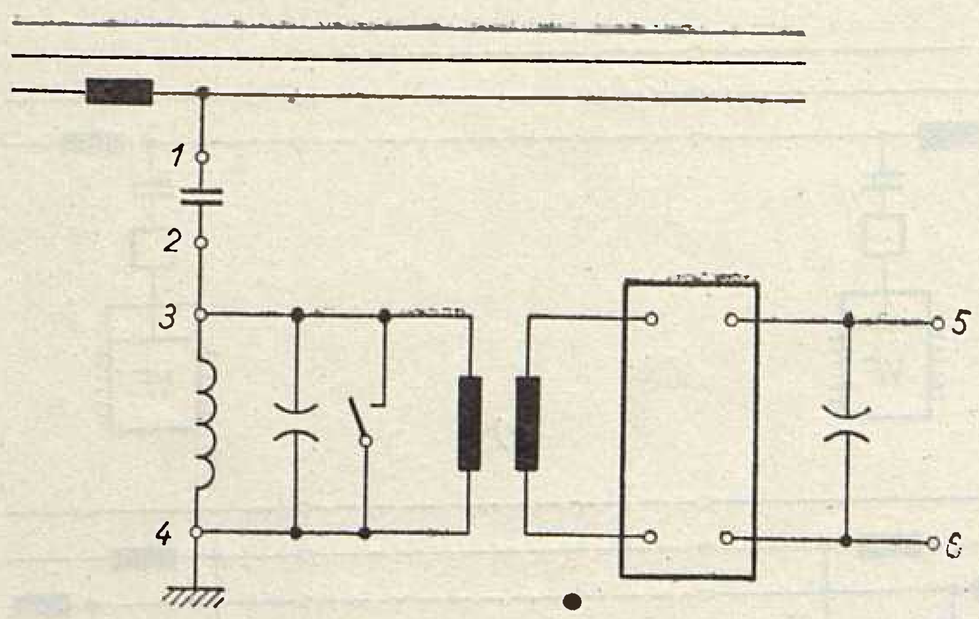
Sprežni pribor ima dvostruki zadatak:

a) da odvoji visokofrekventni uređaj od visokonaponske mreže i zaštiti personal i instalacije od opasnih prenapona koji bi mogli doći iz te mreže;

b) da omogući propust što šireg frekventnog pojasa od visokofrekventnog uređaja ka dalekovodu i obratno, sa što manjim gubicima.

Osnovna odlika sprežnog pribora — da bi odgovorio gornjim zadacima — mora biti puna sigurnost u pogonu. Ona se postiže što manjim brojem što sigurnije izvedenih elemenata. Na slici 5 prikazan je jedan tip sprežnog pribora, o kojem se diskutuje u CIGRE radi opšteg usvajanja u Evropi. Međutim, sprežni pribor može sasvim zadovoljavajuće funkcionisati ako se neki elementi iz gornje šeme izostave, kao na primer elementi br. 1, 5 i 6. Čak se i nož za uzemljenje može izostaviti, ukoliko se prilikom intervencije na sprežnom priboru uzemljenje izvrši donetim gajtanom za uzemljenje.

Koaksijalni kabel, upotrebljen u elektroprivrednoj mreži veza ima impedancu 75 ohma, a



Sl. 5. Sprežni pribor

izrađuje se također u zemlji prema normi RF 75—7—2.

Kod porudžbine koaksijalnog kabla treba obavezno navesti i minimalnu dužinu na bubnju.

Sprežni kondenzatori su papirni u ulju, smešteni u visokonaponsko kućište od porcelana. Kapacitet sprežnih kondenzatora za potrebe VF veza kreće se od 2200 pF do 4400 pF. Prema našem mišljenju treba nabavljati isključivo tip od 4400 pF, pošto se sa njim omogućava dovoljno širokopojasna sprega na dalekovod.

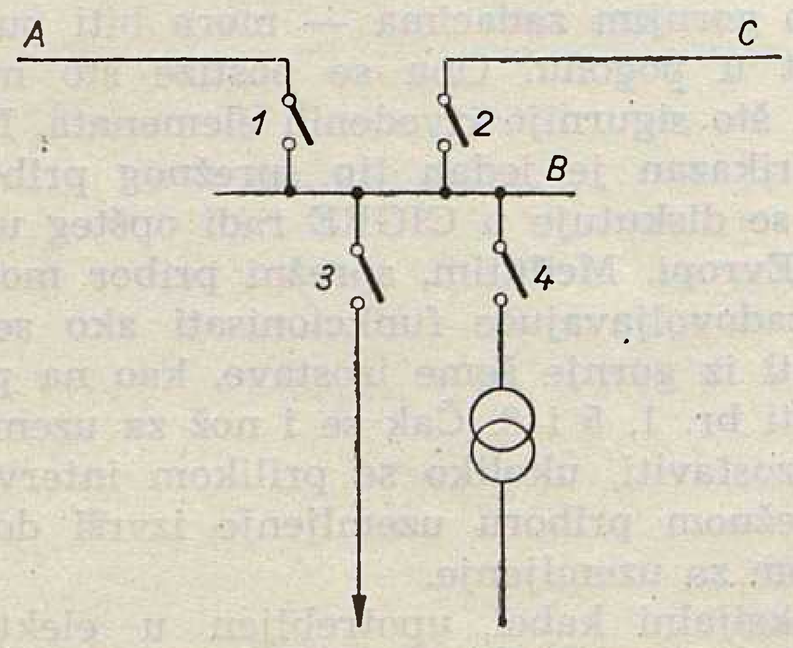
Ovi kondenzatori nabavljaju se za sada u inostranstvu.

VF mostovi

Ako se između dva elektroprivredna postrojenja duž jednog dalekovoda (A i C na sl. 6) povezana visokofrekventnom vezom, nalazi jedno prekidno mesto (B), onda ono može otežati a ponekad i onemogućiti visokofrekventnu vezu između tačaka A i C.

Razlog ovakvom delovanju prekidnog mesta na rad visokofrekventne veze treba tražiti u promenljivoj impedanci za struje visoke frekvencije, koju unosi ovo prekidno mesto u dalekovodni potez, u zavisnosti od svoga pogonskog stanja. Ovo se može lepo videti na uprošćenoj jednopolnoj šemi ovakvog prekidnog mesta (sl. 6).

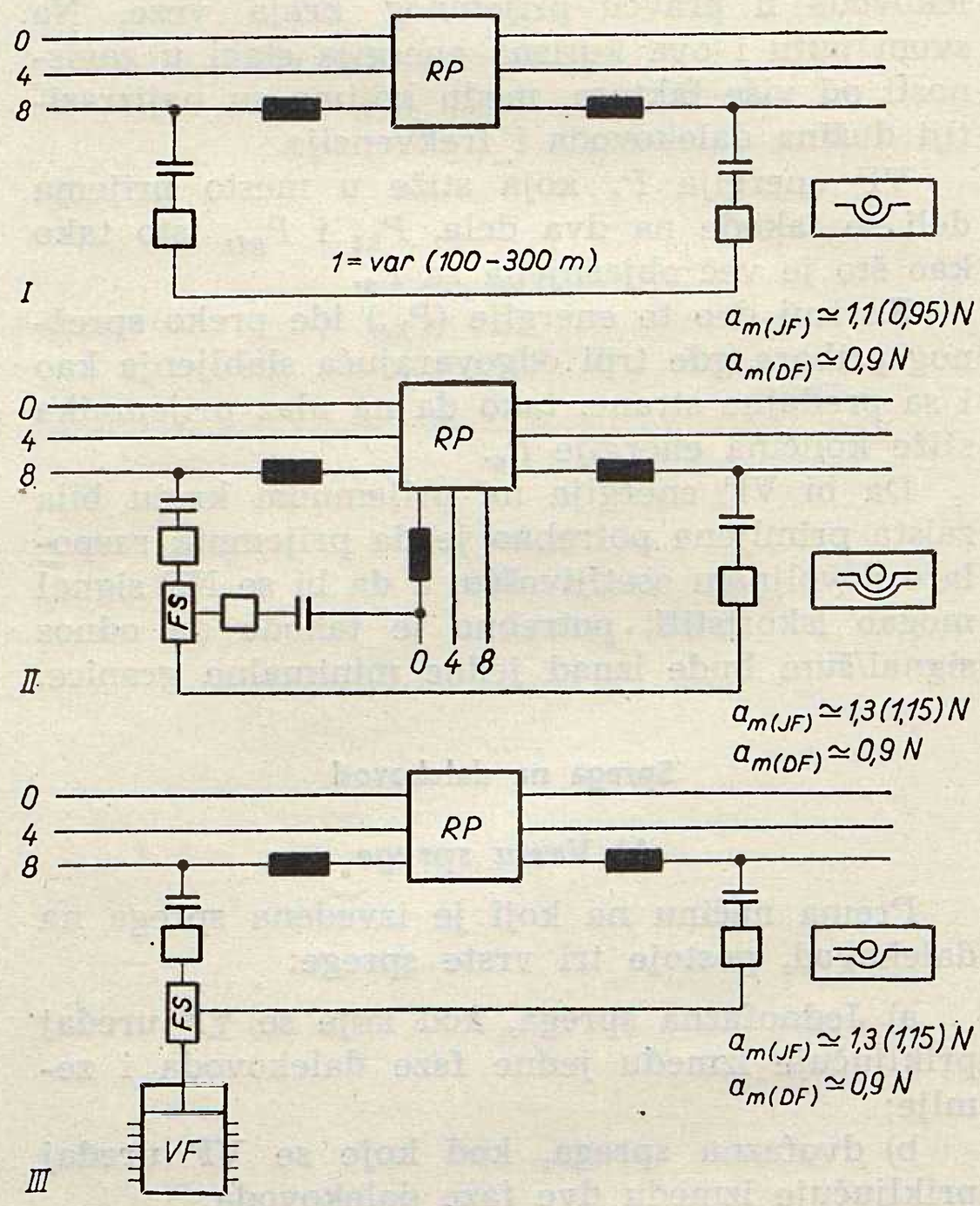
Da bi se osigurao neprekidni rad visokofrekventne veze A — C nezavisno od pogonskog stanja tačke B, u tačku B postavlja se visokofrekventni most. Njegova uloga je da spreči put visokofrekventnoj energiji preko impedantno promenljive tačke B i da je provede zaobilaznim, potpuno definisanim putem, na koji neće uplivisati pogonsko stanje tačke B. (Da budemo precizniji: upliv pogonskog stanja tačke B ostaje i u slučaju VF mosta, samo se radikalno smanjuje).



Sl. 6. VF most, jednopolna shema

Visokofrekventni most u svom najjednostavnijem obliku (sl. 7) predstavlja strogo simetričnu šemu četvorokrajnika. Visokofrekventne zapreke, koje se postavljaju usled dalekovodnog rastavljača, deluju kao velika podužna impedanca za visoku frekvenciju sprečavajući joj tako put u postrojenje B. Zbog konačnosti ove impedance, jedan deo visokofrekventne energije ipak teče preko postrojenja B.

Prema sprezi VF veze na dalekovod, visokofrekventni most može biti jednofazni i dvofazni.



Sl. 7. Varijanta VF mosta

Inače, postoje tri osnovne varijante VF mostova (sl. 7) koje se međusobno mogu kombinovati. Prva varijanta (I) predstavlja jednostavan VF most za jednu VF vezu koja prolazi kroz tačku B. Druga varijanta (II) upotrebljava se u slučaju račvanja visokofrekventnih veza u tač. B i sadrži i frekventnu skretnicu (frekventna skretnica je višekrajnik, koji na različitim izlazima propušta različito frekventne pojaseve). Treća varijanta (III) sadrži, pored VF mosta i završetak jedne VF veze u tački B.

Zbog frekventnih izobličenja koja nastaju zbog frekventne zavisnosti impedance VF zapreka, broj mostova u jednoj VF vezi ograničava se sa maksimum 2.

Visokofrekventne zapreke

Visokofrekventne zapreke* služe za sprečavanje toka visokofrekventne energije kroz aparaturu transformatorske stanice, uzemljenje i odvode.

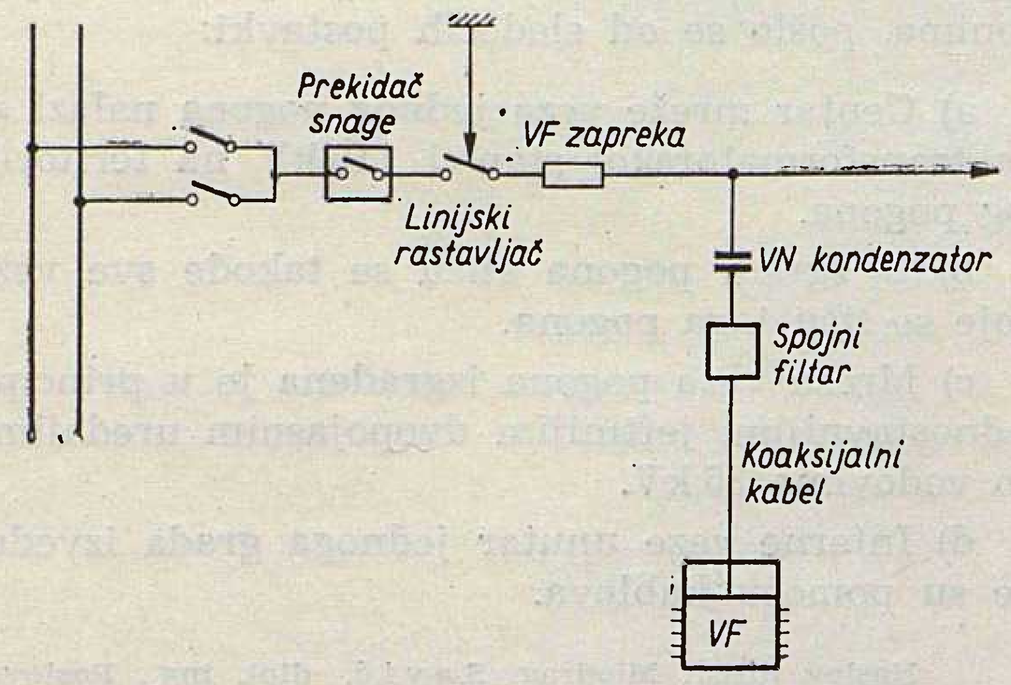
Mesto visokofrekventnih zapreka u šemi VF veze je između priključka sprežnog kondenzatora na dalekovod i linijskog rastavljača. To znači da se idući po dalekovodu od stanice prvo nailazi na prekidač snage, zatim linijski rastavljač pa onda na visokofrekventnu zapreku i — na koncu — na priključak sprežnog kondenzatora. Ponekad, u slučajevima vrlo tesnih ćelija kod vodova 35 kV, dolazi se u iskušenje da se zapreka stavi pozadi grupe rastavljač-prekidač. U tom slučaju bi zapreka funkcionisala normalno kada je vod u pogonu, a bila bi isključena (i veza uzemljena) kada je dalekovod isključen i uzemljen.

Način priključka VF zapreke prikazan je na sl. 8.

Postoje tri osnovna tipa VF zapreka u odnosu na frekventni opseg koji treba zaprečiti.

- uskopojasne — koje zaprečavaju frekventni opseg jednog kanala ili jedne veze (kod viših frekvencija i više veza);
- višepojasne, koje zaprečavaju frekventni opseg više međusobno rastavljenih kanala (obično dva rastavljena kanala jedne veze),
- širokopojasne, koje zaprečavaju širok frekventni pojas. Ukoliko zaprečavaju ceo frekventni spektar između najniže i najviše dozvoljene frekvencije za VF veze, ove se zapreke nazivaju svetalasnim (tačniji naziv bio bi celopojasne).

Glavni deo jedne VF zapreke obrazuje induktivnost (zavojnica), kroz koju teče ista struja kao i kroz dalekovod i koja se prema tome i dimenzioniše. Kod uskopojasnih zapreka ova induktivnost i jedan paralelno vezani kondenzator obrazuju paralelno rezonantno kolo; kod dvopojasnih zapreka ova induktivnost sa jednim kondenzatorom obrazuje paralelno rezonantno kolo, kome je u paraleli vezano jedno redno rezonantno kolo; kod širokopojasnih zapreka obrazuje se kompletan filtarski dvokrajnik.



Sl. 8. Dispozicija sprežnog pribora jedne VF veze u odnosu na postrojenje

Glavne odlike VF zapreke prema kojima se vrši i porudžbina, su:

- nominalna struja zapreke
- induktivnost glavne zavojnice
- frekventni opseg zaprečavanja
- način montaže.

Pod nominalnom strujom podrazumeva se trajna struja kroz zapreku, pri kojoj dolazi do pregrevanja zapreke. Kod nas su predviđene sledeće nominalne struje.

- 200 A, za dalekovode 35 kV
- 400 A, za dalekovode 110 kV
- 800 A, za dalekovode 220 kV.

Za dalekovode 10 kV mogu se nabavljati i zapreke od 100 A nominalne struje, kao što se i u nekim slučajevima dalekovoda 110 kV mogu upotrebiti zapreke od 600 A (na vodovima na kojima dolazi do trajnog preopterećenja). Može se predvideti da će se u budućnosti dolaziti na vodovima 220 kV do nominalnih struja većih od 800 A.

Induktivnost glavne zavojnice može biti oko 0,2 mH, ili pak veća (0,32 mH; 1 mH; 2 mH). Induktivnost reda 0,2 mH upotrebljava se u uskopojasnim i višepojasnim zaprekama, dok se veće induktivnosti upotrebljavaju za širokopojasne i svetalasne zapreke.

Što se frekventnog opsega tiče, što je viši deo opsega, to je lakše zaprečavanje. Na primer, sa jednom zaprekom od 0,17 mH jedva se sprečava opseg između 80 i 90 kHz (dakle svega 10 kHz) dok se sa lakoćom sprečava opseg između 300 i 400 kHz (dakle čitavih 100 kHz).

U pogledu montaže zapreke mogu biti za viseću (pretežni deo) ili stojeću montažu.

U našoj su se zemlji proizvodile VF zapreke 200 i 400 A (ED 7 i ED 51), s aluminijskom zavojnicom, međutim, danas je proizvodnja tih zapreka napuštena.

Visokofrekventni uređaji

Visokofrekventni uređaji danas isključivo tranzistorski, služe za prenos i telemehaničkih signala. Proizvode se u zemlji.

Visokofrekventnih uređaja ima jednopojasnih i dvopojasnih. Ovi drugi su namenjeni isključivo distribuciji, služe za veze po 35 i 10 kV (za više napone nisu dozvoljeni zbog prevelikog trošenja frekventnog spektra).

Prema izolacionoj snazi ima ih:

Jednopojasni:

— male snage:	oko 5 W
— velike snage:	oko 40 W

Dvopojasni:

— male snage:	oko 2 W
— velike snage:	oko 10 W

* Ranije je upotrebljavan izraz »Visokofrekventne prigušnice«. Međutim, sada je taj izraz zamenjen tačnijim izrazom »Visokofrekventne zapreke«.

U pogledu napajanja ovi uređaji mogu biti priključeni na mrežu 220 V ili na bateriju od 24 V, čime postaje nepotreban skupi uređaj za nužnu struju.

Telefonska automatika, ugrađena u VF uređaje dozvoljava ili priključak na specijalne VF automatske centrale, ne obične automatske telefonske centrale (kao udaljeni pretplatnik), ili neposredan saobraćaj između dva VF uređaja.

Odobrenje frekvencija izdaje Zajednica jugoslovenske elektroprivrede.

6. Projektovanje distributivne mreže veza

Kod projektovanja kompletne mreže veza za jedno distributivno preduzeće treba poći od sledećih startnih postavki:

a) Mreža veza treba istovremeno da služi za prenos govora i signala telemehanike. Dakle i u slučajevima kada se ne predviđa upotreba neke veze kao prenosnog puta za telemehaniku, treba ostvariti mogućnost da se u budućnosti — ako do telemehanizacije na tom pravcu dođe — naknadno postave kanali telemehanike.

b) Mreža veza treba da i po izabranim trasama, i po izabranim sredstvima veza, pruža dovoljnu sigurnost u prenosu informacija.

c) Kod planiranja mreže treba nadalje gledati na ekonomičnost u celini, a ne kod pojedinih veza.

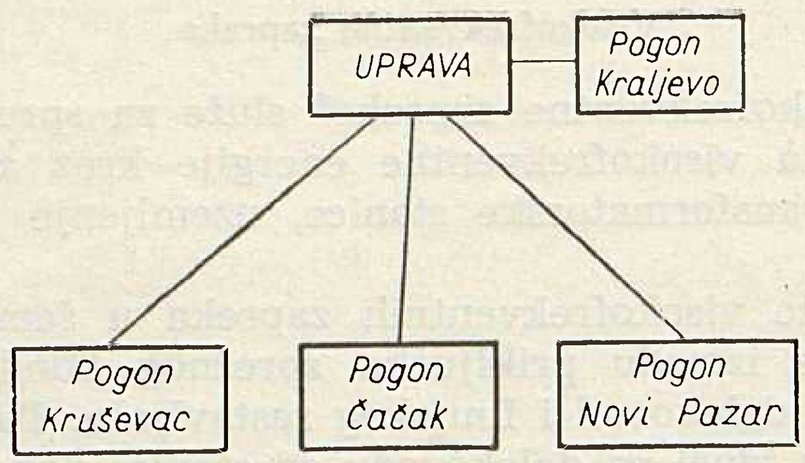
d) Koristiti treba do maksimuma postojeće mogućnosti za veze.

Svako distributivno preduzeće ima svoje specifičnosti, te se stoga ne može jedna univerzalno važeća shema za rešavanje mreže veza, koja bi važila u svim slučajevima načiniti. Međutim, i kod distributivnih lokalnih mreža može se izvršiti izvesna — gruba — tipizacija, i to:

- mreža veza gradskih distribucija (npr. tip Beograda i Zagreba) skoro isključivo kablovska, sa akcentom na prenosnim putevima za telemehaniku;
- mreža veza velikih distribucija (npr. tip Elektrovojvodine), kompleksna, sa korišćenjem svih sredstava veze;
- mreža veza manjih distribucija (npr. tip Kragujevac).

Da bi se dobila slika procesa projektovanja mreže veza jednog distributivnog preduzeća, uzećemo primer mreže veza Elektrokombinata, koja u mnogočemu predstavlja prosečno rešenje za slična distributivna preduzeća.

Kod modeliranja mreže veza polazi se prvenstveno od zadataka koji joj se postavljaju. Jedan od primarnih zadataka postavljenih mreži veza Elektrokombinata je povezivanje centra — uprave Elektrokombinata — sa sedištima pogona i omogućavanje toka informacija u oba pravca. Informacije su u prvom redu govorne prirode, jer je na tim relacijama saobraćaj veoma gust i obuhvata kako pogonske tako i upravno-administrativne razgovore. Pored govornog saobraćaja, ove veze treba da nose i osnovne snopove telemehaničkih informacija koji povezuju područja pogona sa dispečerskim centrom u upravi. Radi toga veza dispečerskog centra sa odgovarajućim pogonima treba da bude vrlo pouzdana, te je stoga predviđena visokofrekventna veza po dalekovodima 110 kV u sva tri pravca. Ove veze su tranzistorske, jednopojasne, po svome kvalitetu odgovaraju zahtevima koji se postavljaju osnovnoj mreži veza i koriste se istovremeno kako za potrebe Elektrokombinata tako i za potrebe regionalnog dispečera, tj. Elektroistoka. Pošto se u ovom slučaju može pretpostaviti da će VF veze na potezima 110 kV na naznačenim pravcima biti izvanredno retko korišćene za potrebe područnog dispečera, ili pak Elektroistoka, jer po njima ne ide ni jedna od magistralnih trasa, a pošto su i tačke sa kojima se vezuje, izuzev Kruševca, periferne prirode, to je zajedničko korišćenje ovih veza racionalno i korisno za obe strane.



Sl. 9. Mreža veza s pogonima

Kako je ove veze već izgradilo ili će ih izgraditi preduzeće Elektroistok, Elektrokombinat će se samo uključiti u njihovo korišćenje. U izgradnji Elektroistoka veze će obavezno posedovati nužan kvalitet koji se od njih zahteva.

Kod rešavanja mreže veza po pojedinim pogonima, pošlo se od sledećih postavki:

a) Centar mreže veza jednog pogona nalazi se na transformatorskoj stanici 110 kV na teritoriji tog pogona.

b) U zgradi pogona stiču se takođe sve veze koje se tiču toga pogona.

c) Mreža veza pogona izgrađena je u principu jednostavnijim, jeftinijim dvopojasnim uređajima po vodovima 35 kV.

d) Interne veze unutar jednoga grada izvedene su pomoću kablova.

Naslov pisca: Miodrag Savić, dipl. ing., Poslovno udruženje elektroprivrednih organizacija Srbije, Beograd

PRIMENA TELEMEHANIKE U ELEKTROPRIVREDI

Željko Fagaraci, Beograd

U članku se razmatra primjena daljinskog upravljanja u elektroprivredi. Razmotrena je potreba uvođenja dispečerskih centara, kao i izgradnja transformatorskih stanica bez osoblja. U tri veća poglavlja autor obrađuje teme o daljinskim merenjima, o daljinskoj komandi i o mrežnoj telekomandi. Općenito su prikazane i klasificirane odgovarajuće metode za izvođenje ovih tehnika.

DK 621.398

Potreba uvođenja dispečerskih centara

Karakteristika u početku industrijske primene električne energije bio je direktan prenos od elektrane do potrošača. U daljem razvitku stvaraju se elektroenergetski sistemi u kojima se gubi čvrsta sprega proizvođač — potrošač. Elektrane napajaju dalekovodni sistem iz kog se zatim vrši raspodela električne energije prema najpovoljnijim uslovima.

Ovakav način prenosa uslovljava jedinstveno upravljanje elektroenergetskim sistemom. Treba neprekidno držati ravnotežu između proizvodnje i potrošnje, kao i birati tehnički najpovoljnije i najrentabilnije uslove proizvodnje i prenosa. Drugim rečima neophodan je jedan dispečerski centar koji će obavljati ove poslove. Dispečerski centar se ne brine samo o tome da električne centrale daju uvek dovoljnu količinu energije za zadovoljenje potrebe konzuma. On se brine i o tome da električne centrale proizvode uvek pod najpovoljnijim uslovima, daje elektranama »vozni red« uzevši u obzir pored potrebe konzuma još i momentalne mogućnosti svake elektrane, vremenske prilike, itd. Pored toga dispečerski centar upravlja svim rasklopnim elementima u sistemu i uvek se brine da šema prenosnih dalekovoda bude najpovoljnija tj. s najmanje gubitaka. Iz ovoga se vidi da je dispečerski centar ne samo neophodan u modernim elektroenergetskim sistemima, već da on ima funkciju sličnu centralnom nervnom sistemu, bez koga se danas ne bi mogao ni zamisliti rad elektroprivrede.

Dispečerski centri prenosnih električnih sistema mreže

Napomenućemo samo neke osnovne karakteristike ovih dispečerskih centara. Najvažnija karakteristika dispečerskih centara prenosnih elektroenergetskih sistema je u tome što dispečer ima pod svojom komandom mrežu velike teritorijalne rasprostranjenosti u kojoj je stalno u opticaju velika količina električne energije.

Telekomunikaciona sredstva su zbog toga uvek veze velikog dometa, koje zbog svoje važnosti moraju biti veoma kvalitetne.

Zbog velike snage i rasprostranjenosti i zbog toga što su ovi sistemi obično povezani s drugim sistemima, potrebno je stalno održavanje ravnoteže između proizvodnje i potrošnje pod konstantnim naponom i frekvencijom. Ovo se postiže automatskom regulacijom frekvencija — snaga što zahteva posebne uređaje koji se u gradskim dispečerskim centrima po pravilu ne upotrebljavaju.

Gradski dispečerski centri

Po osnovnim zadacima komandovanja i po upotrebljenoj tehnici, gradski dispečerski centri u suštini se ne razlikuju mnogo od dispečerskih centara prenosnih sistema. Ipak ima niz specifičnosti koje zahtevaju posebna rešenja. Ovo proizlazi iz same razlike distributivne mreže niskog napona od dalekovodne mreže visokog napona.

Osnovna karakteristika distributivne mreže je mala teritorijalna rasprostranjenost i veoma velika razgranatost sa velikim brojem transformatorskih podstanica. Pored toga, gradske distributivne mreže se u većini slučajeva kombinovano napajaju. Transformatorske stanice koje visoki napon iz sistema pretvaraju u niski napon distribucije napojne su tačke za gradsku mrežu. U većini slučajeva gradske mreže isto tako imaju i svoje sopstvene izvore — elektrane. Kombinovano napajanje može da se koristi na dva načina. U nekim mrežama gradske elektrane su glavni izvor napajanja, a napajanje iz sistema služi samo kao rezerva. Negdje se opet gradska mreža napaja jednovremeno iz gradskih elektrana i iz si-

stema, a količina izdate energije jednih i drugih izvora se kombinuje prema uslovima za najpovoljniji rad.

Važna karakteristika gradskih mreža je — sem toga — jaka koncentracija industrije na gradskoj teritoriji, odnosno njenoj periferiji i jako elektrificirana domaćinstva. Dijagrami dnevnog opterećenja imaju stoga jako izrazite vrhove što dovodi do neracionalnog korišćenja elektroprivrednih kapaciteta.

Zbog izuzetne važnosti gradskih konzuma mora se izgraditi mreža da svaka gradska teritorija u slučaju kvarova može da se napaja iz dve ili više tačaka. Zbog toga su manipulacije sa rasklopnim elementima u podstanicama i brzina ovih manipulacija naročito važne. Prekidi električne energije i njen loš kvalitet sve manje mogu da se trpe u velikim gradovima. Iz ovoga mogu da proiziđu ogromne materijalne štete.

Osnovni zadaci dispečerskog centra

Zadaci dispečerskog centra uglavnom su sledeći:

1. Na osnovu podataka, koje daje statistička služba i prognoza kao i poznatog stanja proizvodnje i potreba potrošnje, pravljenje najcelishodnijeg programa ili kako se obično kaže »voznog reda«.

2. Na osnovu napravljenog voznog reda i poznavanja stanja mreže, usvajanje najbolje šeme prenosne mreže.

3. Stalno kontrolisati napon mreže i održavati na normalnoj vrednosti i u tom cilju vršiti sve potrebne modifikacije u režimu rada sinhronih kompenzatora i razvodnih postrojenja.

4. Održavati stalno ravnotežu između proizvodnje i potrošnje što se svodi na održavanje frekvencije na konstantnu vrednost. U tom cilju vršiti sve potrebne modifikacije bilo u režimu rada elektrana bilo u krajnjoj nuždi i isključenja pojedinih potrošača.

5. U slučaju kvarova ili bilo kakvih nepredviđenih i naglih skokova u režimu rada sistema najhitnije dejstvovati i svim raspoloživim sredstvima onemogućiti »raspad sistema« i prema nastaloj situaciji odmah napraviti novi vozni red.

Pored ovih najvažnijih dispečerska služba ima i drugih zadataka u koje se ovde nećemo upuštati.

U velikim elektroenergetskim sistemima najosjetljiviji deo dispečerske službe — održavanje ravnoteže između proizvodnje i potrošnje već se obavlja pomoću automatske regulacije.

Pošto kod automatske regulacije sistema uređaji za prenos merenja moraju da ispune posebne oštre zahteve u odnosu na tačnost i brzinu indikacije to ćemo ukratko izneti suštinu ovog problema.

Kod grupa elektrana jednog sistema regulacija se vrši automatski pomoću poznate tahometrijske ili akcelerometrijske metode. Uobičajeno je da se ovakva regulacija sistema zove »primarna regulacija«.

Međutim, u slučaju povezivanja više samostalnih sistema »primarna regulacija« pokazuje se kao nedovoljna. Naime u ovom slučaju promena snage u jednom sistemu, a koja zahteva regulaciju, u isto vreme iziskuje i regulaciju u ostalim interkonektivnim sistemima. Prema tome regulacija proizvodnje jednog sistema ne može više da se ostvaruje nezavisno od ostalih sistema koji su sa ovim povezani. Što je bitno zbog ovoga ne može više da se kontroliše izmena energije sa ostalim sistemima.

Ovo dovodi do toga da se mora uvesti još jedan sistem regulacije koji se zove »sekundarna regulacija«. Sekundarna regulacija ima zadatak da vrši regulaciju jednog sistema zadržavajući pri tom konstantnom srednju vrednost snage i frekvencije one energije koja se izmenjuje sa susednim interkonektivnim sistemima.

Da bi se frekvencija mogla održati konstantnom potrebno je raspolagati rezervnim izvorima regulacione energije, koji se po potrebi mogu uključivati ili isključivati iz sistema.

Ispitivanje krive opterećenja i konstantnosti sistema omogućava da se odredi regulaciona energija koja uvek mora da stoji na raspolaganju.

Regulaciona energija automatski stupa u dejstvo i izravnava sve neravnoteže sistema. U ovom složenom procesu daljinski prenosi merenja su neophodni.

U vanrednim prilikama tj. za vreme kvarova i nenormalnog režima rada, zadaci dispečerske službe dobijaju neobičnu važnost. Tehnika telemerenja, telesignalizacije i telekomande, tada dolazi do punog izražaja i postaje nezamenljivo sredstvo, koje jedino može da da potrebnu brzinu i efikasnost dejstva.

Transformatorske stanice bez posade

Tehnika slabe struje i upotreba telemehanike omogućava danas izgradnju transformatorskih stanica na sasvim drugim principima. Danas je opšta orijentacija u svetu da se transformatorske stanice izgrađuju za rad bez posade. Uštede su u ovom slučaju znatne i u materijalu i u ljudstvu. Pored toga ljudstvo se oslobađa zatupljujućeg rada za vreme dežurstva. Nekoliko godina ovakvog rada može stručno potpuno da upropasti naročito mlađe kadrove.

Transformatorske stanice mogu da se osposobe za rad bez posade na dva načina: pomoću lokalne automatizacije ili pomoću telekomande.

Sistem lokalne automatizacije sastoji se u postavljanju u transformatorskim stanicama tokovnih relejskih sklopova, koji kombinovani sa prekostrujnom zaštitom automatski dejstvuju prilikom kvarova. Vod u kvaru isključuje se i izoluje a odmah zatim se uključi drugi vod koji ugroženu teritoriju napaja iz drugog mesta odnosno preko rezervnog voda.

Drugi način rešenja transformatorskih stanica bez posade je telekomandovanje sa njima sa nekog drugog mesta. Glavni problem koji treba ovde rešiti je u tome, što treba telekomandovati, telesignalisati i telemeriti sa jedne transformatorske stanice. U principu sve ovo što se radi na jednoj transformatorskoj stanici sa posadom na licu mesta, trebalo bi da bude preneto i omogućeno da se to uradi sa daljine odnosno iz dispečerskog centra. U praksi ovo dovodi do nagomilavanja u dispečerskom centru (naročito ako ima veći broj telekomandovanih stanica) velikog broja komandi, signalizacija i mernih instrumenata. Ovo mnoštvo tehnika otežava rad i može dovesti do toga da se pređe granica praktične mogućnosti dispečera da efikasno i brzo dejstvuje. Rešenje treba tražiti u kompromisu tj. ostvariti minimalne, ali za praksu dovoljne, daljinske prenose. Ovo je važno i iz ekonomskih razloga, jer mnoštvo tehnike znači i skupe investicije, a putem toga povećava i procenat mogućih kvarova. Tako na primer za svako merno polje koje moramo daljinski prenositi nećemo upotrebiti poseban instrument na komandnoj tabli u dispečerskom centru. Za više istorodnih merenja, upotrebićemo samo jedan indikatorski instrumenat a željeno merno polje dobićemo pritiskujući po našem slobodnom izboru na odgovarajuće dugme. Sam izbor obaviće se putem telekomande.

U svakom slučaju kompletno telekomandovanje svim transformatorskim stanicama i centralizovanje svih komandi u dispečerskom centru predstavlja relativno skupo rešenje kao i rizik da dispečera ne opteretimo većom količinom tehnike od njegovih mogućnosti ovlađivanja njome. Međutim, najveća prednost ovog rešenja je velika elastičnost manipulacije i tehnička mogućnost efikasnog upravljanja u svim predviđenim i nepredviđenim slučajevima. Razume se sve pod uslovom da uređaji telemehanike rade besprekorno, što je na današnjem stupnju razvitka tehnike u potpunosti ostvarljivo.

Analiza rada mreže i statistika pokazuje da ima izvestan broj transformatorskih stanica u kojima su dnevne manipulacije veoma retke. Bilo bi zaista neekonomično ostvariti kompletno daljinsko upravljanje ovakvim transformatorskim stanicama. Upotrebljena tehnika bila bi neracionalna a dispečersku komandu bi samo nepotrebno komplikovali. U ovome slučaju daleko je povoljnije i rentabilnije upotrebiti lokalnu automatizaciju.

Kada u gore navedenim stanicama nastanu kvarovi neprolaznog karaktera tj. stalni kvarovi, onda je u svim slučajevima neophodan dolazak specijalne ekipe za opravku kvara. U tim slučajevima telekomanda gubi svoju glavnu prednost, jer nikakvih poteškoća nema da osoblje koje je već na licu mesta izvrši potrebne komande. Razume se da ovako lokalno automatizovane transformatorske stanice moraju imati telefonsku vezu sa dispečerskim centrom kao i potrebnu daljinsku signalizaciju koja će ukazivati kada nastane stalan kvar. Zbog ovakvih slučajeva pri dispečerskom centru mora biti organizovana dobra danonoćna služba dalekovodnih ekipa za intervencije kod kvarova koja treba da raspolaže dovoljnim brojem automobila. Veoma je korisno da automobili budu snabdeveni radiostanicama, kako bi se ubrzalo sporazumevanje za vreme opravke, isključenja, uključenja i ostalih manipulacija.

Sa druge strane postoje transformatorske stanice koje se nalaze na tzv. neuralgičnim mestima mreže i kod kojih su dnevne manipulacije veoma česte. U ovim slučajevima samo pomoću centralizovane telekomande iz dispečerskog centra, ili nekog pomoćnog regionalnog centra može se ostvariti najveća moguća elastična manipulacija i predati u ruke dispečera tj. jednog čoveka, potpunu odgovornost za rad mreže. Iz gore izloženog vidi se da rešenje treba zaista tražiti u kompromisu između potpune lokalne automatizacije i kompletne centralizovane telekomande. Definitivno pravilo za ovo ne postoji, već za svaku električnu mrežu treba na osnovu ozbiljnih tehničko-ekonomskih analiza pronaći optimalno, najpovoljnije rešenje.

Telemerenja

Daljinski prenosi merenja dobijaju danas sve veći značaj tako da su u današnjem stepenu razvitka tehnike i nauke postali njihov nezamenjivi sastavni deo. Premda ima oko 30 godina da je ova vrsta tehnike poznata, danas se tek nalazi u punom zamahu razvitka i sve veće primene.

U elektroprivredi daljinski prenosi merenja dobijaju danas najveću masovnu praktičnu primenu. Centralizovano upravljanje energetskim sistemom preko dispečerskih centara zahteva intenzivno uvođenje telemerenja i maksimalno korišćenje automatizacije. Jedino na ovaj način moderna elektroprivreda može da bude rentabilna i da zadovolji potrebe jedne industrijalizovane zemlje. Između ostalog telemerenja su omogućila i novi vid trgovine: uvoz i izvoz električne energije.

Definicija i osnovni metod

Pod daljinskim prenosom merenja podrazumeva se prenos na daljinu bilo koje veličine koju želimo meriti na taj način, što se ova veličina pretvara u jednu drugu njoj srazmernu pomoćnu veličinu i ova prenosi na daljinu, a na mestu prijema ova se pomoćna veličina ponovo pretvara u veličinu koju želimo meriti i čita se ili registruje na odgovarajućem instrumentu. Ova šira definicija potrebna je zbog toga što se može ostvariti prenos na daljinu (na primer električne struje) i bez posredstva pomoćne veličine, ali nije uobičajeno da se ova svrsta u pojam telemerenja. S druge strane neka merenja se prenose pretvaranjem u pomoćnu veličinu na samih nekoliko metara daljine pa se i ovo smatra daljinskim prenosom merenja. Iz ovog proizlazi da kod daljinskog prenosa merenja bitnu ulogu ima posredstvo pomoćne veličine.

Veoma su raznovrsne veličine koje se danas daljinski prenose kao na primer: brzina, broj obrtaja, pritisak, razni nivoi, temperatura, razne električne veličine (struja, napon, aktivna i reaktivna snaga, frekvencija, faktor gubitaka) itd.

Pomoćna prenosna veličina isto tako može da bude raznovrsna: promena pritiska, amplituda struje i napona, frekvencija strujnih impulsa, trajanje strujnih impulsa, fazna razlika.

Sve ovo uslovljava i razne metode daljinskog prenosa merenja.

Sa druge strane na konstrukciju uređaja i izbor metode merenja utiče i raspoloživi prenosni put. Za prenosni put mogu da se koriste: vazdušne telefonske linije, telefonski kablovi, visokonaponski dalekovodi i radio veze.

Na izbor metoda isto tako utiču ostali specifični zahtevi kao na primer: dozvoljeni stepen tačnosti merenja, stepen sigurnosti itd.

Pošto iz same definicije telemerenja proizlazi da je najbitnija karakteristika ove tehnike posredstvo pomoćne veličine, to je najprirodnije da se i klasifikacija raznih metoda izvrši u odnosu na nju. Ovo tim više što pomoćna veličina u neku ruku sadrži i početne uslove o vrsti prenosnog puta i dometa. Drugi početni uslovi nisu toliko presudni kao konstrukcija, odnosno izbor metoda, tako da se gore predložena klasifikacija čini zaista najlogičnijom.

Prema tome u odnosu na pomoćnu veličinu, sve metode daljinskih prenosa merenja podelićemo u dve osnovne grupe:

1. Metode prenosa na mala rastojanja gde je pomoćna veličina istosmerna struja ili napon. Na grešku kod ovih metoda utiče više ili manje promena parametra prenosnog voda.
2. Metode prenosa na mala rastojanja gde je pomoćna veličina strujni impuls ili frekvencija. Na grešku kod ovih metoda ne utiču promene parametara prenosnog voda.

Metode prenosa na velika rastojanja dalje ćemo podeliti u četiri grupe i to:

— impulsni sistemi
— frekventni sistemi
— ciklični sistemi
— digitalno — ciklični sistemi.

Metode prenosa na manja rastojanja

Kod svih metoda merena veličina se pretvara u srazmernu varijaciju istosmerne struje. Za prenosni put koriste se fizičke linije (vazdušne ili kablovske) bez ikakvih posrednih uređaja. Domet prenosa je relativno skroman — iznosi najviše 30 km.

Glavna karakteristika metode istosmerne struje je uticaj linije na grešku merenja. Struja u liniji srazmerna je mernoj veličini, ali isto tako zavisi i od otpora linije. Ovaj otpor kao što je poznato ne može na žalost da se napravi nepromenljivim. Međutim, postoje usavršene metode prenosa pomoću istosmerne struje koje uticaj prenosnog puta na grešku merenja svode na vrlo malu vrednost. Pored toga uređaji koji rade po ovim metodama uglavnom su jednostavni i relativno jeftini.

Pretvarači za daljinske prenose pomoću metoda istosmerne struje od naročite su važnosti za elektroprivredu.

Naime, elektroprivreda ima potrebu za velikim brojem prenosa merenja kako na manja tako i na veća rastojanja. Postoje razrađene metode koje omogućavaju da se pretvarači za daljinske prenose pomoću metoda istosmerne struje koriste kao sastavni deo daljinskih prenosa za velika rastojanja putem VF telefonije ili radiokanala. Na ovaj način omogućeno je mnogo lakše prilagođenje potrebama elektroenergetske mreže, koja se stalno razvija i menja a time smanjuju i investicioni troškovi za uređaje daljinskih prenosa merenja.

Metode prenosa na velika rastojanja

Daljinski prenosi merenja pomoću istosmerne struje, naročito kompenzacione metode, daju sasvim zadovoljavajuću preciznost merenja, ali je njihov domet ograničen. Pošto se ovakvim sistemom nije mogao rešiti problem većeg dometa nastojao se pronaći neki drugi sistem koji bi ovo rešio.

Prilikom rešenja ovog problema pošlo se u prvom redu od toga da se razrade takvi sistemi koji upotrebljavaju neku električnu veličinu nezavisnu od prenosnog puta kao i da se za prenosni put mogu upotrebiti kanali visokofrekventnih i radio veza. Ovo se sa uspehom rešilo koristeći kao pomoćne veličine strujne impulse i frekvenciju sinusoidalne struje, a u poslednje vreme kvantificiranje i kodiranje merne veličine.

Na mnoge načine mogu da se ostvare strujni impulsi pa prema tome ima velik broj varijanti ovog sistema.

Kod strujnog impulsa mogu se razlikovati tri veličine:

— broj impulsa
— dužina, odnosno vreme trajanja jednog impulsa
— frekvencija impulsa odnosno broj impulsa u jedinici vremena.

Sve ove tri veličine mogu da se iskoriste kao pomoćna veličina za daljinski prenos merenja i sve tri su nezavisne, odnosno na njih ne utiče promena parametra prenosnog puta.

Frekventni sistemi

Suština ovih sistema je pretvaranje merene veličine u srazmernu varijaciju frekvencije sinusoidalne struje. Njihova glavna karakteristika je ostvarenje prenosa isključivo elektronskim putem bez upotrebe releja. Zbog ovoga na brzinu indikacije ne utiču elektronski prenosnici, koji rade

bez tromosti, već je ova ograničena samo mehaničkim delovima pretvarača i prijemnog instrumenta. Preciznost merenja zavisi od stabilnosti frekvencije generatora i upotrebom kompenzacionih metoda može biti veoma velika.

Zbog niza prednosti i velike praktične važnosti razrađeno je više varijanti ovoga sistema.

Ciklički sistemi

Do sada pomenuti sistemi za prenos na velika rastojanja imali su kao pomoćnu veličinu frekvenciju impulsa ili sinusoidalne struje. Kad se za prenos koriste kanali VF veza onda se jednim kanalom veze (4 kHz) može preneti ograničen broj veličina. Ako se za prenos koristi jedan deo kanala veza (merni deo), što je najčešći slučaj, prenos više od šest veličina tehnički je teško ostvarljiv i nerentabilan.

Međutim, pokazala se potreba da se jednim kanalom veze prenese više veličina pa su u tu svrhu razrađeni ciklični sistemi prenosa. Kod ranije opisanih prenosa sve merne veličine su se slale jednovremeno i unutar kanala VF veze bile su položajno (po frekvenciji) odeljene jedna od druge. Kod cikličnih prenosa merene veličine se šalju u kanal veze vremenski razmaknute tj. jedna za drugom u određenim intervalima a na istom frekventnom opsegu. U principu za ciklični prenos može se koristiti svaki impulsni ili frekventni sistem s time što mu se nadoda komutator. Komutator je sličan telefonskim biračima. Birač komutatora kreće se određenom brzinom i redom uključuje u kanal veze pojedine merne veličine. Identičan komutator se nalazi u prijemu, i sa predajnim radi sinhrono i sinfazno, tako da istim redom uključuje pojedine prijemnike i u njih šalje merne veličine. Obično upotrebljavaju se komutatori elektronskog tipa.

Digitalno-ciklički sistemi

Ovi sistemi su u posljednje vreme skoro potpuno preovladali. Izrađuju se u tranzistorskoj tehnici. Interesantan je tip digitalno-cikličkog uređaja koji je od posebnog interesa jer je prvi uređaj ovakve vrste napravljen u našoj zemlji a električna rešenja mu se baziraju na najsavremenijim koncepcijama za ovakve vrste uređaja u svetu.

Uređaj je napravljen u Institutu »Mihajlo Pupin«.

Neki delovi ovog uređaja koriste se i kao delovi uređaja za telekomandu i telesignalizaciju. Inače uređaj kao celina prezentira se kao kombinovani jedinstveni telemehanički uređaj za telemerenja, telekomandu i telesignalizaciju.

Osnovni princip rada uređaja je sledeći: merna veličina se u prvom pretvaraču pretvara u srazmernu istosmernu struju od 0 do 10 mA. Pretvarač može da bude bilo koje vrste od ranije već pomenutih pod uslovom da na izlazu daje 0 — 10 mA. Ova istosmerna struja se zatim pretvara u srazmeran istosmerni napon a ovaj u srazmeran interval vremena. Interval vremena komanduje radom generatora impulsa i za taj interval propušta određeni broj impulsa. Broj impulsa se zatim pretvara u kôd i kao takav šalje u liniju. U prijemu se kôd pretvara u srazmernu istosmernu struju od 0 do 10 mA, koja se dovodi na prijemni merni instrument koji treba da je baždaren u vrednostima merne veličine.

Prenos merenja vrši se u zatvorenom ciklusu od 6 različitih mernih veličina, s time što se ostale veličine ne mere dok se vrši prenos jedne merne veličine.

Telekomanda

Osnovni principi i klasifikacija

Pod telekomandom podrazumeva se upravljanje na daljinu nekim uređajem kada se za ove upotrebi neka pomoćna električna veličina.

O opštem slučaju komandovani organ može da bude dvopoložajan što je najčešći slučaj. To znači traži se samo komandovanje sa dva ekstremna položaja (na primer: uključeno, isključeno kod prekidača). Drugi opšti slučaj može da bude da se traži višestepeno skokovito ili kontinualno regulisanje nekog uređaja.

U većini praktičnih slučajeva jedan od bitnih elemenata kod telekomandnih uređaja je skoro apsolutna izvesnost, odnosno sigurnost, da je obavljena upravo ona komanda koju smo želili, a ne pogrešna. Osnovni princip za rešenje ovog problema je povratna potvrda dobivena preko pomoćne električne veličine, koja nas po obavljenoj komandi izveštava, odnosno, potvrđuje da je obavljena upravo željena komanda. Razume se ima slučajeva kada se može odstupiti od ovog osnovnog principa za telekomandne uređaje. Ovo odstupanje je dozvoljeno samo u slučaju kada se radi o komandovanom organu manje važnosti.

Drugi praktičan problem je što u većini slučajeva treba komandovati sa više organa koji se nalaze teritorijalno na jednom mestu, odnosno, koji su fizički sasvim blizu jedan drugome. Zbog toga se prave uređaji pomoću kojih je moguće komandovati sa više organa. U tom slučaju od iste je važnosti kao i potpuna izvesnost da smo obavili željenu komandu, tako isto i potpuna izvesnost da smo odabrali upravo onaj organ koji smo želeli.

To praktično znači da najpre treba odabrati organ kojim želimo komandovati, zatim preko povratne potvrde signalizacije proveriti pravilnost izbora, pa tek onda preći na samo komandovanje.

Sa gornja dva problema usko je vezan i problem kvaliteta elemenata kod telekomandnih uređaja. Danas se prave uređaji koji praktično ne

mogu da pogreše. Očigledno je da to ne bi rešilo sve probleme prouzrokovane udaljenošću od komandovanog mesta iz razloga što uređaji moraju biti veoma kvalitetni, kako se ne bi desilo da zbog kvara izdaju baš kada su najpotrebniji. Zbog toga se pri izgradnji telekomandnih uređaja kako kvaliteti elemenata tako i robusnosti izrade daje poseban značaj.

Gore navedeni uslovi u znatnoj meri komplikuju i poskupljuju uređaje.

Konstruktori na najraznovrsnije načine ispunjavaju, u većoj ili manjoj meri, ove uslove pa je i to razlog što danas imamo veliki broj različitih tipova telekomandnih uređaja.

Klasifikacija telekomandnih uređaja

Obzirom na raznovrsne početne uslove veoma je teško dati klasifikaciju telekomandnih uređaja. Međutim, kao i kod uređaja za telemerenja vidimo iz same definicije telekomande, da i ovde jednu od bitnih uloga igra pomoćna električna veličina pomoću koje prenosimo komandu. Čini se da je i u ovome slučaju najbolje poći od klasifikacije u odnosu na pomoćnu veličinu.

Kao pomoćne električne veličine uzimaju se:

— istosmerna struja,
— dužina impulsa ili pauze odnosno vremensko trajanje impulsa ili pauza između dva impulsa,
— frekvenca sinusoidalne struje ili frekvenca impulsa,
— određeni broj dvoznačnih impulsa u vidu kôda.

Mi ćemo prema tome izvršiti klasifikaciju u odnosu na gore navedene četiri pomoćne električne veličine.

Telekomande za mala rastojanja

Ove metode za prenos koriste telefonske ili signalne kablove. Njihova upotreba je prema tome iz razloga rentabilnosti ograničena na manje rastojanje.

Kao prenosna veličina upotrebljava se istosmerna struja. Ustvari radi se o daljinskom uključenju električnog kola kojim se pobuđuje obično ili polarizovano rele. I kod ovih telekomandi može da se ostvari povratna potvrdna signalizacija o obavljenoj komandi. Ostvarene su mnogobrojne varijante ovih sistema ali im je karakteristika što se kao osnovni elementi upotrebljavaju mehanički releji i telefonski vodovi kao prenosni put. Uređaji su sem toga jednostavne konstrukcije i dovoljno sigurni.

Mrežna telekomanda

Ovo je specifičan vid telekomande bez povratne potvrdne signalizacije. Ove telekomande imaju veoma veliku primenu u elektroprivredi, ali isključivo za komandovanje manje važnim organima (dvotarifna brojila, električna trošila u domaćinstvu, ulično osvetljenje i sl.).

Glavna karakteristika ovih uređaja je što se prenos obavlja preko postojeće gradske električne mreže na taj način što se pored 50 Hz superponira signal neke tonske frekvence. Pomoćna prenosna veličina za izbor željenog organa kao i za obavljanje komande je vremensko trajanje pauze između dva impulsa tonske frekvence.

Frekventne telekomande

Kod ovih sistema za svaki telekomandovani organ upotrebljava se kao prenosna veličina posebna frekvencija. Osnovni elementi ovih uređaja su, prema tome, u predajniku generatori različitih frekvenca a u prijemniku električni pojasni filtri pomoću kojih se frekvence odvajaju i odvode na organe koji se komanduju. Kao prenosni put mogu da se upotrebe telefonske veze, visokofrekventne veze po dalekovodima, ili radio veze. Rastojanje između komandnog i komandovanog mesta može da bude po želji veliko, odnosno koliko god i domet prenosne veze.

Digitalne telekomande

Kod ovih sistema kao pomoćna prenosna veličina upotrebljava se binomni kôd, odnosno određena kombinacija dvoznačnih električnih impulsa. Glavna vrednost ovih sistema je što prenosna veličina nije podložna uticaju promena parametra prenosnog puta ni vanjskih smetnji. Naime, ovo je moguće zahvaljujući tome što je u prijemu dovoljno da se može identifikovati kôd, a pri tome nije važno da li su impulsi kôda pretrpeli izvesne deformacije oblika i amplitude. Sem toga pomoću ovih sistema moguće je komandovati sa veoma velikim brojem organa. Upravo to ovisi od broja članova binoma, odnosno broja digita.

Digitalno-cikličke telekomande

I kod ovih uređaja za prenos se koristi kodirana električna veličina. Glavna karakteristika ovih uređaja je ciklički prenos. Naime uređaji rade na principu kružnog biranja. U određenom vremenskom ciklusu otvaraju se jedna za drugom »vrata« iz kojih postoji mogućnost da se pošalje komanda. Međutim, u prenosni put odlazi komandni kôd samo iz onih vratiju koja su u momentu biranja bila otvorena. Vrata se otvaraju pritiskom na komandno dugme. Uređaji imaju povratnu potvrdu o izvršenoj komandi pa spadaju u uređaje sa visokim stepenom sigurnosti. Velika prednost ovih uređaja je što se njegovi elementi biranja mogu koristiti i za telemerenje. Imaju veliki kapacitet (broj različitih komandi) i veliki domet. Sem toga mogu se kombinovati sa elektronskim računskim mašinama u cilju automatskog procesa telemerenja, obrade telemetrijskih podataka i telekomande. Nedostatak im je što su dosta složeni i komplikovani. Izgrađuju se u tranzistorskoj tehnici.

Mrežna telekomanda

Zbog posebne važnosti za elektroprivredu iznećemo još neke probleme mrežne telekomande.

Specifičan karakter potrošača električne energije i brzi razvoj proizvodnje i potrošnje sve više postavlja kao problem prvoga reda maksimalno i ekonomično korišćenje elektroprivrednih kapaciteta. Karakter potrošnje ima izrazite dnevne maksimume i noćne minimume. Kada se napravi energetski bilans vidi se da dnevni maksimumi traju relativno kratko dok je noćni minimum, kao i uopšte prosek potrošnje van maksimuma, znatno manji. Pošto svi elektroprivredni kapaciteti moraju biti takvi da zadovolje potrebe za vreme maksimuma to je očigledno da ovi kapaciteti neće biti u potpunosti iskorišćeni u odnosu na njihove mogućnosti.

Težnja je prema tome da dijagram dnevne potrošnje bude što ravnomerniji. Da bi se dijagram donekle popravio elektroprivreda je zainteresovana da stimulativnim tarifama smanji cenu kilovat-časa električne energije noću kao i u nekim dnevnim časovima male potrošnje. Ovo se tehnički rešava na taj način što se kod potrošača postavljaju višetarifna brojila i uklopni časovnici koji u određena vremena prebacuju merenje brojila sa jedne tarife na drugu. Ovaj sistem sa uklopnim časovnicima napušta se i skoro u svim zemljama se uvodi mrežna telekomanda.

Mrežna telekomanda je specifičan vid telekomande i to iz sledećih razloga:

a) Za prenosni put koristi se elektroprivredna distributivna mreža od 50 Hz na taj način što se u nju superponira signal neke tonske frekvence, koji nosi u sebi kôd komandne operacije.

b) Telekomanda nema uobičajenu i obaveznu povratnu signalizaciju zbog čega se ne može upotrebiti za komandovanje prekidačima snage u transformatorskim stanicama kao ni uopšte sa bilo kakvim organima na visokom naponu, niti s organima kod kojih pogrešna komanda može da izazove veće štete ili ljudske žrtve.

c) Zbog specifičnosti prenosnog sredstva (električna mreža) veza predajnik — prijemnik je radijalna, tj. jedan predajnik može da komanduje istovremeno sa više (desetina hiljada) prijemnika postavljenih bilo gde u niskonaponskoj (220 V) mreži.

Ove specifičnosti dovele su i do različitih imena mrežne telekomande. U našem nazivu misli se u prvom redu na njenu karakteristiku da za prenosni put koristi električnu mrežu. Nemci je zovu tonfrekventna telekomanda zbog toga što su signali iz oblasti tonskih frekvenca (od 175 Hz do 3.000 Hz). Francuzi je zovu centralizovana telekomanda misleći u prvome redu na njen radijalni karakter i činjenicu da se iz jednog predajnika komanduje sa više hiljada prijemnika.

Primena mrežne telekomande

Već smo naveli njenu glavnu primenu u smanjenju neravnomernosti dijagrama dnevnog opterećenja što dovodi do boljeg iskorišćenja elektroprivrednih kapaciteta. Da bi se ovo postiglo treba pretpostaviti da već postoji stimulativan višetarifni sistem i jako elektrificirana domaćinstva sa akumulacionim trošilima (bojler i električne akumulacione peći).

Prema tome i domaćinstva su za ovu primenu jako zainteresovana jer im se pruža mogućnost jeftinijeg korišćenja električne energije. Upravo ovo je veoma interesantan primer nove tehnike gde su i elektroprivreda i potrošači jednako zainteresovani za njenu primenu i ako svaki sa svoga aspekta. Razume se ovo se može primeniti ako u domaćinstvima već imamo višetarifna brojila na koja u određene časove dejstvuje prijemnik mrežne telekomande.

Druga važna primena mrežne telekomande je njena upotreba za komandovanje uličnim osvetljenjem. Kao što je poznato komandovanje uličnim osvjetljenjem može da bude ručno, štafetno i preko posebne napojne mreže. U velikim gradovima se u većini upotrebljavalo osvetljenje putem posebne mreže. Mrežna telekomanda ovaj problem najbolje rešava jer ne mora da se upotrebi posebna mreža već se napajanje može vršiti sa mreže široke potrošnje. Ovim mogu da se naprave znatne uštede. Sem toga, veoma je pogodno jer se može komandovati sa jednog mesta celokupnim uličnim osvetljenjem jednog grada. Za ove potrebe prave se posebni prijemnici koji mogu da stanu u kandelaber ulične svetiljke.

Mrežna telekomanda se sa uspehom koristi i za mnoge druge svrhe kao komandovanje osvetljenjem stepeništa, izloga, reklama, javnih spomenika u dane državnih praznika, za osvetljenje saobraćajnih signala. Sem toga koristi se i za specijalne svrhe kao za službu unutrašnjih poslova, vatrogasnu službu, za oglašavanje alarma u slučaju elementarnih nepogoda, za pozivanje ljudstva u slučaju većih kvarova na električnoj mreži itd.

Naslov pisca: Željko Fagaraci, dipl. ing. Poslovno udruženje elektroprivrednih preduzeća za distribuciju električne energije Srbije — Beograd

STANJE I PERSPEKTIVNI RAZVOJ DISTRIBUTIVNE MREŽE GRADA SPLITA

Josip Nevešćanin, Split

Opisana je današnja elektroenergetska situacija i stanje distributivne električne mreže na području Splita. Izvedena je prognoza razvoja maksimalnog opterećenja za razdoblje 1964—1994. godine, što ima da služi kao baza za razvoj buduće mreže čiji su osnovni parametri također izneseni. Poseban osvrt dat je na problematiku izgradnje mreže u narednom razdoblju sedmogodišnjeg plana. Opisani su tehnički problemi, čije će rješenje neminovno uslijediti u navedenom razdoblju.

DK 621.316.1

1. Uvod

Nagli razvoj industrije u splitskom industrijskom bazenu u razdoblju nakon II svjetskog rata, te porast stanovništva, koje se udvostručilo, povećanje životnog standarda stanovništva, teritorijalno širenje grada, široka primjena raznih novih kućanskih električnih aparata, kao i relativno povoljna cijena električne energije, uvjetovali su nagli porast maksimalnog opterećenja i potrošnje električne energije, koja je premašila sva očekivanja, tako da je potrošak po stanovniku već dostigao evropski nivo.

Stara distributivna električna mreža izgrađena je još prije II svjetskog rata. Izgradnja nove distributivne mreže, koju su pri tome pratile znatne financijske i ostale teškoće, prirodno je da nije mogla slijediti ovako nagli razvoj konzuma električne energije. Rezultat toga je prilično loša elektroenergetska situacija na svim naponskim nivoima distributivne mreže grada Splita, kao uostalom i mnogih drugih naših gradova širom zemlje.

Ovako nagli porast maksimalnog opterećenja i potrošnje električne energije postavlja već sada, a pogotovo će to u budućnosti postavljati, visoke zahtjeve na sve dijelove distributivne mreže i to kako u pogledu kvalitete snabdijevanja tako i u sigurnosti rada u svim pogonskim prilikama. Ovom zahtjevu u budućnosti će moći udovoljiti samo dobro dimenzionirana distributivna mreža izgrađena na modernim principima s jednakim snagama transformatora i s jednakim presjecima kabela po svim naponskim nivoima uz primjenu modernih brzih zaštitnih uređaja i automatizacije.

Da bi se stvorili povoljniji uvjeti za rad distributivne mreže grada Splita u neposrednoj budućnosti, na kvalitetno višem tehničkom nivou, potrebno je u sedmogodišnjem razvoju od 1964—1970. godine mnogo toga učiniti u smislu izgradnje novih dijelova postrojenja i konsolidacije rada postojeće mreže.

Ovdje su ukratko iznesene najvažnije predviđene mjere za konsolidaciju rada distributivne mreže grada Splita. S obzirom na to, da je za svrsishodnu etapnu izgradnju potrebno imati dugoročno rješenje mreže kao krajnji cilj kojem se teži, kao i dobro poznavanje mogućnosti postojeće mreže, obrađena su, također ukratko, i ta dva problema.

2. Postojeća električna mreža grada Splita

Grad Split elektrificiran je relativno dosta kasno. Tek 1920. godine iz male HE Vrilo-Majdan sagrađene 1908. godine na izvoru rijeke Jadro kod Solina, dovedena je za potrebe tvornice cementa Majdan električna energija.

Prema tome Split je elektrificiran zadnji od svih dalmatinskih gradova, poslije Zadra, Dubrovnika i Šibenika. To je imalo za posljedicu da je odmah u početku došlo do naglog širenja elektrificiranog područja i do povećanja maksimalnog opterećenja. Zato ubrzo iza toga dolazi do izgradnje za ono vrijeme velike transformatorske stanice 50/10 kV »Dujmovača« kapaciteta 2 × 2750 kVA i dalekovoda 50 kV koji ovu transformatorsku stanicu povezuje s HE »Kraljevac«.

Ova je transformatorska stanica sve do 1955. godine bila glavna napojna tačka za grad Split i okolicu. Te godine je izgrađena i puštena u pogon prva stanica 110/30 kV nazvana »Split I«. U ovom razdoblju od 8 godina vršno je opterećenje poraslo od 24 MVA na 73,5 MVA ili preko 3 puta, uslijed čega su već sada skoro potpuno zauzeti svi raspoloživi kapaciteti transformacije 110/30 kV. Iste godine je transformatorska stanica 50/10 »Dujmovača« rekonstruirana u gradsku stanicu 30/10 kV čija ukupna instalirana snaga iznosi 14,6 MVA.

Nagli razvoj industrije splitskog industrijskog bazena, te turizma i intenzivna stambena izgradnja s oko 1000 stanova godišnje kao i teritorijalno širenje grada ubrzo je zahtijevalo povećanje transformacije 30/10 kV. Tako dolazi najprije do izgradnje stanice 30/10 kV »Split 1« instalirane snage 2 × 3,43 MVA, za potrebe brodogradilišta »Split«, a zatim još i stanice 30/10 kV »Split 3« u predjelu Lore snage 2,14 + 3,43 MVA. Osim ovih kasnije je izgrađena još jedna nova gradska stanica 30/10 kV snage 2 × 8 MVA.

Prema tome grad Split se danas opskrbljuje električnom energijom iz ukupno četiri transformatorske stanice 30/10 kV čija ukupna instalirana snaga iznosi 54,5 MVA. S obzirom na to, da je već prošle zime zabilježeno maksimalno opterećenje za grad Split na nivou napona 30 kV u iznosu od 42 MVA to je rezerva snage u transformaciji 30/10 kV svega 3,5 %.

Na području grada Splita u 1964. godini bile su ukupno 133 stanice 10/0,4 kV s ukupnom instaliranom snagom 64 MVA i sumom maksimalnih opterećenja od 44 MVA. Prema tome faktor rezerve u transformaciji 10/0,4 kV iznosi oko 30%.

Mreža 30 kV je uglavnom nadzemna a samo manjim dijelom kabelska. Oblik mreže 30 kV je takav da omogućuje samo nužni transport energije do pojedinih stanica 30/10 kV. O nekoj većoj pogonskoj sigurnosti i elastičnosti u slučaju kvara u sadašnjoj mreži 30 kV, ne može biti ni govora.

Mreža 10 kV je uglavnom kabelska a samo manjim dijelom nadzemna. U novim dijelovima grada kabeli su presjeka 3 × 120 mm² i 3 × 95 mm², dok je u starom dijelu grada najveći presjek 3 × 70 mm² i niže sve do 3 × 25 mm². To su uglavnom stari kabeli čiji je vijek trajanja na izmaku ili je već odavno istekao.

Mreža niskog napona je kabelska samo u novim dijelovima grada i to presjeka 4 × 95 mm² ili 4 × 70 mm². Stari dio grada, koji zauzima veću površinu nego novi dio, ima samo nadzemnu mrežu koja je u prilično lošem stanju.

Treba još istaknuti da su transformatorske stanice 30/10 kV dosta periferno locirane s obzirom na centar gradskog konzuma, te da su geometrijski oblici snabdijevane površine iz pojedinih stanica 30/10 kV nepovoljni uslijed čega se također javljaju poteškoće, naročito u pogledu održavanja naponskih prilika.

3. Perspektivna mreža grada Splita

Predviđeni razvoj vršnog opterećenja za šire područje grada Splita (sadašnji grad Split, Solin, Kaštela i Trogir) određen je:

a) kalkulacijom potreba svih vrsta potrošača električne energije prema urbanističkoj osnovi i urbanističkom predviđanju izgradnje tog područja kroz 30 godina

b) na osnovu prosječne godišnje stope porasta vršnog opterećenja u glavnoj napojnoj tački 110/30 kV »Split 1« za razdoblje od 1964—1974. godine

c) konstrukcijom trenda razvoja vršnog opterećenja za cijelo razdoblje od 1964. do 1994. god.

Prema urbanističkim predviđanjima grad Split sa Solinom, Kaštelima i Trogirom, uzimajući u obzir i sve prirodne potencijalne mogućnosti područja, mogao bi imati za 30 godina ukupno oko 200.000 stanovnika. Ovom broju stanovnika odgovaralo bi prema provedenim energetskim analizama ukupno vršno opterećenje od

$$P_{dom} = 75 \text{ MVA}$$

Vršno opterećenje postojećih industrijskih potrošača na osnovu izvršene ankete o njihovim potrebama povećalo bi se kroz 30 godina oko 3,5 puta tj. od sadašnjih 26 MVA na oko 90 MVA.

Za potrebe razvoja novih industrijskih djelatnosti koje će se locirati sve na jednom mjestu ocijenjeno je da će potrebe zadovoljiti jedna pojna tačka 110/10 kV snage 2 × 25 MVA.

Za ostale djelatnosti koje spadaju u kategoriju potrošača opće potrošnje na osnovu elektroenergetske analize određeno je vršno opterećenje od 75 MVA.

Prema tome ukupni vršni teret grada prema urbanističkoj osnovi za razdoblje do 30 godina iznosio bi oko

$$P_m = 300 \text{ MVA}$$

Prosječna stopa godišnjeg porasta opterećenja »p« za razdoblje od 1964 do 1974. godine određena je tako, da je vremenski niz ostvarenih vršnih opterećenja u proteklim godina aproksimiran eksponencijalnom funkcijom slijedećeg oblika:

$$P_n = P_o e^{pn} \qquad (1)$$

U formuli znače:

P_n = traženo maksimalno opterećenje nakon n godina
P_o = maksimalno opterećenje na početku promatranog razdoblja
p = prosječna stopa godišnjeg porasta opterećenja
n = broj godina
e = baza prirodnih logaritama

Treba istaknuti da se gornji oblik formule dobro prilagođava vremenskom nizu vršnih opterećenja samo u prvom dijelu razvoja, jer kasnije trend poprima oblik »S-krivulje« s jako izduženim gornjim krakom.

Ostvareno vršno opterećenje u TS 110/30 kV »Split 1« od 1956 — 1964. Tablica 1

Godina		1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Ostvareno maksimalno opterećenje	MW	32	34	36	48	46	48	52	64	
	MVAR	18	18	26	36	26	26	36	36	
	MVA	37	39	43,4	60	52,6	54,5	64	73,5	68

Iz tog razloga po ovoj formuli je prognoziran porast opterećenja samo za kraće razdoblje od 7 do 10 godina.

Prosječna stopa porasta opterećenja utvrđena je polazeći od ostvarenih vršnih opterećenja u glavnoj napojnoj tački šireg područja grada, TS 110/30 kV »Split 1«, u razdoblju od 1956 do 1964. godine, kako je to prikazano u tablici 1.

Za sam postupak utvrđivanja stopa porasta »*p*« transformirana je relacija (1) u logaritamski oblik

$$\log K = \log \frac{P_n}{P_0} = 0{,}43\, p\, n \qquad (2)$$

a zatim je uz primjenu Gaussovog zakona najmanjih kvadrata dobiven konačni izraz za izračunavanje »*p*« iz niza poznatih vrijednosti P_n i P_0 odn. *K*. Taj izraz glasi:

$$p = \frac{1}{0{,}43} \frac{\sum_{0}^{n} n \cdot \log K}{\sum_{0}^{n} n^2} \qquad (3)$$

U tablici 2 prikazan je proračun stope porasta opterećenja uz pomoć ovog izraza i za vrijednosti opterećenja iz tablice 1.

Proračun »p« pomoću (3) Tablica 2

Godina	n	n^2	$K = \frac{P}{P_0} = \frac{37}{P}$	log K	n log K
1956	0	0	1	0	0
1957	1	1	1,07	0,03	0,03
1958	2	4	1,17	0,07	0,14
1959	3	9	1,62	0,21	0,63
1960	4	16	1,42	0,15	0,60
1961	5	25	1,47	0,17	0,85
1962	6	36	1,73	0,23	1,38
1963	7	49	1,99	0,3	2,1
1964	8	64	1,84	0,265	2,12
Ukupno	n=8	n^2=204	—	—	n. log K = 7,85

Na osnovu relacije (3) i rezultata iz tablice 2 rezultira vrijednost za prosječnu stopu godišnjeg porasta opterećenja za šire područje grada Splita i razdoblje od 1956 do 1964. godine u iznosu od

$$p = \frac{1}{0{,}43} \frac{7{,}85}{204} = 0{,}09 \qquad p = 9\,\%$$

Istom metodom dobiven je iznos prosječne godišnje stope porasta maksimalnog opterećenja za uže područje grada Splita u iznosu od

$$p = 10\,\%$$

Na osnovu već ostvarenih vrijednosti vršnog opterećenja, izračunate prosječne godišnje stope porasta, te određenog ukupnog vršnog opterećenja prema urbanističkoj osnovi konstruiran je trend razvoja opterećenja za razdoblje od 30 godina tj. od 1964 do 1994. god. kao što je prikazano na slici 1.

Na osnovu detaljne elektroenergetske analize, rezultata o projektiranju gradskih distributivnih mreža kod nas i u inozemstvu, te potrebnih tehničkih proračuna definirani su osnovni parametri perspektivne distributivne mreže grada Splita kako slijedi:

a) *Nazivni naponi:* 35 kV, 10kV i 0,4 kV prema standardu JUS;

b) *Stepeni transformacije:* a područje grada Splita s postojećom mrežom, kao i ono područje gdje se očekuju manje površinske gustoće opterećenja predviđena je trostepena transformacija tj. 110/35 kV, 35/10 kV i 10/0,4 kV. Za nove dijelove grada s velikom površinskom gustoćom opterećenja predviđa se dvostepena transformacija tj. 110/10 kV i 10/0,4 kV, ali ne izgradnja novih transformatorskih stanica 110/10 kV već korištenje tercijarnog namotaja. Za istočni dio grada koji je rezerviran za razvoj novih industrijskih djelatnosti i gdje će na relativno malom prostoru biti razvijeno veliko površinsko opterećenje predviđa se izgradnja posebne stanice 110/10 kV.

c) *Tipske rasklopne snage:*

Mreža 35 kV TS 110/35 kV 600 MVA
Mreža 10 kV TS 35/10 kV 200 MVA
Mreža 0,4 kV TS 10/0,4 kV 20 MVA

d) *Tipske snage transformatora:*

Transformacija 110/35 kV
40 MVA, YY
Transformacija 110/10 kV
25 MVA, YY
Transformacija 35/10 kV
8 MVA i 4 MVA, Dy
Transformacija 10/0,4 kV
500 MVA, Dy

e) *Oblik mreže:*

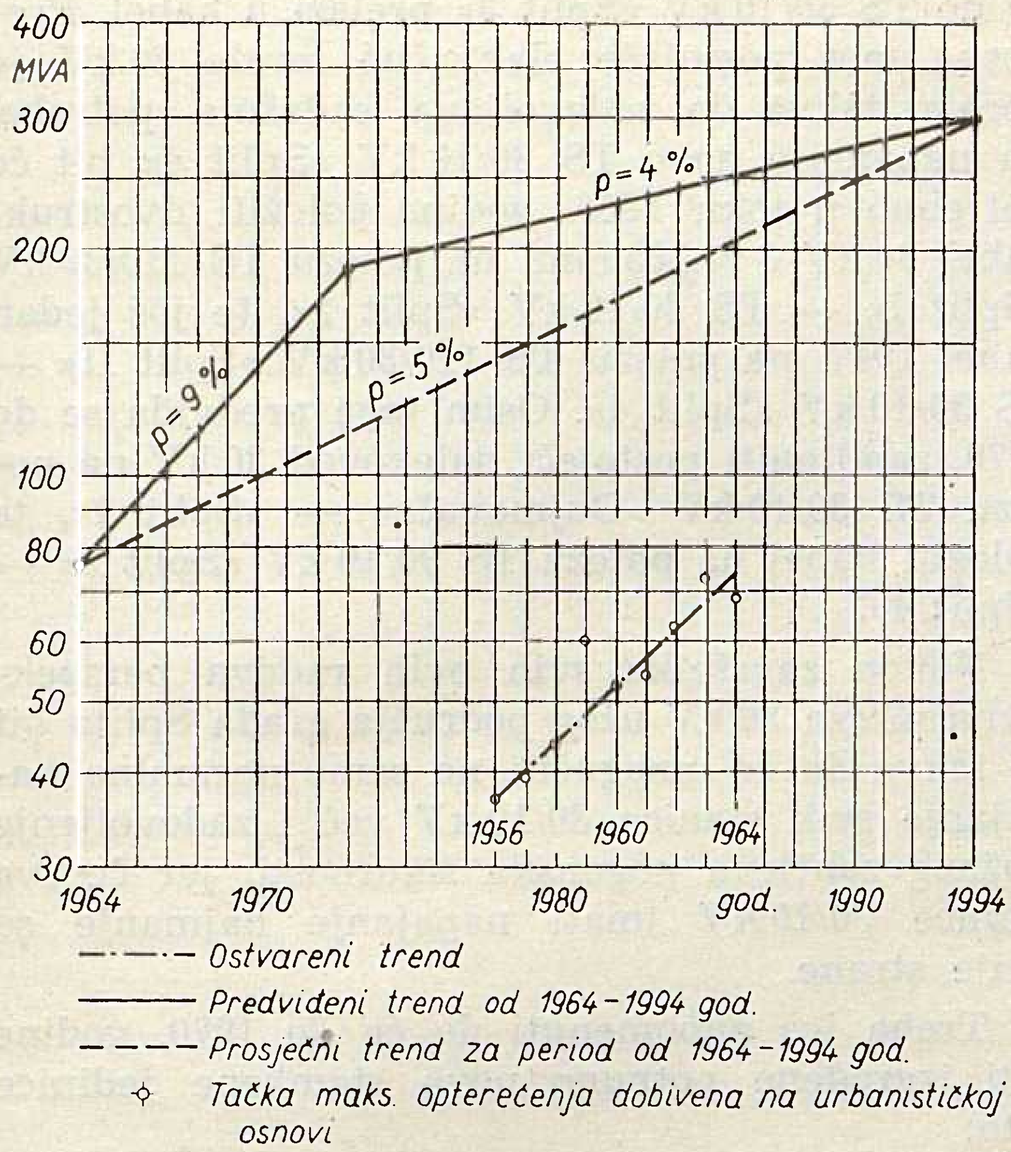
Mreža 35 kV: U prvoj etapi razvoja radijalna a u konačnoj prstenasta

Mreža 10 kV: Radijalna s mogućnošću preklapanja na kraju izvoda

Mreža 0,4 kV: U prvoj etapi razvoja učvorena radijalna, u konačnoj zamkasta.

f) *Vodovi distributivne mreže:*

Mreža 35 kV: Kabel 3 × 185 mm²
Mreža 10 kV: Kabel 3 × 120 mm²
Mreža 0,4 kV: Kabel 4 × 95 mm²



Sl. 1. Ostvareni i predviđeni trend razvoja vršnog opterećenja grada Splita

g) *Zaštita u distributivnoj el. mreži:*

Mreža 35 kV:

— od preopterećenja termički rele
— od 3-polnog i 2-polnog kratkog spoja kombinacija diferencijalne i nadstrujne usmjerene zaštite
— od jednopolnih kratkih spojeva sumarna osjetljiva nadstrujna zaštita
— od unutarnjih prenapona uzemljenje zvjezdišta preko malog omskog otpora.

Mreža 10 kV:

— od preopterećenja i kratkih spojeva sekundarni nadstrujni rele
— od unutarnjih prenapona uzemljenje zvjezdišta transformatora 30/10 kV na strani 10 kV za sve stanice 30/10 kV snage veće od 2 × 8 MVA.

Mreža 0,4 kV:

U stanicama 10/0,4 kV i u čvornim ormarićima sve izvode niskog napona osigurati rastalnim osiguračima istih nazivnih vrijednosti od 300 A. trome karakteristike.

h) *Kućni priključci:*

Način priključka

— Zgrade za individualno stanovanje pomoću kabelske T spojke
— Zgrade za kolektivno stanovanje samo pomoću zidnih ili slobodno stojećih kabelskih ormarića.

Vodovi za kućne priključke

— Zgrade priključene s T-spojkama, kabel 4 × 16 mm²
— Neboderi, visoki soliteri, manji industrijski pogoni i ostali objekti opće potrošnje čije je opterećenje već reda veličine jednog izvoda niskog napona, kabel 4 × 95 mm².
— Sve stambene objekte do visine P + 4 koji za svaki ulaz imaju posebni vod, kabel 4 × 35 mm².

Osiguranje kućnih priključaka

— kabel 4 × 16 mm² s osiguračem 60 A
— kabel 4 × 95 mm² i 4 × 35 mm² 200 A.

i) *Zaštita od dodirnog napona:*

Za zaštitu od dodirnog napona u distributivnoj el. mreži kao i u kućnim i ostalim instalacijama niskog napona predviđa se **nulovanje.**

Radi postizanja povoljnih iznosa otpora uzemljenja u pojedinim stanicama 10/0,4 kV povezat će se radno i zaštitno uzemljenje zajedno, što je dozvoljeno po VDE propisima za sve kabelske mreže.

Svi nul vodiči u čvornim kabelskim ormarićima koji dolaze iz više susjednih stanica 10/0,4 kV povezat će se na zajedničko uzemljenje.

j) *Automatizacija u distributivnoj mreži*

Radi postizavanja veće sigurnosti i brzine u intervencijama i pogonskim manevrima predviđa se u perspektivnoj mreži grada Splita organizacija dispečerskog centra i primjena:

a) daljinskog upravljanja svim rasklopkama 35 kV i 10 kV
b) signalizacija položaja svih sklopki i rastavljača, te djelovanje zaštite, signalizacija zemnog spoja itd.
c) daljinsko mjerenje napona i struje svih transformatora 30/10 kV i vodnih polja 30 kV i 10 kV.

4. Mreže za konsolidaciju mreže grada Splita u 7-godišnjem razdoblju od 1964. do 1970. godine

Opće napomene

Za svrsishodnu etapnu izgradnju distributivne mreže nužno je imati:

— dugoročno rješenje distributivne mreže kao krajnji cilj prema kojem se usmjerava njezin razvoj,
— dobro poznavanje stvarnih prilika i mogućnosti postojeće električne mreže.

U skladu s ovim svi novoizgrađeni dijelovi distributivne mreže ili izvršene rekonstrukcije moraju se izvesti tako da se mogu lako uklopiti u postojeću mrežu, a istovremeno da budu dijelovi buduće mreže. Polazeći od ove dvije činjenice a u cilju konsolidacije mreže grada Splita pred-

viđaju se u narednom sedmogodišnjem razdoblju od 1964. do 1970. godine slijedeće mjere:

a) Izgradnja novih postrojenja;
b) Korištenje tercijarnog namotaja u novoj TS 110/30 kV »Split II«;
c) Uzemljenje zvjezdišta transformatora distributivne el. mreže 30 i 10 kV;
d) Tipizacija i modernizacija dijelova postrojenja;
e) Problem priključka direktnih potrošača distribucije na napon 10 kV;
f) Automatizacija postrojenja u mreži.

Izgradnja novih objekata

Na osnovu prognoze razvoja vršnog opterećenja u razdoblju od 1964. do 1970. godine imat ćemo za šire područje grada Splita slijedeće iznose vršnog opterećenja:

Razvoj vršnog opterećenja grada od 1964. do 1970.*

Tablica 4

Godina	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Vršno opt. u MVA	68	82	90	100	110	120	130

Iz tablice je vidljivo da će raspoloživi kapaciteti transformacije 110/30 kV od 80 MVA već do kraja 1965. godine biti potpuno zauzeti. Iz tih razloga potrebno je pristupiti izgradnji nove stanice 110/30 kV »Split II«, za koju je već određena lokacija, a ostali pripremni radovi su u toku.

Za područje grada Splita u sedmogodišnjem razdoblju od 1964. do 1970. godine uz prosječnu godišnju stopu porasta 10 % predviđen je slijedeći razvoj vršnog opterećenja na nivou TS 30/10 kV:

Razvoj maksimalnog opterećenja na nivou 30 KV od 1964. do 1970.

Tablica 4.

Godina	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Maksimalno opter. u MVA	42	46,2	51,2	57	62,5	69	76,5	84

Raspoloživi kapaciteti transformacije 30/10 kV u iznosu od 45,5 MVA bit će, kao što je vidljivo, također već do kraja ove godine potpuno iskorišteni. Iz tih razloga TS 30/10 kV »Split 4« snage 2 × 8 MVA koja je sada u izgradnji bit će do kraja 1966. godine potpuno završena.

Kao što je već spomenuto od postojeće mreže 30 kV na užem području grada postoje sada samo dva radijalna dalekovoda 30 kV i to jedan iz TS 110/30 kV »Split I« do TS 30/10 kV »Split 2«, koji na kraju završava kabelom, i drugi dvostruki dalekovod od TS 110/30 kV »Split I« do TS 30/10 kV »Dujmovača«, te dalje do TS 30/10 kV »Split 1«. Ovaj dalekovod od TS 30/10 kV »Split 1« do TS 30/10 kV »Split 3« prelazi u kabel. Prenosna moć postojeće električne mreže 30 kV je upravo takva da zadovoljava sadašnje potrebe. Za napajanje nove TS 30/10 kV »Split 4« bit će potrebno u toku 1966. godine položiti dvostruki kabel 30 kV 3 × 185 mm² na potezu TS 110/30 kV »Split I« — TS 30/10 kV »Split 2«, te još jedan kabel 1967. na potezu TS 110/30 kV »Split II« — TS 30/10 kV »Split 4«. Osim toga predviđa se do 1970. zamijeniti postojeći dalekovod 30 kV na potezu TS 30/10 kV »Dujmovača« — »Split 1«, te položiti kabel na potezu TS 30/10 kV »Split 3« — »Split 4«.

Nakon završetka svih ovih radova perspektivna mreža 30 kV užeg područja grada Splita bit će takva da će omogućiti ne samo normalno napajanje svih stanica 30/10 kV već i zadovoljenje nužnog zahtjeva pogonske sigurnosti, jer će sve stanice 30/10 kV imati napajanje najmanje sa dvije strane.

Treba još napomenuti da će do 1970. godine biti izgrađene potpuno nove stambene jedinice i to:

— Stambena jedinica Bol i Plokite	s 1.700 stanova
— Stambena jedinica Špinut	s 1.000 stanova
— Stambena jedinica Gripe-Lokve	s 1.600 stanova
— Stambena jedinica Sučidar	s 1.600 stanova
— Stambena jedinica Sv. Mande Škrape	s 2.000 stanova
— Stambena jedinica Meje	s 500 stanova
— Stambena jedinica Kman	s 400 stanova
Ukupno:	8.800 stanova

Za normalnu opskrbu električnom energijom ovih stambenih jedinica bit će potrebno izgraditi još:

— Stanice 10/0,4 kV, 500 kVA	55 kom.
— Kabel 10 kV, 3 × 120 mm²	22 km
— Kabel 1 kV, 4 × 95 mm²	33 km
— Kabelskih ormarića za kućne priključke i učvorenje oko 600 komada.	

Iz tablice 4 je također vidljivo da bi i uz izgradnju TS 30/10 kV »Split 4« snage 3 × 8 MVA, ukupno instalirana snaga transformacije u iznosu od 70 MVA već početkom 1969. godine bila iskorištena.

Iz ovih razloga trebat će još do 1970. godine poduzeti mjere za daljnje povećanje instalirane snage u transformaciji 30/10 kV.

Ovaj problem možemo riješiti na dva načina i to:

— Izgradnjom još jedne nove stanice 30/10 kV »Split 7«, snage 2 × 8 MVA

— Korištenjem raspoložive snage tercijarnog namotaja transformatora u novoj TS 110/30 kV »Split II«.

Orijentacioni troškovi izgradnje predviđenih novih dijelova mreže grada Splita za navedeno sedmogodišnje razdoblje od 1964. do 1970. godine iznose:

— TS 30/10 kV »Split 4« 2 × 8 + 8 MVA	300,000.000.—
— Kabelski rasplet 30 kV	450,000.000.—
— Vodna polja 30 kV	85,000.000.—
— Signalni kabeli	20,000.000.—
— Stanice 10/0,4 kV, 500 kVA	65,000.000.—
— Kabel 10 kV, 3 × 120 mm²	420,000.000.—
— Mreža niskog napona	1,,100.000.000.—
Ukupno Din	2,,440,000.000.—

Ekonomski i tehnički aspekti korištenja tercijarnog namotaja transformatora 110/30 kV

Detaljniji ekonomski račun primjene tercijarnog namotaja više bi osvijetlio problem ušteda u cijeloj mreži uslijed korištenja tercijarnog namotaja. Međutim i samo letimična usporedba troškova, gdje je za korištenje tercijarnog namotaja potrebno još samo izgraditi rasklopište 10 kV, čiji troškovi bi iznosili oko 30 milijuna dinara, u odnosu na troškove izgradnje jedne nove transformacije 30/10 kV 2 × 8 MVA s nužnim kabelskim rasletom čiji troškovi iznose oko 400 milijuna dinara, upućuje na ekonomsku opravdanost korištenja tercijarnog namotaja transformatora 110/30 kV.

Transformatori proizvodnje tvornice »Rade Končar« imaju namot za 110 + 10 × 1,5% kV snage 40 MVA, namot 36,75 kV snage 40 MVA i namot 10,5 kV snage 13,33 MVA. Namoti 110 kV i 36,75 kV su glavni u spoju YYO, dok je namot za 10,5 kV stabilizacioni namot dimenzioniran za 1/3 snage, ali izveden tako da ga se može i teretiti.

Namot za 10,5 kV može se teretiti njegovom punom snagom, ali uz uvjet da je teret na glavnom namotu simetričan što je u praksi kod distributivnih mreža skoro redovito slučaj.

U cijelom elektroenergetskom sistemu tercijarni namotaj transformatora 110/30 kV uz kabel 30 kV javlja se kao najosjetljiviji dio postrojenja prema kome treba definirati optimalni režim rada mreže 30 kV i maksimalno dozvoljeno vrijeme djelovanja zaštite u mreži 30 kV.

S obzirom na to da je mreža 110 kV kruto uzemljena i da se predviđa korištenje tercijarnog namotaja, ovdje imamo slijedeće mogućnosti rada:

a) mreža 110 kV kruto uzemljena, 30 kV i 10 kV izolirana;
b) mreža 110 kV kruto uzemljena, 30 kV i 10 kV također kruto uzemljena;
c) mreža 110 kV kruto uzemljena, 30 kV i 10 kV preko malog otpora.

Izolirani rad mreže 30 kV i 10 kV s obzirom na male iznose struja zemnog spoja kao i na dozvoljeno maksimalno vrijeme iskopčanja zaštite u mreži 30 kV u odnosu na izdržljivost tercijarnog namotaja u slučaju 1-polnog zemnog spoja najbolje bi odgovarao. Međutim, sa stanovišta rada mreže 30 kV i 10 kV za kabelski rasplet 30 kV i 10 kV koji će biti priključen na TS 110/30 kV »Split« kapacitivne struje će biti već tolikih iznosa, da se s obzirom na mogućnost gašenja luka, izolirani rad mreže 30 kV i kabelskog raspleta 10 kV neće moći dozvoliti.

U slučaju krutog uzemljenja mreže 30 kV maksimalno dozvoljeno vrijeme iskapčanja zaštite u mreži 30 kV je oko 0,11 sek, koje vrijeme ne bi mogli postići nikakvim postojećim zaštitnim uređajem.

Prema tome ostaje kao jedina mogućnost rada mreže 30 kV s uređajem za kompenzaciju ili ograničenje struje zemnog spoja. Ovdje imamo dvije mogućnosti bilo preko Petersenovog svitka, bilo preko omskog otpora.

Uzemljenje distributivne mreže 35 kV i 10 kV

Jedno od važnih pitanja, koje u cilju zaštite opreme i konsolidacije rada mreže grada Splita treba u narednom razdoblju definitivno riješiti, jest problem uzemljenja mreže 30 kV i 10 kV.

Kao što je poznato, u slučaju zemljospoja električni luk se uspješno gasi u mreži 30 kV, prema raznim podacima, do iznosa struje 6 . . . 10 A, a u mreži 10 kV do struje 20 . . . 30 A.

Iznad ovih iznosa struje zemnog spoja nastali luk se ne gasi sam od sebe već se održava kapacitivnom strujom sve do iskapčanja postrojenja.

Proračun struje zemnog spoja u mreži 30 kV za glavnu napojnu transformatorsku stanicu 110/30 kV pokazuje već sada za maksimalno mogući rasplet 14,4 A, a za minimalni 11,5 A, odnosno nakon prelaska na 35 kV za 16% više ili 16,8 A i 14,7.

Na osnovu ovih podataka vidi se da bi već sada trebalo prići uzemljenju mreže 30 kV u TS 110/30 kV »Split I« i u vezi s tim prilagoditi zaštitu, ili najkasnije do izgradnje predviđene TS 110/30 kV »Split II« što znači najkasnije u roku od dvije godine.

Odmah nakon izgradnje TS 110/30 kV »Split II« ukupna dužina kabelske mreže 30 kV koja će biti u stalnom pogonu iznosit će 5 km. Struja zemnog spoja doseći će tako red veličine od oko 20 A, što prelazi dozvoljene granice pa nova TS 110/30 kV »Split II« mora odmah otpočeti rad s uzemljenom mrežom 30 kV.

Kapacitivne struje mreže 10 kV svih postojećih TS 30/10 kV na području grada Splita ne prelaze kritične iznose od oko 30 A.

Međutim, nakon izgradnje nove TS 30/10 kV »Split 4« kapacitivne struje njene mreže 10 kV iznosit će oko 35 A, te će trebati pristupiti uzemljenju i ove mreže.

Nakon izgradnje kabelskog raspleta 10 kV na korištenje raspoložive snage od 2 × 13,3 MVA

tercijarnog namotaja u TS 110/30 kV »Split II« mreža će biti već takvog opsega da će kapacitivne struje premašiti kritične iznose. Iz tih razloga trebat će i za 10 kV-tni rasplet TS 110/30 kV »Split II« uzemljiti zvjezdište. Međutim, ovdje predstavlja problem to, što je tercijarni namotaj spojen u trokut. Problem će se riješiti tako što će prva stanica 10/0,4 kV imati transformator spoja Yz s izvedenim zvjezdištem na primaru. Radi sigurnosti trebat će još nekoliko prvih stanica 10/0,4 kV uzemljiti ili možda sve prve stanice 10/0,4 kV na svakom izvodu 10 kV.

Uzemljenje mreže 35 kV i 10 kV će se izvršiti preko malog otpora, što je svakako u 7-godišnjem planu razvoja još jedna značajna mjera za konsolidaciju mreže grada Splita kao cjeline.

Tipizacija i modernizacija dijelova postrojenja distributivne mreže

Svi novi dijelovi mreže grada Splita koji se sada grade ili rekonstruiraju, izgrađuju se s tipiziranom opremom i jedinstvenim presjecima kabela kao što je definirano za perspektivnu mrežu. U najnovije vrijeme riješen je problem tipizacije i tehničkih uvjeta za izvođenje instalacija u zgradama kako bi način priključka, mjerenja energije i drugi detalji bili izvedeni na jedinstven način na cijelom području grada.

Kod toga je ostao još jedan problem a to su kabelski ormarići za manje radionice, solitere i nebodere u čijim instalacijama postoje trofazni motori, kod kojih uslijed jednopolnog iskapčanja može doći do pregaranja namota. Ovakve vrste instalacije smjelo bi se direktno priključivati na gradsku mrežu niskog napona samo pomoću kabelskih ormarića s mogućnošću tropolnog iskapčanja svakog strujnog kruga.

Problem priključka direktnih potrošača distribucije na napon 10 kV

Na području grada Splita javlja se i posebna grupa potrošača koja za svoju normalnu opskrbu treba po nekoliko stanica 10/0,4 kV i priključak na naponu 10 kV. Takvi potrošači su na primjer:

— Manji industrijski i servisni pogoni
— Veća hotelska naselja paviljonskog tipa
— Nova bolnica
— Vojno-medicinski centar
— Predviđeni fakulteti itd.

S obzirom na ograničeni broj izvoda 10 kV nemoguće je svakom takvom potrošaču omogućiti poseban izvod 10 kV iz stanice 30 kV, a jer se radi obično o važnim potrošačima sa zahtjevom za 100 % sigurnost u napajanju električnom energijom, još jedan posebni rezervni izvod 10 kV ne može se nikako ekonomski opravdati.

Postavlja se pitanje kako riješiti priključak ovih potrošača na mrežu 10 kV i u vezi s tim način mjerenja električne energije tim više što se iz ovih stanica 10/0,4 kV mora napajati javna rasvjeta i još neki manji potrošači u njihovoj okolini za koje se ne može graditi posebna stanica 10/0,4 kV.

Promatrajući ovaj problem s ekonomsko-tehničkog te posebno tarifnog stanovišta, došli smo do zaključka da je kod priključaka ovakvih vrsti potrošača na mrežu 10 kV najbolje promatrati i mrežu ovih potrošača kao jednu cjelinu s ostalom gradskom električnom mrežom.

U ovom slučaju trebamo još samo sekundarne vodove strujnih transformatora iz svih stanica 10/0,4 kV takvog jednog potrošača dovesti na jedno mjesto gdje će biti smješten samo jedan mjerni slog obično 2-tarifnih brojila radnog, jalovog s maksimalnim pokazivačem, uklopnim satom i primjenjivati zbirno mjerenje.

Automatizacija u distributivnoj mreži grada Splita

Uredno praćenje svih pogonskih stanja i mjerenja kao i vršenje potrebnih pogonskih manevara u postojećim TS 30/10 kV na širem području grada, već je sada toliko otežano, a pogotovo će biti u budućnosti nakon izgradnje daleko većih i kompliciranijih stanica 30/10 kV s mnogo dinamičnijim konzumnim područjem, da se primjena automatizacije u obliku daljinskog upravljanja, signalizacije i mjerenja javlja kao nužan i bitan faktor u daljnjem unapređenju i konsolidaciji mreže. Iz tih razloga predviđa se do 1970. godine:

a) Izgradnja dispečerskog centra i montaža potrebne opreme;

b) Izgradnja prenosnih puteva za daljinsko upravljanje, signalizaciju i mjerenje i to na slijedećim potezima:

— TS 110/30 kV — TS 30/10 kV »Split 2«
— TS 110/30 kV — TS 30/10 kV »Split 4«
— TS 30/10 kV »Split 4« — »Split 3« — »Split 1« — Dujmovača

c) Potrebne rekonstrukcije i montaža opreme za daljinsko upravljanje, signalizaciju i mjerenje u:

— TS 30/10 kV »Split 4«
— TS 30/10 kV »Split 2«
— Rasklopište 10 kV TS 110/30 kV »Split II«
— TS 30/10 kV »Split 1«
— TS 30/10 kV »Split 3«
— TS 30/10 kV »Dujmovača«

Zaključci

Iz gornjeg izlaganja mogu se izvesti slijedeći zaključci o stanju i budućem razvoju mreže grada Splita:

a) opća elektroenergetska situacija i tehničko stanje postrojenja mreže na području Splita dosta su kritični,

TIPIZACIJA I STANDARDIZACIJA DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

Osman Mešić, Sarajevo

Veoma intezivna stambena izgradnja kao i širok zamah elektrifikacije naselja s jedne strane, traži izgradnju novih distributivnih postrojenja, a napose transformatorskih stanica, dok sve veća upotreba električne energije u domaćinstvima s druge strane, prouzrokuje preopterećenje postojećih postrojenja i time iziskuje nove i veće rekonstrukcije, naročito u gradskim mrežama.

Domaćinstva su najbrojniji i prostorno gledano najrasprostranjeniji potrošači, pa prema tome i najveći dio distributivne mreže služi upravo njima. Iz toga slijedi da ova grupa potrošnje izaziva najveći dio investicija i još veći procenat troškova održavanja distributivnih postrojenja.

Domaćinstva su, osim toga, i s gledišta rentabiliteta najnepovoljniji potrošači. Veoma velike su oscilacije u intenzitetu korištenja trošila u domaćinstvu, tako da se to svodi na malo vremensko iskorištenje distributivnih kapaciteta — vodova i transformatorskih stanica.

S druge strane gledano ova grupa pokazuje najveći porast potrošnje. U priloženoj tablici prikazat ćemo porast potrošnje grupe »domaćinstvo« naprama ukupnoj potrošnji električne energije u SFRJ za razdoblje 1955—1964.

Tablica 1

Godina	Ukupna potrošnja GWh	Domaćinstvo GWh	Udio domaćinstva %
1955	3.651	514	14
1956	4.208	643	15,2
1957	5.176	832	16,1
1958	6.047	1.142	18,9
1959	6.700	1.348	20,2
1960	7.453	1.271	17,1
1961	8.193	1.503	18,4
1962	9 350	1.834	19,6
1963	11.326	2.251	20
1964	12.087	2.639	21,7

Iz tablice se vidi da se konzum domaćinstva za 4—5 godina udvostručuje.

Na razvoj konzuma široke potrošnje distributivna poduzeća ne mogu nikakvim mjerama utjecati. Ovaj konzum razvija se spontano i veoma intenzivno, tako da ova grupa potrošnje ima najveći utjecaj na razvoj mreže elektrodistribucije.

Sve te činjenice imperativno nalažu i određena istraživanja da bi se mogle slijediti potrebe i na osnovu toga pravovremeno poduzimati potrebne akcije.

U distributivnim elektroenergetskim postrojenjima znatan dio čine transformatorske stanice 10/0,4 kV. Kod srednje gustoće opterećenja od npr. 6 MW/km² (ovo se odnosi svakako na veće gradove) investicioni troškovi za distributivne transformatorske stanice iznose oko 30 % od ukupnih ulaganja u mrežu elektrodistribucije. Treba napomenuti da troškovi visokog napona angažiraju mali dio ukupnih troškova (oko jedne petine), a da troškovi za distributivne transformatorske stanice (10/0,4 kV) procentualno rastu kad se gustoća opterećenja povećava.

(Nastavak s prethodne strane)

b) rješenje mreže izvedeno na osnovu prognoziranog konzuma (do 1994) zahtijeva izgradnju *triju* pojnih tačaka 110/30 kV i cca deset pojnih tačaka 30/10 kV,

c) u sedmogodišnjem razdoblju razvoja mreže koji neposredno predstoji treba riješiti niz tehničkih problema; ova će rješenja predstavljati značajan korak u konsolidaciji splitske mreže,

d) ulaganja u izgradnju i konsolidaciju splitske mreže u sedmogodišnjem razdoblju procijenjena su sa 2,5 milijardi dinara.

Naslov pisca: Josip Nevešćanin, dipl. ing., Elektrodalmacija, Split

Na osnovu naprijed rečenog može se sa sigurnošću reći da problematika distributivnih transformatorskih stanica zauzima ključno mjesto u problemima elektrodistribucije. Ova problematika može se svesti na tri osnovna problema, a to su:

— Izgradnja novih transformatorskih stanica u novoizgrađenim naseljima ili neelektrificiranim područjima.
— Rekonstrukcija ili zamjena postojećih transformatorskih stanica radi njihove dotrajalosti ili zastarjelosti.
— Ubacivanje novih transformatorskih stanica u postojeću mrežu radi većeg porasta konzuma.

Kod novih transformatorskih stanica prva stvar koju treba prije svega riješiti je:

Izbor snage transformatora

Kod izbora broja transformatorskih stanica, a s tim u vezi i snage instaliranih transformatora, svakako da se traži optimalno tehničko-ekonomsko rješenje, naročito s obzirom na potrebna ulaganja. Kod usvojenog većeg broja stanica manje snage na određenom gradskom području veći su troškovi za stanice, a manji za mrežu i obrnuto; sa manjim brojem stanica veće snage smanjuje se njihova cijena koštanja, ali se zato povećavaju presjeci vodiča, te radi toga i cijena koštanja mreže.

Snaga transformacije, koju treba instalirati ograničena je još i strujama kratkog spoja, koje se mogu pojaviti na niskonaponskoj strani: na sabirnicama, u mreži ili pak kod samog potrošača.

Osim toga pretjerivanje u dimenzioniranju vodiča u niskonaponskoj mreži ne preporučuje se kako iz praktičnih razloga, tako isto i u pogledu cijene koštanja. Računa se da presjek ne treba da bude veći od 120 mm^2.

Slijedeći ono što je u mnogobrojnim analizama o ovom problemu već rečeno proizlazi da se limitiranje snage transformatora u distributivnim stanicama može postaviti na 630 kVA.

Na pitanje da li u stanici instalirati jedan ili više transformatora, sve govori u prilog jednog transformatora. U tom pogledu vršena su istraživanja, studije i razna ispitivanja. Došlo se do slijedećih zaključaka:

1) Ulaganja u stanice sa samo jednim transformatorom su znatno manja nego u onu sa dva transformatora (npr. 1×500 kVA i 2×250 kVA) i kreću se čak do 30 % razlike u cijeni koštanja.

2) Zaštita na oba naponska nivoa je kompliciranija i mnogo teža za dva transformatora, pored toga što je skuplja.

3) Kvarovi na relejima češći su kod uređaja u stanicama sa dva transformatora.

4) Da jedan transformator bude rezerva neopravdano je, ako se ima u vidu da se kvarovi na samim transformatorima veoma rijetko dešavaju.

Tipizacija transformatorskih stanica

Razlozi ekonomičnosti, jednostavnosti pogona i održavanja, zatim rezerve u opremi i sl. upućuju na tipizaciju stanica ne samo u pogledu snage transformacije, nego i stanice kao cjeline. Ovo vrijedi za bilo koju konfiguraciju mreže niskog napona: za radijalnu, a posebno za zamkastu mrežu.

Što se tiče lociranja stanica u postojećim naseljima, veoma je teško uskladiti ono rješenje koje tehnički odgovara, s mogućnostima da se pronađe raspoloživo mjesto ili takav prostor koji s gledišta uklapanja u ambijent odgovara. Radi toga pribjegava se ponekad upotrebi prefabriciranih stanica (npr. u obliku kioska) pa čak i izgradnji stanica pod zemljom.

Za nova naselja situacija je mnogo lakša. Većina naših gradova ima veoma slična urbanistička rješenja. Možemo reći da naši gradovi u pogledu izgradnje novih stambenih četvrti imaju veliku sličnost, te da je struktura domaćinstava koja naseljavaju ove četvrti također slična, pa će i standardi potrošnje električne energije biti podjednaki. Na osnovu toga mogu se postaviti i jedinstveni parametri za određivanje kako snage tako isto i veličine i samog izgleda distributivnih stanica, koje treba, uporedo sa razvojem ovih novih gradskih četvrti, izgrađivati.

Standardizacija opreme stanica

Da bi se omogućila brža i jeftinija izgradnja, kao i lakša i jednostavnija montaža novih stanica, treba ići na to da se što je moguće više elemenata tipizira odnosno standardizira. I ne samo to, u eksploataciji ovo vodi boljem i efikasnijem održavanju postrojenja.

Prednosti tipizacije i standardizacije što je moguće većeg dijela postrojenja mnogobrojne su. Nabrojit ćemo samo neke od njih:

— Brža i efikasnija zamjena oštećenih dijelova u slučaju kvara.
— Skraćenje vremena potrebnog za izvršenje remonta.
— Smanjenje rezervne opreme kao i potrebnog skladišnog prostora.

Valja naglasiti i to da jedan ovakav zahvat postaje prijeko potreban, naročito sada u eri privredne reforme i novih mjera, u vrijeme kada se naročito intenzivno radi na iznalaženju takvih formi rada i organizacije proizvodnje koje omogućuju pojednostavljen proces proizvodnje, serijska proizvodnja i kao rezultat toga jeftiniji proizvod.

Zaključak

Cilj ovog prikaza nije bio da iznađe i predloži neko rješenje za tipsku transformatorsku stanicu, a niti da da neke konkretnije zaključke potkrijepljene činjenicama. Namjera je bila samo da se ukaže na prijeku potrebu stalnog i sistematskog rada na tipizaciji distributivnih stanica i standardizaciji opreme uključujući tu i transformatore.

S obzirom na to da u sadašnjoj organizaciji elektrodistribucije postoje i više asocijacije — poslovna udruženja i koordinacioni odbor, to bi se neke akcije, koje su od podjednakog interesa za sva distributivna poduzeća mogle pokrenuti na određenom nivou, dakle preko koordinacionog odbora ili pak putem republičkih poslovnih udruženja. Očigledno je da bi takva

zajednička akcija trebala da bude rad na tipizaciji — standardizaciji distributivnih stanica.

Od kolikog je značaja studijski rad na ovom problemu pokazuje još i to što je Jugoslavenski nacionalni komitet CIGRE na sedmom stručnom savjetovanju elektroenergetičara tretirao i ovu materiju i u svojim zaključcima dao mjesta i distributivnim stanicama. Između ostalog zaključeno je i ovo:

— Konstatira se da se kod domaćih distributivnih poduzeća javlja težnja za izgradnjom tipskih distributivnih podstanica koje karakteriziraju pojednostavljene sheme i jeftinija oprema.
— Ovu tendenciju treba da prihvati domaća elektroindustrija te da osigura odgovarajuću opremu.
— Potrebno je angažirati studijski komitet za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE u svrhu proučavanja i rješavanja zaštite, koju na niskonaponskoj strani traže ovako pojednostavljene sheme podstanica.
— Udruženje jugoslavenskih elektrodistributivnih poduzeća treba da bude nosilac studija tipizacije, shema, konstrukcija i snaga naših distributivnih stanica.

Koristeći dosadašnja iskustva i studijski rad moglo bi se zaključiti slijedeće:

— Snaga transformatora distributivnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV ne bi trebala da pređe 630 kVA.
— Trebalo bi ići na to da u distributivnim stanicama bude instaliran samo jedan transformator.
— Težiti tome da što je moguće veći broj TS 10/0,4 kV bude iste snage.
— Prosjek kabela u mreži niskog napona ne treba da bude veći od 120 mm².

Naslov pisca: Osman Mešić, dipl. ing., Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije, Sarajevo

UTJECAJ NOVIH USLOVA NA ORGANIZACIJU SLUŽBE POGONA U PODUZEĆU ELEKTRO-LJUBLJANA

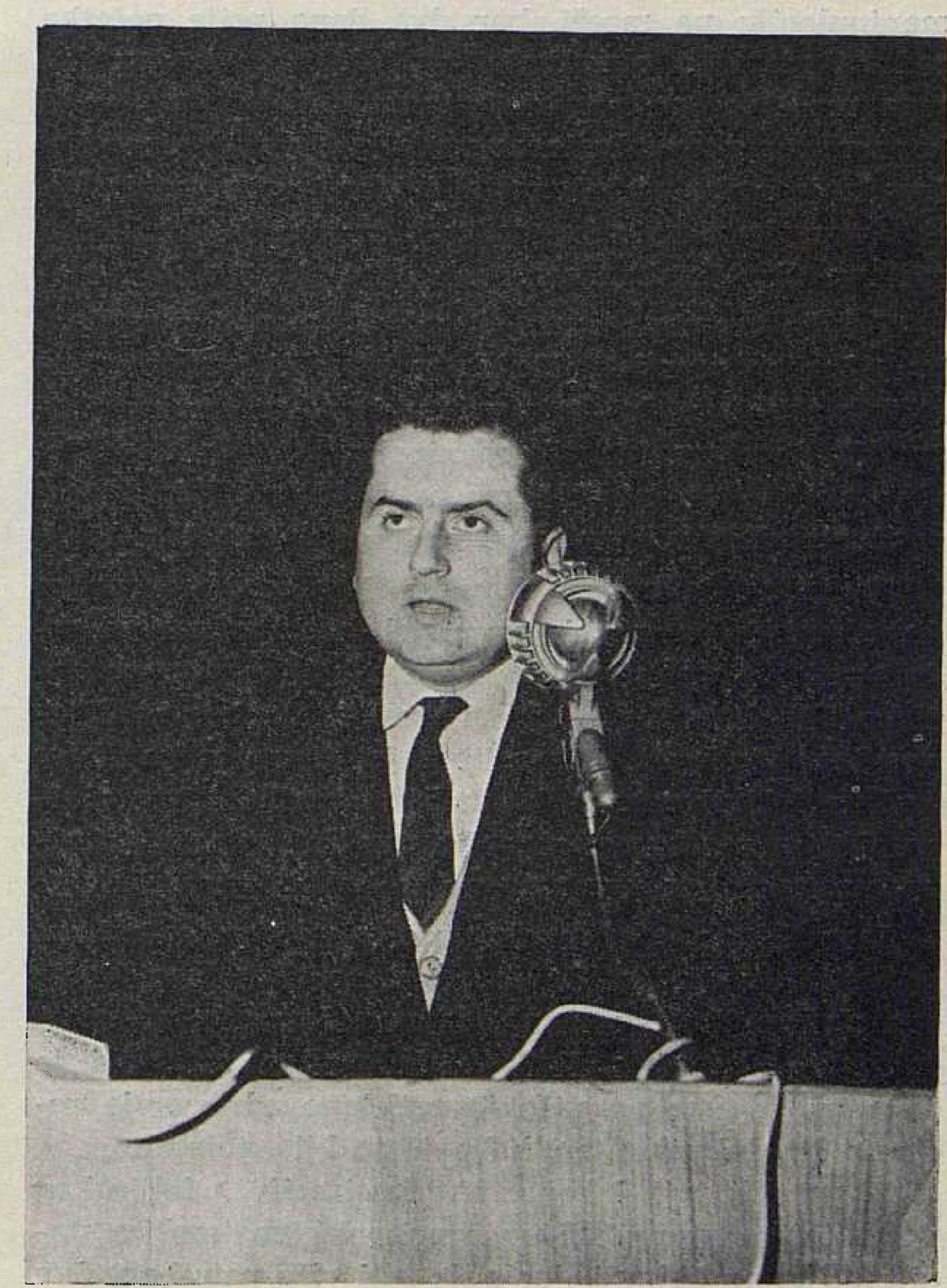
Franc Završnik, Ljubljana

Svaka značajnija organizacija mora biti sastavljena i organizirana tako da zadovolji u izvršenju svojih zadataka. Kolektiv mora biti stručno sposoban, da bi sa što manje propusta ostvario planirane ciljeve.

Za organizacije u elektroprivredi može se općenito ustvrditi:

— da organizacija u elektroprivredi nije nastala i nije stvorena od samih njenih proizvođača već da je došla kao posljedica raznih drugih faktora, često nama vrlo stranih i tuđih,
— da nije ostvaren najosnovniji uvjet proizvodnja — potrošnja u jednoj poslovnoj organizaciji, (grupi),
— stvara se nepovjerenje u elektroprivrednu organizaciju kao takvu, a sve zbog vrlo čestih promjena u samoj organizaciji,
— reorganizacije se izvode bez tačnih i dužih vremenskih ekonomskih analiza,
— svaka takva reorganizacija postaje za nas krajnje nepovoljna bilo zbog čestih promjena kadrova, bilo zbog čestih promjena u samoj strukturi organizacije. Posljedica je slabija produkcija, slabije iskorištavanje osnovnih sredstava i održavanja.

Gledano s gledišta distribucije najpogodniji je oblik organizacije takozvani sistem »vertikale«. U tom obliku dolazi do izražaja prije svega odgovornost rukovođenja i veza tog rukovodstva s vrhom i operativom.



U poduzeću Elektro - Ljubljana je također usvojen ovaj sistem, samo još nije potpuno do kraja proveden, što je posljedica bivših koncepcija prethodnika današnjeg poduzeća. Glavni problem za nas još uvijek predstavlja subjektivna teškoća — nasljedstvo navika nesavremenosti. Savremenost opskrbe električnom energijom hitno je od nas zahtijevala promjenu organizacije službi pogona, a brzim porastom broja potrošača, i to posebno onih s višim zahtjevima u savremenoj isporuci energije, nužno je iziskivala osnivanje stalne pogonske službe. Za njeno nesmetano djelovanje morali smo imati sposoban kadar za izvođenje radova na mreži visokog i niskog napona, tj. od 35 kV i 10 kV pa sve do 380/220 kV.

Da bi postigli što savršenije posluživanje naših konzumenata predvidjeli smo osnivanje dispečerskog centra opremljenog najsavremenijim sredstvima i visokim stručnim kadrom. Služba u tom centru će se vršiti u smjenama. Dispečer smjene morat će u svakom trenutku da ima pred sobom energetsku sliku cijene mreže, pored toga sva napajanja 35 kV i 10 kV. I već u 1966. godini dolazi do puštanja u pogon rasklopne transformatorske stanice 110/10 kV. Za što potpunije vršenje službe predvidjeli smo da u dispečerskom centru bude shema mreže 35 kV i »mozaik« ploča koja će služiti za 10 kV mrežu. Za 35 kV napojnu mrežu predvidjeli smo uvođenje pulta s telekomandama, telemjerenjima i teleprinterom za istovremeno registriranje podataka.

Kao zadatak ove službe predvidjeli smo izvođenje svih manipulacija radi lokalizacije defekata i remonta mreže. Zbog pravilnog djelovanja centra, predviđamo da sve ostale službe, koje trebaju bilo kakvu manipulaciju na mreži, bar dva dana prije početka radova pismeno obavijeste ovu službu. Na temelju toga moći će ova služba pravovremeno obavijestiti konzumente o eventualnom prekidu isporuke energije. Izvođenje svih, na taj način evidentiranih manipulacija preuzima na sebe dežurna monterska služba u sastavu dispečerskog centra.

Tokom vremena ćemo vjerojatno morati ovu službu i brojno povećati, što ćemo utvrditi putem statističkih podataka defekata evidentiranih u samom centru. Za izvršavanje svih manipulacija — otklapanje, uklapanje — predvidjeli smo potpuno izvježban kadar sa dugogodišnjom praksom na tom radu.

Za izvršenje ovih radova, u dispečerskom centru dispečer ima na raspolaganju dokumentaciju koja sadrži podatke unošene bilo u karte bilo u pismene zapiske. Najpogodnije je, da se sve karte snime na dijapozitive. Prednost dijapozitiva je u tome što ih u svakom željenom trenutku možemo projicirati na platno. Oni se posebno preporučuju za dokumentaciju niskog napona i to prvenstveno za kabelsku mrežu.

Investiciono održavanje mreže vrši se u sklopu službe eksploatacije. To je obavezno zbog toga što je ova služba direktno zainteresirana da postojeća mreža bude održavana. Dosadašnja praksa potvrdila je da ostale službe ne vrše investiciono održavanje redovno i u takvoj mjeri kako je to bilo potrebno.

Zbog uvođenja lokalne automatizacije i daljinskog upravljanja sva posluživanja u transformatorskim stanicama ćemo ukinuti, jer neće biti više potrebna. Sve rasklopne transformatorske stanice 35/10 kV i novu RTP stanicu 110/10 kV upravljat ćemo putem telekomandi sa centralnog mjesta izuzev slučaj samog popravljanja defekta.

Veličina mreže kojom upravlja Elektro-Ljubljana navedena je po jedinicama u tablici 1.

Tablica 1

Jedinica	Vodovi		Trafostan.		Distribuirani MWh	Distrib. kWh na m mreže
	km	na zaposl.	broj	na zaposl.		
Kočevje	841	44	98	5,2	21.636	26
Ljubljana grad	1358	33	381	9,3	324.960	239
Ljubljana okol.	3698	54	406	5,9	168.992	46
Novo Mesto	1468	61	127	5,3	34.829	24
Trbovlje	946	39	99	4,0	141.440	150

Podatak o distribuiranim kWh na metar mreže ukazuje da je opterećenost mreže u Ljubljani vrlo velika. Potrošnja energije je gusta, a opterećenje u nekim dijelovima grada prouzrokuje velike gubitke, nedopušteni pad napona i velik broj kvarova. To zahtijeva veća ulaganja financijskih sredstava u postrojenja.

Izraženo u normativima, u našem poduzeću dolazi na jednog zaposlenog čovjeka 36 km mreže i 39 trafostanica.

Kod upravljanja mrežom i postrojenjima potrebno je voditi brigu o smanjenju gubitaka. Ako gledamo podatke o preuzimanju i prodaji električne energije za 1963. i 1964. godinu možemo ustanoviti smanjenje gubitaka prema povećanju prodaje:

	1963	1964	Indeks
Preuzimanje	629,305	691,878	109,9
Prodaja	551,268	614,520	111,5
Gubici	78,037	77,358	99,1

S obzirom na bolje zaposlenje, veću produktivnost i bolji kvalitet radova potrebno je da se stručni kadar školuje. Posebno je potrebno dati ljudima koji rade na nisko kvalificiranim radnim mjestima osnovnu školsku naobrazbu, a onima koji rade u službi eksploatacije potrebno je da se specijaliziraju. U našem poduzeću najčešće dolazi u obzir dopunska stručna naobrazba. Posebno je potrebno obratiti pažnju organizaciji i stalnom traženju boljih oblika u raspodjeli rada i boljem korištenju distributivnih postrojenja.

Sve navedeno dovest će do bolje produktivnosti rada koja se posljednjih godina kretala kako slijedi:

$$\text{Produktivnost} = \frac{\text{Realizacija kWh}}{\text{Broj zaposlenih}}$$

		Indeks
Za godinu 1963	491.326 kWh	100
Za godinu 1964	534.204 kWh	109
Za godinu 1965 do 31/9	584.603 kWh	109

Iz ovoga vidimo da je produktivnost porasla. U godini 1965 možemo očekivati veći porast produktivnosti ukoliko taj porast ne bi omelo planirano smanjenje električne energije pošto još uvijek nemamo dovoljno izgrađenih elektroenergetskih objekata.

Interesantni su još podaci o rentabilnosti poslovanja prema relaciji:

$$\text{Rentabilnost poslovanja} = \frac{\text{neto produkt} \times 100}{\text{prosječno uložena osnovna i obrtna sredstva}}$$

Godina 1962 100 %
Godina 1963 100 %
Godina 1964 138 %

I čisti dohodak na jednog zaposlenog:

Godina 1962 100 %
Godina 1963 118 %
Godina 1964 181 %

Iz ovih podataka možemo vidjeti da su se u spomenutim godinama produktivnost, rentabilnost i čisti dohodak povećavali. Nadalje možemo zaključiti da je krajnje vrijeme za organizaciju novih službi, detaljnija obrada radnog mjesta i drugo. Nužno je da ove probleme u čitavoj organizaciji elektroprivrede prodiskutiramo u svim organima radničkog samoupravljanja. Ovo je potrebno, jer samo tako možemo doći do zrelog gledanja na organizacione probleme. Uz to je nužno da se u diskusiji o ovim problemima ne zaboravi na naš radni ciklus: proizvodnja — potrošnja i da se to obradi po utvrđenim ekonomskim načelima, koja treba da budu vodilja u svim organizacijama elektroprivrede.

Budemo li ove probleme u našim organizacijama zajedno obrađivali na istim osnovnim principima i čvrsto postavljali prijedloge pred organe državne uprave, možemo doći do samostalne proširene reprodukcije, koju ćemo razvijati iz vlastitih sredstava u okviru naše elektroprivrede.

Naslov pisca: Franc Završnik, Elektro-Ljubljana, Ljubljana

ISPADI U DISTRIBUTIVNIM POSTROJENJIMA PODUZEĆA »ELEKTROMAKEDONIJA«

Ljupčo B. Gajdardžiski, Skoplje

Razvoj električnih distributivnih postrojenja u Makedoniji vjerojatno je bio najdinamičniji u usporedbi s ostalim teritorijima. Radi pomanjkanja financijskih sredstava za praćenje razvoja industrije i ostale široke potrošnje, električna su se postrojenja gradila kako su to potrebe potrošača zahtijevale. Građeni su radijalni vodovi napona 35 kV koji služe i za prijenos električne energije. Radi takve izvedbe ovi se vodovi ne mogu isključivati radi remonta i revizije, te se obično čeka dok vod ispadne iz pogona.

Distributivno poduzeće je u 1964. godini imalo u pogonu 43 transformatorske stanice 35/10 kV s ukupnom instaliranom snagom od 179 MVA. Ove su transformatorske stanice izgrađene odmah poslije Oslobođenja pa nisu kompletirane uređajima koje danas konzum zahtijeva. Dalekovoda 35 kV ima ukupno 987 km od kojih su pola izgrađeni na drvenim-impregniranim stupovima prije 10 do 15 godina. Njihovo je održavanje povezano s velikim troškovima zbog dotrajalosti stupova i ostalih drvenih dijelova. Broj transformatorskih stanica 10/0,4 kV u spomenutoj godini iznosio je 1286 s instaliranom snagom od 189 MVA, a dužina vodova 10 kV 2863 km. Dužina niskonaponske mreže bila je 5752 km izgrađena na drvenim stupovima. Dužina mreže na ostalim stupovima je tolika, da je nije vrijedno ni spominjati.

U 1964. godini prodano je 396.500 MWh električne energije, a gubici u prijenosu i transformaciji iznosili su 69.000 MWh. Velike poteškoće postoje u pogo-

Pregled broja prekida u 1964.

Tablica 1

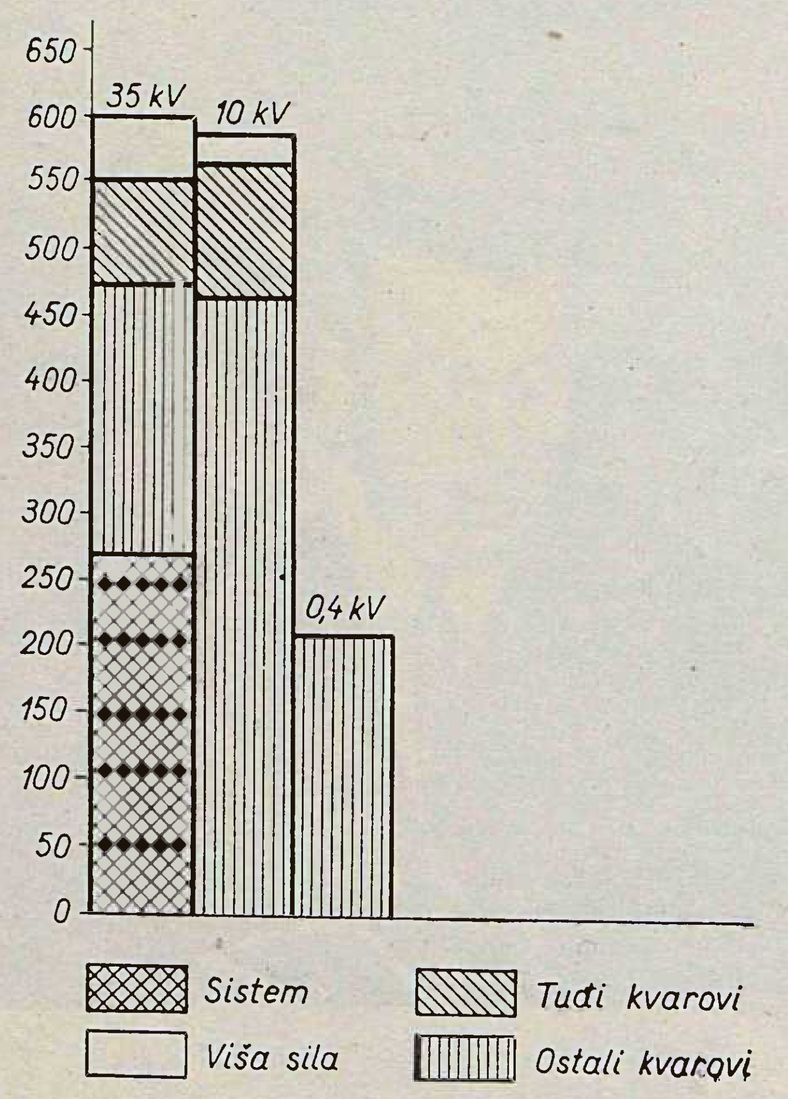
Objekt	Viša sila				Ispad sistema	Ostali razlozi	Tuđi kvarovi	Remonti i revizije	Priključak novih potrošača	Redukcije	Prekidi poduzeća													Ukupno
	Grom	Nanos vode	Pogonski prenaponi	Oluja							Sklopka	Struj. trf.	Katod. odv.	Rastavlj.	Transfor.	Stup	Kabel	Uže	Generator	Ostali HE	Osigurači	Izolatori	Ost. razl.	
Distribut. HE	2	9	—	—	1	1	8	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	2	—	30
DV 35 kV	25	—	6	3	232	16	48	28	2	14	2	—	1	—	—	5	3	2	—	—	3	14	1	405
TS 35/10	3	—	1	—	43	20	35	18	—	1	27	4	7	2	6	—	9	—	—	—	9	1	9	195
TS 10/0,4	2	—	—	—	1	1	13	8	9	6	36	4	2	4	14	1	24	—	—	—	15	30	17	187
DV 10 kV	19	—	—	6	2	37	87	37	11	55	2	—	2	3	—	12	44	29	4	—	7	49	1	407
Mreža n. n.	—	—	—	1	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	6	52	31	—	—	104	—	—	212
UKUPNO	51	9	7	10	279	75	191	112	22	77	67	8	12	9	20	24	132	62	4	3	138	96	28	1436

Pregled vremena prekida u 1964. god. (u satima)

Tablica 2

Objekt	Viša sila				Ispad sistema	Ostali razlozi	Tuđi kvarovi	Remonti i revizije	Priključak novih potrošača	Redukcija	Prekidi poduzeća													Ukupno
	Grom	Nanos vode	Pogonski prenaponi	Oluja							Sklopka	Struj. trf.	Katod. odv.	Rastavlj.	Transfor.	Stup	Kabel	Uže	Generator	Ostali HE	Osigurači	Izolatori	Ost. razl.	
Distribut. HE	4	67	—	—	4	—	5	91	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	5	—	188
DV 35 kV	224	—	15	11	267	157	294	187	1	176	2	—	—	—	—	15	23	5	—	—	7	141	1	1526
TS 35/10	0,5	—	1	—	30	36	65	38	—	—	31	1	3	17	40	—	9	—	—	—	3	—	8	282
TS 10/04	0,5	—	—	—	7	—	16	9	18	8	28	18	10	82	93	—	104	—	—	—	24	—	25	442
DV 10 kV	45	—	—	48	1	103	318	179	5	296	—	—	4	4	—	42	161	167	8	—	5	103	1	1490
Mreža n. n.	—	—	—	1	—	—	—	135	—	—	—	—	—	—	—	24	246	332	—	—	9	—	—	747
UPUPNO	274	67	16	60	309	296	698	639	24	483	61	19	17	103	133	81	543	504	8	9	48	249	35	4675

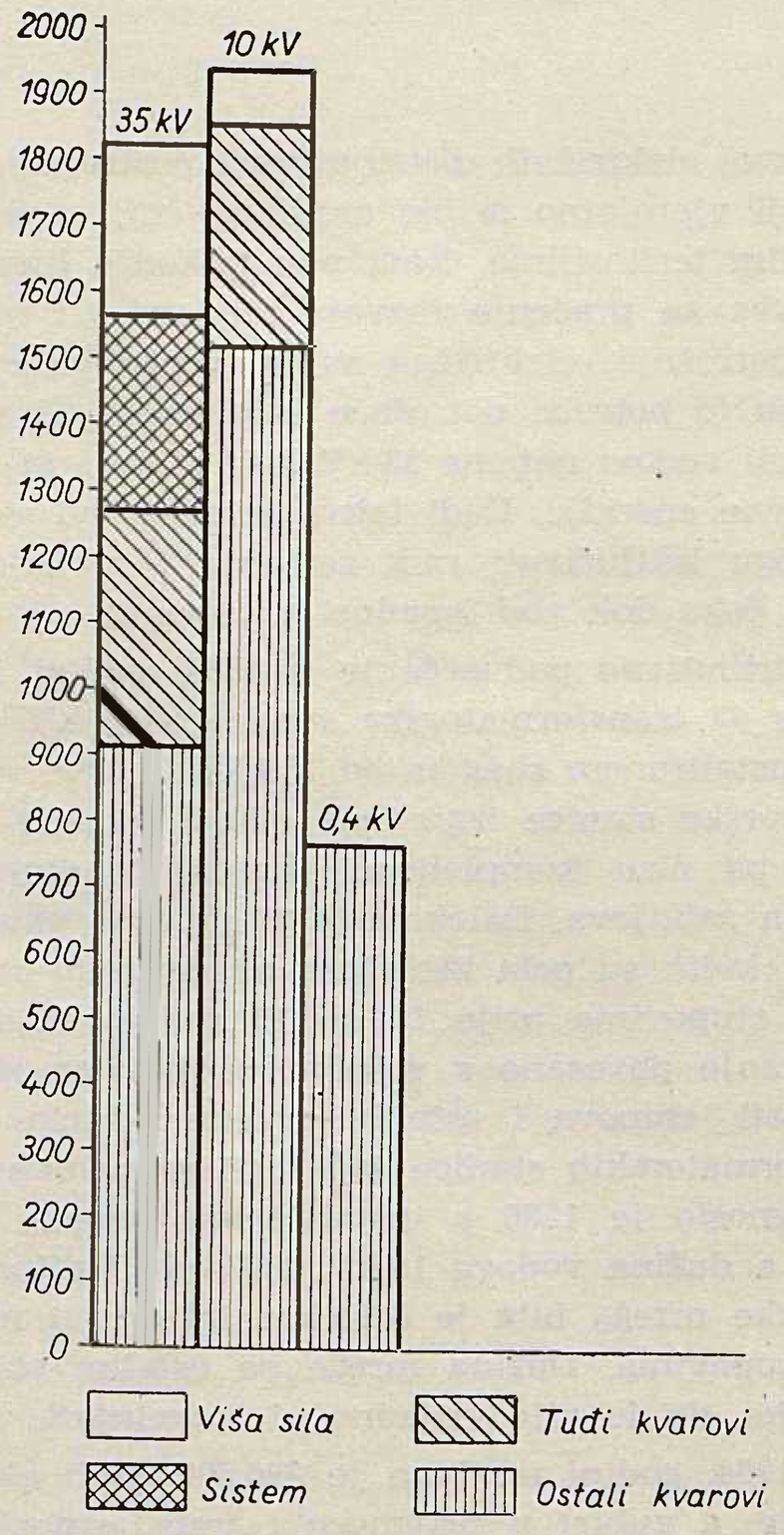
nima distributivnih postrojenja. Tako je npr. u toku 1964. godine bilo evidentirano ukupno 1436 ispada u ukupnom trajanju od 4675 sati. Ovi su prekidi spriječili isporuku od oko 3.500 MWh električne energije potrošačima, što s gledišta privrede znači veliki gubitak i za distributivno poduzeće i za potrošače.



Sl. 1. Broj prekida 1964.

U tabelama i dijagramima dan je pregled kvarova po vrsti i mjestu nastanka.

Pregled pokazuje da je 19% prekida bilo uslijed ispada sistema što je uzrokovano malim brojem napojnih tačaka 110/35 kV koje se osim toga napajaju radijalno. Bilo je nadalje 13,5 % kvarova koje su iza-



Sl. 2. Vrijeme trajanja prekida u satima

zvali potrošači koji imaju svoja postrojenja, a nemaju stručnog kadra za održavanje. Uslijed remonta bilo je 8,7 % prekida, što bi se moglo smanjiti ako se pristupi vršenju radova pod naponom uz upotrebu odgovarajuće opreme za te vrste poslova. Na kabelima je bilo 9 % od ukupnih kvarova, a posebno na kabelskim glavama. Kvarovi su vjerojatno posljedica prenapona; 10 % od prekida je bilo na osiguračima niskog napona što je rezultat slabih mreža, a posebno seoskih, koje su u jeku elektrifikacije izgrađene nestručno.

Poseban problem predstavljaju 110 kV postrojenja čije se transformatorske stanice napajaju radijalno i nemaju dovoljno rezervne opreme, naročito transformatora. Dogodilo se npr. da je zbog kvara u transformatorskoj stanici 110/35 kV Titov Veles, uključena 35 kV mreža većinom na drvenim stupovima u dužini od 242 km. Ovakvo povezivanje mreže povećava vjerojatnost ispadanja.

Razvitak električnih mreža i težnja da se poboljša njihov rad u tehničkom i ekonomskom pogledu, sve više stavljaju u zadatak studij analize ispada i poduzimanje odgovarajućih mjera.

Radi dobivanja elemenata za zaštitu od atmosferskih prenapona i ispravnog projektiranja novih objekata pristupilo se prikupljanju podataka o broju prekida i visini štete uzrokovane atmosferskim pražnjenjima.

Donesena je odluka o suradnji s odgovarajućim institutima o mjerenju i analizi atmosferskih i pogonskih prenapona. Ovi će rezultati poslužiti da se izabere odgovarajuća oprema za zaštitu objekata a posebno transformatora. Mjerenjem pogonskih prenapona i struja zemnog spoja omogućit će se da se donese rješenje o uzemljenju nule 35 kV sistema, koja je sada neuzemljena.

Više postrojenja 35/10 kV se rekonstruira ili su u planu da se u narednom periodu osposobe da prime konzum s današnjim karakteristikama. Znatno bi se smanjenje trajanja prekida dobilo upotrebom lokatora kvara i upotrebom tehnike ponovnog uključivanja. Ispade dalekovoda možemo spriječiti preventivnim mjerama na stupovima, sistematskom kontrolom izolatora, pravovremenim sječenjem grana i stalnom kontrolom i održavanjem svih elemenata mreže.

Naslov pisca: Ljupčo B. Gajdardžiski, dipl. ing.
Elektromakedonija, Skoplje

TIPIZACIJA I STANDARDIZACIJA

Boris Besek, Ljubljana

Izgradnja i održavanje distributivne električne mreže vrši se uglavnom u skladu s raspoloživim financijskim sredstvima, a često i prema trenutnim interesima pojedinih potrošača, koji se uvijek ne poklapaju s interesom i potrebama tog distributivnog poduzeća. Takva izgradnja i održavanje mreže je u više slučaja štetna, što se kasnije izražava u povećanim financijskim naporima za konsolidaciju ostale mreže.

Prije svega se u našoj mreži osjeća veliki nedostatak distributivnih transformatorskih stanica za raspodjelu električne energije. To izaziva dugačke niskonaponske vodove, koji su većim dijelom nedovoljnog presjeka, što pak zbog preopterećenja stvara veoma visok pad napona.

Jedan od glavnih razloga ovakvog stanja mreže je neplanska i nesistematska izgradnja i rekonstrukcija mreže i transformatorskih stanica. To važi podjednako za gradove kao i za seoska područja. Tek posljednjih godina pristupilo se izradi investicionih projekata za gradsku mrežu i za seoska područja. Na osnovu tih investicionih projekata moguće je izraditi detaljnije glavne projekte po kojima će se mreža i graditi. Pri tome je razumljivo, da ti investicioni projekti podliježu stalnim promjenama u pogledu materijala i opreme, a ponegdje i zbog urbanističkih zahtjeva. Ipak oni predstavljaju solidnu bazu na kojoj je moguća stalna planska izgradnja mreže.

Na žalost moramo priznati, da je tih okvirnih investicionih projekata izgrađeno vrlo malo. Potrebno je, da distributivna poduzeća sa svojim razvojnim službama najodlučnije pristupe njihovoj izradi, jer preko njih sva izgradnja a i rekonstrukcije dobivaju karakter ozbiljnog tehničko-ekonomskog rada.

Za izradu dobrih projekta je potrebno prije svega izraditi dobar sistem rada koji je neminovno vezan na tipizaciju i standardizaciju, počev od samih projekata pa do posljednjih elemenata na priključcima potrošača. Projekat mora dati investitoru najbolje tehničko i ekonomsko rješenje, a to će moći uspjeti samo tada, ako se upotrebi tipizirana i standardizirana oprema. Svaki projekt je moguće izraditi dobro, ako projektant ima na raspolaganju rješenja glavnih elemenata. To su tipizirani elementi transformatorskih stanica, dalekovoda, niskonaponskog voda i ne na posljednjem mjestu normativi radova, koji su potrebni za izgradnju predviđenog objekta.

Danas su transformatorske stanice, bez obzira na napon, veoma različitih tipova, opremljene sa svom mogućom opremom od najstarijih uljnih do najsavremenijih visokonaponskih prekidača. Sve to otežava normalno održavanje i izmjenu dotrajalih i defektnih dijelova opreme.

Zato bi trebalo što prije pristupiti izradi tipizacije transformatorskih stanica kako gradskih tipova tako i seoskih. Naša elektroindustrija postigla je na polju industrijske izrade transformatorskih stanica već jako dobre rezultate. Ali i ona izrađuje previše tipova, što u svakom slučaju nije financijski ugodno za investitora. Izradom veće količine jednakih tipova stanica cijena bi svakako postala mnogo niža.

U SR Sloveniji kod Poslovnog udruženja distributivnih poduzeća Slovenije već dugo godina postoji komisija za standardizaciju i tipizaciju dalekovoda, kabelske mreže i transformatorskih stanica. Ukoliko takve komisije postoje i po drugim distributivnim poduzećima, korisno bi bilo izmijeniti mišljenja, a i već postignute rezultate. Pored toga preko Koordinacionog odbora distributivnih poduzeća Jugoslavije mogli bi se dati zadaci tim komisijama, kako bi njihov rad postao što efikasniji.

Tipizacija i standardizacija i u distributivnim poduzećima omogućit će brzu jeftinu i solidnu izgradnju distributivne mreže. Ona je potrebna kod projektiranja i kod izgradnje, jer olakšava i poboljšava posao kako u projektnim organizacijama tako i na terenu i u elektroindustriji.

Da bi rad na tipizaciji i standardizaciji u distribuciji potekao tehnički i ekonomski pravilno, potrebno je koristiti raspoložive naučno-istraživačke kapacitete naših instituta i univerziteta. U tu svrhu potrebna je što uža suradnja između razvojnih službi poduzeća i komisije za tipizaciju i standardizaciju na jednoj strani, te instituta i univerziteta na drugoj. Ta tijesna suradnja pomogla bi distributivnim poduzećima pri rješavanju njihovih problema upravo sada kada je kampanja seoske elektrifikacije već daleko za nama i kada se pojavljuju novi problemi u napajanju gradova i sela kvalitetnom električnom energijom. Naši potrošači moraju dobiti na raspolaganje električnu energiju, koja će im omogućiti korištenje u punom smislu riječi.

Pred nama stoji još veoma mnogo zadataka na polju tipizacije i standardizacije. Nešto malo je već učinjeno. Komisija za tipizaciju i standardizaciju kod DES — Ljubljana izdala je u ovoj godini tipizaciju dalekovoda 10 i 20 kV na drvenim stupovima. Sada ista komisija radi na tipizaciji betonskih stupova 10 i 20 kV, a iza toga ima u programu i tipizaciju betonskih stupova za niski napon. Na polju transformatorskih stanica komisija je prvo pristupila tipizaciji najmanjih transformatorskih stanica na drvenim i željeznim stupovima za snagu transformatora od 20 do 100 kVA, 10 i 20 kV napon. Kasnije će pristupiti izradi tipizacije malih transformatorskih stanica na betonskim stupovima.

Nadalje bi bila potrebna i tipizacija, ukoliko je ona moguća, u izradi projekata. Tipizacijom objekata, njihove opreme i postavljanjem normativa potrebnih radova, projektanti će morati samo pronaći pravilnu lokaciju, izvesti trasiranje i sastaviti projekt iz poznatih elemenata. Ti projekti će biti potpuni i po njima će se bez većih neprilika lako moći unaprijed odrediti financijski troškovi za novu izgradnju ili pak rekonstrukciju.

Rad na internoj tipizaciji i standardizaciji u Poslovnom udruženju DES Ljubljana, iako je to samo mali početak ove vrste radinosti, pokazao je vrlo dobre rezultate. Distributivna poduzeća Slovenije su tipizaciju i standardizaciju dalekovoda 10 i 20 kV već počela primjenjivati u izgradnji dalekovoda. Štaviše, ona traže i daljnju tipizaciju transformatorskih stanica i niskonaponske mreže.

Privredna reforma, koja postavlja pred naša distributivna poduzeća oštre zahtjeve sniženja troškova poslovanja, sama nam po sebi nalaže prijelaz od skupih individualnih izvedaba na jeftinije — tipizirane. Tipizacija i standardizacija je ta, koja će nam pomoći kod traženja i korištenja naših unutarnjih rezervi.

Naslov pisca: Boris Besek, dipl. ing.
Elektro-Ljubljana, Ljubljana

NEKA ZAPAŽANJA PRI IZGRADNJI ELEKTRIČNE MREŽE U GRADOVIMA

Gustav Erklavec, Ljubljana

Uspješnost neke gradske električne mreže može se procijeniti po kvalitetnoj energiji, kontinuitetu, prilagođenju porasta snage i opterećenja, stupnju iskorištenja i troškovima izgradnje. Sva ova svojstva često je vrlo teško postići.

Ekonomski zakoni, koji propisuju izbor najvažnijih elemenata mreže kao što su vodovi i transformatori ne mogu se u cjelini koristiti, jer pored ovih zakona utječe na izbor još konfiguracija naselja, godišnji porast snage i opterećenja, kao i uslovi tehničke naravi, ograničenje snaga kratkog spoja i pada napona. Traženja najpovoljnijih rješenja sprečava pored ostalog i dosta istrošena postojeća mreža, koja je projektirana i razvijena u drugim ekonomskom uvjetima, koji danas uglavnom više ne važe. Kao odlučujući faktor pojavljuje se i pomanjkanje sredstava za investicije, koje bi bile potrebne da se približi tempo izgradnje mreže ekonomskim uvjetima u pogledu porasta snage i opterećenja. Predinvestiranja su moguća samo u rasklopne transformatorske stanice viših napona, a nisu moguća u mrežu 10 kV, transformatorske stanice 10/0,4 kV i niskonaponsku mrežu.

Ekonomski stepen iskorištenja mreže i njezinih elemenata razlikuje se od maksimalno dozvoljenih opterećenja. Postojeća kabelska mreža koja se počela graditi prije 45 godina nije u takvom stanju da bi se mogla opteretiti samo ekonomskim opterećenjem. Stara mreža je često puta maksimalno dozvoljeno opterećena. Električna mreža u novim gradskim naseljima koja su se počela intenzivnije izgrađivati poslije 1955. godine izgrađena je po principima koji su bliže ekonomskim rješenjima u pogledu izbora najvažnijih elemenata mreže.

Visokonaponska mreža 10 kV

Visokonaponska mreža u užem centru Ljubljane u cjelini je kabelska. Dužina cjelokupne mreže iznosi oko 160 km računato krajem 1964. godine. Od ove je mreže u toku posljednjih 5 godina položeno 50 km kabela, a ostala količina od 110 km položena je tokom proteklih 40 godina. U roku od posljednjih 5 godina izgrađena je 131 transformatorska stanica, a u ostalih 40 godina se za široku potrošnju izgradilo 267 stanica.

Na svaku izgrađenu transformatorsku stanicu došlo je u razdoblju od 1920. do 1960. godine 0,41 km 10 kV kabela, a u razdoblju od 1960. do 1964. god. 0,38 km kabela. Opadanje dužine 10 kV kabela po transformatorskoj stanici vrlo je polagano zbog toga, što se pristupilo intenzivnijoj izgradnji kabelske mreže tek posljednjih 5 do 8 godina. U razdoblju poslije rata, zbog nestašice kabela, polagalo se je vrlo malo kabela, a lokacije transformatorskih stanica prilagođivale su se već postojećim kabelskim trasama. Vjerojatno bi u normalnim prilikama kod porasta snage i opterećenja, sa kojima smo bili suočeni u posljednjih 10 godina, morao brže opadati omjer dužine 10 kV kabela po jednoj transformatorskoj stanici.

Da bi se približili ekonomskim uvjetima odlučili smo se u 1959. godini za jedinstveni presjek 10 kV kabela i to 3 × 95 mm² IPO-13. Manji presjeci upotrebljavaju se tamo gdje se radi o provizorijima i na krajnjoj granici gradske mreže. Snaga transformatorske stanice u koju se obično stavlja jedan tranformator iznosi 400 kVA. Dimenzije transformatorske stanice tako su podešene da je moguće smjestiti u njoj i transformator snage 630 kVA.

Jedan od najvažnijih zadataka jeste da se omogući snabdijevanje svake transformatorske stanice na 10 kV sa dvije strane. Mnogo 10 kV kabela je posljednjih godina tako položeno.

Mogućnost postavljanja rasklopnih stanica viših napona 110/10 kV i 35/10 kV u centar potrošnje omogućava izbjegavanje rasklopnih stanica 10 kV. Traži se da su 10 kV veze između dvije rasklopne stanice višeg napona snažne i mnogobrojne. Mreža 10 kV radi kao radijalna mreža sa otvorenim dvostranim vodovi-

ma. Zbog nestašice jeftinih sigurnih i selektivnih zaštitnih uređaja i sklopaka smatram, da u bliskoj budućnosti ne dolazi u obzir zatvaranje 10 kV mreže. Razvoj opreme za transformatorske stanice za koju se traži da je što efikasnija, jeftina i sigurna, ide po mom mišljenju u pravcu koji ne dozvoljava zatvaranje 10 kV mreže. Uvođenje učinskih rastavljača i u posljednje vrijeme potpuno izoliranih rasklopnih postrojenja, onemogućava selektivno isklapanje oštećenog dijela mreže u slučaju kratkog ili zemnog spoja.

Svladavanje snage kratkog spoja riješili smo na taj način, što se postrojenja izgrađuju elementima i na način koji izdrži snagu od 250 MVA. Odabrani presjek kabela 3 × 95 izdrži termički ovu snagu za vrijeme za koje su releji u rasklopnim transformatorskim stanicama podešeni.

Zbog direktne transformacije 110/10 kV u rasklopnim postrojenjima i zbog opuštanja rasklopnih postrojenja 10 kV, limitirat će se snaga kratkog spoja za vrijednosti više od 250 MVA prigušnicama.

Pad napona u 10 kV mreži ne predstavlja krupan problem. Izgradnjom većeg broja rasklopnih postrojenja 110/10 kV ovaj će problem još više gubiti na važnosti.

Po mišljenju stručnjaka i po dosadašnjim iskustvima porast snage i opterećenja još će duže vremena potrajati u već izgrađenim gradskim predjelima zbog brze elektrifikacije domaćinstva i ostalih potrošača.

Izgradnja 10 kV mreže s uvažavanjem porasta snage i energije suočena je s velikim subjektivnim i objektivnim poteškoćama. Za nova naselja projektira se i gradi mreža za perspektivnu snagu i potrošnju. Kao osnova služi stanje koje će nastupiti nakon 10 do 15 godina. Izgradnja u ovakvom smislu omogućena je dobivanjem potrebnih kredita od investitora. Teži je slučaj kad se radi o rekonstrukciji mreže i transformatorskih stanica u već izgrađenim predjelima u kojima bi bilo potrebno izvršiti rekonstrukciju. Pored nestašice sredstava, nadležne vlasti često ne pokazuju dovoljno razumijevanja time što ne dopuštaju kopanje ulica i trotoara za polaganje kabela ili pak inzistiraju na lokacijama za transformatorske stanice koje zadovoljavaju samo estetske i urbanističke uvjete bez obzira na ekonomske, tehničke i pogonske uvjete. Od distributivnog poduzeća se traži, da pravi vrlo skupe kabelske kanalizacije ili kolektore s kojima ima puno poteškoća kod održavanja dok još nisu popunjena kabelima. Dogodilo se, da zbog zatrpavanja kanalizacije koje je nastalo nakon nekoliko godina nije bilo moguće uvući kabel, pa je bilo tako i tako potrebno ponovno kopati ulice. U ovakvim uvjetima možda bi bilo ekonomičnije na odsjecima gdje se očekuje da će biti potrebno polaganje više kabela u toku nekoliko godina, da se ti kabeli polože odjednom, pa da se na taj način izbjegne izgradnja skupih i nesigurnih kabelskih kanalizacija, no time bi neki od položenih kabela ostali određeno vrijeme van pogona. Polaganje u zemlju ima i tu prednost što je moguće kabele bolje koristiti. Kabelska kanalizacija je opravdana samo na prelazima preko prometnih saobraćajnica.

U posljednje vrijeme pojavljuje se problem šuma transformatora koji su postavljeni u podrumima stambenih zgrada. Žalbe stanara tražile su od poduzeća da poduzme odgovarajuće mjere. Potpunu zvučnu izolaciju nije moguće izvesti već zbog toga što se do sada nije polagala na to pažnja kod građenja zgrada. Odvajanjem temelja transformatora od ostalih dijelova zgrade spriječili bi prijenos šuma po zidovima. Dosta povoljniji rezultati postignuti su dvostrukim gumenim podlogama transformatora, fleksibilnim vezama vodiča na transformator i izolacionom azbestnom žbukom zidova i plafona transformatorske prostorije. Potrebno bi bilo da se već kod izrade građevinskih projekata, u slučaju da se u zgradi nalazi transformatorska stanica, poduzmu sve mjere u cilju sprečavanja prijenosa šumova iz prostorije transformatorske stanice.

Niskonaponska mreža

Područje grada Ljubljane ima u samom centru opterećenje oko 7.000 kW/km² Nova naselja s velikim stambenim zgradama računata su kod izvođenja projekata sa vrijednostima oko 10.000 kW/km². Nestašica ostalih vrsta energije uvjetuje dosta velike priključne snage po svakom stanu.

Raspored i lokacija stambenih i ostalih zgrada u novim naseljima nije najpogodnija u pogledu izgradnje električne mreže. Priključene velike snage traže jako i dobro dimenzioniranje mreže. Potrošnja niskonaponskih kabela iznosi u novim naseljima od 15 do 20 km/km², a u centru grada, gdje su zgrade jedna do druge, iznosi ovaj odnos 25 do 30 km/km². Za nova naselja ove brojke važe za izgradnju zamkaste niskonaponske kabelske mreže. U projektima se predviđa za nova naselja kabele 95 mm² s papirnom ili plastičnom izolacijom. Spojnice oblika slova T ne upotrebljavaju se već se kabel uvodi i izvodi u pojedine zgrade. Razvodni ormarići su ili ugrađeni u zgrade ili su slobodno stojeći. Transformatorske stanice su smještene u podrumima zgrada ili u sklopovima garaža. Nadležne vlasti sve rjeđe dozvoljavaju izgradnju transformatorskih stanica kao samostalnih objekata.

Zbog nestašice neke opreme kao što su niskonaponske sklopke i povratni releji nema još u pogonu zamkaste mreže. Svi ostali uvjeti za uzamčenje su ispunjeni već u nekoliko novih stambenih naselja.

Analizatorska mjerenja koja se vrše na jednosmjernim analizatorima daju rezultate o izboru presjeka kabela, lokaciji i snazi transformatorskih stanica i o kratkim spojevima. Izbor presjeka kabela 95 mm² i transformatora snage 400 kVA ili 630 kVA pokazali su se na analizatorskim mjerenjima kao povoljni.

Uzamčenje mreže u centru grada bilo bi u tehničkom pogledu vrlo interesantno. Snage od 7.000 kW/km² i povoljni raspored zgrada uvjetuje izgradnju uzamčene kabelske mreže. Poteškoće na koje smo ukazali već kod opisivanja visokonaponske mreže važe i za niskonaponsku mrežu, pa se tako još nije počelo radovima na modernizaciji već postojeće gradske niskonaponske kabelske mreže.

Mala investiciona sredstva kao i u posljednje vrijeme ograničena mogućnost isporuke većih količina kabela sprečavaju bržu modernizaciju gradske niskonaponske mreže.

NEKA ISKUSTVA U EKSPLOATACIJI SPLITSKE GRADSKE MREŽE

Šimun Šimundža, Split

Parametri gradske mreže i njen razvoj

Splitska gradska mreža u pogonu je s naponima 30, 10 i 0,4 kV. Mreža ima radijalnu konfiguraciju s time da se oko 70 % mreže 10 kV može napajati obostrano. Manji dio mreže 0,4 kV, za nova gradska područja, pripremljen je za rad u zamci. Ova mreža obuhvaća 11 gradskih transformatorskih stanica 10/0,4 kV.

Osnovni parametri mreže, koji su usvojeni nakon svestrane analize i ispitivanja rada mreže su:

Snaga transformatora 30/10 kV:	2×8 MVA i 3×8 MVA
dok se prije upotrebljavalo	2×4 MVA
Presjek 30 kV kabela:	3×185 mm² Cu
prije	3×150 mm² Cu
Presjek 10 kV kabela:	3×95 i 3×120 mm² Cu
prije	3×70 mm² Cu
Snaga transformatora 10/0,4 kV:	400, 500 kVA
a iznimno	630 kVA
Presjek mreže 0,4 kV:	4×95 mm² Cu
a prije	4×70 mm² Cu

Struja zemljospoja u mreži 30 kV iznosi 16 A, a u mreži 10 kV 25—30 A. Zvjezdišta mreže 30 i 10 kV su izolirana.

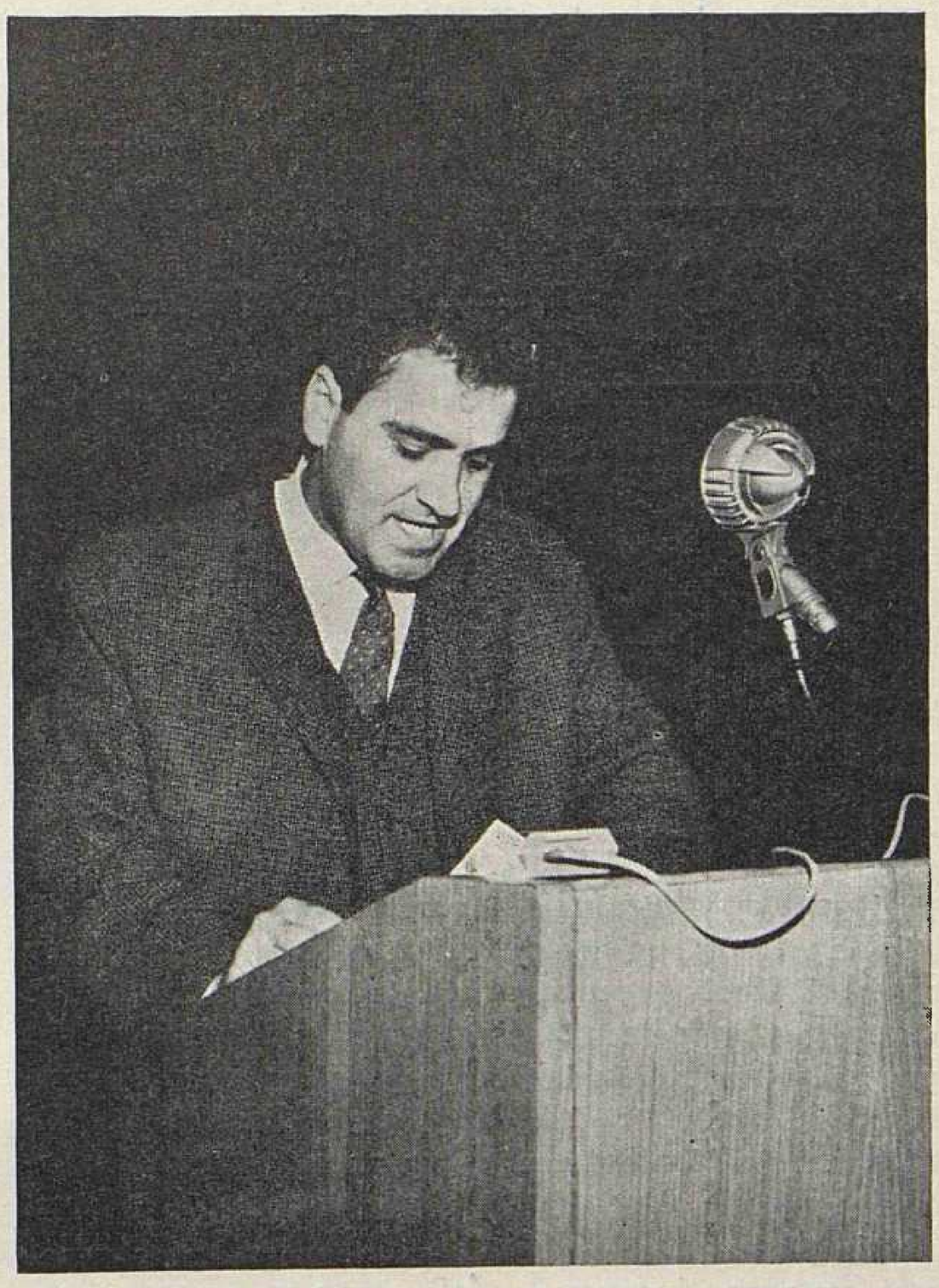
Snaga kratkog spoja na sabirnicama 30 kV iznosi 400 MVA (danas nešto više) a na sabirnicama 10 kV sa transformatorima 2 × 8 MVA, 200 MVA.

Pregled osnovnih parametara prikazan je u shemi na sl. 1.

Svakako da će se povećanjem mreže i izgradnjom novih izvora električne energije veličine kratkog spoja i zemljospoja povećati, što će zahtijevati rješenje uzemljenja zvjezdišta.

Ne ulazeći u detaljnije pokazatelje o razvoju mreže mogu se dati samo osnovni podaci za razdoblje 1959—1965.

Početkom 1960. u gradu su postojale samo dvije transformatorske stanice 30/10 kV s instaliranom snagom od 34,3 MVA, dok su početkom 1965. bile u pogonu četiri transformatorske stanice s instaliranom snagom 48 MVA, a u izgradnji je peta transformatorska stanica sa 3 × 8 MVA.



Maksimalno opterećenje je 1959/1960 iznosilo 21 MVA dok je 1964/1965 poraslo na cca 43 MVA, što predstavlja 204 % povećanja.

Broj transformatorskih stanica 10/0,4 kV 1960. g. bio je 54, dok je početkom 1965. iznosio 94, odnosno povećanje 174 %.

Kako se vidi u ovom je razdoblju došlo do udvostručenja veličine postrojenja na području grada, te je zbog toga interesantna analiza rada mreže u ovom razdoblju.

Eksploatacija mreže

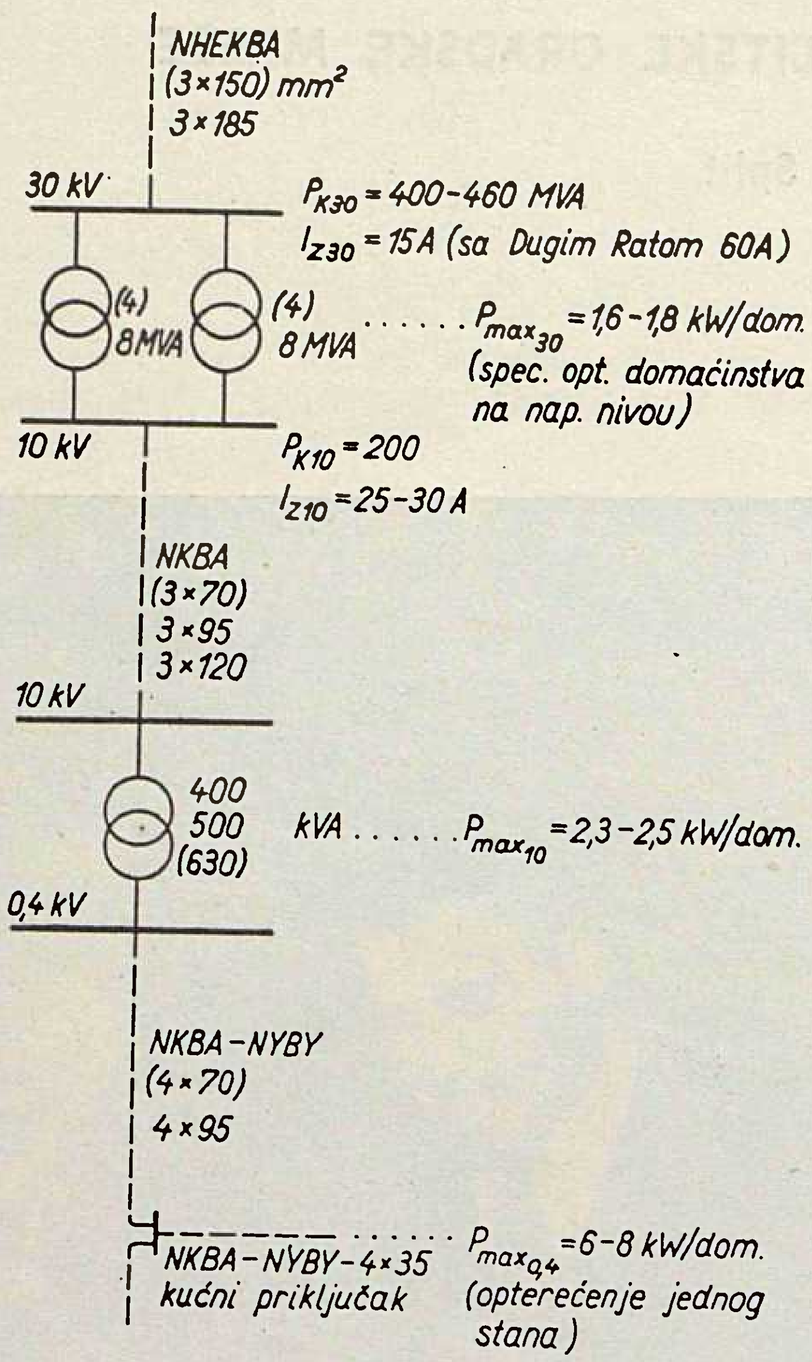
Nekada mreža Splita nije bila dovoljno dimenzionirana za dulje zadovoljenje porasta opterećenja konzuma. Ovo je nastalo zbog toga što su se domaćinstva

---

(Nastavak s prethodne strane)

Problemi izgradnje kao i projektiranje električne mreže u gradu traže intenzivne studije, koje se do sada nisu u cjelini izvršavale. Nekontrolirana izgradnja mreže može da dovede do divljeg razvoja mreže, što bi imalo za posljedicu neekonomske odnose u pogledu troškova izgradnje i pogona mreže.

Naslov pisca: Gustav Erklavec, dipl. ing.
Elektro-Ljubljana, Ljubljana



Sl. 1. Parametri splitske gradske mreže (1963.)

postepeno orijentirala na širu upotrebu električne energije, a gotovo sve poslovne i stambene prostorije su uvele električno grijanje kao jedini izvor toplinske energije. Ovi momenti su uvjetovali znatnu potrošnju električne energije tako da je potrošnja grupe domaćinstvo iznosila do 2.400 kWh po domaćinstvu godišnje, a opterećenje domaćinstva na nivou transformatorske stanice 10/0,4 kV doseglo je 2,3—2,5 kW/dom.

Radi ovoga je uvedena tipska snaga transformatora 500 kVA, u mreži su pak provedena opsežna mjerenja s ciljem da se utvrde faktori istovremenosti opterećenja ovisno o broju priključenih stanova u pojedinim dijelovima mreže. (Sl. 2).

Mjerenja su vršena na cijelom području grada i na svim naponskim nivoima mreže počev od kućnog priključka do nivoa 30 kV.

U pojedinim slučajevima vršeno je snimanje ovisnosti maksimalnog opterećenja o okolnoj temperaturi, da bi se pokazalo koliko se energije troši za zagrijavanje prostorija. Mjerenja su pokazala da je pad temperature ispod nule uvjetovao promjenu maksimalnog opterećenja preko 10 MVA, što je iznosilo i do 30 % ondašnjeg maksimalnog opterećenja.

Ova su mjerenja ujedno pokazala da su početne ocjene opterećenja bile nešto niže od mjerenih, te je uslijedila korekcija. Na bazi toga iskustva »Elektrodalmacija« je izgradila svoje interne normative za dimenzioniranje gradskog konzuma.

Prvo razdoblje razvoja mreže bilo je popraćeno čestim redukcijama, a i djelomično lošim naponskim stanjem. Tako se do 1960. godine svake zime reduciralo 15—20 % postojećih izvoda iz transformatorskih stanica. Kasnije se prišlo izgradnji većeg broja novih transformatorskih stanica sa pripadnim razvodima visokog i niskog napona, a nova 10 i 0,4 kV mreža se počela oblikovati po savremenim koncepcijama. Svake godine izgrađeno je 8—10 transformatorskih stanica čime je skoro potpuno nestalo redukcija, a i popravljeno je naponsko stanje gotovo u cijelom gradu.

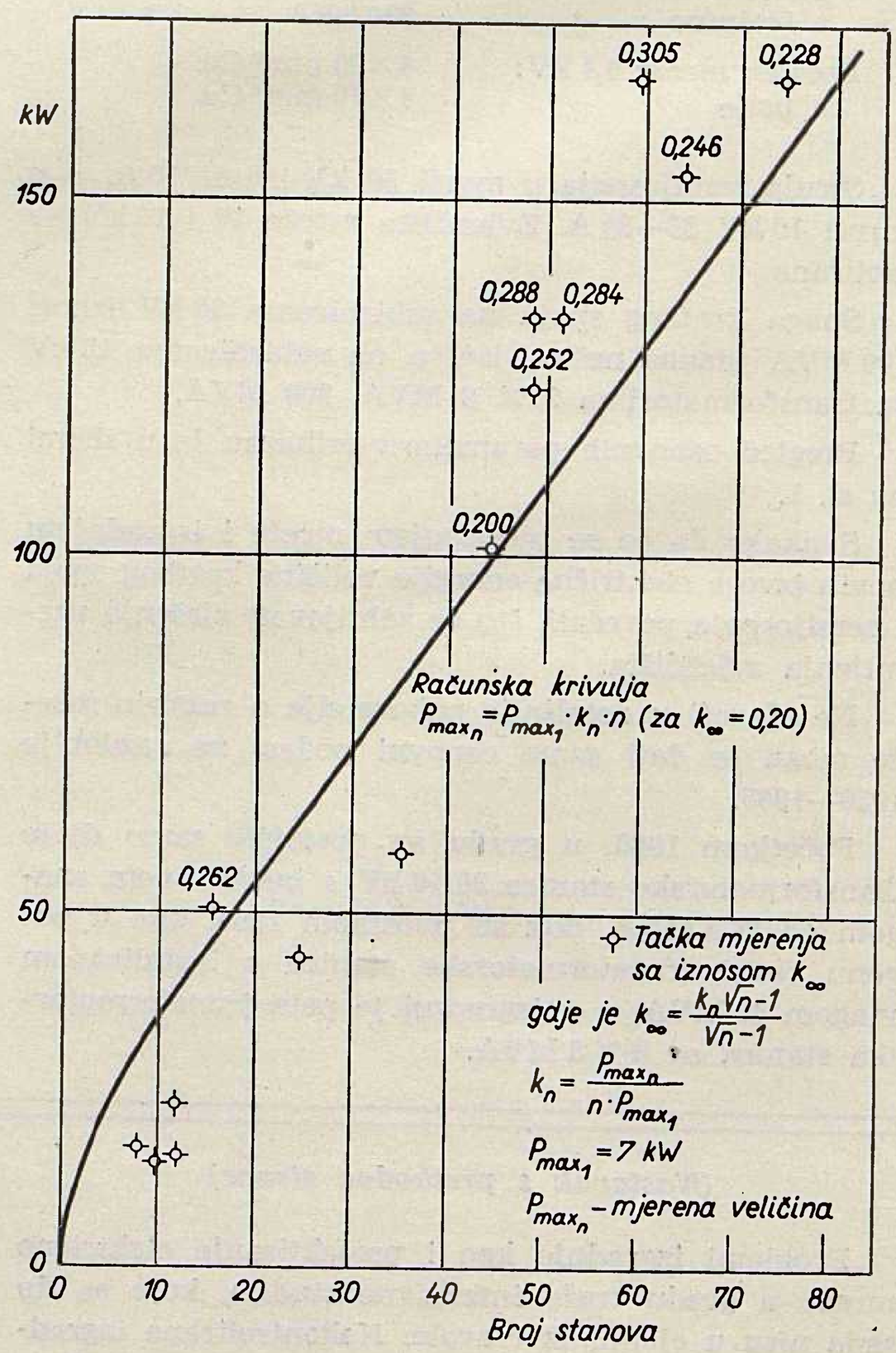
Kvarovi i prekidi na postrojenjima

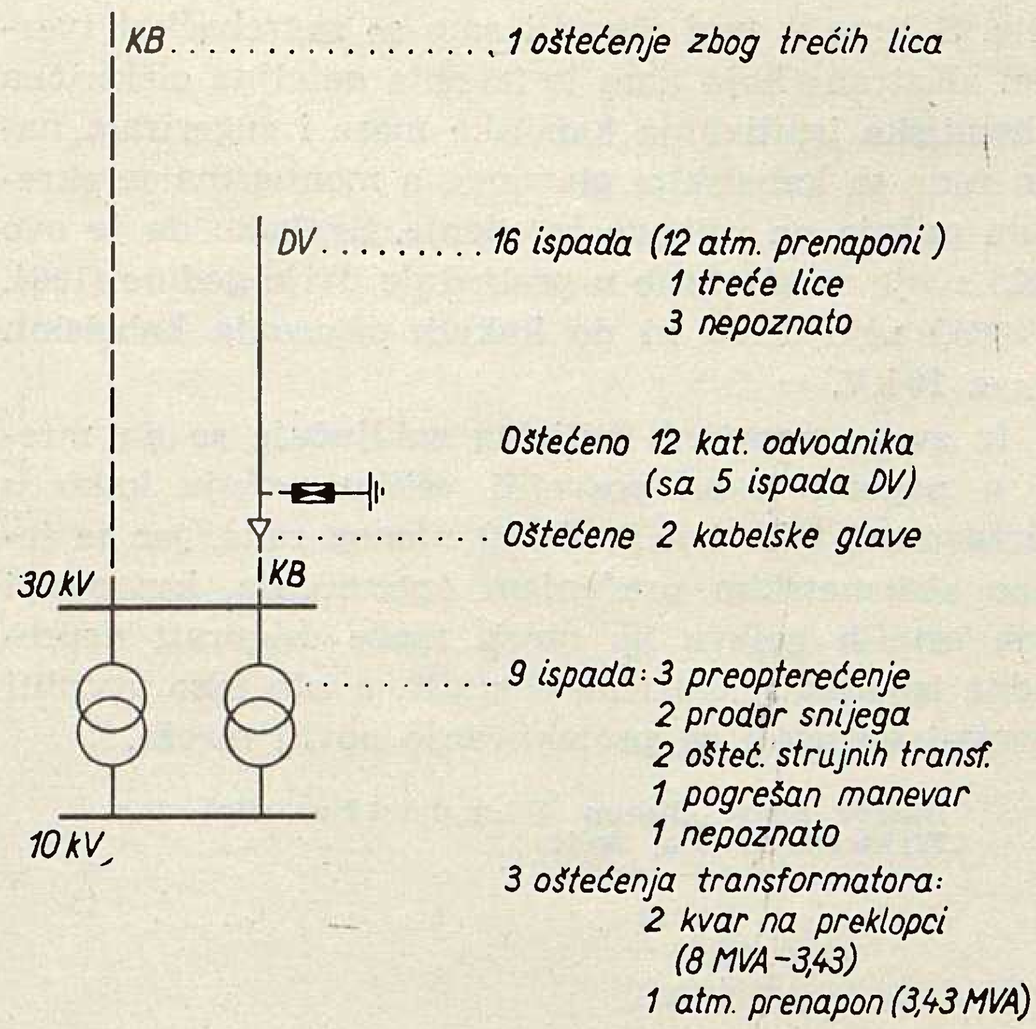
Drugi problem koji se pojavio na mreži bili su kvarovi na postrojenjima. U prvom redu radilo se o kvarovima na staroj mreži, koja se postepeno rekonstruirala i izgrađivala. Nadalje, Split i okolno područje je izloženo čestim atmosferskim pražnjenjima (oko 40 grmljavinskih dana godišnje), jakim vjetrovima i češćim olujama i nevremenima. Osim toga veći dio mreže je nadzemne izvedbe te je još više izložen kvarovima i oštećenjima.

Navest ćemo samo broj kvarova na pojedinim postrojenjima, dok je na sl. 3 i 4 dat njihov pregled s razlozima kvara i ispada.

Tako su 30 kV vodovi ispali 16 puta, a od toga 10 puta zbog atmosferskih pražnjenja. Transformatorske stanice 30/10 kV ispale su 9 puta, a transformatorske stanice 10/0,4 kV 37 puta. Bilo je 34 oštećenja 10 kV kabela, a od toga 12 oštećenja su prouzrokovale grmljavine odnosno zemljospoj izazvan atmosferskim prenaponima.

Sl. 2. Ovisnost maksimalnog opterećenja grupe stanova o broju stanova (mjerene veličine)





Sl. 3. Prikaz kvarova na postrojenjima 30 kV

Kabelske glave 10 kV su oštećene 19 puta (neke na istom mjestu 3—4 puta). Uglavnom su eksplozije i oštećenja kabelskih glava nastale prilikom grmljavine. Nadzemni vodovi 10 kV su ispali 54 puta.

Broj kvarova je bio znatno velik, a ako se još k tome dodaju i ispadi 110 kV sistema (kojih je bilo ukupno 22 a od toga 13 u 1960 g.), znači da su potrošači bilo zbog preopterećenja bilo zbog kvarova često ostajali bez električne energije. Ovo je svakako zahtijevalo traženje efikasnijih i bržih rješenja za saniranje ovog stanja.

Kako je vidljivo iz naprijed iznijetog pregleda kvarova može se zaključiti da su kvarovi i prekidi nastali uglavnom zbog slijedećih razloga:

1. preopterećenja postrojenja
2. atmosferskih prenapona
3. posredstvom trećih lica (iskopi, miniranja i sl.)
4. nestručnom izvedbom postrojenja
5. nekvalitetnom opremom
6. lošim održavanjem postrojenja
7. nepovoljnom konfiguracijom mreže
8. iz nepoznatih i neutvrđenih razloga

Svakako je najveći broj kvarova, a i težih oštećenja postrojenja i opreme nastao zbog atmosferskih prenapona, a ujedno je i poduzimanje protumjera bilo najsloženije i najteže.

Tako je zbog atmosferskih prenapona došlo do:

3 oštećenja transformatora, od toga 2 od 100 kVA i 1 od 3430 kVA
19 eksplozija kabelskih glava 10 kV
2 eksplozije kabelskih glava 30 kV
3 komada strujnih transformatora 30 kV
12 oštećenja kabela 10 kV
12 komada katodnih odvodnika 30 kV, te niz ostale manje opreme.

Osim toga je oko 70 % ispada nadzemnih vodova prouzrokovano atmosferskim prenaponima sa posljedicama većih ili manjih oštećenja bilo vodiča, izolatora, stupova i sl.

Mjere za poboljšanje stanja mreže u pogledu prekida i kvarova

Mjere za smanjenje prekida i kvarova svele su se u prvom redu na pravilno dimenzioniranje svih postrojenja i na mjere za otklanjanje kvarova.

Prišlo se praćenju opterećenja postrojenja, kako je to već spomenuto, i pravovremenoj izgradnji energetskih objekata prema novo utvrđenim parametrima.

Odabrani su tipski presjeci kabela s obzirom na struju kratkog spoja i nova opterećenja, što je dogovoreno s projektantima električnih mreža.

Zatim, prišlo se redovitijem obilasku i održavanju postrojenja. Naročito se obilazilo sve 30 i 10 kV vodove iza nevremena i grmljavina, a vršeni su i redoviti mjesečni obilasci.

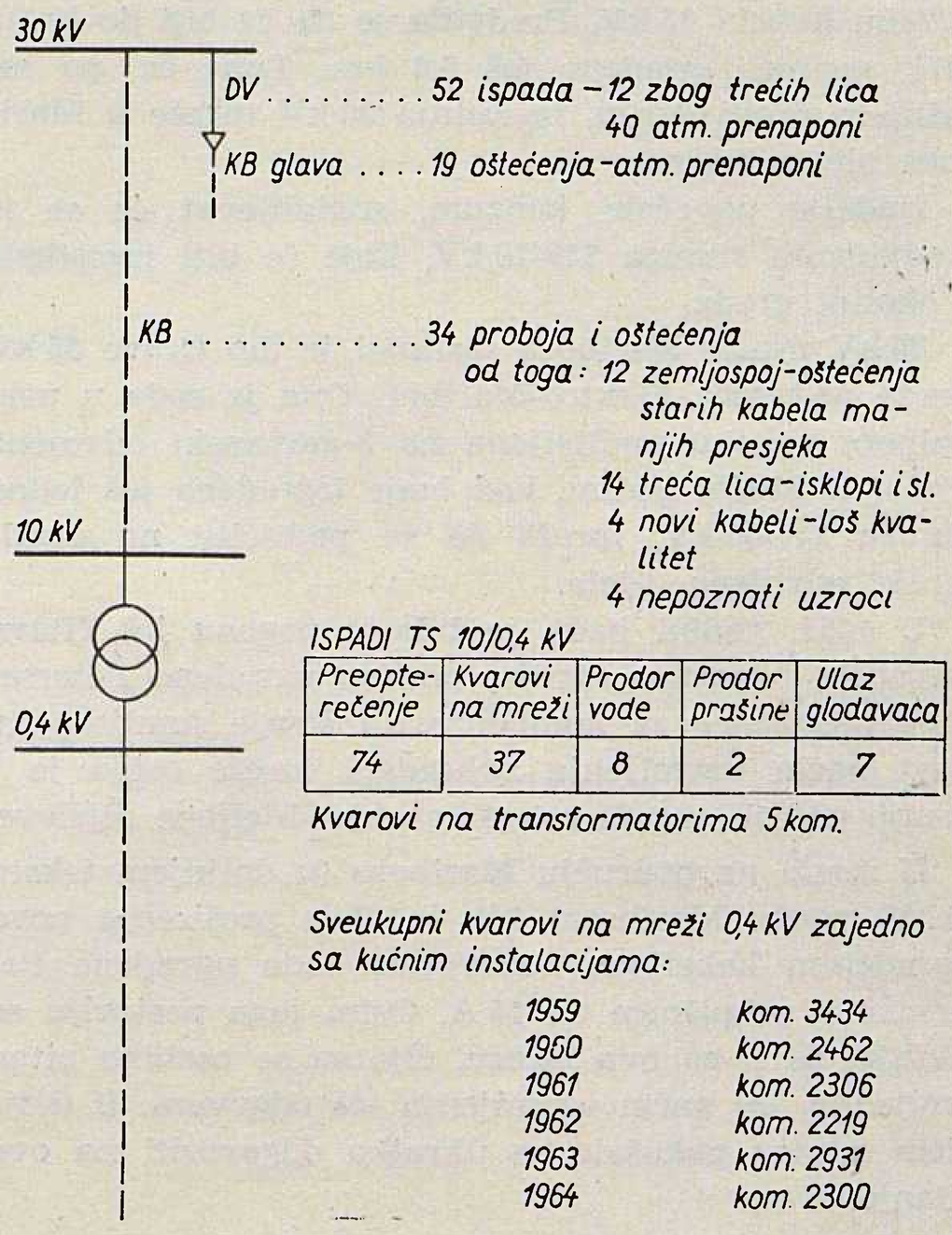
Katodni odvodnici 30 kV su s obzirom na veće struje groma od 5kA izmijenjeni na 10 kA, što se pokazalo povoljno te nije uopće više dolazilo do njihovih oštećenja.

Regulirani su odnosi sa raznim građevinskim i komunalnim poduzećima u prekopavanju javnoprometnih i ostalih površina što je smanjilo broj kvarova uzrokovanih trećim licima.

Izbjegavane su lokacije transformatorskih stanica u podrumskim i sličnim prostorijama da bi se izbjeglo prodiranje vode i vlage.

Prišlo se sistematskom održavanju mreže niskog napona, sječi granja i pregledu dotrajalih starih kućnih instalacija. Tako je u 1962/63. poslano oko 400 upozorenja kućnim savjetima i vlasnicima zgrada da se izmijene nepropisni i nedovoljno dimenzionirani

Sl. 4. Prikaz kvarova na postrojenjima 10—0,4 kV



glavni instalacioni vodovi u zgradama. Svi niskonaponski izvodi u transformatorskim stanicama su osigurani pravilno odabranim osiguračima.

Čitava ova aktivnost je dala dobre rezultate, te je broj kvarova radi ovih razloga smanjen na skoro neznatnu mjeru. Međutim u pogledu atmosferskih prenapona prišlo se je u prvom redu izbjegavanju tzv. nehomogenih mreža (10 kV mreža nadzemna i kabelska).

Priključak otcjepnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV izveden je sa rastavljačem ukoliko je taj priključak vršen na 10 kV dalekovod sa kabelom. U prvom redu zato da se omogući lakše odvajanje ovih stanica od dalekovoda 10 kV jer su najčešće kvarovi i nastajali na kabelskim glavama ili na spomenutim spojnim kabelima.

Osim toga vršena je i izmjena presjeka priključnog kabela kao i montaža katodnih odvodnika ispred kabela. S time u vezi obratili smo se zagrebačkoj tvornici »Katran« koja nam je izvršila detaljna električna i kemijska ispitivanja kabelske mase i sugerirala način rada sa kabelskim glavama, a monterima je skrenuta pažnja na njihovo izvođenje. Svakako da je ovo dalo svoje rezultate te u posljednje dvije godine (1964. i 1965.) nije došlo ni do kakvih oštećenja kabelskih glava 10 kV.

Iz svega naprijed iznijetog zaključuje se da mreži u pogonu treba posvetiti veliku pažnju kako u održavanju, tako i u praćenju njenog rada, jer se jedino sistematskim praćenjem opterećenja, kvarova i svih ostalih pojava na mreži može osigurati neprekidna isporuka električne energije, a isto tako utvrditi osnovni elementi za projektiranje novih mreža.

Naslov pisca: Šimun Šimundža, dipl. ing.
Elektrodalmacija, Split

IZBOR VRSTE UZEMLJENJA ZVJEZDIŠTA U MREŽI 35 kV MARIBOR GRAD

August Pipenbaher, Maribor

Za sigurno snabdijevanje sadašnjih i predviđenih transformatorskih stanica 35/10 kV i većih industrijskih stanica u Mariboru, bilo je ove godine izgrađeno 8,27 km kabela 35 kV. Predviđa se da će biti do kraja 1971. godine izgrađeno još 5,6 km. Time će, po sadašnjem predviđanju, izgradnja 35 kV mreže u Mariboru biti završena.

Nadalje povećani konzum, snabdijevat će se iz predviđenih stanica 110/10 kV, koje će biti izgrađene u okolini grada.

35 kV mreža Maribora sastavni je dio čitave 35 kV mreže poduzeća Elektro-Maribor. Ona je sada u normalnom pogonu podijeljena na 3-galvanski odvojena dijela. U idućoj godini, kad bude izgrađena još jedna stanica 110/35 kV, mreža će se podijeliti na 4-galvanski odvojena dijela.

U 1957. godini kada je bila u pogonu još čitava galvanski povezana mreža, bile su ugrađene Petersenove prigušnice za kompenzaciju struje zemljospoja. Ovaj način uzemljenja zvjezdišta mreže ostao je i poslije podjele mreže na galvanski odijeljene dijelove.

U mreži na području Maribora (u daljnjem tekstu 35 kV mreža Maribora) bit će zbog proširenja novo izgrađenim kabelima, nedovoljne sada ugrađene Petersenove prigušnice od 15 A. Osim toga postavlja se pitanje, da li za ovu mrežu, čije su se osobine bitno izmijenile, taj način uzemljenja još odgovara. U daljnjem napisu pokušalo se ukratko odgovoriti na ovo pitanje.

Pogonski uslovi i osobine 35 kV mreže Maribor

Na izbor načina uzemljenja zvjezdišta imaju bitni utjecaj karakteristike mreže. Potrebno je zato pogledati slučaj mreže Maribor.

Još u uvodu je bilo izneseno, da će čitava mreža poduzeća Elektro-Maribor biti u normalnom pogonu podijeljena na 4-galvanski odvojena dijela. U napojnim tačkama ovih dijelova nema rezervnih transformatora. Rezerva transformacije sastoji se u tome, što je ukupna instalirana snaga transformatora veća od opterećenja. Ovu rezervu moguće je koristiti u

slučaju defekta i drugih pogonskih potreba samo pomoću raznih kombinacija međusobnog povezivanja dijelova mreže.

35 kV mreža Maribora snabdijeva se iz stanice 110/35 kV Pekre, gdje transformatori 110/35 kV imaju spoj Yd 5 što znači, da je zvjezdište na 35 kV strani nepristupačno.

Nadalje treba spomenuti da je mariborska mreža 35 kV građena tako, da je moguć pogon u prstenu. No po sadašnjim predviđanjima još će dugo biti u pogonu kao radijalna.

Izbor najboljeg načina uzemljenja zvjezdišta

Na osnovu analize osobina pojedinih načina uzemljenja zvjezdišta i osobina mreže može se zaključiti:

a) Za siguran pogon *izoliranim zvjezdištem,* struja zemljospoja je suviše velika. Ona kod već izgrađene mreže iznosi 50,7 A, a u mreži koja će biti izgrađena do 1971. godine iznosit će 78,5 A. Ova mreža je pored suviše velike struje zemljospoja i zbog svog sastava (dalekovodi i kabeli) nepogodna za pogon s izoliranim zvjezdištem. Izuzetno bi došao ovaj način pogona u obzir u prijelaznom razdoblju, pošto će vjerojatno biti potrebno staviti izgrađene kabele u pogon prije nego što će biti izvršeno odgovarajuće uzemljenje zvjezdišta. U tom slučaju će biti potrebno izvesti konfiguraciju tako, da bude kabelski dio mreže u pogonu galvanski odvojen.

b) *Direktno uzemljenje* zvjezdišta ne dolazi u obzir, pošto bi zbog nepristupačnog zvjezdišta bio potreban suviše velik transformator za uzemljenje. Osim toga bi bile potrebne, zbog velikih struja kratkog spoja, dodatne mjere za zaštitu (rasterećenje) olovnog plašta kod kabela. Povezivanje s ostalim dijelovima mreže bi bilo jako teško, odnosno bili bi potrebni posebni uređaji.

c) *Indirektno uzemljenje* zvjezdišta bi bilo sa gledišta sigurnosti pogona najnepovoljnije. Za ovaj način pogona se odlučilo više poduzeća u Jugoslaviji, ali u našem slučaju specifični uvjeti su tako nezgodni, da bi ovaj način teško primijenili. Jedna od glavnih prepreka je, nepristupačno zvjezdište kod transformatora 110/35 kV.

Ovaj način uzemljenja u tom je slučaju i praktički nemoguć, pošto bi morao biti transformator za uzemljenje vrlo velik i skup. Ako uzmemo na primjer, da želimo smanjiti maksimalnu struju jednopolnog kratkog spoja na 1000 A (maksimalna struja tropolnog spoja iznosi 7400 A) i pri tome imamo kvocijent $\frac{3\,R_n}{X_0} = 5$, gdje je R_n omski otpor uzemljenja, X_0 nulta reaktancija transformatora za uzemljenje, potrebna prividna snaga transformatora za uzemljenje u tome slučaju bi iznosila 100 MVA.

Pošto je transformator za uzemljenje opterećen vrlo kratko vrijeme potrebna je ekvivalentna tipska snaga za faktor »*K*« manja. Za vrijeme opterećenja 10 sekundi je faktor »*K*« = 0,08. Prema tome tipska snaga transformatora bi bila 8 MVA. Iz toga se vidi, da je potreban za još nepovoljan kvocijent $\frac{3\,R_n}{X_0} = 5$ veliki transformator za uzemljenje. Ako bi bilo kod transformatora 110/35 kV zvjezdište pristupačno, iznosio bi kod jednakih uslova ovaj kvocijent 26.

Na sličan način moguće je dokazati da je također za uzemljenja preko malog induktivnog otpora potreban srazmjerno velik transformator za uzemljenje.

Literatura preporučuje, da se kod uzemljenja preko malog induktivnog otpora maksimalna struja jednopolnog kratkog spoja smanji na 25 % struje tropolnog kratkog spoja. Ako pretpostavimo radi lakšeg računa da je induktivni otpor uzemljenja nula, snaga transformatora bi iznosila 37 MVA.

Kod faktora $K = 0{,}08$ dobivamo ekvivalentnu tipsku snagu od 3 MVA. Kod ovog napominjemo, da je potreban za $X_n > 0$ srazmjerno veći transformator za uzemljenje.

d) Pošto su svi do sada razmotreni načini za naše potrebe neprihvatljivi, morali smo se odlučiti za uzemljivanje zvjezdišta preko Petersenove prigušnice. Za našu mrežu koja se sastoji iz dalekovoda i kabela, ni ovaj način nije baš idealan. Poznato je, da su s ovim načinom uzemljenja neka poduzeća imala niz poteškoća, no iz toga se ne može zaključiti, da će doći do sličnih teškoća i kod nas.

S druge strane je također poznato, da je u velikom dijelu srednjenaponskih mreža upotrebljen taj način a da se nisu primijetile nikakve naročite poteškoće.

Za kvarove do kojih je došlo na 35 kV mreži Beograda zna se samo, da su se pojavljivali kod primjene ovog načina uzemljenja, no nisu bili pronađeni pravi uzroci kvarova. Zato je moguće, da je ove poteškoće prouzrokovala neka druga nezgodna okolnost.

Pošto kod nas zbog prije navedenih razloga nemamo druge mogućnosti, moramo ovaj način izabrati bez obzira na izvjesni rizik.

Nepristupačno zvjezdište na transformatorima 110/35 kV nam ovdje ne smeta, pošto su u stanicama 35/10 kV instalirani transformatori dosta velikih snaga na čijim zvjezdištima je moguće priključiti Petersenove prigušnice.

Povezivanje sa ostalim dijelovima mreže bit će bez teškoća pošto je i tamo upotrebljen isti način uzemljenja zvjezdišta.

Da bi mogli na ovu mrežu po potrebi spojiti još neke druge dalekovode i da ostane još neka rezerva za proširenje, bilo bi najpovoljnije izabrati Petersenovu prigušnicu za 60 A.

Preporuča se da se izabere prigušnica s regulacijom pomoću pomične jezgre.

Do 1971. godine, kada budu izgrađeni svi predviđeni kabeli, kapacitivna struja zemljospoja iznosit će 87,5 A. Za kompenzaciju ove struje i za proširenja do kojih će možda kasnije doći, potrebno bi bilo nabaviti još jednu prigušnicu od 60 A.

Ova može biti klasične izrade, s regulacijom u stupnjevima.

Naslov pisca: August Pipenbaher, dipl. ing.
Elektro-Maribor, Maribor

MATERIJALNO SNABDIJEVANJE ELEKTRODISTRIBUCIJE

Milan Mikuličić, Zagreb

Razmatrajući opću problematiku elektrodistribucije ne možemo mimoići ni problem njenog snabdijevanja osnovnim materijalima i opremom, koji su potrebni za uzdržavanje postrojenja i za investicije.

Problem materijalnog snabdijevanja pojavio se je već u prošloj godini, kako u pogledu asortimana tako i u pogledu isporuka. Očekivati je da će se ovo stanje u narednoj godini još i pogoršati, pa je nužno, da se ovaj problem razmotri na mjerodavnim mjestima i da se donesu odgovarajuća hitna rješenja.

Teško stanje u snabdijevanju poduzeća elektrodistribucije osnovnim materijalima i opremom potencirano je još i činjenicom da su u razvodnoj mreži često zbog dotrajalosti ili zbog hitnosti kampanje izgradnje, ugrađivani materijali koji su daleko ispod vijeka trajanja utvrđenog normativnim propisima za takove materijale, što još više otežava i onako teško snabdijevanje distribucije ovim materijalima (slučaj drvenih stupova).

Da bi se ovakovo neodrživo stanje u snabdijevanju poboljšalo ili ublažilo smatramo:

1) da elektrodistribucija kao važna privredna grana i kao veliki potrošač u nizu navedenih materijala bude uvrštena, ako već ne u privilegirani položaj, a ono barem da bude izjednačena s potrošačima drugih privrednih grana, a to znači, da se kod utvrđivanja materijalnih kvota i bilansa za potrebe domaćeg tržišta i industrije uzmu u obzir i potrebe elektrodistribucije, da se ne bi događalo kao i do sada, da se njene potrebe potpuno ispuste iz plana i da se sva proizvodnja tog materijala dodijeli drugim privrednim granama ili izvozu.

2) ukoliko elektrodistribucija iz opravdanih razloga ne bi mogla na vrijeme osigurati te materijale iz domaćih izvora, da joj se dodijeli kvota deviznih sredstava za podmirenje njenih potreba.

3) da joj se dodijele devizna sredstva za uvoz rezervnih dijelova, instrumenata, brojila i alata za uvozna postrojenja, čiji se dijelovi i instrumenti ne proizvode u zemlji ili ne u dovoljnim količinama.

Da bi naprijed iznijeta situacija bila što preglednija i shvatljivija, potrebno je ukazati na situaciju u proizvodnji i isporuci nekih materijala, koji su za elektrodistribuciju od osnovne važnosti.

1. Aluminijska gola užad

Kao problem broj jedan u distribuciji treba postaviti pitanje snabdijevanja aluminijskim golim vodičima.

Iako je elektrodistribucija jedan od osnovnih potrošača ovog važnog proizvoda u zemlji, i unatoč tome što su kapaciteti domaće industrije za proizvodnju aluminijske užadi znatno veći od njezinih potreba, ipak se dešava, da ona ostaje bez ovog važnog i značajnog proizvoda.

Potrebe jugoslavenske elektrodistribucije u aluminijskim golim vodičima iznose godišnje cca 4500 — 5000 tona raznih presjeka od 16 do 120 mm², što predstavlja vrijednost od oko 4.500 milijuna starih dinara. Realizacija isporuka svih prijavljenih potreba elektrodistribucije iznosila je godišnje cca 50 — 60% u golim vodičima. Očito je da su potrebe iz godine u godinu sve veće i da ovaj problem traži hitno rješenje.

Tvornički kapaciteti domaćih proizvođača u pletenju ove užadi iznose godišnje 17.500 tona, a tvornički kapaciteti u preradi aluminijske žice za ovu užad iznose godišnje cca 16.500 tona.

Ako uzmemo u obzir ovogodišnji uvoz sirovog aluminija od cca 16.000 tona, i ako k tome dodamo našu proizvodnju aluminija, proizlazi da su naši kapaciteti više nego dovoljni, odnosno veći od potreba elektrodistribucije, pa se ne bi smjelo dogoditi da se i ove godine sav aluminij odredi za druge svrhe, a da se potrebe elektrodistribucije ne podmire.

2. Elektrovodni drveni stupovi

Ništa bolja situacija nije ni u pogledu snabdijevanja drvenim stupovima. Opće je poznata činjenica, da su elektrovodni stupovi koji su bili ugrađeni u prvih 10 godina poslije oslobođenja loše kvalitete i da se impregnacija nije vršila po propisima jugoslavenskog standarda o impregnaciji. Uslijed toga je i veći procenat zamjene tih dotrajalih stupova, radi čega su i enormno velike potrebe za zamjenu i proširenu reprodukciju.

Pregled godišnjih potreba stupova za održavanje, i za nove objetke po republikama:

	održavanje	novi objekti	ukupno m³
Slovenija	8.950	2.350	11.300
Hrvatska	14.500	8.250	22.750
B i H	9.450	14.600	24.050
Srbija	17.000	10 000	27.000
Makedonija	8.000	1.000	9.000
Crna Gora	4.000	1.000	5.000
Ukupno m³	61.900	37.200	99.100
		Dakle cca	100.000 m³

Prema prikupljenim podacima ugrađeno je u jugoslavensku elektrodistribuciju do 31. XII 1963. godine 2,600.000 komada elektrovodnih stupova. Vrijednost godišnjih potreba stupova iznosi 4.500 milijuna starih dinara.

Značajno je spomenuti u vezi s tim problemom da su jugoslavenske impregnacije u toku prošle godine isporučile svega 25 do 30 % prijavljenih potreba, i da je situacija u ovoj godini još teža, pa nije potrebno posebno naglasiti u kakvom se stanju i situaciji nalaze elektrodistributivna poduzeća i njihova mreža. Sigurno je, da je ovakova situacija neodrživa i da se mora hitno tražiti odgovarajuće rješenje, tim više, što su jugoslavenski kapaciteti impregnacije više nego dovoljni da podmire ove potrebe.

Kapaciteti jugoslavenskih impregnacija iznose cca 180 — 190.000 m³ godišnje. Od tih tvorničkih kapaciteta otpada na impregnaciju stupova oko 85 — 90.000 m³, te bi prema tome uglavnom bile podmirene godišnje potrebe elektrodistribucije u elektrovodnim stupovima.

Razumljivo je da proizvodnja impregniranih stupova ne ovisi o kapacitetu impregnacije, nego su impregnacije zavisne o proizvođaču sirovih stupova, to jest isključivo o šumskim gospodarstvima kao jedinom proizvođaču.

Poznata je činjenica, da tvornice celuloze traže ogromne količine drvne mase u koju spadaju i stupovi, a puštanjem u pogon novih tvornica celuloze, mogućnosti snabdijevanja stupovima iz godine u godinu su manje i od tuda proizlazi osnovni problem pomanjkanja stupova.

Iz gore navedenih razloga postavlja se pred distributivna poduzeća problem, da nađu hitno zajedničko rješenje zamjene drvenih stupova betonskim ili željeznim, a kod niskog napona ugradnju betonskih nogara, i da nađu optimalno rješenje za jedan standardni tip betonskog stupa.

3. Valjano i vučeno željezo (profilno željezo)

Elektrodistribucija Jugoslavije je veliki potrošač profilnog željeza, pa je snabdijevanje i ovim materijalom veoma značajan problem za distribuciju. Potrebe elektrodistribucije iznose godišnje cca 4.800 tona raznih profila željeza i nosača, što predstavlja vrijednost od oko 560 milijuna starih dinara.

U Jugoslaviji postoji samo jedan proizvođač tog materijala, a to su Željezara »Zenica«, koja ni prošlih godina nije bila u mogućnosti da podmiri potrebe zemlje, pa je veći dio potreba bio podmiren uvozom i to dijelom sa zapada a dijelom sa istoka. Prema tome će se i u buduće nastaviti uvozom ovog materijala. Raspodjela navedenog materijala vrši se djelomično izravno preko Željezare »Zenica«, a djelomično preko Jugobanke davanjem devizne kvote. Značajno je spomenuti, da se elektrodistribucija nije uzimala u obzir za dodjelu njenih deviznih potreba, nego se je snabdijevala kod trgovačke mreže koja međutim nije u stanju da podmiri njene potrebe, a pogotovo ne sada, kada je ukinuta dodjela deviza tehničkim radnjama za uvoz ovog materijala.

Trgovačka mreža se je u ovoj godini, zbog novonastale situacije, ograničila na uvoz ovog materijala samo za ona poduzeća koja ostvaruju vlastiti izvoz i posjeduju svoje devize. Ovakovo stanje u snabdijevanju elektrodistribucije profilnim željezom stavlja je u neodrživu situaciju, pa je hitno potrebno poduzeti odgovarajuće mjere kod nadležnih organa, da se ovaj problem riješi.

4. Podzemni kabeli i izolirani vodiči

U pogledu snabdijevanja kabelima elektrodistribucija je također u nezavidnom položaju, unatoč tome što imamo dobro razvijenu kabelsku industriju. Elektrodistribucija je veliki potrošač ovog materijala i o njoj bi trebalo voditi više računa prigodom raspodjele tvorničkih kapaciteta. U ovoj godini potrebe distribucije iznosile su cca 2,500.000 m raznih kabela napona 35 — 10 i 1 kV, a njihova vrijednost iznosi oko 10.400 milijuna starih dinara.

Snabdijevanje ovim vrlo kritičnim materijalom bilo je u ovoj godini otežano, kako u pogledu održavanja rokova isporuke tako i u pogledu asortimana.

Proizvođači su opravdavali zakašnjenje isporuke i produženje ugovornih rokova obavezama za izvoz i zakašnjenjem u dobivanju isporuka olova i bakra iz Bora.

Potrebno je posebno podvući, da bi elektrodistributivna poduzeća Jugoslavije trebala preuzeti inicijativu, da zajednički sa kabelskom industrijom priđu rješavanju problema prijelaza na proizvodnju aluminijskih kabela, a da odrede i zauzmu zajednički stav s obzirom na praktična iskustva distribucije u pitanju:

a) standarda kabela
b) asortimana kabela
c) vrste vodiča — da li uže ili puni vodič
d) spajanja aluminijskih kabela
e) vrste i tip spojnog materijala.

kao i ostalih nespomenutih tehničkih pitanja. Ovom problemu treba prionuti tim više, kada znamo da je bakar u zemlji i na svjetskom tržištu sve više deficitaran, i da aluminij primjenjuju mnoge zemlje koje su ekonomski mnogo bogatije od nas.

5. Ostali kritični materijal koji nije specificiran

Osim ovih postoji još čitav niz materijala koje koristi elektrodistribucija, a koji često puta predstavljaju krupan problem. Među ove materijale možemo uvrstiti učinske transformatore, mjerne transformatore, učinske sklopke, brojila, profilni bakar, uvozne instrumente, rezervne dijelove i drugo.

Suočena s poznatim poteškoćama proizvođača transformatora, bit će potrebno, da distribucija mnogo uže kontaktira s tvornicama transformatora i da osigura svoje potrebe mnogo ranije nego je to do sada činila, da se slobodni tvornički kapaciteti prilagode njenim potrebama i da se tako, kao jedino moguće, na vrijeme osigura isporuka.

Ovaj način vrijedi i za električna brojila, jer problem isporuka dvotarifnih brojila je više manje poznat zbog nedostatka uvoznog repro-materijala, uglavnom brojčanika, čija se vrijednost kreće oko 10 % od vrijednosti brojila. O neophodnosti ovako uske suradnje s proizvođačem koje ranijih godina nije bilo, najbolje govori činjenica da su se uvozila baš ona brojila, koja se kod nas proizvode u dovoljnim količinama i bolje kvalitete od uvoznih.

Zbog nepoznavanja bitnih faktora što elektrodistribucija treba, a što može da proizvodi domaća industrija, odobrenja za uvoz su se izdavala raznim trgovačkim poduzećima, što se u slučaju poznavanja potreba elektrodistribucije vjerojatno ne bi dogodilo, ili bi se na vrijeme spriječilo.

Potrebno je spomenuti i problem snabdijevanja uvoznim materijalom, jer elektrodistribucija ne raspolaže vlastitim deviznim sredstvima, pa će trebati i za nabavke ovih materijala osigurati odgovarajuća devizna sredstva.

U ovom kratkom prikazu iznijeti su samo najakutniji problemi u vezi sa snabdijevanjem, a to znači, da ima i drugih možda manje važnih problema, koji međutim traže svoja adekvatna rješenja, koja bi trebala zaštititi interese elektrodistribucije. Time bi se povećala sigurnost pogona, što bi doprinijelo širokom krugu potrošača sigurnije snabdijevanje električnom energijom.

Naslov pisca: Milan Mikuličić, Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U UVJETIMA OSNOVNOG ZAKONA O PODUZEĆIMA I OSNOVNOG ZAKONA O ELEKTROPRIVREDI

Roman Leskošek, Ljubljana

Autor obrađuje pojam distributivnog poduzeća u uvjetima Osnovnog zakona o privrednim poduzećima i odredbama Osnovnog zakona o elektroprivredi. S punim poznavanjem položaja i organizacije distributivnih poduzeća autor je objasnio kako će ta poduzeća uskladiti svoju organizaciju s novim zakonskim propisima. Naročito je istakao, na koji način treba osigurati samoupravna prava radnih ljudi u statutima i drugim općim aktima, putem neposrednog upravljanja.

DK 621 311.1 : 621.316.1

1. Pojam distributivnog poduzeća

Distributivna poduzeća dužna su uskladiti svoju organizaciju i poslovanje s odredbama Osnovnog zakona o poduzećima i odredbama Osnovnog zakona o elektroprivredi u propisanom roku. U Zakonu o elektroprivredi je izričito propisano, da se na elektroprivredna poduzeća primjenjuju propisi o privrednim organizacijama, ako samim zakonom nije drukčije određeno.

Distributivna poduzeća dužna su odmah razmotriti svoju organizaciju i poslovanje kroz ova dva zakona bez obzira na vrlo različita gledišta koja o tom pitanju postoje već od osnivanja novih 30 distributivnih poduzeća sredinom 1963. godine. Iako je utvrđivanje organizacije jedno od osnovnih samoupravnih prava distributivnog poduzeća, moraju ipak radne zajednice poduzeća poštovati okvire novih propisa bez obzira na pojedinačna mišljenja o mogućnosti realizacije tih propisa u distributivnom poduzeću. Ti se novi propisi baziraju na ustavnim načelima, koja polaze od činjenice da se mora pri određivanju pojma i položaja poduzeća prije svega precizirati položaj radnih ljudi, njihova prava i obaveze u jedinicama poduzeća, pa tek onda u poduzeću kao cjelini.

Prošlo je vrijeme kada su distributivna poduzeća bila proklamirana komunalnim poduzećima s karakterom javne službe. Novi zakon o elektroprivredi je baš želio, da se organizacija i poslovanje elektroprivrednih poduzeća što manje razlikuje od ostalih privrednih poduzeća i da za njih važe isti propisi. U tumačenju uz nacrt osnovnog zakona o elektroprivredi je izričito rečeno da se pri izradi tog nacrta pošlo od načelnog stanovišta da se položaj elektroprivrednog poduzeća ni u čemu bitno ne razlikuje od položaja privrednih organizacija u drugim privrednim djelatnostima.

U praksi se vrlo polako opraštamo od starih gledišta u vezi s pojmom distributivnog poduzeća pa je do danas u nekim distributivnim poduzećima vrlo malo učinjeno za realizaciju novih zakona. Nova krupna distributivna poduzeća već raspolažu sa mnogo jačim stručnim kadrom nego što je to bio slučaj u bivšim sitnim poduzećima. Nije dovoljno da se naši stručnjaci bave isključivo tehničkim i ekonomskim problemima, već je dužnost svakog stručnjaka kao i svakog radnika u poduzeću ne samo da se upozna sa novim propisima, već i da aktivno učestvuje u usklađivanju poslovanja s tim propisima. A i stručnjaci, koji su se već bavili tim problemima, morat će katkada mijenjati svoja gledišta, da ne bi došli u sukob sa novim načelima i propisima o upravljanju i poslovanju poduzeća. Između stručnjaka i organa upravljanja ne bi u buduće smjelo biti »podjele vlasti« nego što tješnja suradnja, jer je i on jedan od članova radne zajednice distributivnog poduzeća, koji učestvuje u upravljanju. Istovremeno ne smije opet doći do potcjenjivanja pravnih stručnjaka u poduzeću sa strane organa upravljanja, što se katkada znade dešavati.

Osnovni zakon o poduzećima je važan za distributivno poduzeće kako u svom dijelu o upravljanju u poduzeću tako i u svom statutarnom dijelu. Osnovni zakon o elektroprivredi je interesantan u odredbama gdje se propisuju novi ugovorni odnosi distributivnog poduzeća, novi pravni odnosi, a naročito propis o naknadi štete.

2. Upravljanje u distributivnim preduzećima

1. Upravljanje u dijelovima distributivnog poduzeća

Osnovna misao ove glave zakona je u tome da se glavno područje samoupravljanja odvija u jedinicama poduzeća, a »organi upravljanja poduzeća obezbjeđuju uslove za rad i poslovanje poduzeća kao cjeline i u tu svrhu usklađuju rad dijelova poduzeća i njihovih organa upravljanja«.

Zakon propisuje da moraju jedinice poduzeća imati jedan od tri ranga u pogledu organizacije i samoupravnih prava, osim u slučaju takozvanih »poslovnih mjesta«, i to:

— »*Radne jedinice* u poduzeću raspodjeljuju dohodak, koji ostvare, rješavaju o korištenju i raspolaganju sredstvima, odlučuju o organizaciji rada, rješavaju o radnim odnosima i vrše druga prava i dužnosti, u skladu sa statutom i drugim općim aktima poduzeća. Radnu jedinicu čine radni ljudi u dijelu poduzeća koji koriste određena sredstva u procesu rada, koji predstavljaju cjelinu ili njegov zaokruženi dio, čiji se rezultati rada mogu planirati i mjeriti i na osnovu toga utvrđivati dohodak i vršiti njegovu raspodjelu«.

— *Tvornice i pogoni* su po zakonu veće jedinice, koje mogu imati u svom sastavu spomenute radne jedinice i koje imaju još veća prava i dužnosti nego radne jedinice. Tvornice i pogoni se mogu organizirati kao jedinice sa samostalnim obračunom, mogu imati vlastitu evidenciju ukupnog prihoda, mogu imati posebne račune kod banke i mogu imati pravo sklapanja ugovora u ime i na račun poduzeća.

— *Organizacije* u sklopu združenog poduzeća su čak pravna lica, mogu sklapati ugovore u svoje ime i na svoj račun i imaju skoro sva prava i dužnosti koje ima samostalno poduzeće. Odnos između združenog poduzeća i organizacije utvrđen je u statutu i posebnim ugovorom. Združena poduzeća osnivaju se ugovorom među poduzećima, koja ulaze u združeno poduzeće kao organizacija.

Poslije ovih kratkih definicija dijelova poduzeća, koje je propisao zakon i koja su nužna za uvod u buduće utvrđivanje samoupravnih prava i organa upravljanja u jedinicama distributivnog poduzeća mogu iznijeti slijedeće dvije osnovne činjenice:

— Distributivna poduzeća ne mogu poslovati s obzirom na svoj opseg sa organima upravljanja samo na nivou poduzeća, već moraju imati organe upravljanja na bar dva ili tri nivoa.

— Organi upravljanja u jedinicama distributivnih poduzeća ne mogu više imati samo formalna prava ili samo prava inicijative ili čak »prava na papiru«. Potrebno je iz osnova mijenjati statut i druge opće akte poduzeća u smislu zakona.

Ako analiziramo dosadašnje organe upravljanja u jedinicama distributivnih poduzeća možemo odmah utvrditi da su ti organi nosili pečat nove organizacije fuzioniranog poduzeća. Tamo gdje su bile centralističke snage zbog jedinstva poduzeća i skupljanja jačih sredstava jake, smanjila su se osjetno prava organa upravljanja u tim bivšim poduzećima — jedinicama novog poduzeća. Pogotovu su se u tom slučaju ukidali organi upravljanja u radnim jedinicama u okviru bivših poduzeća. Negdje se je išlo čak tako daleko da se je ukidao i sam organ upravljanja bivšeg poduzeća — jedinice novog poduzeća. Bivša poduzeća, sada pogoni u novim poduzećima, koja su imala vrlo jaku individualnost i preko 10-godišnju samostalnost pokušala su očuvati u svojim organima upravljanja što više prava, pa čak i po cijenu jedinstva poduzeća. To znači da je opseg prava i obaveza pojedinih dijelova u distributivnim poduzećima bio rezultat tih suprotnih snaga.

Najbolja je bila organizacija organa upravljanja tamo, gdje nije vladao duh »miniranja« već duh saradnje i stvarno sagledavanje onoga što je potrebno ujediniti i onoga što je potrebno zadržati na nivou jedinica.

Po novom zakonu su propisana samoupravna prava i dužnosti jedinica i tim jedinicama je potrebno statutom osigurati ono što je želio zakonodavac. Pitanje je samo u tome kakav rang moraju imati jedinice u distributivnim poduzećima u smislu citiranih propisa zakona bez obzira na rasprave »o horizontalnoj i vertikalnoj organizaciji«. Tu možemo imati slijedeće varijante:

— *Radne jedinice* Pošto se pod radnom jedinicom smatraju manje jedinice, koje imaju po pravilu kao najviši organ upravljanja zbor radnih ljudi, može distributivno poduzeće na taj način organizirati svoje bivše ekonomske jedinice manjeg opsega. Ako takvih ekonomskih jedinica u poduzeću ili u okviru pojedinog pogona uopće nije bilo, mora poduzeće takve jedinice osnovati i dati im zakonom propisana prava i obaveze. To znači da radne jedinice dolaze u obzir naročito u okviru sadašnjih većih pogona — bivših poduzeća. Najteže je pitanje raspodjele dohotka naročito zbog specifičnosti formiranja dohotka u osnovnoj djelatnosti i vrlo različite podjele rada u distributivnom poduzeću. Iako je to važno ekonomsko pitanje, koje zadire u organizaciono-pravna pitanja samo u vidu općih akata, ipak je u početku nužno utvrditi kriterije za raspodjelu sredstava ličnog dohotka po djelatnostima u okviru pogona. Tako dugo dok postoji zajedničko formiranje dohotka na nivou distributivnog poduzeća kao cjeline u kome se ne vidi koliko tko stvara, a dobro se zna tko koliko troši i traži, dotle u distributivnom poduzeću ili u okviru njegovog pogona neće biti ni pravog reda ni realizacije načela raspodjele dohotka po radu. Ostala prava i obaveze u pogledu radnih odnosa ili unutarnje organizacije radne jedinice po smjernicama organa upravljanja poduzeća možemo obezbijediti bez velikih poteškoća

ukoliko ne postoje naročito jake centripetalne sile u poduzeću kao cjelini.

— *Pogon.* Dosadašnji mali pogoni u okviru distributivnog poduzeća moraju imati prava i obaveze na rangu radne jedinice, a veći pogoni mogu imati rang spomenutih fabrika ili pogona u smislu zakona. Smatram, da su već danas na tom rangu dosadašnje poslovne jedinice sa samostalnim obračunom, koje su se negdje formirale umjesto bivših poduzeća u okviru novog poduzeća. Te jedinice će imati izvjesne poteškoće zbog odredbe zakona »da fabrika i pogoni mogu neposredno izmirivati obaveze prema zajednici samo ako svoj ukupni prihod obrazuju na osnovu tržišnih cijena za isporučene proizvode, odnosno izvršene usluge drugim fabrikama odnosno pogonima i ako je za fabriku odnosno pogon obezbijeđena knjigovodstvena evidencija ukupnog prihoda«. Tu mislim na obrazovanje ukupnog prihoda na osnovu cijena za električnu energiju zbog vrlo različitih sistema tog formiranja u distributivnim poduzećima.

— *Organizacija* u okviru združenog poduzeća. Postojeća poduzeća na žalost nisu formirana ugovorom između dotadašnjih poduzeća već odlukom republičkih Izvršnih vijeća, koja su tada imala zakonsko pravo osnivanja distributivnih poduzeća. Zbog toga smatram da se postojeća poduzeća ne mogu u sadašnjem obliku reorganizirati u združena poduzeća zbog odredaba zakona. Takva organizacija poduzeća i upravljanja bila bi moguća u daljnjem procesu integracije postojećih poduzeća u još veća distributivna združena poduzeća. Ovaj stav temeljim na odredbama zakona iako bi neke poslovne jedinice — bivša poduzeća priželjkivale u reorganizaciji sadašnjih poduzeća rang organizacije u okviru združenog poduzeća.

Na osnovu svega toga možemo povući zaključak da se sadašnje ekonomske jedinice u okviru postojećih pogona moraju formirati kao radne jedinice u smislu zakona, što važi i za manje pogone i da se dosadašnji pogoni mogu formirati kao pogoni sa samostalnim obračunom pod zakonskim uvjetima.

2. Organi poduzeća

Osnovna misao kod organa upravljanja poduzeća kao cjeline jeste u tome, da radnički savjet poduzeća nije više najviši organ upravljanja, koji konačno ili čak o svemu daje konačnu riječ. Zakonom je tačno propisano kada odlučuje čitava radna zajednica poduzeća referendumom. Samim »statutom se mora odrediti u kojim slučajevima organi upravljanja poduzeća mogu ukinuti odluke organa upravljanja dijelova poduzeća, kao i postupak za ukidanje tih odluka. Članovi radne zajednice mogu u skladu sa statutom staviti zahtjev za proglašenje radne zajednice u posebnu radnu jedinicu, ako smatraju, da postoje uslovi za obrazovanje radne jedinice«. Sporovi se o tom pitanju ne rješavaju unutar poduzeća na nivou radničkog savjeta poduzeća, već je moguća mješovita vanjska arbitraža, referendum ili čak Ustavni sud.

Iz ovih propisa možemo zaključiti, da mora radnički savjet, upravni odbor i direktor poduzeća iz osnova mijenjati svoju metodu rada prema organima upravljanja u dijelovima distributivnog poduzeća. Osim toga moraju organi upravljanja poduzeća mijenjati svoje područje rada. Već sam u uvodu naveo propis iz zakona o novoj funkciji radničkog savjeta poduzeća kao organa upravljanja, koji osigurava uvjete za rad i poslovanje poduzeća kao cjeline i njegovu funkciju usklađivanja rada među dijelovima poduzeća. U nekim distributivnim poduzećima vidimo jaku tendenciju da se na nivou poduzeća o svemu rješava, a u nekim se distributivnim poduzećima primjenjuju nove metode rada već po dosadašnjim propisima. U drugom slučaju takvi radnički savjeti poduzeća odlučuju o jedinstvenom gledištu, koje se iskristaliziralo na upravnom odboru poduzeća a na osnovu prijedloga savjeta pojedinih pogona i tako nema više žučnih rasprava na nivou radničkog savjeta poduzeća. Takav radnički savjet poduzeća birao je po pravilu upravni odbor poduzeća u kome su zastupani pojedini pogoni sa jednakim brojem članova bez obzira na broj zaposlenih u pojedinom pogonu.

Na osnovu ustava i zakona direktor poduzeća je s jedne strane postao organ upravljanja poduzeća a s druge mu je strane po zakonu ograničeno pravo u vezi sa sklapanjem ugovora, ukinuta je njegova funkcija u vezi s novim zakonom o radnim odnosima i ukinuto njegovo pravo veta na protuzakonite i »štetne« odluke organa upravljanja u poduzeću. Statutom mora distributivno poduzeće precizirati ta ograničenja i novu funkciju direktora, a naročito u novom pravilniku o radnim odnosima.

Zakonom i statutom mogu se osnivati i drugi organi upravljanja u poduzeću i posebni nadzorni i stručni organi poduzeća. Ovdje skrećem naročitu pažnju na pravilno formuliranje funkcije nadzornog organa u poduzeću da ne bi u distributivnom poduzeću došlo do »države u državi«. Isto je tako važno formuliranje funkcije stručnog kolegija u statutu poduzeća, da ne bi došlo do uzurpiranja prava organa upravljanja sa strane stručnog kolegija. Bez obzira na različita gledišta stručni kolegij nije nikakav organ upravljanja i može biti samo savjetodavno tijelo direktora poduzeća bez ikakvog prava odlučivanja. Upravljanje znači odlučivanje, razlika o nivou odlučivanja je samo u tome, da li se odlučuje na nivou radničkog savjeta, upravnog odbora ili na nivou direktora poduzeća, koji može svakako to pravo odlučivanja prenositi na druga lica u poduzeću u okviru zakona. I u praksi distributivnih poduzeća možemo katkada vidjeti štetne posljedice takvog poslovanja stručnog kolegija.

Položaj uprave u organima upravljanja je određen u zakonu odredbom koja glasi: »Zajedničke službe u poduzeću imaju u pogledu prava i obaveza u upravljanju položaj radnih jedinica ili drugih dijelova poduzeća«.

3. Posebni oblici neposrednog upravljanja i zaštita prava samoupravljanja

Zakon propisuje dva posebna oblika neposrednog upravljanja u poduzeću i to referendum i zborove radnih ljudi.

»Radna zajednica odlučuje referendumom o statutarnim promjenama i o drugim pitanjima od bitnog značaja za ekonomski položaj radnih ljudi u poduzeću za koja je to određeno statutom poduzeća«. Distributivno poduzeće ima tipično terenski karakter i zbog toga realizacija referenduma i zborova radnih ljudi predstavlja izvjestan problem u poduzeću. To se naročito odnosi na zborove radnih ljudi u distributivnom poduzeću kao obavezan oblik neposrednog upravljanja. Pojedina distributivna poduzeća organizirana su tako, da su njihovi radnici stacionirani na vrlo velikom području. Radnici distributivnog poduzeća se zbog toga vrlo rijetko sastaju. U nekim distributivnim poduzećima udomaćila se je uspješna praksa, da imaju u svakoj ma kako maloj jedinici poduzeća, na kraju mjeseca »sat proizvođača«, koji ima brižno sastavljen program. Bez obzira na ove poteškoće u distributivnom poduzeću moramo uskladiti poslovanje na način, koji omogućuje realizaciju obaveznih oblika neposrednog upravljanja. U zakonu su precizirani slučajevi kada se obavezno odlučuje referendumom i kada se mora sazvati zbor radnih ljudi, a u općem aktu moramo precizirati postupak i posebne slučajeve te paziti na to, da ovo pravo radnih ljudi ne ostaje zbog spomenutih poteškoća »mrtvo slovo na papiru«.

Individualna zaštita radnika je u zakonu tako jasno precizirana »da nitko ne može ograničiti niti lišiti prava u upravljanju ni jednog člana radne zajednice poduzeća«. Prošla su vremena kada smo zbog kritike pojedinog radnika vršili represalije. Ubuduće se zbog takvog kršenja ustavnog načela samoupravljanja izlažemo riziku da se takvo naše postupanje iznese van poduzeća i čak na ustavni sud. Osim individualne zaštite u zakonu je tačno precizirana i kolektivna zaštita, i to naročito u dijelovima poduzeća, time da i ta zaštita ne dopre samo do radničkog savjeta poduzeća već i do općinske skupštine i čak do ustavnog suda.

Na kraju izlaganja o organima upravljanja u poduzeću moram spomenuti i to da neki stručnjaci u distributivnim poduzećima kritiziraju velike troškove organa upravljanja, a istovremeno ne vode dosta brige o ostalim troškovima poduzeća. Samoupravljanje je ustavno pravo radnih ljudi u poduzeću, koje se mora odvijati u smislu zakona i u okviru nužnih troškova za realizaciju toga prava. Bilo bi interesantno usporediti troškove organa upravljanja s troškovima sjednica stručnih kolegija i sastanaka stručnjaka u distributivnom poduzeću i izvan njega.

4. Statut i drugi opći akti

Sadašnje stanje u vezi s općim aktima u distributivnim je poduzećima vrlo različito čak u okviru pojedinih republika. U Sloveniji je svih pet distributivnih poduzeća donijelo svoje statute već krajem 1963. godine, a u nekim republikama tek sastavljaju nacrte na osnovu novih zakona. Bez obzira na takve razlike sva su distributivna poduzeća čak pod sankcijom prinudne uprave, zadužena da mijenjaju ili donesu nove statute i druge opće akte u smislu novih propisa. Rad na tom važnom poslu se u distributivnom poduzeću vrlo sporo odvija.

Svako distributivno poduzeće mora paziti na to da je sa usklađivanjem organizacije i poslovanja poduzeća kroz statut i druge opće akte poduzeća precizirano čitavo područje novih propisa. Zakon propisuje sadržaj statuta time, da se neke odredbe m o r a j u unijeti, a neke m o g u unijeti u statut poduzeća, ili druge opće akte.

Dosadašnja iskustva pokazuju da se statuti u distributivnim poduzećima katkada sastavljaju vrlo načelno, a negdje idu u takve sitnice, da predstavljaju pravi kodeks općih propisa o distributivnom poduzeću. Formalnost ili glomaznost statuta ide na štetu njegove kvalitete a najgore što može postići distributivno poduzeće je »prepisivačka djelatnost«. Tu moram naročito podvući potrebu dobrog pravnika koji ne živi samo na sudu već i u općim aktima poduzeća. I u distributivnim poduzećima žale se negdje pravnici na nepravilno angažiranje njihovih stručnih sposobnosti u čisto administrativne svrhe. Negdje se pravnici čak zloupotrebljavaju za nalaženje »rupa« u zakonu u interesu poduzeća. Na drugoj strani opet imamo u poduzeća pravnika, koga interesiraju samo pravni sporovi, a negdje ih čak uopće nema. Zbog svega toga se u nekim poduzećima podvlači potreba za izdvajanjem pravne službe iz općeg sektora poduzeća. Pri tome treba spomenuti da se pravna služba ne može postaviti iznad svih sektora poduzeća, da ona može vršiti prije spora na sudu samo savjetodavnu funkciju u drugim sektorima isključivo samo sa pravnog gledišta, a da je izdvajanje pravne službe iz općeg sektora nužno samo tamo, gdje je to jedini izlaz zbog toga, jer šefuje nad pravnikom takvo nestručno lice koje nema smisla za razvijanje samostalnog rada pravne službe u okviru općeg sektora.

Pošto su nova distributivna poduzeća po svom opsegu dosta velika, postoji potreba da se pojedina područja unutarnjih odnosa u poduzeću uređuju posebnim općim aktima. U praksi distributivnih poduzeća postoji opasnost da je broj i opseg općih akata tolik da se gubi pravilna orijentacija o tim odnosima ili čak nastupa neusklađenost među pojedinim općim aktima. Zbog toga smatram da moraju u poduzeću po zakonu postojati slijedeći opći akti:

— statut poduzeća,
— pravilnik o radnim odnosima poduzeća,
— pravilnik o raspodjeli dohotka sa naročitom glavom u vezi sa formiranjem i raspodjelom dohotka iz osnovne djelatnosti,
— pravilnik o zaštiti pri radu u poduzeću,

— pravilnik o stanovima i davanju kredita za stanove,
— poslovnik o radu organa upravljanja u poduzeću.

U pogonu bi mogli biti slijedeći opći akti:

— poslovnik o organizaciji rada pogona,
— pravilnik o raspodjeli dohotka i ličnih dohodaka

Smatram da se mogu svi ostali propisi internog značaja uključiti u jedan od gore navedenih općih akata poduzeća ili pogona. Pri tome je naročito važan propis u zakonu o dostupnosti tih akata svakome radniku u poduzeću zbog spomenutog terenskog značaja distributivnih poduzeća.

Pošto je odlučivanje o unutrašnjim odnosima samoupravno pravo svakog poduzeća, nužno je da se u statutu poduzeća utvrdi i postupak i rokovi za njihovo donošenje i važnost time, da može opći akt po zakonu važiti tek od njegove objave, osim pravilnika o raspodjeli dohotka. Važna je i nova terminologija u smislu novih zakona, a upotreba starih termina vrlo je loša legitimacija za pravnika u poduzeću.

Vrlo je interesantna činjenica, da ni pojedina republička poslovna udruženja distributivnih poduzeća nikako ne mogu skupiti opće akte distributivnih poduzeća, a kamoli da bi u tome uspio koordinacioni odbor poslovnih udruženja i republičkih distributivnih poduzeća. Ti opći akti ne bi u buduće smjeli biti poslovna tajna svakog distributivnog poduzeća i bez osnova je ljubomorno čuvanje tih općih akata u okviru poduzeća. Izgleda da je nivo tih općih akata katkada tako loš, da se distributivno poduzeće ne usuđuje proslijediti svoje akte udruženju, a kamoli drugom distributivnom poduzeću. Distributivna poduzeća ulažu velike napore za uređivanje unutrašnjih odnosa i velika je šteta što se ti pojedinačni napori ne sjedine u zajedničko upoznavanje i usklađenje najuspjelijih oblika u distribuciji Jugoslavije ili bar u okviru pojedinih republika. Pošto je sada vrijeme da uskladimo sve opće akte poduzeća s novim propisima i uspjelom praksom, mislim da je sada i pravo vrijeme da skupimo novo interno zakonodavstvo distributivnih poduzeća u te svrhe bar u republičkim udruženjima.

Ti opći akti nisu nikako zastave kojima mašemo ispred raznih društveno-političkih zajednica već ih donosimo zbog poduzeća samog i u svrhu realizacije ustavnih načela i zakona u distributivnom poduzeću.

3. Pitanja statuta u distributivnim poduzećima

Od velikog broja pitanja statuta, koja rješava novi zakon naročito su za distributivna poduzeća važna slijedeća pitanja.

— osnivanje, spajanje i pripajanje poduzeća,
— predmet poslovanja poduzeća,
— firma poduzeća i njena zaštita,
— zastupanje poduzeća,
— osnivanje, spajanje, ukidanje, preselenje i izdvajanje jedinica.

Osnovni zakon o elektroprivredi propisuje »da je za osnivanje, spajanje i pripajanje elektroprivrednih poduzeća u periodu od dana stupanja na snagu ovog zakona do 30. juna 1965. godine potrebna suglasnost republičkog Izvršnog vijeća«. Iako je zakonodavac tom odredbom zamišljao statutne promjene proizvodnih i prijenosnih poduzeća zbog ukidanja republičkih zajednica, postojale su na osnovu ove odredbe u nekim republičkim organima tendencije van distribucije za spajanje distributivnih poduzeća sa proizvodno-prijenosnim poduzećima. Pošto su bile te tendencije bez skoro ikakve tehničke i ekonomske stvarne dokumentacije i pošto su distributivna poduzeća postigla viši nivo organizacije, poslovanja i raspodjele tek s odvajanjem u samostalna poduzeća i u novim ekonomskim odnosima u elektroprivredi, svi su ti pokušaji u glavnome bar do danas propali. Poslije spomenutog datuma važi i za distributivna poduzeća propis o osnivanju, spajanju i pripajanju kao i za poduzeća drugih privrednih djelatnosti. To znači da nije u buduće po zakonu potrebna za promjenu statutnog položaja distributivnog poduzeća nikakva suglasnost ili odobrenje organa izvan poduzeća. Osnivanje, spajanje i pripajanje distributivnih poduzeća je u buduće samoupravno pravo radnih ljudi poduzeća a van poduzeća mogu po zakonu zainteresirane društveno-političke zajednice, komore, radne i druge organizacije podnijeti samo svoje primjedbe sudu, koji je izvršio upis akata u registar. Na radnu zajednicu poduzeća se može vršiti izvana samo još politički pritisak bez ikakvog zakonskog prava. O takvoj promjeni statusa distributivnog poduzeća ne može više odlučivati ni radnički savjet poduzeća već samo referendum a osnova za referendum može biti samo dokumentacija o ekonomskoj opravdanosti takve promjene za samo poduzeće. Prilikom iznošenja novog zakona o elektroprivredi pred Saveznu skupštinu zastupnik SIV-a je naročito podvukao da nije nikako poželjna fuzija distributivnih poduzeća sa proizvodno-prijenosnima, iako znamo da postoji ta želja u nekim centralnim organima.

Dosadašnji predmet poslovanja distributivnog poduzeća propisan je bio u aktu o osnivanju novog distributivnog poduzeća sredinom 1963. godine. Po novom zakonu mora biti predmet poslovanja utvrđen po nomenklaturi privrednih djelatnosti, koja je propisana posebnim saveznim zakonom. Distributivna poduzeća imala su i do danas dosta poteškoća s registracijom svojih sporednih djelatnosti naročito u slučaju projektne, građevinsko-montažne i auto-transportne i trgovačke djelatnosti. Distributivna poduzeća moraju uskladiti registraciju predmeta poslovanja u smislu zakona. Novčanom kaznom do 10 milijuna dinara kaznit će se za privredni prijestup poduzeće ako se bavi djelatnostima koja nisu upisana u registar kao predmet njegovog poslovanja. U praksi se u distributivnim poduzećima primjećuje sužavanje sporednih djelatnosti u korist osnovne djelatnosti što je posljedica novih ekonomskih odnosa u elektroprivredi.

Firma distributivnih poduzeća često je slabo formulirana i zbog uvodne riječi »Elektro —« imaju naša poduzeća dosta velike poteškoće. Zakon daje pravo tužbe sudu zbog zaštite firme a tim se pravom distributivna poduzeća ne koriste, iako zbog vrlo sličnih firmi dolazi do velikog brkanja poduzeća. Interesantna je činjenica da nisu ni samim distributivnim poduzećima jedne republike poznate pravilne firme distributivnih poduzeća u drugim republikama što važi i za koordinacioni odbor distribucije Jugoslavije.

Odredbe zakona o zastupanju poduzeća su naročito važne za distributivno poduzeće zbog spomenutog terenskog značaja s velikim brojem područnih pogona i jedinica. Zakon omogućuje prijenos prava zastupanja u četiri vida i to: prokuru, generalnu i specijalnu punomoć i punomoć o zaposlenju. Ovi oblici propisani su naročito u vezi s potpisivanjem ugovora. U distributivnim poduzećima primjećuje se izvjesna opreznost u vezi s prijenosom zastupanja poduzeća, vjerojatno zbog pravnog obezbjeđenja poslovanja poduzeća kao cjeline. Novi su propisi vrlo pojednostavili čin zastupanja poduzeća, a u internim propisima mora biti tačno precizirana unutrašnja odgovornost ovlaštenog lica u punom opsegu. Vrlo je štetno odricanje unutrašnje odgovornosti u slučaju nastupanja spora ili čak nesreće te isticanje odgovornosti prilikom određivanja vrijednosti radnog mjesta. U zakonu je naročito podvučeno da »ako direktor zaključi ugovor protivno odredbama zakona (tj. bez saglasnosti radničkog savjeta za određene ugovore), takav je ugovor punovažan, ali se protiv direktora poduzeća može pokrenuti disciplinski postupak ili postupak za razrješenje s dužnosti i podnijeti tužba sudu za naknadu štete nastale zaključivanjem tog ugovora«. Osnivanje prokure stvar je statuta, a prijenos punomoći stvar direktora poduzeća. Potrebno je uskladiti dosadašnje punomoći, koje imaju šefovi služba ili pogona, s novim zakonskim odredbama o zasnivanju poduzeća.

»O osnivanju, spajanju, ukidanju i preseljenju pojedinih jedinica poduzeća bez obzira na spomenute rangove jedinica u vezi s pravima i dužnostima u upravljanju po novom zakonu (radna jedinica, pogon ili organizacija) odlučuje radnički savjet poduzeća na osnovu mjerila i postupka utvrđenog statutom. Pri donošenju odluke, radnički savjet dužan je pribaviti i razmotriti mišljenje radne zajednice jedinice«. Ovu zakonsku odredbu navodim zbog toga, jer može u poduzeću, naročito poslije usklađivanja sa zakonom, doći do ovih statutnih promjena jedinica u poduzeću. Zbog specifičnosti distributivnog poduzeća važna je i zakonska odredba »da mogu poduzeća imati izdvojena radna mjesta na teritoriju ili van teritorija općine u kojoj je sjedište poduzeća odnosno jedinice. Poduzeće može obrazovati izdvojeno radno mjesto samo ako zbog malog obima posla, malog broja radnika (najviše 5 ljudi) ili nesrazmjerno visokih troškova, ne postoje uvjeti za osnivanje posebne jedinice.« I tako dolazimo do novog pojma, koji se može upotrijebiti naročito u distributivnom poduzeću. Distributivno poduzeće ima u svakom slučaju na terenu male rajone, ekspoziture ili istaknuta radna mjesta s malo ljudi te može u takvom slučaju sprovesti organizaciju bez propisanih prava jedinica — dijelova poduzeća u tim izdvojenim poslovnim mjestima. Zakon propisuje da ne mora biti izdvojeno poslovno mjesto koje ima više od 5 radnika. Takva izdvojena poslovna mjesta svakako se uključuju u sastav određene radne jedinice ili pogona. Postoji i mogućnost izdvajanja jedinica iz sastava poduzeća. O tome odlučuje radnički savjet poduzeća na zahtjev radne zajednice jedinice. U sporu može radna zajednica jedinice staviti zahtjev za posredovanje mješovite arbitraže. Ti propisi ukazuju na prava radne jedinice, koja se mogu pod uvjetima zakona realizirati i u distributivnom poduzeću pa čak i izvan njega.

4. Novi pravni odnosi u distributivnom poduzeću

Osnovni zakon o elektroprivredi propisuje slijedeće važne odredbe iz oblasti pravnih odnosa u distributivnom poduzeću:

— Međusobni odnosi elektroprivrednih poduzeća, kao i njihovi odnosi s potrošačima električne energije, reguliraju se ugovorom u skladu sa zakonom.

— Isporuka električne energije između elektroprivrednih poduzeća kao i između elektroprivrednih poduzeća i potrošača električne energije vrše se na osnovu pismenih ugovora o kupoprodaji električne energije. Zakon propisuje i sadržaj takvog ugovora.

— Statutom ili drugim općim aktom distributivnog poduzeća odredit će se u kojim slučajevima i pod kojim uvjetima se isporuka električne energije može vršiti na osnovu ugovora o pristupanju.

— Savezna privredna komora može utvrditi posebne uzance o kupoprodaji električne energije. Uzance se primjenjuju, ako se ugovorom o kupoprodaji električne energije nije isključilo njihovo primjenjivanje u cijelosti ili djelomično.

— Priključenje novog industrijskog objekta ili mreže za električnu vuču odnosno povećanje priključne snage trošila električne energije na takav objekat, vrši se na osnovu ugovora o uvjetima za takvo priključenje ili povećanje priključne snage i to između elektroprivrednog poduzeća i investitora. Zakon propisuje i sadržaj takvog ugovora te obaveza elektroprivrednog poduzeća za sklapanje takovog ugovora u granicama njegovih energetskih i tehničkih mogućnosti.

— Statutom ili drugim općim aktom distributivnog poduzeća odredit će se u kojim slučajevima nije potrebno pribaviti elektro-energetsku suglasnost.

— Utvrđeno je pravo elektroprivrednog poduzeća za obustavu isporuke električne energije potrošaču, koji se ne pridržava ugovora, potrošaču koji ne ispunjava propisane tehničke uslove ili

potrošaču koji ne plati račun za isporuku električne energije. Uslovi takve obustave propisani su zakonom.

— Propisane su sankcije za elektroprivredno poduzeće, koje obustavi isporuku električne energije protivno uvjetima po zakonu, i u slučaju protuzakonitog odbijanja priključenja uključujući i pravo na naknadu štete.

— Ukoliko elektroprivredno poduzeće ne izvršava ili neuredno izvršava odredbe ugovora o isporuci električne energije, odgovorno je po općim pravnim pravilima o naknadi štete.

— Elektroprivredno poduzeće odnosno potrošač, kome je smanjena ugovorna isporuka električne energije iz razloga koji su propisani zakonom, ima pravo na naknadu štete od poduzeća, koje mu je smanjilo isporuku električne energije, osim ako je elektroprivredno poduzeće zbog više sile došlo u nemogućnost da izvrši svoje ugovorene obaveze u pogledu isporuke električne energije.

Iz gore navedenih odredaba novog osnovnog zakona o elektroprivredi možemo izvući zaključak, da mora distributivno poduzeće iz osnova mijenjati svoje pravne odnose i način poslovanja s potrošačima električne energije i da stupa u potpuno nove pravne odnose s proizvodno-prijenosnim poduzećima mjesto sa Zajednicom. Poslovanje distributivnog poduzeća do izlaska novog zakona vršilo se je na osnovu propisa, a po novom zakonu sklapaju distributivna poduzeća više vrsta ugovora, a zakonodavac je propisao odredbe po kojima se ukida katkada monopolni položaj distributivnog poduzeća. Iz novih propisa se jasno vidi, da distributivna poduzeća ne vrše više javnu službu i da stupaju u nove ugovorne odnose gdje postoje dvije jednakovrijedne ugovorne strane. Nepoštovanje ovih ugovora sa strane potrošača povlači za sobom odbijanje priključenja trošila ili obustavu isporuke električne energije, a nepoštovanje ovih ugovora sa strane distributivnog poduzeća povlači za sobom povećane troškove i naknadu štete, koja po mom mišljenju nije ukalkulirana u tarifu za prodaju električne energije. Distributivno poduzeće je u istom odnosu prema proizvodno-prijenosnom poduzeću kao što je potrošač električne energije prema distributivnom poduzeću. Ta dva nova pravna odnosa distributivnog poduzeća prema elektroprivrednom poduzeću koje dobavlja električnu energiju s jedne strane i prema potrošaču električne energije s druge strane diktiraju potrebu da se ovi odnosi više ne rješavaju samo preko tehničke, konzumne ili financijske službe poduzeća ili pogona već i preko pravne službe poduzeća, koja mora prvenstveno djelovati preventivno, a ne kurativno. To podvlačim zbog toga jer zakon izričito propisuje da se naknada štete tretira po općim pravnim propisima. Mnogo lakše je urediti poslovanje solidnim ugovorom i njegovim poštovanjem, a mnogo teže je voditi parnicu na sudu pod parolom »da na poduzeću nije krivica«.

Osim ovih novih propisa postoji i nadalje u distributivnom poduzeću još niz pravnih pitanja kao na primjer:

— Naknada štete za upotrebu zemljišta u slučaju izgradnje ili rekonstrukcije distributivnih objekata, koju neka distributivna poduzeća izbjegavaju.

— Nedostatak propisa za prijenos izgrađenog distributivnog objekta od investitora u osnovna sredstva distributivnog poduzeća i to bez naknade.

— Sporovi zbog priključenja jednog potrošača na mrežu, koju je financirao drugi potrošač električne energije, bez njegove suglasnosti.

— Smetanje posjeda koje distributivno poduzeće katkada još uvijek vrši pod vidom »javne službe«.

— Sporovi zbog krađe električne energije, koji su posljedica loše kontrole.

— Osporavanje visine ugovorne cijene sa strane investitora zbog loše evidencije o ugrađenom materijalu i vremenu izrade objekta, ili zbog nesolidnog rada distributivnog poduzeća kao izvođača i dr.

Na kraju distributivna poduzeća moraju riješiti još svoj pravni odnos sa Jugoslovenskom elektroprivrednom zajednicom. Osnovni zakon o elektroprivredi propisuje i mogućnost da se u Zajednicu mogu kao dobrovoljni članovi udružiti i distributivna poduzeća i to pod uvjetima utvrđenim statutom Zajednice. Koordinacioni odbor poslovnih udruženja i republičkih distributivnih poduzeća Jugoslavije podnio je u ime distributivnih poduzeća svoj prijedlog za spomenute uvjete, koji do danas, na žalost, nisu unijeti u statut Zajednice i zbog toga se odnosi između distributivnih poduzeća i Zajednice još danas rješavaju po zakonu i dosadašnjoj praksi. Ponovno podvlačim potrebu da nakon što su izašli novi propisi koordinacioni odbor nađe svoj zakoniti pravni oblik, ukoliko Zajednica smatra da u njenim organima upravljanja nema mjesta distributivnim poduzećima kao ravnopravnim članovima.

Naslov pisca: Roman Leskošek, dipl. ing. i ek., Ljubljana

PODJELA RADA U ELEKTROPRIVREDI

Mugdim Kulenović, Sarajevo

Autor raspravlja o podjeli rada u elektroprivredi na temelju propisa novog Osnovnog zakona o elektroprivredi iz 1965. godine. Smatra da je u skladu s funkcionalnom podjelom rada trebalo izvršiti i razgraničenje sredstava rada. Međutim, novi Osnovni zakon o elektroprivredi (čl. 3) ne razgraničuje sredstva rada prema njihovim funkcijama, već prema veličini napona. Autor razmatra konzekvence ovih okolnosti s aspekta cijene električne energije i perspektivnog razvoja opskrbe električne mreže i predlaže izmjenu čl. 3 novog Osnovnog zakona o elektroprivredi.

DK 621.311.1.007

1. Uvod

Zakon o elektroprivrednim organizacijama, koji je stupio na snagu 23. I 1958. (Sl. list FNRJ broj 2/58), sa svim izmjenama i dopunama, sve do sadašnjeg Osnovnog zakona o elektroprivredi (Sl. list SFRJ broj 17/65) izvršio je osnovnu podjelu rada u elektroprivredi na:

1. djelatnost proizvodnje i prijenosa električne energije i
2. razvod i isporuku električne energije na distributivnoj mreži.

Ovakva podjela rada u skladu je sa stepenom razvoja elektroprivrede. Međutim, razgraničavanje sredstava rada između navedenih djelatnosti nije adekvatno razgraničenju funkcija tih djelatnosti.

Prema ranijem Zakonu o elektroprivrednim organizacijama proizvodna poduzeća obuhvatila su elektrane veće od 10 MW, dok su se pod postrojenjima prijenosnih poduzeća podrazumijevali dalekovodi i transformatorske stanice napona 110 kV i višeg, kao i dalekovodi i transformatorske stanice nižeg napona koji su povezivali direktne potrošače i elektrane snage 10 MW s prijenosnom mrežom elektroprivrednih zajednica.

Direktni potrošači električne energije prema datoj formulaciji su potrošači priključeni na prijenosnu mrežu ili neposredno na elektranu vezanu za mrežu napona od 110 kV i više, a izuzetno i potrošači vezani za niži napon, ako su ostvarili ili ugovorili godišnju potrošnju veću od 50 milijuna kWh.

Električna mreža razvoda i distribucije obuhvaćala je vodove i transformatorske stanice napona od 35 kV, koji se ne smatraju postrojenjima prijenosa i elektrane snage do 10 MW, koje su vezane za distributivnu mrežu i proizvode pretežan dio električne energije za tu mrežu. Bila je ostavljena mogućnost da energetska postrojenja koja izgrade distributivna poduzeća uđu u sastav toga poduzeća bez obzira na instaliranu snagu i napon. Iz gornjeg proizlazi da su se snabdijevanjem potrošača električnom energijom bavila i prijenosna poduzeća i to snabdijevanjem većih potrošača mada je granica od 50 milijuna kWh proizvoljno određena. S druge strane ostavlja se mogućnost da

i elektrodistribucija može imati postrojenja 110 kV napona, ali pod uvjetom da ih sama izgradi.

Potrošači elektrodistributivnih poduzeća koji su se približavali granici potrošnje električne energije od 50 milijuna kWh ili koji ugovore ovu količinu, prelaze u direktne potrošače sa snabdijevanjem na električnu mrežu prijenosa i tako izazivaju poremećaje u cijenama električne energije kod svih preostalih potrošača na električnoj mreži distribucije. Ovakav položaj direktnih potrošača ima u izvjesnom smislu povlašteni položaj u odnosu na elektrodistributivna poduzeća, jer kupuju električnu energiju po znatno nižoj cijeni.

Na taj način se vrši prelijevanje dohotka elektroprivrede direktnim potrošačima putem niže cijene električne energije.

2. Novi Osnovni zakon o elektroprivredi iz 1965. godine

Uviđajući ovakvu nedosljednost kod razgraničenja sredstava rada u elektroprivredi, distributivna poduzeća su stavila svoje primjedbe već i na sam prednacrt novog osnovnog zakona o elektroprivredi.

Treba istaći da su, osim distributivnih poduzeća, i neke druge elektroprivredne organizacije proizvodnje i prijenosa u isto vrijeme u svojim prijedlozima nove organizacije više naglašavale razgraničenja prema funkciji, a manje prema veličini napona postrojenja.

Međutim, u novom Osnovnom zakonu o elektroprivredi, koji je stupio na snagu 8. IV 1965. godine u tom pravcu nije došlo ni do kakvih kvalitetnijih promjena. Naprotiv, novom stilizacijom člana 3. Zakona prijenosna mreža može pored dalekovoda i transformatorskih stanica 110 kV i višeg napona obuhvatiti i dalekovode napona nižeg od 110 kV preko kojih su elektrane ili potrošači neposredno vezani na dalekovode napona od 110 kV i više.

Slučaj sa TE Banovići najbolje pokazuje do kakvih se je apsurda došlo. Ova elektrana sa svojim osnovnim sredstvima vezana je na prijenosnu mrežu, ali se nalazi u sastavu distribucije. Ranije, dok je proizvodila električnu energiju za prijenosnu mrežu, dobivala je naknadu za proizvodnju. Sada je međutim obustavljen rad, a istovremeno se vrši redukcija električne energije.

3. Problemi u vezi člana 3. Osnovnog zakona o elektroprivredi

Prema stilizaciji člana 3. novog Osnovnog zakona o elektroprivredi izvjestan broj potrošača priključenih na mrežu distribucije može prijeći na snabdijevanje na mrežu prijenosa.

Na području Hrvatske, na primjer, neki potrošači su već prešli s mreže razvoda i distribucije na mrežu prijenosa. U Bosni i Hercegovini, također, sadašnji potrošači distribucije vrše pripreme za prelazak na prijenosnu mrežu, čime bi se mogao smanjiti obim potrošnje za 54 milijuna kWh. Slična situacija je u Srbiji, Makedoniji i Sloveniji.

Svako smanjenje obima potrošnje električne energije utječe na povećanje prodajnih cijena na mreži distribucije radi velikog učešća fiksnih elemenata u strukturi vrijednosti proizvodnje. U sadašnjoj situaciji povećanja nivoa cijene električne energije još teže će se odrediti dodatno povećanje zbog neopravdanog selenja potrošača.

Naravno, na područjima takvih poduzeća elektrodistribucije neminovno će doći do znatnog povećanja cijena električne energije preostalim potrošačima na 0,4 kV naponu, jer se preostalim potrošačima na 35 i 10 kV naponu ne mogu više povećavati cijene. Ovo iz razloga što bi se stvorio još veći disparitet cijena električne energije u odnosu na potrošače na mreži prijenosa.

Prelaskom potrošača distribucije na mrežu prijenosa odlijeva se odmjereni dohodak distribucije djelomično tim potrošačima, a djelomično u sferu proizvodnje i prijenosa, što kod sadašnjeg načina formiranja nivoa kalkulativnih cijena električne energije nema nikakvog opravdanja.

Podjela funkcije, a s tim u vezi i razgraničenje sredstava rada, između proizvodno-prijenosnih i distributivnih poduzeća ne bi se mogla u uvjetima konstantnog razvoja i proširenja elektroprivrede vršiti na temelju veličine napona već prema funkciji postrojenja. S jedne strane su elektroenergetska postrojenja koja služe interkoneksiji proizvodnje velikih elektrana (paralelna istovremena proizvodnja), odnosno povezivanje regiona proizvodnje s regionima potrošnje, a s druge strane su elektroenergetska postrojenja koja služe razvodu i distribuciji te snabdijevanju potrošača električnom energijom. Izuzetno na mreži prijenosa mogli bi se snabdijevati električnom energijom samo energetski fleksibilni (prilagodljivi) potrošači, tj. oni koji mogu prilagoditi proces svoje proizvodnje režimu optimalnog rada elektroenergetskog sistema (vodni tokovi i sl.).

Već danas ima postrojenja 110 kV napona koja isključivo služe razvodu električne energije i snabdijevanju potrošača. Očekuje se, da će 110 kV mreža sve više gubiti svoju funkciju interkoneksije te preuzimati funkciju razvoda i opskrbe potrošača električnom energijom. Prema tome, 110 kV napon postat će dio opskrbnog napona i uključiti se u sredstva rada distribucije, isto tako, kao što se je i mreža 35 kV napona uključila u distribuciju nakon što je izgubila svoju funkciju interkoneksije proizvodnje.

Brzi razvoj privrede i porast svih kategorija potrošnje traži i veće količine električne energije.

Naročito je osjetan porast potrošnje električne energije kod manjih potrošača. Domaćinstva također vrše snažan pritisak na sve veću upotrebu električne energije. Ovo dolazi i kao posljedica povećanog standarda, doseljavanja novih stanovnika u gradove i priključivanja novih potrošača na tek elektrificiranim područjima.

Zbog novog konzuma koji se stalno razvija, udaljenosti do izvora električne energije postaju sve »veće« a time i prijenosni napon od 110 kV postaje prenizak, te ga zamjenjuje 220 kV napon.

Radi sve većeg specifičnog opterećenja koje raste u većim gradovima, ima već pokušaja, da se i distributivni napon od 35 kV preskoči (izostavi) i da se koristi transformacija 110/10/0,4 kV.

Ovaj problem je kod nas pokrenut na VII Savjetovanju jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE na Bledu 1964. godine. Sve ovo upućuje, da je danas veći dio 110 kV mreže izgubio svoju funkciju prijenosa i postao opskrbni napon, te se postepeno uključuje u sredstva rada distribucije.

U uvjetima mogućeg prelaska industrijskih potrošača s mreže razvoda i distribucije na mrežu prijenosa ostaje nepodmiren dio troškova kapitala 35 i 10 kV napona koji otpada na te potrošače, jer je električna mreža toga napona građena i za

njih. S nepokrivenim dijelom troškova kapitala 35 i 10 kV napona trebat će teretiti preostale potrošače distribucije. To više nije troškovni princip. Osim toga, isporučioci na ovako formiranom tržištu električne energije nemaju ravnopravne kondicije, pa ne postoji ni objektivna konkurentnost. Tarifa za tzv. direktne potrošače mreže prijenosa povoljnija je od tarife za distributivna poduzeća i njihove potrošače. Iako su ekonomski instrumenti energetski fleksibilnih (prilagodljivih) potrošača električne energije donekle prilagođeni novim cijenama električne energije na mreži prijenosa, oni i dalje traže niže cijene od propisanih, jer su svjetske cijene njihovih proizvoda niže od domaćih.

4. Zaključak

S obzirom na izloženo, potrebno je da se pitanje razgraničenja sredstava rada između proizvodno-prijenosnih i distributivnih poduzeća ponovno razmotri. Smatra se neophodnim ponovno pokrenuti pitanje člana 3. Osnovnog zakona o elektroprivredi i još jednom ukazati na tehničko-tehnološke probleme razvoja mreže i ekonomske posljedice na poslovanje distributivnih poduzeća koje proizlaze iz stilizacije i primjene ovog člana Zakona u praksi.

Kruta i netehnološka podjela sredstava rada po veličini napona, već i u današnjim uslovima onemogućava i koči konsolidaciju razvodne mreže, a naročito njen planski razvoj.

Nagli razvoj energetike na pojedinim distributivnim područjima, gledan kroz sferu interkoneksije proizvodnje, danas se rješava putem 22 kV postrojenja, jer su 110 kV postrojenja za ovu svrhu prijenosa neekonomska, ona sve više preuzimaju funkciju razvoda električne energije na distributivnim područjima.

Organizacije proizvodnje i prijenosa električne energije ne poklanjaju u današnjoj situaciji odgovarajuću pažnju izgradnji ove mreže, a s druge strane razvodna problematika distribucije usko je vezana za njen razvoj. Distribucija je naročito zainteresirana za izgradnju 110 kV postrojenja bez obzira na stilizaciju čl. 3. Osnovnog zakona. Neizvjesnost izgradnje povlači energetske konzekvencije, jer se kvantitet prijenosa električne energije ne može osigurati, a kvalitet energije je u stalnom i neprekidnom opadanju.

Mogućnost fluktuiranja pojedinih potrošača s mreže distribucije na mrežu prijenosa ukazuje na još niz tehnoloških i ekonomskih problema poslovne politike distributivnih poduzeća. Izgradnja mrežnih postrojenja i njene energetske projekcije zasnivaju se na planskim razvojnim karakteristikama potrošnje električne energije. U određenom momentu razvoja jednog mikrokonzumnog područja kada se dovod energije mora rješavati višim naponima uz odgovarajuća financiranja tih postrojenja, jedan dio potrošača može da pređe na snabdijevanje na novo izgrađeno postrojenje. Međutim, obaveze koje oni svojim postojanjem stvaraju i dalje ostaju i prenose se na ostale potrošače u vidu povećanja cijene električne energije. S druge strane ovo je dvojna izgradnja mrežnih postrojenja, što se ne može smatrati racionalnim.

U današnjim uvjetima poslovanja praktički se ne može govoriti o konkurentnosti, jer primjena troškovnog principa tarifiranja nije do kraja provedena. Jedan dio potrošača na višim naponima još uvijek plaća dio troškova električne energije za domaćinstva.

U vezi s izloženim smatra se da bi poduzeća prijenosa trebala obuhvaćati vodove prijenosa 110 kV i višeg napona, transformatorske stanice 220 kV kao i transformatorske stanice uz elektrane te dalekovode nižeg napona preko kojih su elektrane vezane za prijenosnu mrežu.

Distributivna mreža trebala bi, međutim, obuhvaćati transformatorske stanice 110 kV i nižeg napona kao i dalekovode 110 kV i nižeg napona, koje služe razvodu i isporuci električne energije na distributivnoj mreži.

Prijedlog se temelji na činjenicama da se osigura normalni tehnološki kontinuitet prijenosne razvodne i opskrbne električne mreže i da se tehnološki razgraniči funkcija interkoneksije proizvodnje od funkcije razvoda i distribucije električne energije.

Naslov pisca: Mugdim Kulenović, dipl. ek., Poslovno udruženje elektrodistributivnih poduzeća SR BiH, Sarajevo

ZNAČENJE I STATUS »RADNA JEDINICA« U ZAKONIMA I STATUTU

Jedinica za izradu investiciono-tehničke dokumentacije i izgradnje investicionih objekata

Dušan Jelavić, Mostar

Pojam radna jedinica u smislu Osnovnog zakona o poduzećima ima samo generično značenje, a to znači da predstavlja samo zajednički naziv za pojedine vrste dijelova s određenim karakteristikama. Proizlazi da ovi termini ne obavezuju na izmjenu dosadašnjih naziva uobičajenih u praksi, što znači da u smislu raspodjele dohotka i dalje mogu da se zadrže do sada uobičajeni nazivi »ekonomska jedinica« i »obračunska jedinica«. Da je to tačno, proizlazi iz odredbe člana 15. Zakona o sredstvima privrednih organizacija, gdje se kaže: da se općim aktom o raspodjeli dohotka utvrđuju »... prava pogona, ekonomskih i drugih radnih jedinica«. U Statutu treba obavezno naglasiti koji dijelovi zakona imaju položaj radnih jedinica u smislu Osnovnog zakona o poduzećima.

U raznim, sada važećim zakonima, pojam »radna jedinica« ima u obimu različito značenje. Navodimo radi primjera, nekoliko takvih slučajeva:

1. U smislu Osnovnog zakona o poduzećima »radnu jedinicu čine radni ljudi u dijelu poduzeća koji koriste određena sredstva u procesu rada koji predstavlja cjelinu ili njegov zaokruženi dio, čiji se rezultati rada mogu planirati i mjeriti i na osnovu toga utvrđivati dohodak i vršiti njegova raspodjela«.

Znači, ovdje se podrazumijevaju dijelovi s manjim radnim zajednicama, uloženim društvenim sredstvima i obimom poslovanja.

2. Po drugim propisima, pojam »radna jedinica« ima šire značenje. Naime, pojam »radna jedinica« po tim propisima nema onaj smisao koji ima taj pojam po Osnovnom zakonu o poduzećima.

Šire značenje ima ovaj pojam u Osnovnom zakonu o radnim odnosima. To isto vrijedi i za Osnovni zakon o izborima radničkih savjeta i drugih organa upravljanja u radnim organizacijama, jer sa stanovišta ovih propisa nema potrebe da se pravi razlika u izbornom postupku pri izboru organa upravljanja u dijelovima radne organizacije za koje organe taj Zakon također upotrebljava zajednički naziv »savjet radne jedinice«. Izborni postupak je isti, jer nema razloga da elementi veličine (brojno stanje, veličina sredstava i sl.) imaju značaj pri utvrđivanju izbornog postupka.

3. Šire značenje pojma »radna jedinica« poznaje i Zakon o knjigovodstvu privrednih organizacija. Prema ovom Zakonu privredna organizacija može voditi i posebno knjigovodstvo za svaku radnu jedinicu, odnosno, za pojedine radne jedinice. Ako vodi posebno knjigovodstvo po svojim radnim jedinicama, dužna je, povremeno, a najmanje za vrijeme za koje obavezno

sastavlja periodični obračun, u centralnom knjigovodstvu knjižiti cjelokupan promet po pojedinim kontima svake radne jedinice.

Značenje prije istaknutih pojmova se akceptira zbog toga da bi se ovo imalo u vidu pri primjeni tih pojmova u tim propisima. Ali, Statut poduzeća, kao »mali ustav« sadrži ponešto od svih zakona i na njega se opiru svi opći akti privredne organizacije, koji se donose u skladu sa Statutom i drugim zakonima i propisima donesenim na osnovu tih zakona.

Postavlja se pitanje, šta podrazumijevati pod pojmom »radna jedinica« u Statutu, koji trebamo donijeti ili uskladiti u smislu novih propisa? Mišljenja smo da bi više trebalo da prevladava mišljenje — da bi se različiti pojmovi trebali tumačiti u pojedinim odredbama i poglavljima Statuta onako — kakvo značenje imaju u zakonima i drugim propisima koji reguliraju tu materiju, nego mišljenje da bi pojam »rad-

na jedinica« trebao analogno Ustavu i Osnovnom zakonu o poduzećima da ima samo opće značenje.

Uslovi utvrđeni Zakonom o poduzećima za proglašenje dijela radne zajednice za »radnu jedinicu« bili bi:

a) da se radi o grupi radnika koji su u radnom odnosu;

b) da ti ljudi rade zajednički i koriste sredstva rada;

c) da proces rada predstavlja tehnološku cjelinu ili njen zaokruženi dio;

d) da se mogu planirati odnosno postavljati zajednički zadaci;

e) da se rezultati njihovog rada mogu mjeriti, tj. da se taj rezultat može evidentirati i putem određenih mjerila utvrđivati koliki je udio ovog dijela »radne zajednice« u ukupnom rezultatu rada poduzeća kao cjeline;

f) da se na osnovu toga može utvrđivati dohodak i vršiti njegova raspodjela, pri čemu se misli, da se, ukoliko za to postoje objektivni uslovi, može posebno utvrđivati dohodak, koji taj dio »radne zajednice« ostvaruje ili bar njegov udio u ostvarenju dohotka pogona ili poduzeća kao cjeline.

Prava radnih jedinica su Zakonom *načelno* utvrđena. Međutim, stvar je svake radne organizacije da statutom ili drugim općim aktom utvrdi obim ovih prava, primjenjujući svoje objektivne mogućnosti. Najviše pravo bilo bi, da radne jedinice raspodjeljuju dohodak. Ako to nije moguće, onda bi se mogla predvidjeti druga prava u oblasti raspodjele dohotka, i to, ako se utvrđuje na nivou poduzeća ili pogona u čijem su sastavu te radne jedinice, da se dohodak raspodjeljuje srazmjerno njihovim doprinosu u ostvarivanju tog dohotka. Moguće je da se predvidi da radne jedinice raspodjeljuju samo dio dohotka namijenjen za lične dohotke, ili da odlučuju o trošenju jednog dijela fondova i slično.

Iz oblasti radnih odnosa, zakonodavac je dao alternativu da se mogu ovlastiti radne jedinice — da odlučuju o prestanku rada radnika bez njegovog pristanka, da grupa neposredno bira rukovodioca, da donosi odluku o isključenju radnika iz radne zajednice — zbog teže povrede radne dužnosti.

Udružena distributivna poduzeća u 1963. godini, poslujući na jednom većem teritoriju, imaju uslove da proglase za »radnu jedinicu« poslovnu jedinicu skoro u svim mjestima svog djelovanja, jer se mogu steći prije istaknute postavke, određujući im obim u smislu propisa. Dosadašnje ekonomske i obračunske jedinice mogu u općim aktima o raspodjeli dohotka zadržati iste nazive, jer je tendencija da se raspodjela svede na najniže grupe. Drugo je pitanje da li su do sada te jedinice bile najsretnije formirane i da li su zaista imale proklamirana prava, kao i to, koji obim prava će im se dati. Zakon sankcionira jedan proces naše privredne politike, a koliko će on naći odraza u pojedinim organizacijama i da li će se to sve moći primijeniti, odnosno postići intenciju Zakona do konca decembra o. g., to je drugo pitanje. Po mom mišljenju, to je dulji proces od određenog roka.

Osnovana distributivna poduzeća — 1963. godine su aktom nadležnog Izvršnog vijeća, pored osnovne djelatnosti (grana 111), imala i sporedne djelatnosti, kao projektiranje, izgradnja i montaža elektro-energetskih objekata i slično. Naime, prema tadašnjim propisima Uredba o osnivanju poduzeća i radnji, akt o osnivanju kao i Pravila poduzeća sadržavali su obavezno — kojim se djelatnostima, kao osnovnim, bavi poduzeće, a koje su mu sporedne djelatnosti.

Novim propisima Osnovnog zakona o poduzećima, poduzeća se bogu baviti jednom ili više privrednih djelatnosti — ako ispunjavaju uvjete propisane za vršenje svake od tih djelatnosti. Za obavljanje djelatnosti nije više potrebno odobrenje nadležnog državnog organa u smislu dozvole obavljanja tih djelatnosti, već samo utvrđivanje da li su ispunjeni uvjeti, i to u smislu uvjeta rada. To su po ovim propisima osnovne djelatnosti i samo one se upisuju u registar. Poduzeće se može baviti pod uvjetima predviđenim Zakonom i sporednim djelatnostima koje se ne upisuju u registar i služe osnovnim djelatnostima. Sporedne djelatnosti se ne upisuju u registar, osim, ako poduzeće ne prodaje robu ili ne vrši usluge drugim organizacijama i građanima, u kojem slučaju se trebaju upisati, ali se onda ne smatraju sporednim već osnovnim djelatnostima.

Prednje se ističe, da bi se mogao ocijeniti status jedinice za projektiranje investiciono-tehničke dokumentacije i jedinice za izgradnju i montažu elektroenergetskih objekata. Naime, po sada važećim propisima Osnovnog zakona o izgradnji investicionih objekata, privredna organizacija, kojoj izrada investiciono-tehničke dokumentacije nije osnovna djelatnost, može se baviti izradom takve dokumentacije, ako za tu djelatnost organizira pogon sa samostalnim obračunavanjem dohotka. Po istom Zakonu, investitor može i sam izrađivati investiciono-tehničku dokumentaciju ako raspolaže stručnim kadrom sposobnim za taj posao, a ako je takav investitor privredna organizacija kojoj nije osnovna djelatnost izrada takve dokumentacije, onda i ona mora za obavljanje te djelatnosti organizirati pogon za samostalnim obračunom. Isto tako, po tim propisima investitor može, u vlastitoj režiji, vršiti izgradnju investicionih objekata koji služe njihovoj registriranoj djelatnosti, ali samo pod uvjetom — ako za izvođenje tih radova organizira pogon sa samostalnim obračunom dohotka. Investitor može, u vlastitoj režiji, izvoditi investicioni objekat, pored ostalog, i ako je to predmet njegove registrirane djelatnosti.

Kako sada tumačiti odredbe Osnovnog zakona o izgradnji investicionih objekata u novim propisima Osnovnog zakona o poduzećima, jer je zakonodavac u odnosu na ranije propise imao cilj — kada je naglašavao da se može baviti izradom — ako nije osnovna djelatnost, samo ako organizira pogon sa samostalnim obračunom.

Prije nego je stupio na snagu Osnovni zakon o poduzećima, tj. za vrijeme važenja Uredbe o osnivanju poduzeća i radnji, izgradnje elektroenergetskih objekata, odnosno izrade investiciono-tehničke dokumentacije, osim ako nije bila registrirana kao osnovna

djelatnost, bilo za vlastite potrebe ili za treća lica, morao se organizirati pogon sa samostalnim obračunom dohotka. Sada je osnovna djelatnost svaka registrirana djelatnost, pa proizlazi, da distributivna poduzeća kao investitori kod izrade projekata ili izgradnje elektroenergetskih objekata iz vlastitih sredstava ili kao izvođači za treća lica, ne trebaju za takve jedinice organizirati pogone sa samostalnim obračunom, već to mogu biti radne jedinice s karakteristikama iz Zakona — kako je prije istaknuto, i sa unutrašnjim obračunom. Prema tome, distributivna poduzeća koja imaju pogone sa samostalnim obračunom, a imaju u sastavu pogona jedinice za izradu projekata i izgradnju objekata, mogu i dalje te jedinice zadržati, a ako bi se proglasile sa samostalnim obračunom, onda bi organizaciono morale biti izdvojene iz tih pogona sa samostalnim obračunom. Da li će najavljene izmjene Osnovnog zakona o izgradnji investicionih objekata u ovom pravcu pretrpjeti izmjenu, to zasada ne možemo reći.

Zaključci

1. Pojam »radna jedinica« po propisima ima generično značenje a po raznim zakonima ima šire i uže značenje.

2. Naziv »ekonomska jedinica« i »obračunska jedinica« kao oblik »radne jedinice« ima mjesta u novim propisima i općim aktima poduzeća, s tim što im se moraju dati prava predviđena Zakonom.

3. Različito značenje pojma »radna jedinica« bi trebalo u poglavljima statuta poduzeća da nađe mjesto i da se ta poglavlja tumače onako kako to proizlazi iz Zakona i propisa koji reguliraju tu materiju.

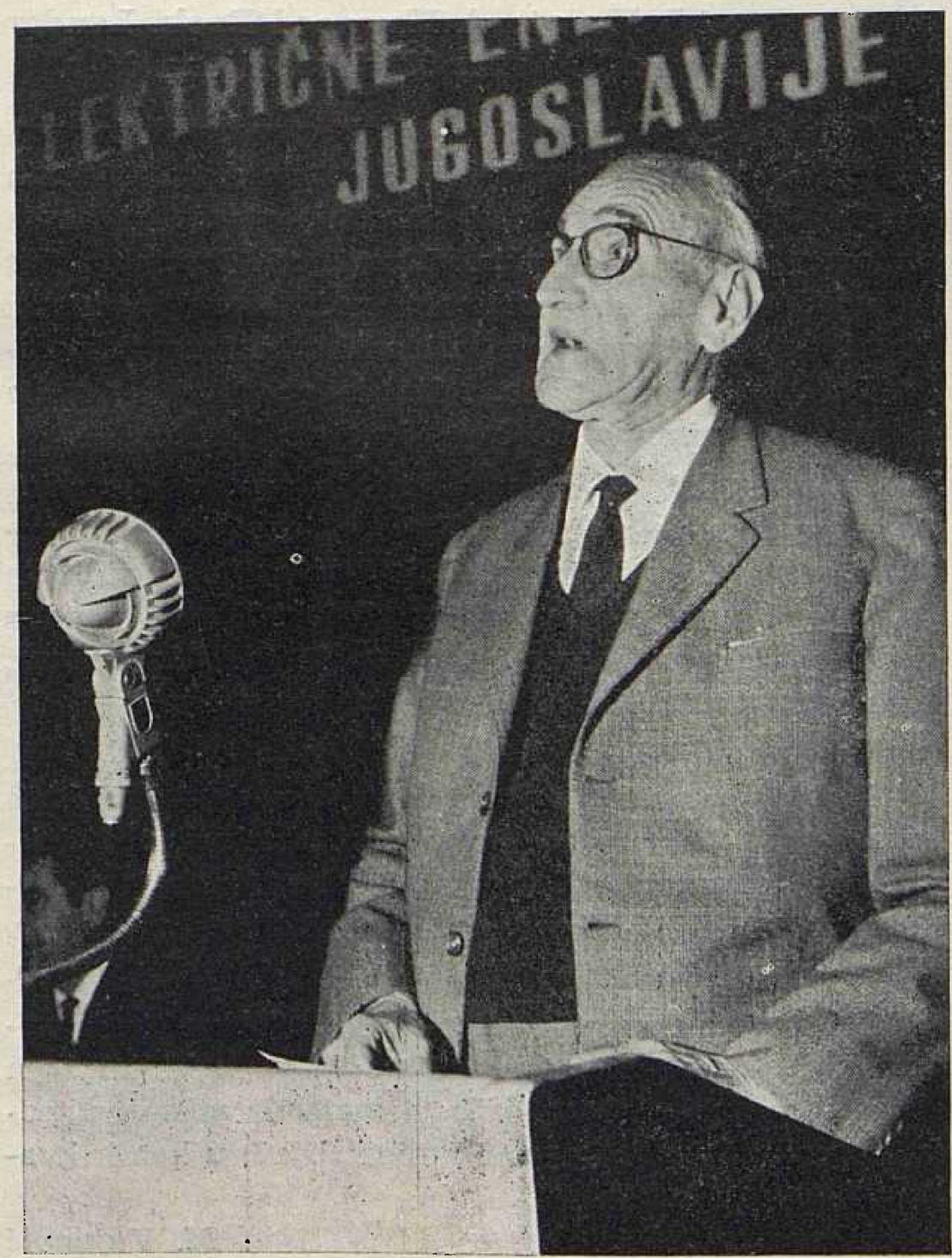
4. Prava radnih jedinica su Zakonom načelno utvrđena. Statutima ili drugim općim aktima poduzeća treba predvidjeti obim tih prava, kao i to, da i dalje treba prenositi što više prava na radne jedinice.

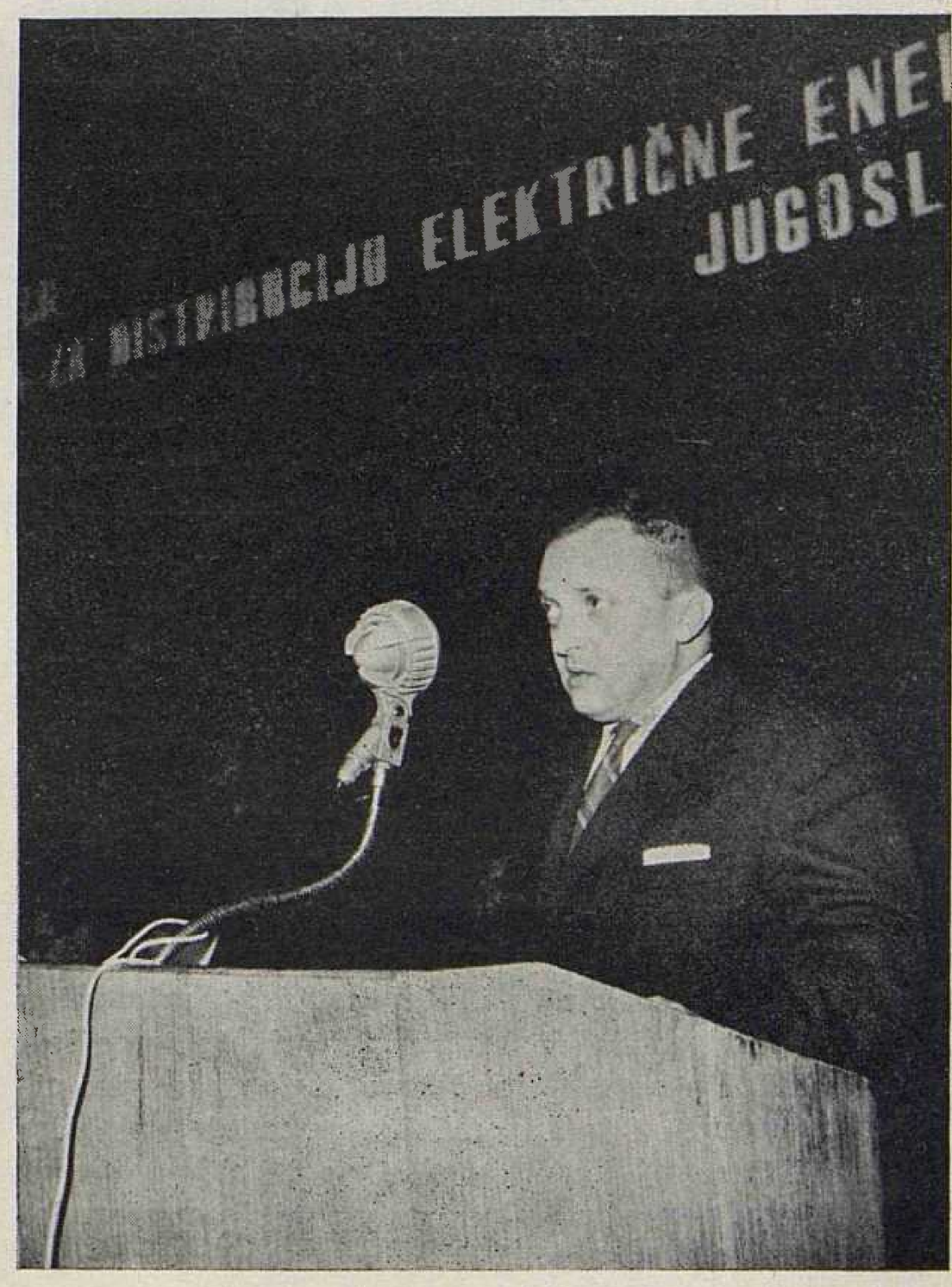
5. Distributivna poduzeća imaju uvjete za formiranje radnih jedinica u mjestima djelovanja, jer ako se ne može svagdje utvrđivati i raspoređivati dohodak, može se utvrđivati učešće svake jedinice u ostvarenom dohotku poduzeća ili pogona. Zakonske postavke o pravima radnih jedinica imaju dulji proces u konkretnoj primjeni kod poduzeća.

6. Izrada investiciono-tehničke dokumentacije i izgradnja elektroenergetskih objekata, bilo za vlastite potrebe ili za treća lica, ne mora se organizirati sa samostalnim obračunom iz razloga što su to, u smislu novih propisa, osnovne djelatnosti i kao takve registrirane, i to u registru privrednih organizacija. Prema tome, dosadašnje jedinice za projektiranje ne moraju imati status samostalnog obračuna, već mogu imati status unutrašnjeg obračuna, a ako su organizirane sa samostalnim obračunom onda ne mogu biti u sastavu pogona sa samostalnim obračunom. Ovo isto vrijedi i za jedinice za izgradnju investicionih objekata.

Naslov pisca: Dušan Jelavić, dipl. pravnik
»Elektro-Hercegovina«, Mostar

Autori, A. Tadić i V. Štengl, čiji su referati objavljeni ranije u časopisu *Elektroprivreda i Energija* (v. Uvodnik)





J. Lončar: *Električna mjerenja.* 4. izdanje, Tehnička knjiga — Zagreb 1965., tvrdi uvez, 346 str., 308 slika, cijena 2.500 din.

Ova knjiga profesora Lončara postala je klasično domaće djelo na području fundamentalnih elektrotehničkih mjerenja. Svojim 4. izdanjem, izašlim gotovo tri decenija iza prvog, ona nastavlja tradiciju da studentima prvih godina daje solidne temelje o električnoj mjernoj tehnici, kao polazištu za daljnja usavršavanja u više specijaliziranim kolegijima pri završnim fazama studija.

Smatrajući ovo djelo osnovom za daljnja razmatranja, pisac je dao osnovne metode mjerenja, kao i odgovarajuće uređaje koji se pri tom upotrebljavaju. Na taj način djelo ostaje aktuelno i kroz duži vremenski period, što je dokazano činjenicom, da se i ovim 4. izdanjem sadržaj nije bitno promijenio, osim u nebitnim novostima pojedinih konstrukcija, koje su se tokom godina usavršavale.

Međutim, izvjesna promjena u 3. i 4. izdanju izvedena je dodatkom posljednjeg poglavlja čiji sadržaj predstavljaju veće nadopune pojedinih prethodnih poglavlja.

U nepromijenjenom dijelu knjige prikazana su ova poglavlja: Općenite primjedbe, O električnim instrumentima s direktnim očitanjem, Aparati za registriranje i oscilografi, Osnovna mjerenja istosmjernom strujom, Osnovna mjerenja izmjeničnim strujama, Mjerenja metodom kompenzacije, Mjerni transformatori, Iz visokonaponske mjerne tehnike, O magnetskim mjerenjima, Brojila istosmjerne i izmjenične struje.

Posljednje poglavlje — Dodaci — interesantno je sa stanovišta današnjeg razvoja mjerne tehnike. Od dodataka interesantan je među ostalim i prilog dugogodišnjim raspravama u svijetu o sustavima mjernih jedinica, a naročito je opsežno obrađen dodatak o balističkim galvanometarskim gibanjima. Ovim je nadopunama djelo pošlo u korak s modernim razvojem električnih mjerenja, pa će stoga služiti kao osnova za druga danas razvijena specijalnija područja.

M. Vujnović

A. Židan: *Elektronke i tranzistori,* Tehnička knjiga — Zagreb 1965., meki uvez, 432 str., cijena 4.000.— din.

Svakodnevna je potreba elektrotehničara — praktičara da ima pored sebe priručnik s podacima o osnovnim elementima spojne tehnike. Jedan od najpotrebnijih priručnika takve vrste jest ovaj o elektronkama i tranzistorima. Ovakvih je priručnika štampano malo u našoj zemlji. Opravdanje tome leži u činjenici, što se svakim danom javlja sve više tipova elektronki i poluvodičkih elemenata, pa čim knjiga i iziđe, već ima u prodaji novih elemenata.

Međutim, uslijed pojave mnogobrojnih proizvođača elektronskih sastavnih elemenata, kod nas se pri radu najčešće koriste njihovi odgovarajući priručnici (Philips, Telefunken, Siemens, RFT izdaju štampane podatke samo svojih proizvoda, koji mogu, a i ne moraju da budu od univerzalne upotrebe), do kojih mnogi od zainteresiranih ne može niti doći. Stoga je vrlo interesantno dobiti jedan domaći univerzalni zbir željenih podataka. Navedeni je priručnik zaista jedan od takvih.

U prvom dijelu priručnika nailazimo na podatke o elektronkama. Ovdje su uvršteni podaci osim o najčešće upotrebljavanim prijemnim i pojačavačkim elektronkama, također i o starijim evropskim, američkim, te vojnim i komercijalnim elektronkama. Dobiti podatke i o zastarjelim elektronkama često je i te kako korisno, jer se ove i danas nađu u još dobrim uređajima. Osim toga su navedene i tablice s naročitim vrstama elektronki, kao što su stabilizatorke, regulatorke, tiratroni, katodne elektronke i sl.

Drugi dio sadrži podatke o poluvodičima. Tu su u sadržaj uklopljeni tranzistori, diode, zenerove diode, tuneldiode, fotodiode.

Priručnik je svakako suvremen, jer donosi podatke i o elementima predviđenim za prodaju u 1965. godini. Stoga će korisno poslužiti svakom praktičaru koji se bavi elektronskim uređajima.

M. Vujnović

Progress in Dielectrics — Volumé 6, Izdavači J. B. Birks i J. Hart; A Haywood Book, London 1065, tvrdi uvez, 334 str., 69 slika, cijena 84 s.

Ovo je šesta knjiga serije djela navedenih izdavača. Svako će se djelo sastojati iz pet do osam kritičnih osvrta, koji će razmatrati današnje stanje saznanja iz ovog širokog područja. Mnogi od doprinosa bit će predstavljeni kao originalni radovi svojih autora. Sami će autori pri tom biti odabrani iz raznih zemalja, već prema tome, gdje će se razviti poneka novost interesantna za to područje.

Cilj ovog niza doprinosa jest da upozna sve zainteresirane na polju dielektrike s najnovijim dostignućima u toj oblasti. Iz pojedinih poglavlja se vidi, da to nije knjiga koja razmatra dielektrikume samo s jednog određenog aspekta, nego je to zbir priloga, parcijalno zanimljivih za inženjere slabe i jake struje, fizičara, kemičara, tehnologa i biologa.

Radi upoznavanja neka se navedu naslovi pojedinih odlomaka: Efekti električnih sila u tekućim dielektricima, Polimerni poluvodiči, Prostorni naboji u dielektricima, Pretvorba energije u krutom poliacenu, Teorija pokretljivosti iona i elektrona u tekućinama.

Nakon svakog rada naveden je opširan popis referenci, tako da se interesenti mogu obratiti još i na tu dodatnu literaturu. Inače je materija pretežno teoretskog karaktera. Oprema knjige slijedi u korak kvalitetu teoretske obrade.

M. Vujnović

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 016 : 628.491/.493
Schrifttum über Müllverbrennung
BWK 17 (1965) No 8, 398—399

DK 621.165.004.5
Betriebsüberwachung von Dampfturbinen
W. Fleischmann
Siemens-Z. 39 (1965) No 9, 1045—1049

DK 621.187.137
Der automatische Betrieb von Kesselspeisepumpen im Dampfkraftwerk
H. Handschuh
Siemens-Z. 39 (1965) No 9, 1039—1045

DK 620.4.338.984.2
Nekotorye tendencii razvitija amerikanskoj energetiki na period 1960—1980
Teploenergetika 22 (1965) No 10, 83—87

DK 620.9
Die Energiewirtschaft der Welt in ihrer künftigen Entwicklung
A. Buch
Energie 17 (1965) No 9, 361—372

DK 620.9
Die europäische Energieverbundwirtschaft
K. Mosch
Energie 17 (1965) No 6, 221—224

DK 620.9
Erzeugung und Verbrauch in der österreichischen Elektrizitätswirtschaft
E. Fischer
ÖZE 18 (1965) No 9, 348—349

DK 620.91
Power operation in Japan
K. Yamazaki
Energy International 2 (1965) No 11, 14—16

DK 621.22
Hydro Power in Power-System Development
P. Ethirajulu
Water Power 17 (1965) No 11, 450—452

DK 621.221.003.3
Grundsätze für die Bewertung von Wasserkraftanlagen
K. Hans
ÖZE 18 (1965) No 8, 307—311

DK 621.3
Largest 132 kV Capacitor Bank
Electrical Review 177 (1965) No 22, 787—788

DK 621.3
Die theoretischen Zusammenhänge der Energiepreisbildung bei Tarifabnehmern
H. Frewer
Praktische Energiekunde 13 (1965) No 2/3, 24—38

DK 621.3 : 669
Netzbeeinflussung durch Lichtbogenöfen
H. Krabiell
Elektrowärme 23 (1965) No 7, 338—342

DK 621.3.014.7
Untersuchung der Ausgleichsvorgänge bei Erdschluss in Energieversorgungsnetzen
H. Fundt
Energietechnik 15 (1965) No 10, 469—477

DK 621.3.014.33
Dva toka — po odnoj linii
G. I. Denisenko
Energetik 13 (1965) No 8, 3—5

DK 621.3.016.35
O vlijanii perehodnyh processov v linii na ustojčivost' daljnih elektroperedač
E. S. Lukašov
Električestvo 77 (1965) No 10, 16—20

DK 621.3.027.7/.8
Netzschutz für Höchstspannungsanlagen von 150 bis 765 kV
G. Geise
Siemens-Z. 39 (1965) No 11, 1238—1245

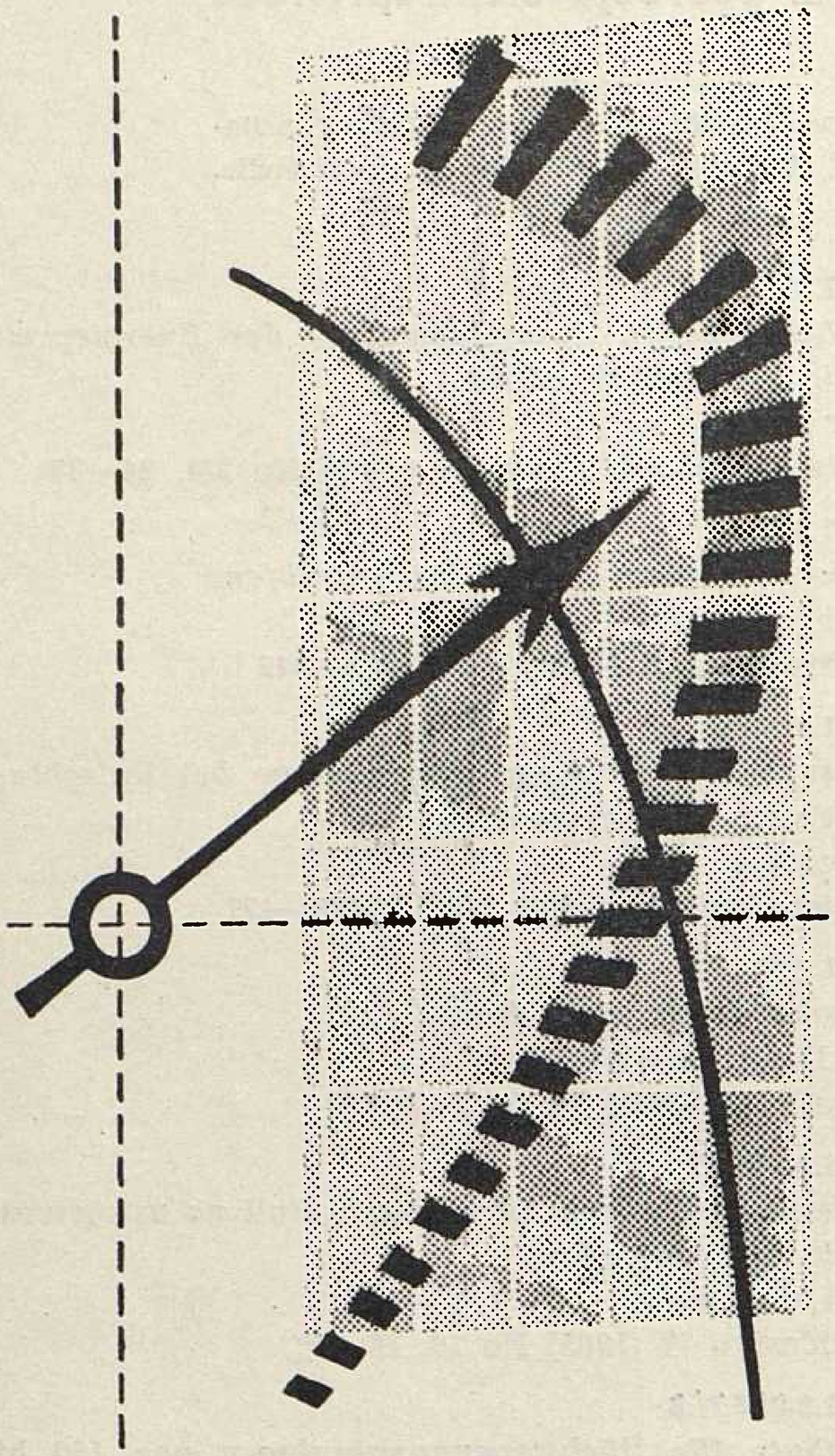
DK 621.3.06
Otključenie i vključenie nenagružennogo avtotransformatora razjedinitelem 500 kV
V. M. Bobrovskij
Električeskie stancii 36 (1965) No 10, 59—64

DK 621.3.064.2
Skorosti vosstanavlivajušćegosja naprjaženija v setjah energosistem i trebovanija k vuključateljam 110—220 kV
G. A. Dorf
Električeskie stancii 36 (1965) No 11, 54—59

DK 621.31
Absoljutnyj i otnositeljnye optimumy pri vybore ekonomičnogo sostava agregatov v energosisteme
K. A. Smirnov
Električestvo 85 (1965) No 6, 18—20

DK 621.31
Die Entwicklung des Verbrauchs elektrischer Energie
A. Kroms
ETZ-B 17 (1965) No 17, 563—568

DK 621.311
Organisation der Elektrizitätswirtschaft in Grossbritannien
A. May
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 15, 423—425



TESLA PREMA

Aparati za laboratorijska mjerenja, regulaciju, automaciju i meteorologiju, svijetom poznatih maraka:

REGULA — mjerne sprave za regulaciju i automaciju
PREMA — brojila za plin i vodu
TESLA — elektronski mjerni aparati
METRA — klasične mjerne sprave i mjerne sprave za meteorologiju

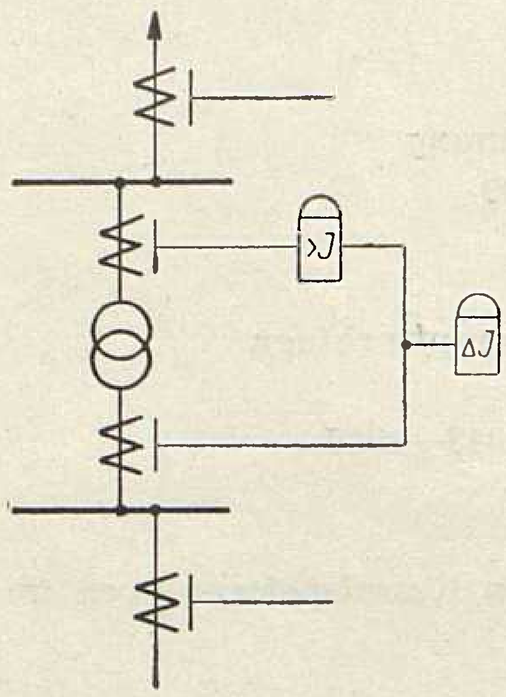
Izvozi

KOVO

Praha — Čehoslovačka

Zastupnik za SFRJ: KONTINENTAL, Beograd, Terazije 27/III
Zagreb, Proleterskih brigada 60

Što vrijede zaštitni uređaji, ako nisu ispravni?



Zato Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, objavljeni u Sl. listu FNRJ od 6. 2. 1957. u točci 3. 5. 4. nalažu: *Djelovanje zaštite ispituje se za vrijeme pogona mjesečno, ako za to postoje uvjeti; u protivnom jedanput godišnje.*

Čime ispitivati releje?

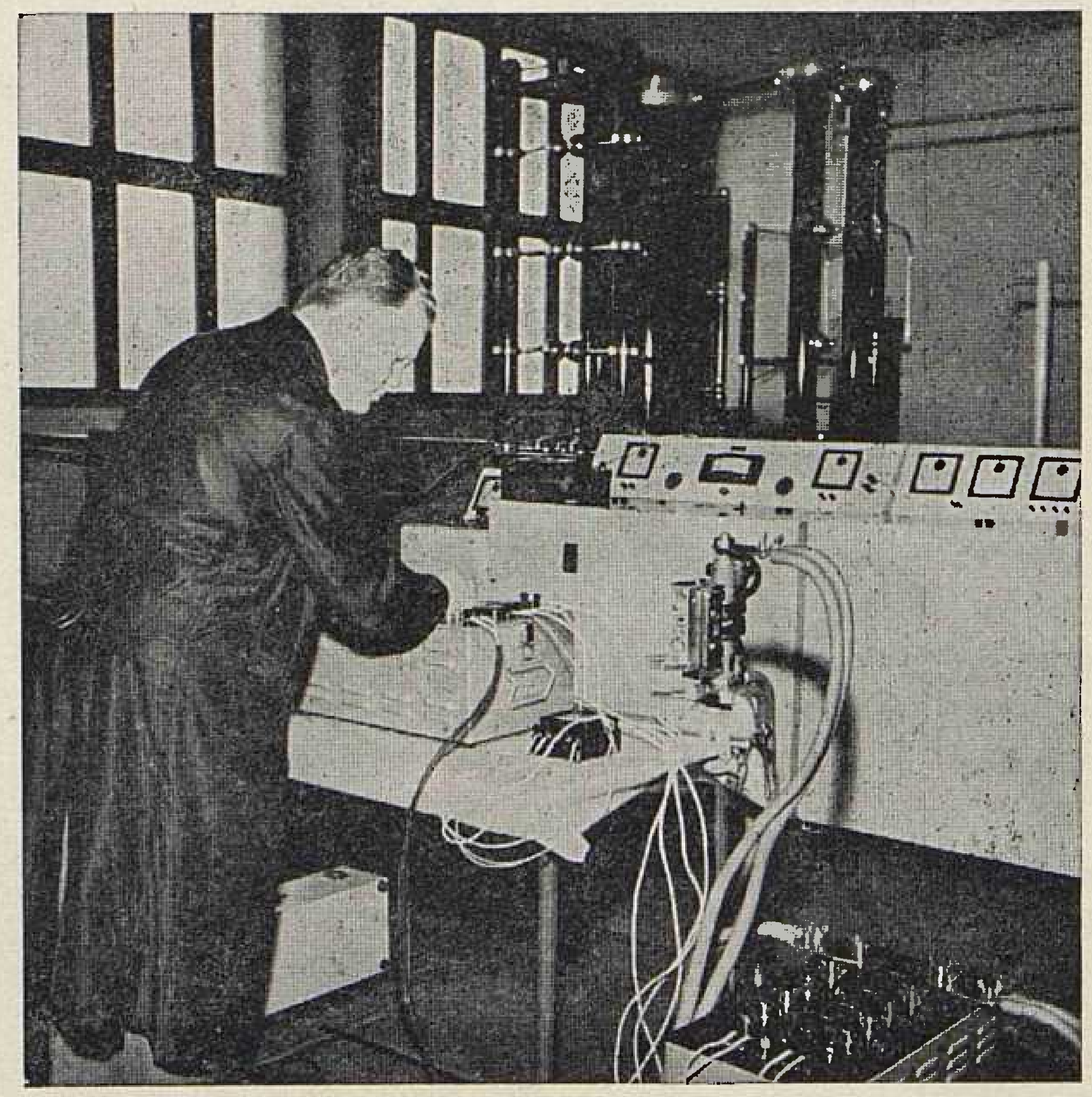
Domaće uređaje za ispitivanje releja izrađuje Institut za elektroprivredu u Zagrebu.

Dvije serije uređaja već se nalaze u eksploataciji kod distributivnih poduzeća. Pomoću ovog uređaja mogu se ispitivati primarni i sekundarni nadstrujni releji te njihovi vremenski članovi.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA, a maksimalna trajna struja 1000 A.

Narudžbe šaljite na naslov:
INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU, Zagreb,
Ulica Proleterskih brigada 37, p. p. 451.

Uređaj za ispitivanje releja I R — 2 S u eksploataciji.



DK 621.311
Die Elektrizitätsversorgung Rumäniens
H. Thiess
ETZ-B 17 (1965) No 24, S. 821

DK 621.311 : 658.5
Rationalisierung in der Elektrizitätswirtschaft — eine unternehmerische Aufgabe
H. P. Haubrok
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 19, 537—542

DK 621.311-53
Erfahrungen mit Netzkommandanlagen
Bull. SEV 56 (1965) No 22, 1001—1009

DK 621.311.003.1
Wirtschaftliche Kraftwerks- und Netzplanung mit elektronischen Rechenanlagen
K. Zollenkopf
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 19, 543—548

DK 621.311.003.1
Die Bedeutung der Rationalisierung für die Strompreise
F. Kassmann
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 18, 509—515

DK 621.311.004.67.003.1
Sistema analiza ekonomičnosti remontov na električeskih stancijah
S. L. Pruzner
Električeskie stancii 36 (1965) No 11, 11—13

DK 621.311.048
Welche Grundlagen hat die Isolationsbemessung der Netze auf Grund der heutigen Erkenntnisse?
H. Baatz
ÖZE 18 (1965) No 7, 286—294

DK 621.311.1
Primenenie naprjaženij 6—10—20 kV v gorodskih električeskih setjah
I. S. Bessmertnij
Električestvo 85 (1965) No 7, 16—22

DK 621.311.1
Ob optimaljnoj sisteme naprjaženij dlja gorodskih i seljskih elektrosetej
Ja. M. Červonenkis
Električestvo 85 (1965) No 7, 11—15

DK 621.311.1
Regulirovanie pereključenij transformatorov v zamknutyh setjah
S. Nančev
Električestvo 85 (1965) No 6, 12—15

DK 621.311.1
Berechnung der Fehlerströme und Fehlerspannungen von Quer-Längs-Doppelfehlern auf Leitungen innerhalb vermaschter Energieversorgungsnetze
H. Koettnitz
Institut f. Energetik Mitt. (1965) No 69, 511—524

DK 621.311.1.004
Ob organizacii ekspluatacii električeskih setej
A. A. Vasiljev
Električeskie stancii 36 (1965) No 11, 75—78

DK 621.311.154
Ob opredelenii ustanovlennoj mošćnosti elektrostancij energetičeskih sistem
I. A. Syromjatnikov
Električeskie stancii 36 (1965) No 11, 42—47

DK 621.311.16
Asinhronnyj režim i resinhronizacija otdeljnyh energosistem
V. I. Starostin
Električeskie stancii 36 (1965) No 7, 44—46

DK 621.311.161
Heizkraftwerkseinsatz im elektrischen Verbundbetrieb
L. Liebert
Energietechnik 15 (1965) No 8, 370—376

DK 621.311.177
Dispetčerskij punkt objedinennoj energosistemy
Ju. Ja. Abolin
Električeskie stancii 36 (1965) No 10, 53—55

DK 621.311.18
Auslegung und Bemessung von Eigenbedarfseinrichtungen im Kraftwerk
G. Schmitz
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 23, 651—661

DK 621.311.176
Schaltwartensteuerungen in Kraftwerken und Unterstationen
N. Kraft, D. Eger
BBC Mitt. 52 (1965) No 4, 283—296

DK 621.311.4
Ekspluatacija otdelitelej i korotkozamykatelej 110—220 kV
S. V. Dikmarov
Energetik 13 (1965) No 7, 1—3

DK 621.311.21
Die elektrotechnische Ausrüstung der Moselkraftwerke
G. Rauchschindel
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 23, 642—650

DK 621.311.21/22
Tendenzen des kontinentalen Kraftwerksbaues
W. Kretschmann
Energie 17 (1965) No 6, 225—251

DK 621.311.22
Wasserkraftwerke in Energiesystemen verschiedener Leistungsstruktur
A. Kroms
ÖZE 18 (1965) No 10, 385—396

DK 621.311.22
Thermische Erzeugung von Spitzen- und Ergänzungsenergie
J. Wahl
Bull. SEV 56 (1965) No 13, 523—528
No 14, 574—575

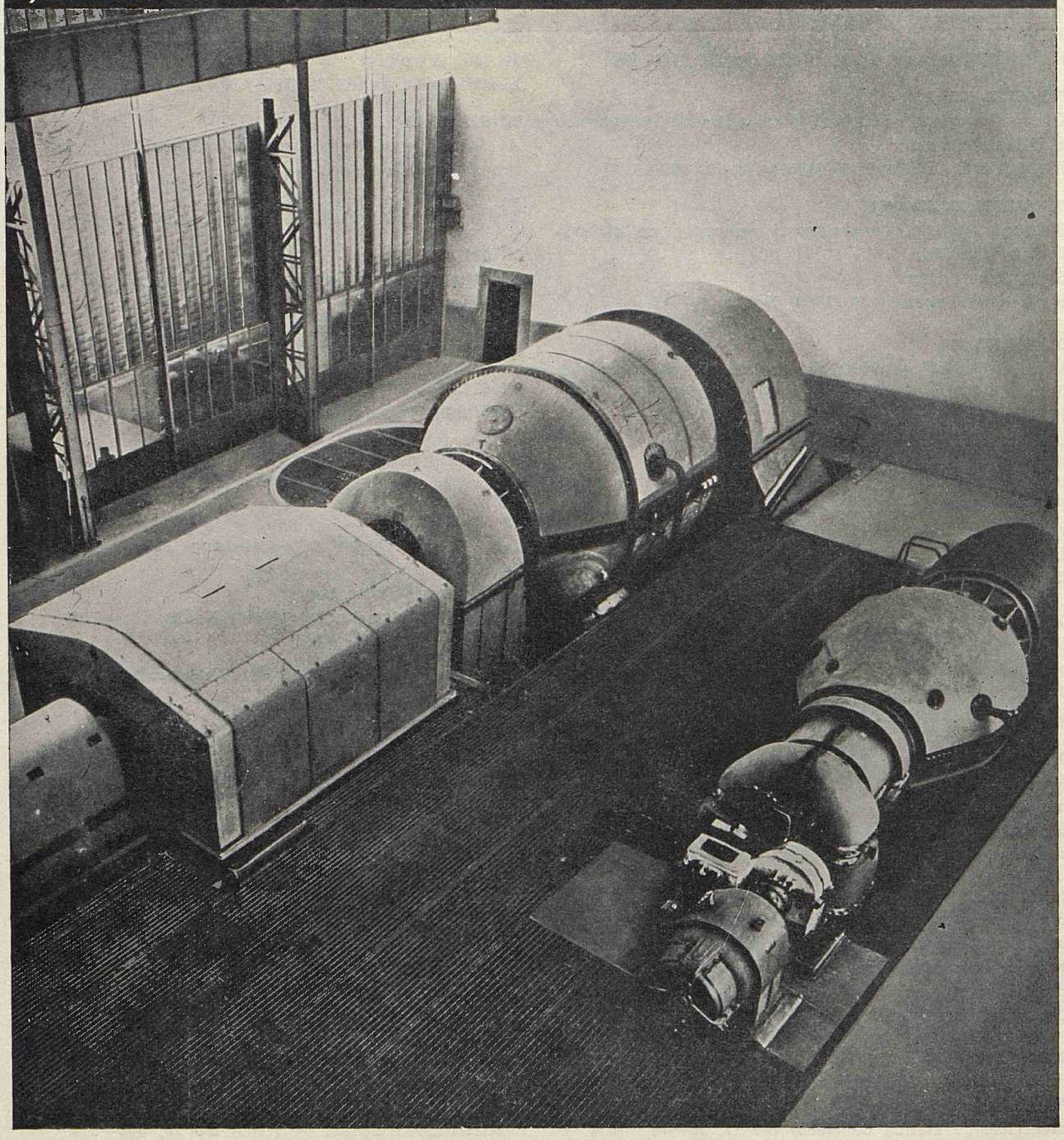
DK 621.311.22.003.1
Automatisierung im Dampfkraftwerk — ein Mittel zur Rationalisierung
H. Ch. Herbst
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 20, 568—573

FIAT - STABILIMENTO GRANDI MOTORI
20, CORSO MARCONI - TORINO (ITALIA)

Fiat

GASNE TURBINE ZA INDUSTRISKU UPOTREBU UKUPNE SNAGE OD 3.500 DO 40.000 KW

Termoelektrična centrala u Chivasso -u opremljena sa gasnom turbinom Fiat jačine 32.000 KW



DK 621.311.22
Energetische und exergetische Ingenieurbetrachtungen über Kraftwerksblöcke
S. Kricse
Energie 17 (1965) No 7, 292—298

DK 621.311.23
Die geschlossene Gasturbine im Heizkraftwerk
G. Deuster
Heiz. — Lüft. — Haustechn. 16 (1965) No 9, 333—339

DK 621.311.25
Baubeginn für das Atomkraftwerk Beznau—Döttingen der NOK
F. Aemmer
Wasser u. Energiewirtsch. 57 (1965) No 10, 365—371

DK 621.311.25
Die ersten Erfahrungen beim Bau des 252-MW-Kernkraftwerks Lingen
O. Deublein
Atom u. Strom 11 (1965) No 9/10, 116—120

DK 621.313.12
Elektronischer Regler für Generatoren
F. Klages
BBC—Nachrichten 47 (1965) No 7, 336—339

DK 621.313.322.012.6
Dynamisches Verhalten von Synchrongeneratoren mit lastabhängigen Erregungssystemen
W. Hochstetter
ETZ-A 86 (1965) No 18, 577—582

DK 621.314.2
Transformatoren
W. Rabus
ETZ-A 86 (1965) No 13, 436—444

DK 621.314.2.025.3
300-MVA-Drehstrom-Maschinentransformatoren
E. Rix
AEG Mitt. 55 (1965) No 3, 205—208

DK 621.314.2
Einpoliges Schalten in Hochspannungs-Schalteinrichtungen der Netztransformatoren-Stationen
R. Wehn
Energie 17 (1965) No 6, 261—264

DK 621.314.212
Uroven' izoljacii razzemlennoj nejtrali transformatorov i zašćita ot perenaprjaženij
I. S. Kaliničenko
Električeskie stancii 36 (1965) No 7, 51—54

DK 621.314.212
Trebovanija k urovnjam izoljacii nejtralej transformatorov 110—220 kV
F. A. Lihačev
Električeskie stancii 36 (1965) No 7, 54—59

DK 621.314.214
Verlustminimale Einstellung der Übersetzungen von Regeltransformatoren
K. Zollenkopf
ETZ-A 86 (1965) No 18, 590—595

DK 621.314.22.08
Messwandler für Höchstspannungsnetze
W. Hermstein
Siemens-Z. 39 (1965) No 11, 1224—1229

DK 621.314.222
Zašćita avtotransformatorov ot perenaprjaženij
A. V. Sapožnikov
Električeskie stancii 36 (1965) No 7, 47—50

DK 621.314.223.004.64
Spartransformatoren mit freiem Sternpunkt
K. Schlosser
BBC—Nachrichten 47 (1965) No 9, 470—479

DK 621.313.333.025.1
Über den Betrieb von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Kondensator am Einphasennetz
P. Vaske
ETZ-A 86 (1965) No 15, 500—505

DK 621.315
Insulator Surface Treatments
J. E. Toms
Electrical Review 177 (1965) No 12, 412—415

DK 621.315/.316
Hydro-Quebec's 735 kV Transmission System
G. Monty
Electrical Review 177 (1965) No 13, 450—455

DK 621.315.05
K voprosu o peredače elektroenergii na daljnie rasstojanija
A. N. Gribov
Električestvo 85 (1965) No 6, 84—87

DK 621.315.1
Kenndaten von Freileitungen
G. Weise
Energietechnik 15 (1965) No 10, 456—461

DK 621.315.1/2
Aluminium — ein wirtschaftlicher Leiterwerkstoff
E. Schuldei
Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 17, 492—498

DK 621.315.1/.3
Starkstromkabel und -leitungen
W. Blume
ETZ-B 17 (1965) No 13, 404—407

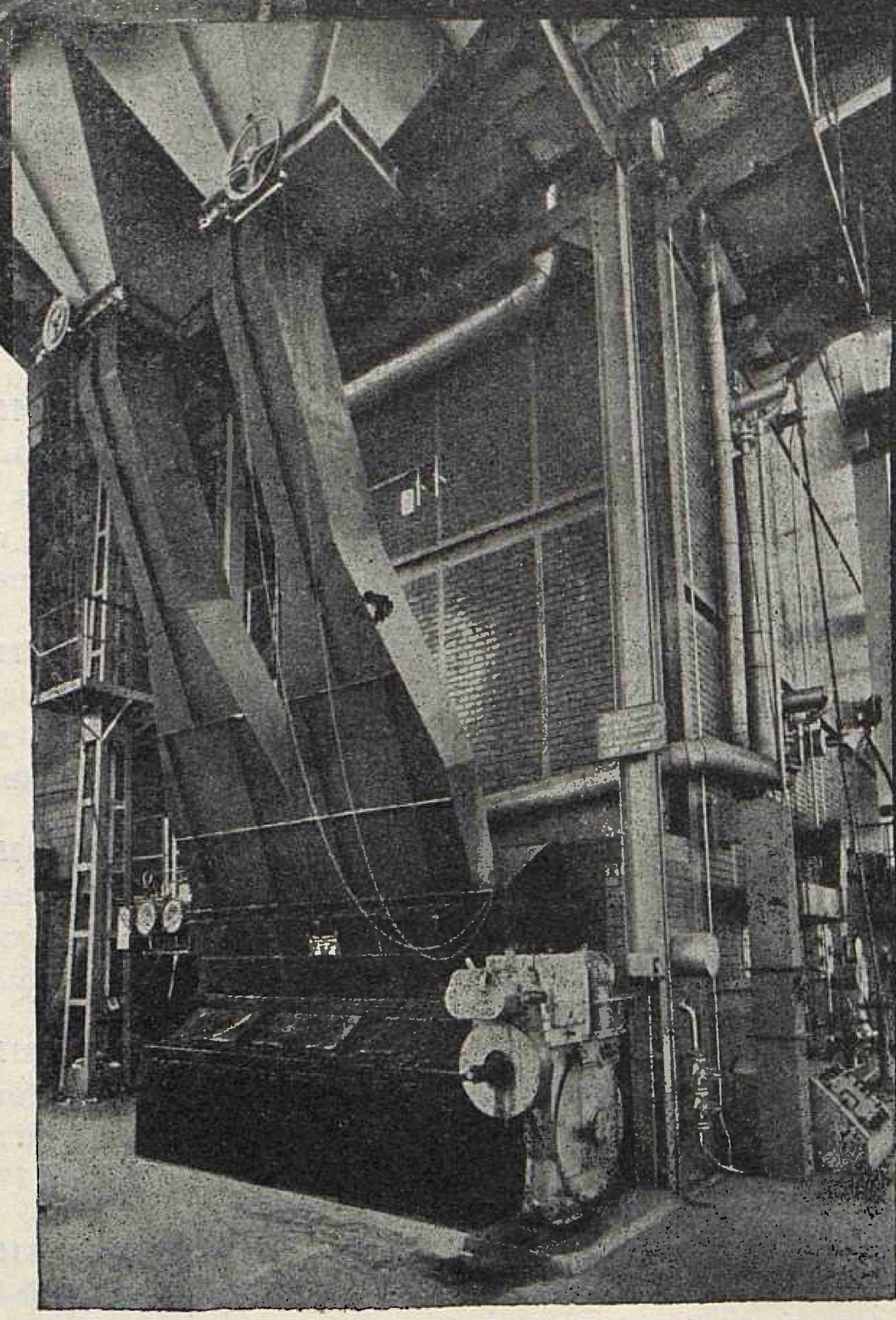
DK 621.315.145
Die 1100-kV-Gleichspannungs-Versuchsanlage der Bonneville Power Administration in Portland, Oregon/USA
E. Schäfer
ETZ-B 17 (1965) No 26, 865—869

Pitanie trehfaznyh nagruzok ot grozozaščitnyh trosov linij 220—750 kV
V. D. Jurenkov
Električestvo 85 (1965) No 7, 65—70

DK 621.315.145
Dreifach-Abspannketten für 300-kV-Freileitungen
Energietechnik 15 (1965) No 6, 277—285

Ivan Šimurina

Dizel električna lokomotiva DEL-825, snage 826 KS
pri vuči vlaka



Žarnosni strmocijevni parni kotao kapaciteta 16/20 t/h pare, pritiska 42 atp. temperature pregrijanja pare 430° C, ložen mrkim ugljenom

PROJEKTIRAMO IZRAĐUJEMO I MONTIRAMO

- Lokomotive
- Vagone
- Motorne vlakove
- Tramvajska motorna kola i prikolice
- Kotlovska i energetska postrojenja
- Kompletna industrijska postrojenja — šećerane — cementarne i uređaje i industrijsku opremu
- Dizalice
- Čelične mostove i konstrukcije

▸ĐURO ĐAKOVIĆ◂

INDUSTRIJA ŠINSKIH VOZILA, INDUSTRIJSKIH I ENERGETSKIH POSTROJENJA I ČELIČNIH KONSTRUKCIJA — SLAVONSKI BROD

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SRPANJ I KOLOVOZ 1965.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. 1964.	105.605	70.324	1.075	28.316	106.680	98.640	51.312	12.238	+ 554	269.424
10. 1964.	175.179	33.563	2.097	26.416	177.276	59.983	46.119	13.053	— 9.552	286.879
11. 1964.	223.164	26.909	1.828	20.920	224.992	47.829	16.413	14.841	— 9.366	294.709
12. 1964.	272.005	30.450	2.289	23.197	274.294	53.646	867	21.447	— 6.075	344.179
Ukupno 1964.	2,008.381	613.310	17.991	231.483	2,026.372	844.803	241.803	355.554	— 42.668	3,425.864
1. 1965.	274.722	24.932	2.359	19.183	277.081	44.115	4.921	3.028	— 834	328.311
2. 1965.	204.815	46.580	1.661	20.663	206.476	67.243	18.097	17.275	— 2.411	306.680
3. 1965.	273.588	44.630	2.279	17.493	275.867	62.123	— 19.228	11.241	— 8.016	321.987
4. 1965.	235.954	51.966	2.279	16.551	238.233	68.517	— 13.147	22.638	— 12.642	303.599
5. 1965.	195.730	28.714	2.124	15.593	197.854	44.307	29.021	23.622	— 2.465	292.339
6. 1965.	215.043	31.515	1.390	17.882	216.433	49.397	25.659	9.014	— 627	299.876
7. 1965.	173.252	44.168	1.053	15.822	174.305	59.990	88.512	— 48.939	— 73	273.795
8. 1965.	159.370	55.787	481	18.695	159.851	74.482	109.269	— 45.770	— 43	297.789
Ukupno 1. — 8. 1965.	1,732.474	328.292	13.626	141.882	1,746.100	470.174	243.104	7.891	— 27.111	2,424.376

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece srpanj i kolovoz 1965. god.

Po podacima Republičkog zavoda za statistiku SR Hrvatske

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik		8.289	—	26.351	—	—	—	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	6.478	5.049	102.142	209,7	387,4	183,6	11,0	8,7	—	—
		Gojak	48,0	4.768	1.576	137.297	50,9	16,7	144,4	13,3	4,4	—	—
		Ozalj	5,1	1.310	669	17.941	—	—	—	34,4	17,6	—	—
		Peruča	42,0	20.075	19.295	142.956	382,7	257,0	208,5	64,4	61,8	—	—
		HE na Cetini (»Split« i Kraljevac)	291,0	123.990	126.521	1,220.996	301,9	222,6	135,9	57,1	58,3	—	—
		HE na Krki (Manojlovac i Jaruga)	26,0	8.342	6.260	123.948	133,6	103,5	119,0	43,2	32,6	—	—
	TE	Zagreb — TO	64,0	26.821	34.372	203.072	66,2	75,1	75,4	56,3	72,2	—	—
		Zagreb	10,0	—	—	2.585	—	—	28,1	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	15.177	20.079	105.411	96,0	75,8	112,7	56,2	75,0	—	—
		Kvarn. elektr. (Vlaška) Rijeka	15,2	2.170	1.336	24.078	29,9	19,7	46,1	19,4	11,8	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.277	1.498	16.302	45,8	85,3	77,2	10,1	12,1	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. kom. obuće Borovo	6,0	632	2.090	16.626	60,6	8,37	118,4	14,1	46,8	—	—
		Željezara — Sisak	6,8	3.378	3.580	25.381	108,6	129,1	103,3	66,7	70,7	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1964. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Proizvodnja ugljena za mjesece srpanj i kolovoz 1965.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1964 = 100		
	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	56.030	62.960	502.870	95,5	100,1	98,3
Mrki						
Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	2.700	3.926	32.120	55,9	85,2	82,9
Rudnik Pregrada	5.688	6.746	50.014	97,0	104,2	94,1
Ostali	4.674	5.370	44.538	91,0	87,1	95,8
Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	13.525	14.604	114.124	100,6	106,7	101,6
Dalmacija: Rudnik Siverić	6.892	7.162	57.354	85,3	76,7	88,9
Ostali	—	—	—	—	—	—
Ostala područja	2.010	2.128	14.362	138,5	123,6	86,2
Svega mrki	35.429	39.936	312.512	91,5	95,1	94,2
Lignit						
Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	28.397	29.688	235.904	93,7	100,4	99,2
Zagorski rudnici, Konjšćina	9.893	8.256	76.571	104,1	78,8	92,8
Rudnik lignita Poljanica	3.498	4.891	36.444	67,8	92,2	92,6
Ostali	1.350	1.522	12.036	91,0	96,0	84,7
Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	7.030	7.724	65.020	91,7	99,6	108,7
Ostali	5.692	6.296	49.549	96,1	100,4	108,5
Ostala područja	2.637	1.964	15.189	285,6	124,9	159,2
Svega lignit	58.498	60.341	490.713	96,0	96,5	100,4
Ukupno sve vrste ugljena	149.957	163.237	1,306.095	94,7	97,5	98,0

NAPOMENA: 1 Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	7. 1965.	2364	91	797	1476	1818	104
	8. 1965.	2488	101	858	1529	1927	105
Indeks na bazi	7. 1964.	99,1	87,5	94,5	102,6	97,6	100
	8. 1964.	98,2	92,6	95,0	100,0	97,4	98,1

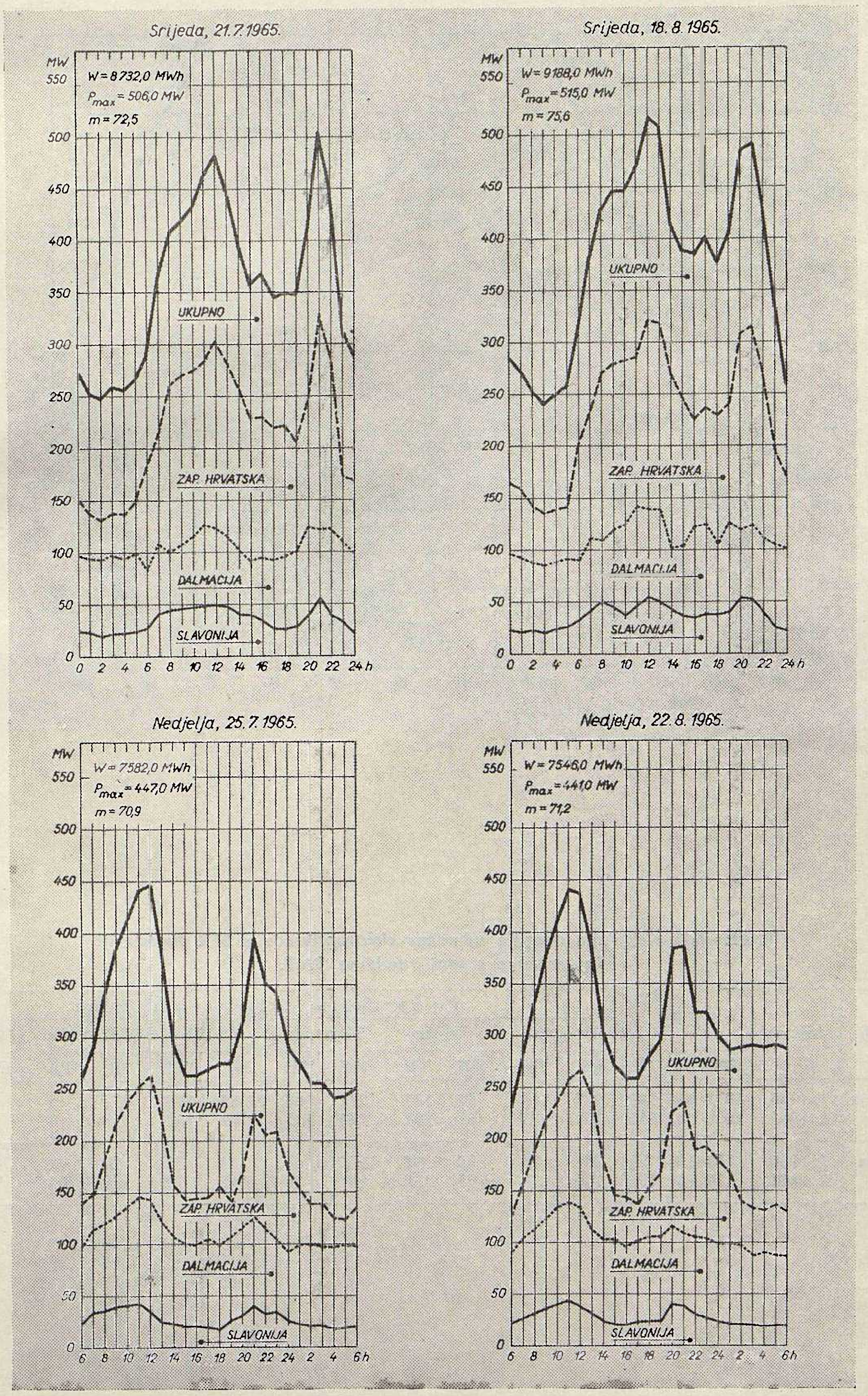
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivo ulje	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	7. 1965.	177.360	25.739	214.340	41.516	869	6.834	69.160	9.216	75.049
	8. 1965.	179.167	28.205	260.101	55.231	1.203	8.200	82.561	9.135	94.306
Indeks na bazi	7. 1964.	103,5	130,0	110,8	118,5	86,8	74,7	102,5	65,9	123,0
	8. 1964.	110,9	179,6	149,4	170,3	79,9	110,8	139,0	90,3	183,0

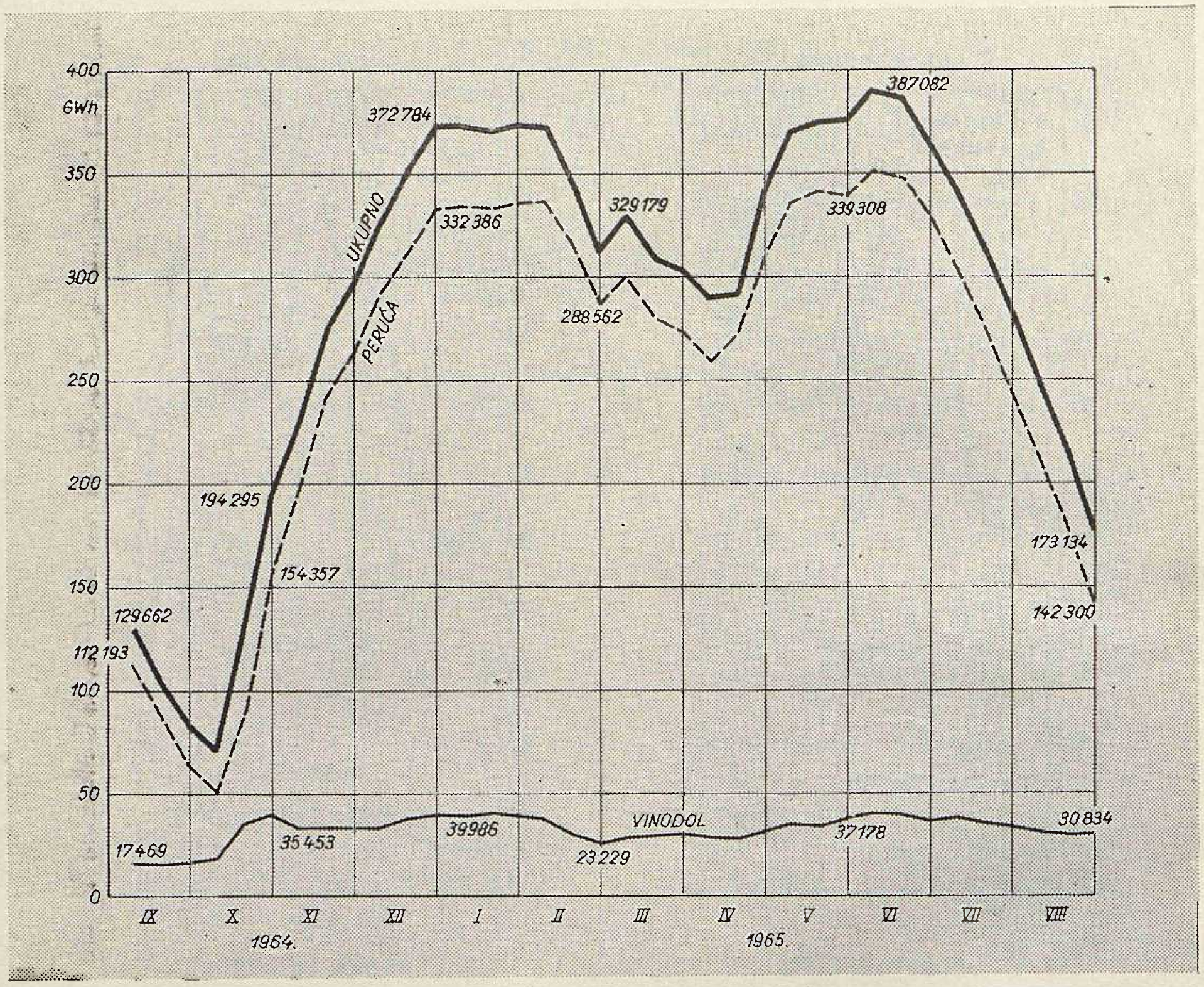
Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1965.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
7. srpanj 1965.	96	94	92	98	101	109	108	92	103	89
8. kolovoz 1965.	106	103	106	104	109	115	107	91	109	106
7. srpanj 1964.	102,1	102,1	101,0	102,2	103,0	101,8	116,1	102,2	96,1	102,2
8. kolovoz 1964.	108,1	108,4	108,1	104,0	107,9	113,8	222,9	96,8	93,5	112,7

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1965.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	7. 1965.	1072	676	396	185	44	59	177	232	66	85	104	37	5	79	—
	8. 1965.	1098	543	555	158	55	61	234	220	115	62	142	33	8	9	—
Indeks na bazi	7. 1964.	118	166	79	281	73	92	95	152	64	133	72	92	91	367	—
	8. 1964.	119	141	103	196	79	77	128	181	86	112	99	75	85	91	—

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE RUJAN I LISTOPAD 1965.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 – 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11. 1964.	223.164	26.909	1.828	20.920	224.992	47.829	16.413	14.841	– 9.366	294.709
12. 1964.	272.005	30.450	2.289	23.197	274.294	53.646	867	21.447	– 6.075	344.178
Ukupno 1964.	2,008.381	613.310	17.991	231.483	2,026.732	844.803	241.803	355.554	– 42.668	3,425.864
1. 1965.	274.722	24.932	2.359	19.183	277.081	44.115	4.921	3.028	– 834	328.311
2. 1965.	204.815	46.580	1.661	20.663	206.476	67.243	18.097	17.275	– 2.411	306.680
3. 1965.	273.588	44.630	2.279	17.493	275.867	62.123	– 19.228	11.241	– 8.016	321.987
4. 1965.	235.954	51.966	2.279	16.551	238.233	68.517	– 13.147	22.638	– 12.642	303.599
5. 1965.	195.730	28.714	2.124	15.593	197.854	44.307	29.021	23.622	– 2.465	292.339
6. 1965.	215.043	31.515	1.390	17.882	216.433	49.397	25.659	9.014	– 627	299.876
7. 1965.	173.252	44.168	1.053	15.822	174.305	59.990	88.512	– 48.939	– 73	273.795
8. 1965.	159.370	55.787	481	18.695	159.851	74.482	109.269	– 45.770	– 43	297.789
9. 1965.	190.433	42.443	1.515	24.700	191.948	67.143	89.074	– 61.441	– 2	286.722
10. 1965.	113.343	64.287	1.047	30.999	114.390	95.286	98.033	– 16.463	– 2.341	288.905
Ukupno 1 – 10. 1965.	2,036.250	435.022	16.188	197.581	2,052.438	632.603	430.211	– 85.795	– 29.454	3,000.003

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece rujan i listopad 1965.

Po podacima Republičkog zavoda za statistiku SR Hrvatske

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik	216,0	–	69	26.420	–	–	–	–	–	–	–
		Vinodol-Fužine	78,9	11.535	30.624	144.301	319,7	250,3	194,6	20,2	52,1	–	–
		Gojak	48,0	12.348	3.317	152.962	267,4	12,5	121,4	35,8	9,2	–	–
		Ozalj	5,1	1.689	972	20.602	–	–	178,7	45,9	25 ,5	–	–
		Peruća	42,0	12.756	–	155.712	134,4	–	194,6	49,0	–	–	–
		HE na Cetini Kraljevac i Split	67,0 224,0	142.122	70.244	1,433.362	170,1	56,6	127,0	67,8	32,4	–	–
		HE na Krki Manojlovac i Jaruga	20,5 5,3	9.983	8.117	142.048	228,3	73,5	119,3	53,3	41,9	–	–
	TE	Zagreb – TO	64,0	30.514	38.744	272.330	66,9	159,0	80,2	66,1	84,2	–	–
		Zagreb	10,0	2.317	1.938	6.840	–	–	136,0	32,1	26,0	–	–
		Jertovec	36,0	17.675	20.190	143.276	97,2	341,6	100,6	68,1	76,2	–	–
		Kvarn. elektrane Vlaška i Rijeka	8,0 7,2	1.937	3.415	29.430	29,4	104,3	47,4	17,6	30,2	–	–
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil – Split	16,6	1.417	7.716	25.435	24,2	303,4	89,6	11,8	62,7	–	–
		Sladorana – Županja	7,08	2.401	3.008	5.409	99,5	101,6	108,0	47,0	56,6	–	–
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.380	2.706	21.712	82,2	118,0	113,0	55,8	60,1	–	–
		Željezara – Sisak	6,8	3.337	3.555	32.273	111,4	158,0	108,7	67,9	69,7	–	–

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim, iskazan je u odnosu na 1964. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Proizvodnja ugljena za mjesece rujan i listopad 1965.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1964 = 100		
		Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	61.590	61.760	626.220	93,4	90,2	96,9
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	3.700	3.800	39.620	84,8	90,5	69,2
	Rudnik — Pregrada	7.030	6.610	63.654	114,1	119,1	98,1
	Ostali	5.584	5.390	55.512	92,2	84,9	94,3
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	15.208	14.746	144.078	107,8	102,6	102,4
	Dalmacija: Rudnik Siverić	7.292	6.880	71.526	77,6	80,6	86,8
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.995	1.775	18.132	92,5	106,1	88,5
	Svega mrki	40.809	39.201	392.522	96,6	96,4	94,6
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-ladanjski ugljen., Ivanec	32.991	29.890	298.785	105,4	92,7	99,1
	Zagorski rudnici, Konjšćina	6.323	7.748	90.642	68,8	96,3	90,8
	Rudnik lignita Poljanica	4.818	4.305	45.567	84,2	78,8	90,1
	Ostali	1.429	1.300	14.765	89,3	88,3	85,5
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	9.113	8.762	82.895	116,8	117,3	110,4
	Ostali	6.667	5.953	62.169	104,1	92,1	106,2
	Ostala područja	2.524	2.314	20.027	171,8	136,7	157,6
	Svega lignita	63.865	60.272	614.850	100,6	95,9	99,9
	Ukupno sve vrste ugljena	166.264	161.233	1,633.592	96,9	93,7	97,5

NAPOMENA: [1] Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope — Koprivnica te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kalorija)	Koks
Proizvodnja u 1000 t	9. 1965.	2.557	105	864	1.591	1.971	103
	10. 1965.	2.695	106	899	1.691	2.072	107
Indeks na bazi	9. 1964.	100,7	96,4	95,6	104,1	91,4	101,9
	10. 1964.	101,1	93,8	94,0	106,1	99,5	103,8

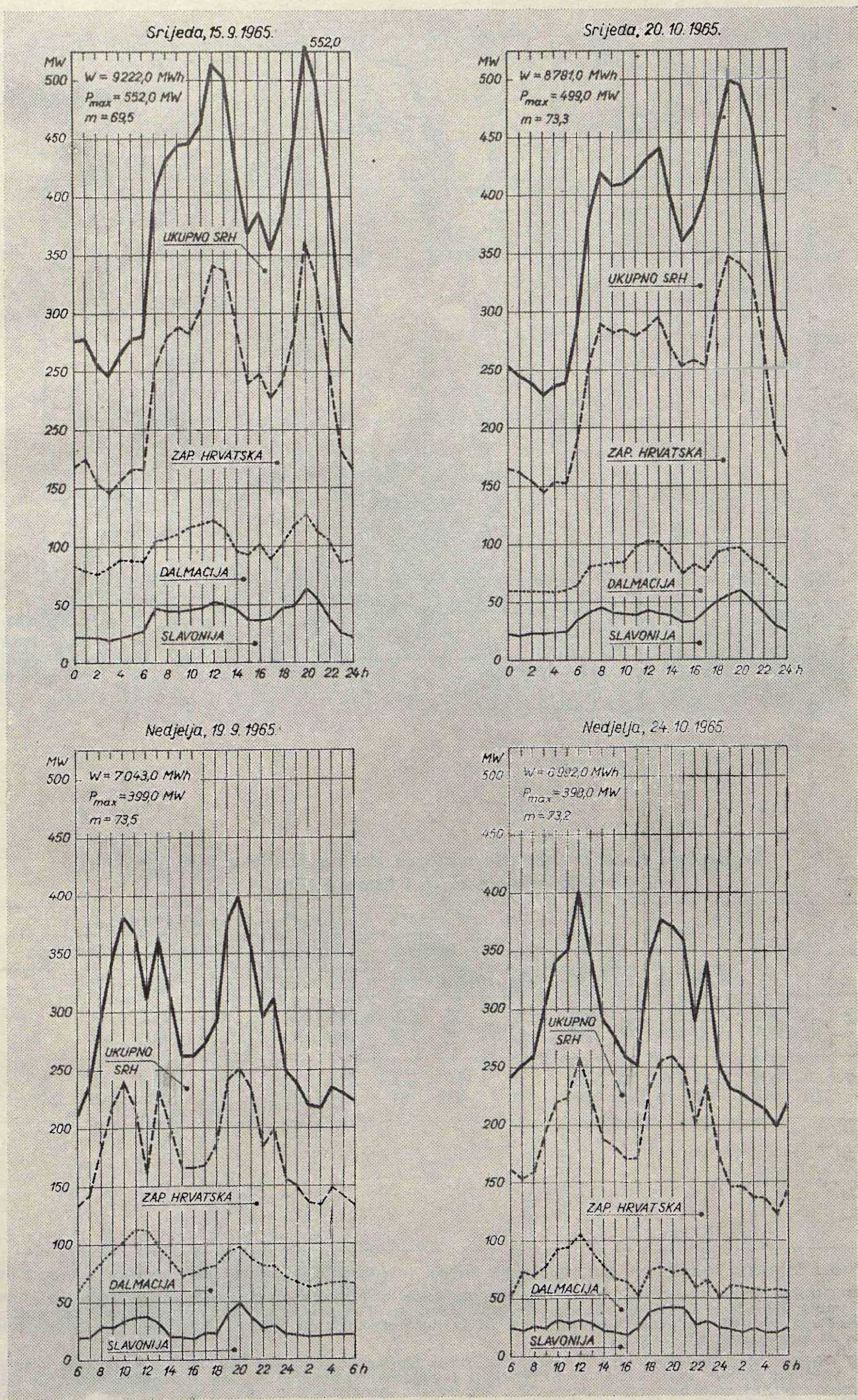
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivna ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	9. 1965.	179.134	21.488	272.370	48.166	1.351	5.896	81.444	10.506	104.889
	10. 1965.	178.836	22.345	302.033	49.981	1.193	6.728	85.154	17.330	138.413
Indeks na bazi	9. 1964.	118,5	72,4	142,4	141,1	82,3	81,9	134,4	110,0	164,0
	10. 1964.	107,8	88,0	147,3	142,8	92,3	63,2	141,6	201,1	194,3

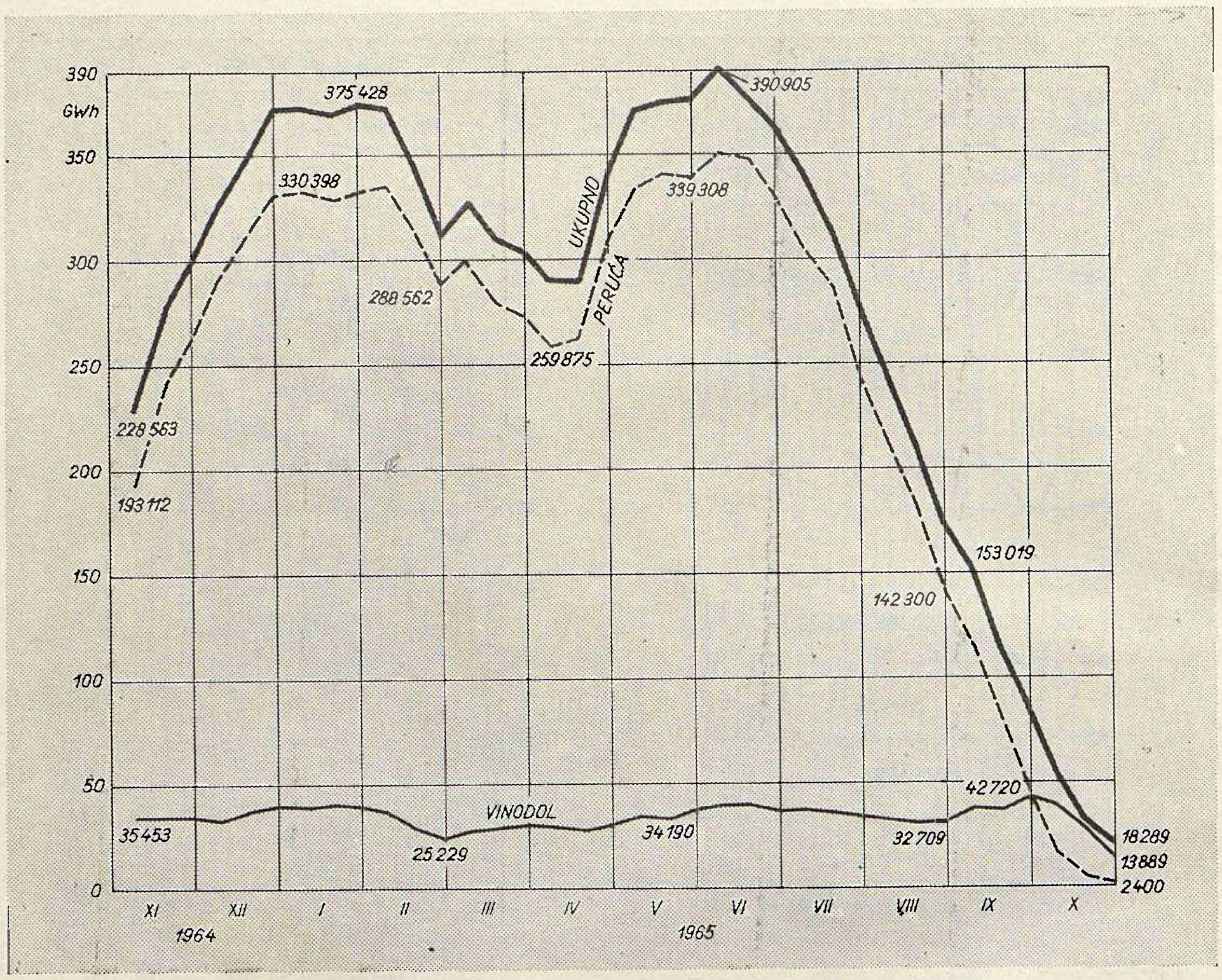
Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1965.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
9. Rujan 1965.	116	116	123	108	112	128	111	118	111	123
10. Listop. 1965.	116	120	119	108	113	124	106	114	111	127
9. Rujan 1964.	109,4	107,4	116,0	103,8	107,6	125,4	109,9	114,5	106,7	123,0
10. Listop. 1964.	104,5	103,4	119,0	100,9	105,6	115,8	109,9	107,5	103,7	106,7

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1965.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po narodnim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		UKUPNO	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	9. 1965.	1077	552	525	189	51	52	229	209	113	45	126	31	5	25	—
	10. 1965.	966	489	477	112	62	84	138	192	126	38	143	49	8	13	—
Indeks na bazi	9. 1964.	115	138	98	179	76	52	128	213	82	95	86	67	90	9	—
	10. 1964.	94	76	125	64	188	83	81	118	160	41	147	143	247	16	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš Damjanić, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Boris *Markovčić*, glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić*. *Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati*, ing. Vladimir *Štengl*, ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević*. Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec*. Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač*. Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Tehnički urednik: Ivan *Šimurina*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.