ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA
HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB

27. VII – 1962.

GODIŠTE 10 ZAGREB GODINA 1961.

SADRŽAJ ENERGIJE U GODINI 1961.

UVODNE RIJEČI

	Broj	Str.
Damjanić Miloš: Elektroprivreda u narodnoj jubilarnoj godini	3—4	75
Filipović ing. Božidar: Desetogodišnjica »Energije«	1—2	1

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

	Broj	Str.
Boranić ing. Vilim: Ulje za loženje u FNRJ	1—2	34
Damaška ing. Velimir: Toplinski ciklusi termoelektrana, toplinska ekonomija i nove konstruktivne karakteristike turbine velikih snaga	5—6	172
Janić ing. Ivan: Elektrifikacija Istre	7—8	230
Janić ing. Ivan: Elektrifikacija sjevernog Zagorja i Međimurja	9—10	320
Jerić ing. Jerko: Usporedba ekonomičnosti transporta ugljena i električne energije s osvrtom na današnje prilike u Jugoslaviji	7—8	221
Jung ing. Miroslav: Rezultati proračuna kratkog spoja u mreži 220 kV Jugoslavije, stanje 1965—1967.	9—10	293
Leskovar ing. Marijan: Prognoziranje po statističkim metodama	9—10	287
Lucati ing. Jakob i *Selanec* ing. Zdenko: Optimiranje goriva u TE Zagreb	9—10	312
Markovčić ing. Boris: Razvoj prijenosne mreže Jugoslavije	3—4	77
Markovčić ing. Boris: Prijenos velikih snaga istosmjernim sistemom vrlo visokog napona	9—10	315
Požar prof. dr ing. Hrvoje: O pripremi elektroenergetskih podataka za rad na izmjeničnom mrežnom analizatoru	1—2	9
Požar prof. dr ing. Hrvoje: Metoda za određivanje vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije	3—4	84
Požar prof. dr ing. Hrvoje: Metoda za određivanje vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroprivrednom sistemu Jugoslavije	5—6	168
Stefanini prof. dr ing. Božidar: Cijena prijenosa električne energije u našim sadašnjim uslovima	7—8	226
Šodan ing. Milan: Regulacija frekvencije i snage u elektroenergetskim mrežama i njena primjena u jugoslavenskoj mreži	3—4	89
Udovičić ing. Božo: O aproksimaciji dnevne krivulje trajanja opterećenja	11—12	374
Uzelac ing. Blaž: Odvodnici prenapona i njihova ispitivanja	7—8	240
Žrvnar ing. Mihajlo i *Elčić* ing. Zvonko: Napojne turbopumpe velikog broja okretaja u monoblok-izvedbi	11—12	370

IZGRADNJA POSTROJENJA

	Broj	Str.
Fišer ing. Karlo: Tehnički podaci o dalekovodu 220 kV Split—Zagreb	5—6	185
Kosar ing. Marijan: Polaganje podmorskih kabela	1—2	30
Plančić ing. Žarko: Studije i istraživanja šireg sliva Cetine u svrhu energetskog iskorištenja	7—8	235
Planić ing. Radoslav: Financiranje elektrifikacije neelektrificiranih područja	1—2	2
Planić ing. Radoslav i *Vodopija* dipl. ec. Željko: Osobine investiranja u godini 1960.	5—6	171
Planić ing. Radoslav: Troškovi akumulacije pribranske elektrane Peruća	11—12	353
Škarica ing. Ranko: Osvrt na konstrukcije stupova za dalekovode 110 kV	7—8	247
Vide ing. Jože: Bakar i aluminij u gradnji razvodnih postrojenja	7—8	243

ENERGETSKO-DISPEČERSKA PROBLEMATIKA

	Broj	Str.
Novak ing. Vjekoslav i *Šodan* ing. Milan: Ispitivanje karakteristika automatskih regulatora broja okretaja u elektranama Hrvatske	7—8	253
Šodan ing. Milan: Ispitivanje karakteristika jugoslavenske mreže — Mjerenje regulacione energije	5—6	188

EKONOMSKO-FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

	Broj	Str.
Đurić dr Milan: Cijena električne energije u uslovima proste reprodukcije	9—10	306
Feöcze dipl. ec. Danijel: Norveška elektroprivreda	3—4	100
Feöcze dipl. ec. Danijel: Financiranje elektroenergetske izgradnje u Austriji	1—2	24
Marušić Anđelko: Obračun osobnih dohodaka po učinku (jedinici proizvoda) u elektroprivredi	1—2	16
Milonja dipl. ec. Zvonimir: Stimulativno nagrađivanje radnika u elektroprivrednim termoelektranama	3—4	106
Weber dipl. ec. Marija: Elementi jednostavne reprodukcije elektroprivrede	7—8	256
Wipplinger dipl. ec. Ljiljana: Opći pojmovi o amortizaciji	11—12	386

VIJESTI S GRADILIŠTA

Baranović ing. Boris: Dijelovi postrojenja TE Zagreb II idu u pogon u decembru 1961.	9—10	829
Brus Ivan: Gradnja dalekovoda 220 kV Split — Zagreb	1—2	41
Furač ing. Đuro: Gradnja hidroelektrane Senj	5—6	200
Kosar ing. Marijan: Podmorski kabel 35 kV Krk—Cres	7—8	261
Radetić Ernest: Hidroelektrana Dubrovnik	3—4	114
Radman Ivan: Poduzeće »Braća Kavurić« montira TE »Kosovo« — TS 110/30 kV Zadar puštena u pogon — Dalekovod 110 kV Vinodol — Senj u pogonu	5—6	201
Radman Ivan: Opsežni pripremni radovi na izgradnji HE Senj	7—8	264
Radman Ivan: Izgradnja TS 220/110 kV Mraclin	9—10	330

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Alajbeg Ante: Godišnja skupština Zanatske komore za kotar Split — Penzioniranja u »Elektrodalmaciji« — Ljestve rastegače na automobilu	1—2	54
Alajbeg Ante: Poslovna i organizaciona problematika »Elektrodalmacije«	3—4	122
Brezinšćak ing. Marijan: Novi radovi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu	1—2	51
Brezinšćak ing. Marijan: Studijski, laboratorijski i mjerni radovi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu u 1960. god.	3—4	126
Depolo Vinko: Rad Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske u II. polug. 1960.	1—2	43
Depolo Vinko: Iz Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju	3—4	120
Depolo Vinko: Položaj poduzeća za distribuciju električne energije u sadašnjoj organizaciji elektroprivrede	7—8	270
Despotović ing. Prvoslav: Dizelska električna lokomotiva DEL	7—8	272
Feöcze dipl. ec. Danijel: III savjetovanje ekonomista elektroprivrede Jugoslavije u Ohridu	5—6	153
Janaček ing. Valter: Petnaest godina građevnog poduzeća »Hidroelektra«	1—2	45
Jovanović Mirko: Osniva se Centar za izobrazbu kadrova u elektroprivredi Hrvatske	1—2	47
Jovanović Mirko: Školski centar za izobrazbu kadrova u elektroprivredi u Zagrebu	9—10	334
Lucati ing. Jakob: Termoenergetska ispitivanja tankera »P. Zoranić«	1—2	54
Pađen ing. Ladislav: Tečaj iz zaštitne i mjerne tehnike za osoblje distributivnih poduzeća	1—2	53
Radek Josip i *Radetić* Ernest: Elektrodistributivno poduzeće »Eldis«, Čakovec	9—10	332
Radetić Ernest: Deset godina »Energije«	3—4	116
Radetić Ernest: Jubilarna izložba »Elektroprivreda Jugoslavije«	3—4	119
Radetić Ernest: Poduzeće »Elektra« Zagreb u godini 1960.	5—6	202
Radetić Ernest: »Elektra« — Varaždin	7—8	267
Radetić Ernest: Elektroprivredna škola u Mariboru	9—10	335
Radetić Ernest: »Elektra« — Križ	11—12	396
Radman Ivan: Uspješna proizvodnja elektroindustrije u 1960.	1—2	48
Radman Ivan: Razne vijesti iz elektroprivrede: Izobrazba kadrova u poduzeću »Dalekovod« — Klanjec i Krapina dobit će nove transformatorske stanice — Stanovi za namještenike Instituta za elektroprivredu — »Elektroprojekt« proširuje djelatnost — Rekonstrukcije u Termoelektrani Zagreb — Izgradnja parovodne mreže iz TE Zagreb	1—2	53
Radman Ivan: Vijesti iz elektroprivrednih poduzeća: »Dalekovod«, »Elektroprenos«, »Elektroprojekt«	5—6	206
Radman Ivan: Vijesti iz elektroprivrednih poduzeća	7—8	271
Radman Ivan: Vijesti iz elektroprivrede i elektroindustrije	9—10	337
Radman Ivan: Svečana proslava u Otočcu povodom završetka radova na DV Split —Mraclin — Potpuna izgradnja TS 110/30 kV u Sisku — Dalekovod 30 kV Zabok—Krapina i Zabok—Klanjec u pogonu — Razne vijesti iz elektroprivrede	11—12	400

RAZNO

	Broj	Str.
Nenadović ing. Mihajlo: Nuklearna energija i njezine primjene	11—12	378
Podbrežnik dr. Franjo: Podneblje i vijek trajanja elektrotehničkih proizvoda	5—6	190
Smolej ing. Eduard: Ispitivanje ventilatora u termoelektranama prilikom preuzimanja	5—6	197
Šel Branko: Razvoj široke potrošnje električne energije u NR Hrvatskoj	1—2	39
Škarica ing. Ranko: Priključak otoka zadarskog područja na energetsku mrežu	1—2	37
Tehnički propisi za pružanje prve pomoći unesrećenima od udara električne struje	9—10	326
Najnoviji radovi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu	9—10	340
Topolšak Vilim: Primjena i izbor centrifugalnih pumpa za termoelektrane	11—12	391
Vide ing. Jože: Ponašanje blindiranih transformatorskih stanica vanjske montaže u Addis Ababi	5—6	195

KONFERENCIJE

Alajbeg Antun: Savjetovanje o stimulativnijim oblicima nagrađivanja radnika održano u Banjaluci	1—2	59
Hangi ing. Velimir: Savjetovanje studijskog komiteta za zaštitu i releje JNK *CIGRE*	3—4	123
Smokvina ing. Josip: Peti kongres Jugoslavenskog nacionalnog komiteta za visoke brane	1—2	56

DRUŠTVENE I OSOBNE VIJESTI

Leskovar ing. Marijan: Hidrauličar L Escande u Zagrebu	1—2	64
Radetić Ernest: — Anđelko Marušić 30 godina u elektroprivredi	3—4	124
Radetić Ernest: Koloman Jurdik — in memoriam	3—4	125
Radetić Ernest: Još četiri elektroprivredna jubilarca: Ing. Franjo *Cenčić* — Petar *Mužek* — Rudolf *Štok* — prof. ing. Vladimir *Žepić*	9—10	344
Uredništvo: F. *Jesih* (Elektrogospodarska skupnost LRS, Ljubljana)	9—10	345

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Brezinšćak ing. Marijan: Ekonomičnija proizvodnja električne energije primjenom magnetske hidrodinamike	7—8	274
Fišer ing. Karlo: Utjecaj razmještaja vodiča na radio-smetnje — Prigušivanje vibracija dalekovodnih užeta — Oštećenje na izoliranim kabelima od štakora — Gašenje požara u blizini visokonaponskih vodova	1—2	62
Fišer ing. Karlo: Problem uzemljenja — Novi postupak za naknadnu zaštitu stupova — Razvoj jugoslavenske energetike s posebnim osvrtom na elektroprivredu — Proizvodnja i potrošnja električne energije u Švicarskoj 1959—1960.	5—6	211
Fišer ing. Karlo: Čišćenje izolatora pod naponom pokretnim uređajima za štrcanje — Izgradnja dalekovoda u Francuskoj — Elektroprivrede Australije i New Zealanda	7—8	276
Fišer ing. Karlo: Trostruki zatezni lanci za snop vodiča — Gromovi i prenapon — Prijenos energije vrlo visokim naponom — Prijelaz na napon 380 kV u Poljskoj — Talijanska elektroprivreda	11—12	405
Kostanjšek Dragutin: Neki faktori, koji utječu na potrošnju električne energije	11—12	409
Wipplinger dipl. ec. Ljiljana: Austrijska elektroprivreda u 1969	11—12	410

GOD. 10 (1961)

energija

BROJ 1 — 2

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

DESETOGODIŠNJICA »ENERGIJE«

Deset godina je razdoblje često nesagledivog dosega, kada ono stoji pred nama, dok ono promatrano unatrag daje uvijek kristalno jasne slike o svemu što se je unutar razmjerno dugog vremena zbivalo. Ako pri tom deseta godina djelovanja pada u period u kojem je snažna dinamika revolucionarno korjenitih promjena pokretala cjelokupni društveni život, tada je značaj takvog razdoblja još očitiji.

Elektroprivreda, kao jedan od važnih pokretača sveukupnog razvitka naše zemlje, a jednako tako i Narodne Republike Hrvatske, snažno se je energetski i proizvodno uzdigla kroz prošlo desetljeće i u svom dinamičnom razvoju prošla mnoge razvojne faze.

Gledajući sada unatrag na taj burni period razvoja električnog gospodarstva naše zemlje kroz stupce našeg časopisa, vidimo da je »Energija« u tom zbivanju, iako skromno, ipak časno izvršila svoj zadatak sudjelujući u rješavanju problematika pred koje je bila stavljena napose elektroprivreda NR Hrvatske.

Godina 1952. bila je napose značajna, jer je trebalo elektroprivredu saobraziti novim principima organizacije proizvodnje u zemlji, kako bi došlo neokrnjeno do izražaja radničko samoupravljanje uz specifične osebine opskrbe potrošača električnom energijom, u kojoj su proizvodnja, razdioba i prodaja električne energije dijelovi jednog jedinstvenog tehnološkog procesa.

U tim je danima Institut za elektroprivredu u Zagrebu preuzeo dužnost, da u zajednici s Upravom elektroenergetskog sistema NRH izdaje »Bilten elektroprivrede Hrvatske«. Tom prethodniku »Energije« stavljeno je u zadatak da kao redovita stručna revija objelodanjuje energetska, tehnička, pogonska i ekonomska zbivanja, i da daje prikaze aktuelnih problema sa kojima se susreće ili ima da sretne elektroprivreda Hrvatske. U međuvremenu program »Biltena« postaje s obzirom na snažan razvoj elektroprivrede i energetike uopće preuzak, časopis mijenja naziv i proširuje sadržaj djelovanja tako, da danas »Energija« proširena i na opće energetske probleme, prelazi snažno granice republičkog djelovanja.

Kada se nakon deset godina osvrnemo na prevaljeni put i prolistamo čitavo brdo pojedinačnih svezaka i uvezanih godišta, s pravom smo zadovoljni sa djelom koje je stvoreno. Problemi, studije, projekti, novi objekti, ekonomski razvoj, život radnih kolektiva, njegovi napori, dostignuća i perspektive nižu se poput živih slika punih deset godina na stranicama našeg lista. I kada još usporedimo prve šapirografirane stranice s današnjim izgledom časopisa, prvih stotinjak čitača s današnjim tisućama pretplatnika, suradnika i prijatelja u zemlji i inozemstvu, možemo mirnom savjesti ustvrditi, da je uloženi trud bio koristan.

Neka uspješni desetogodišnji rad časopisa »Energija« bude njegovim čitaocima daljnji podstrek da kroz njegove stupce što intenzivnije doprinesu daljnjem razvoju elektroprivrede i energetike naše zemlje, a napose one NR Hrvatske. Time će oni omogućiti da »Energija« u budućnosti daje što potpunije uvid u sve napore, stremljenja i uspjehe oko unapređenja energetike, a napose opskrbe naše društvene zajednice i naših radnih ljudi električnom energijom.

B. FILIPOVIĆ
glavni urednik

FINANCIRANJE ELEKTRIFIKACIJE NEELEKTRIFICIRANIH PODRUČJA

Radoslav Planić, Zagreb

Autor obrađuje problem financiranja elektrifikacije. Prikazuje intenzitet elektrifikacije naselja i domaćinstava od 1895. do 1959. i način financiranja te elektrifikacije kod nas i u inozemstvu. Razmatra potencijal vrela financiranja i daljnji razvoj elektrifikacije.

DK 621.311.1.003

UVOD

Tema predstavlja dva pitanja, od kojih je na prvo prilično lako odgovoriti, dok je na drugo u današnjim prilikama odgovor neodređen, jer se zamisao i provedba još ne poklapaju. Čitav tok ranog poslijeratnog planiranja bio je usmjeren na stvaranje baze za brzi industrijski razvoj. Kao temelj tomu uzimana je elektrifikacija u smislu izgradnje izvora i prijenosnih postrojenja.

1) Naslovni popisi (spiskovi), sastavljani za pojedinu godinu, sadržavali su postrojenja, koja su u danim prilikama bila aktuelna za izvedbu.

2) Mali broj projekata i malo iskustvo projektanata i operative, kako da se grade velika postrojenja utjecali su, da se je izgradnja elektroenergetskih izvora u prvim godinama planiranja sastojala najvećim dijelom od građenja malih postrojenja — djelomično započetih još za vrijeme rata [8]. Tomu je pogodovala i odgovarajuća dobava glavne opreme iz inozemstva, iz naslova ratne štete, Unre i sklopljenih ugovora 1946.—1948.

Svaka republika je u to vrijeme imala po koji veći izvor u izgradnji (Vinodol u Hrvatskoj, Jablanica u Bosni, Zvornik i Vlasina u Srbiji, Mavrovo u Makedoniji, dovršenje Mariborskog Otoka u Sloveniji), a sve to je trajalo jako dugo, uz paralelno projektiranje.

3) Na to stanje su utjecala i mala raspoloživa sredstva za cijelu izgradnju (izvori — prijenos — distribucija) od 1,4—1,8 % godišnje od narodnog dohotka [1, str. 131].

4) Znatan zastoj je nastao u razdoblju 1949.—1951. uslijed ekonomske blokade 1948.

5) Sve je to utjecalo, da se ekonomski temelj za brzu industrijalizaciju nije mogao stvoriti onim tempom, kao što je bilo zamišljeno.

Radi toga je nastupilo intenzivno iskorišćenje pogona prerađivačke industrije, koji su mogli dati iz svojih starih uređaja — uz malo truda — znatnu akumulaciju za daljnju industrijalizaciju i za jačanje obrambenog potencijala.

6) U toj situaciji nije bilo moguće u centralnim tijelima voditi brigu o širokoj elektrifikaciji naselja i nepriključenih područja; cijela briga bila je usmjerena na osnovne probleme, a tih je bilo jako mnogo.

Usprkos tomu, elektrifikacija naselja išla je svojim nečujnim ali konstantnim tempom.

I. ŠIRENJE MREŽE

Mreža se je širila i za vrijeme rata i godine 1945. u doba obnove stalno svih godina gotovo jednako, uz izvjesno opadanje radi poremećaja godine 1948. tako da je 1949. pušteno u pogon primjetno manje postrojenja elektrifikacije naselja negoli ostalih godina. Pri tom su izvršena tek neznatna ulaganja u gradske razdjelne i razvodne mreže.

Kako je izgledalo to nečujno ulaganje samodoprinosa u razdjelnu i razvodnu mrežu u razdoblju 1945.-1955, vidljivo je iz ovog prikaza:

Prikaz samodoprinosa u razdjelnu i razvodnu mrežu na području Hrvatske po godinama razdoblja 1945.—1955.

Godina	u milijunima dinara
1945.	630
1946.	819
1947.	609
1948.	811
1949.	399
1950.	647
1951.	749
1952.	516
1953.	658
1954.	581
1955.	580
	6.999

ili 14,4 % od ukupnih ulaganja toga razdoblja.

Značajno je, da je godine 1945. iz poznatih izvora obnove moglo biti uloženo samo 323 milijuna dinara, dok su izravni interesenti u to vrijeme već mogli odvojiti 630 milijuna dinara za izgradnju različitih priključaka pojedinih naselja. Na taj način uspjelo je elektrifikaciju naselja podići u prvih 10 poslijeratnih godina sa 13,2 % na 36,1 % ili gotovo potrostručiti. U daljnje četiri godine 1956.—1959. slijedi podvostručenje elektrifikacije naselja, tako da je elektrifikacija naselja danas peterostruka od one godine 1945.

Usporedba intenziteta elektrifikacije naselja i domaćinstava u razdoblju 1895. do 1944., 1945. do 1955. i 1956. do 1959. [13, str. 15], [2], [7, str. 39]

Godina		Elektrificirana naselja		Elektrificirana domaćinstva		Godišnje
			%		%	%
1895.—1944.	50	890	13,2	271.700	26,3	0,53
1945.—1955.	11	1,545	22,9	201.300	20,0	1,80
		2.435	36,1	473.000	46,3	
1956.—1959.	4	1.409	21,1	218.000	16,2	4,06
		3.844	57,2	691.000	62,5	

Naravno, da toliki relativni porast ne vrijedi i za domaćinstva; dok je 1945. bilo 271 700 elektrificiranih domaćinstava, to je tokom prvih deset poslijeratnih godina priključeno daljnjih 201 300 domaćinstava ili 74 % od postojećeg [1, str. 164].

U daljnjem razdoblju od zadnje četiri godine elektrificiran je isti red veličine domaćinstava kao u prvih 11 poslijeratnih godina. Razlog leži u činjenici, da se elektrifikacija postepeno širi na sve manja naselja.

Molimo, da se u »Energiji« br. 3 — 4 ispravi slijedeće:

1) na str. 100 u predzadnjem retku kratkog sadržaja
mjesto elektroaluminijsku
treba biti elektrokemijsku;
isto ispraviti u kartici za dokumentaciju.

2) na str. 102 lijevi stupac, 8. redak odozdo
mjesto (270 Din
treba biti (2,70 Din

3) na str. 125 lijevi stupac, 7. redak odozgo
mjesto 1959.
treba biti 1949.

4) na str. 126 u opisu sl. 1 u prvom retku
mjesto *I ELEKTROTEHNIČKI*
treba biti *I ELEKTROENERGETSKI*

5) na str. 137 desni stupac, 31. redak odozgo
mjesto 27 MW 20 MW
treba biti 2,7 MW 2,0 MW

6) na str. 148 (S 2) u glavi gornje tablice
mjesto Studeni Prosinac
treba biti Siječanj Veljača

Gradovi, kao najveća naselja, bili su dobrim dijelom elektrificirani još koncem prošlog stoljeća, bilo iz lokalnih elektrana bilo iz najbližih izvora (Šibenik).

No stanje koncem god. 1955. potaklo je prof. dr ing. H. *Požara* da signalizira na potrebu elektrifikacije najmanjih naselja. On konstatira godine 1956, da bi uz dotadašnji stupanj elektrifikacije trebalo do potpune elektrifikacije proći u:

Slavoniji	71 godina
užoj Hrvatskoj	22 godine
Istri	22 godine
Lici	41 godina
Dalmaciji	51 godina*.

Elektrifikacija naselja i pojedinih skupina domaćinstava išla je svojim tokom na način odvajanja od ostalih potreba i na način davanja samodoprinosa.

Utvrđeni nalazi o ulaganjima i samodoprinosima predstavljali su pozitivan rezultat ulaganja iz samodoprinosa kao posebnog izvora.

Takva spoznaja upućuje na konsekvenciju, da bi bilo dobro ostaviti interesente da se sami elektrificiraju. No to je prividno tako. Radi se zapravo o izboru mjera pomoći, koje su drukčije, nego što je to potrebno za usmjeravanje temeljne izgradnje.

Predmet je posebne razrade, koja je u toku, kako danas izgleda stupanj elektrifikacije po pojedinim historijskim, a kako po pojedinim privrednim i elektrifikacionim područjima.

Potencijalni porast tokom zadnje četiri godine uči nas, da se statički zaključak citirane rasprave može smatrati kao kondicionalni signal u odnosu na porast 1945.—1955. Specijalno je u raspravi upozoreno na zaostalost elektrifikacije u Slavoniji, Dalmaciji i Lici. Zadnje tri godine elektrificiran je u tim pokrajinama slijedeći broj naselja [7, str. 38]:

	Slavonija		Dalmacija		Lika	
Ukupan broj naselja	1.045		880		696	
		%		%		%
1957.	24	2,3	28	3,2	4	0,6
1958.	39	3,7	36	4,1	2	0,3
1959.	67	6,4	37	4,2	3	0,4
Ukupno koncem 1959. (mreža sistema)	268	25,6	279	31,7	11	1,4

Treba upozoriti, da u ovim područjima ima znatan broj lokalnih elektrana. Na otocima se 46 % elektrificiranih naselja i 61 % elektrificiranih domaćinstava opskrbljuje tim putem, u istočnoj Slavoniji 22 % naselja i 17 % domaćinstava, a u Lici 40,5 % naselja i isti postotak domaćinstava [14, III. skupina].

Iz prednjeg pregleda može se zaključiti slijedeće:

Elektrifikacioni polet zadnjih godina bitno je utjecao na nagli porast priključka neelektrificiranih područja ovih pokrajina na mrežu.

Izgradnja prijenosne mreže i mreže 30 do 35 kV daje znatne mogućnosti, da elektrifikacija preostalih naselja bude ostvarena u relativno kratkom roku. Ulaganje u prijenosna postrojenja je inicijalne prirode. Ono prouzrokuje potencijalnu izgradnju razdjelnih i razvodnih mreža te izvedbu kućnih instalacija.

Takvi prijenosi 110 kV, koji su u toku, su slijedeći:

Mostar — Ston,
Šibenik — Zadar,
Vinodol — Senj — Otočac,
Sisak — Međurić — Virovitica.

Zadaci razvoja mreže 30 do 35 kV:

priključak otoka *Raba* (1961.),
priključak otoka *Cresa* i *Lošinja* (u toku),
priključak *Dugog otoka* (u toku),
zamjena mreže 10 kV s mrežom 35 kV u *trogirskom, đakovačkom* i *otočkom području* (u toku),

priključak *Čakovec — Kraljevec* (u toku),
priključak *Zabok — Pregrada* (u toku),
priključak *Bjelovar — Vel. Grđevac,*
priključak *Ston — Metković,*
priključak *Kraljevac — Makarska — Podgora* (u toku),

priključak *Karlovac — Jamnička Kiselica* (1961.),
priključak *Korčula — Lastovo,*
priključak *Dubrovnik — Hercegnovi,*
priključak *Oštarije — Plaški,*
priključak *Međurić — Garešnica,*

priključak *podravske Moslavine* i *Donjeg Miholjca* (mreža 35 kV),
priključak *Karlovac — Krnjak,*
priključak *Vinkovci — Šidski Banovci,*
zamjena voda 10 kV *Sunja — Kostajnica* sa 35 kV,
polaganje kabela 10 kV *Ston — Mljet.*

Vidi se, da su ovi zadaci velikim dijelom već u toku, a što nije, može biti ostvareno tokom iduće dvije do tri godine. Nakon toga imat će izgradnja mreže 30—35 kV pretežnim dijelom značaj intenzivne elektrifikacije tj. povećat će se postojeća mreža i snaga postrojenja.

U Dalmatinskoj Zagori, u pojedinim predjelima Like i na otocima oteščano je financiranje izgradnje razdjelne mreže (10 kV) zbog neimaštine žiteljstva. Ovdje će biti potrebno izvršiti posebne zahvate. Treba međutim napomenuti, da broj tih domaćinstava nije tako velik, da bi remetio dane konstatacije u cjelini.

Budući da se tokom 3—4 godine elektrificira izvjesno područje, kojemu je pružena mogućnost priključka na mrežu, može se realno računati s potpunom elektrifikacijom naselja u roku od 7 do 8 godina.

I. Predviđanje investicija za distributivnu mrežu za potpunu elektrifikaciju svih domaćinstava i naselja u Hrvatskoj

		milijarda dinara		
35 kV	vodovi	9,3	km	2.240
35 kV	stanice	5,2	kom	144
10 kV	zračni vodovi	9,0	km	6.900
10 kV	kabeli	6,66	km	740
10 kV	gradske stanice	5,07	kom	1.080
10 kV	seoske zidane stanice	4,53	kom	2.060
10 kV	stanice na stupu	0,82	kom	750
0,4 kV	zračni vodovi	8,76	km	11.700
0,4 kV	kabelski vodovi	5,24	km	730
0,4 kV	brojila	5,67	kom	567.000
		60,25		

* [2, str. 21 zadnji stupac gore]

II. *Podjela naprijed iskazanih investicija*	milijarda dinara
mreža 30 – 35 kV	14,5
mreža 10 i 0,4 kV	45,8
	60,3

III. *Pretpostavljeni izvori financiranja distributivne mreže za potpunu elektrifikaciju* (Plan elektrifikacije Hrvatske 1961.–1966.)	milijarda dinara
Opći investicioni fond	1,5
Republički investicioni fond	3,6
Kotarski investicioni fondovi	6,9
Elektroprivreda, industrija, poljoprivreda i narodna obrana	15,3
Samodoprinos, lokalni fondovi i općinski budžeti	26,0
Doprinos u naturi	7,0
	60,3

Ocjena od 7 do 8 godina postavljena je na temelju rezultata izgradnje 1958. i 1959. Eliminira li se potencijalni razvoj kakav je bio u prošlom razdoblju, može se realno računati, da će totalna elektrifikacija svih naselja i mogućnost priključka svih domaćinstava u Hrvatskoj biti provedena do godine 1968.

II. FINANCIRANJE RAZDJELNE I RAZVODNE MREŽE KOD NAS I U SVIJETU

Poseban financijski fenomen predstavlja izgradnja seoske prijenosne i niskonaponske mreže. Dok se oko odobravanja i financiranja izvora, prijenosne i srednjenaponske mreže vode dugotrajne diskusije na saveznom odnosno republičkom nivou, izgradnja mreže 10 kV i 0,4 kV na selu ne prolazi faze takvog usmjeravanja. To znači, da se ove diskusije odvijaju intenzivno u krugu samih interesenata. Sredstva, koja interesenti ulažu u elektrifikaciju toliko su znatna, da po veličini dolaze odmah iza onih iz OIF-a. Izvjesna neznatna sredstva unutar zadnje tri godine dala je Republika putem Investicione banke za mrežu u Lici i na Kordunu. Danas se tim putem djelomično financira priključak Baške, Oštarije — Karlobag, priključak 10 kV Hrv. Dubice i priključak područja Srb.

Koliko je poznato, pojedine komunalne banke daju zajmove po nalogu komuna za širenje gradskih mreža, no to nema značaj subvencije nego namicanje sredstava, koja bi elektroprivreda (kada su u pitanju gradske mreže) trebala prije ili poslije vratiti.

Može se dakle konstatirati, da u pogledu financiranja elektrifikacione niskonaponske mreže kod nas ne postoji ustaljeni sistem kreditiranja, kakav je poznat u svijetu. Tamo se financiranje takve elektrifikacije smatra važnim, jer ona zahtijeva relativno velika sredstva s obzirom na broj konzumenata i na prihode od prodane energije.

Financiranje seoskih mreža osigurava se na četiri načina odnosno njihovom kombinacijom:

1) subvencijom ili niskokamatnim zajmom države, pokrajinskih uprava ili komuna;

2) prihodima od električne energije tj. na račun gradskih i seoskih potrošača;

3) participacijom budućih seoskih potrošača na troškovima izgradnje i na anuitetima;

4) financiranjem inozemnom pomoći.

U pogledu financiranja pokazale su se u raznim zemljama slijedeće prilike:

Austrija

Do 1938. bile su odobravane državne subvencije za izgradnju malih izoliranih elektrana, a kasnije je sistem subvencija bio proširen na izgradnju seoskih distributivnih mreža pod uvjetom, da ona postane vlasništvo proizvođača električne energije, koji je trebaju uzdržavati.

Smatra se, da problem financiranja nije riješen na zadovoljavajući način, jer novi korisnici još uvijek teško snose teret troškova priključaka. Da bi se mogle iskoristiti prednosti seoske elektrifikacije postoji mišljenje, da treba odobravati subvencije do visine od 50 % troškova izgradnje mreža.

U elektrifikaciji imale su velikog udjela proizvodne i distribucione zadruge, koje su provodile elektrifikaciju određenih područja i koje zatim distribuiraju električnu energiju.

Postoje osim toga i čiste elektrifikacione zadruge, čija djelatnost prestaje, kad je izgradnja dovršena. One mogu ekonomično izvršiti svoj zadatak, jer zajednički daju drvene stupove, radnu snagu i transportna sredstva.

Belgija

Elektrifikacija zemlje je gotovo potpuna, što je postignuto s jedne strane prihodima električne energije, a s druge strane subvencijom države, pokrajina i općina. Tako je od 1937. Ministarstvo poljoprivrede odobravalo doprinose do 30 % investicionih troškova elektrifikacije.

Danska

Elektrifikacija se provodila najčešće preko zadruga, koje su pribavljale sredstva na normalnom tržištu kapitala. Zajmovi su do unatrag pet godina bili dobivani bez poteškoća uz kamatnjak od 5 %, ali kasnije je država morala pomagati zadrugama.

Finska

Godine 1947. postavljen je plan elektrifikacije, koji je provodilo osam distributivnih poduzeća pod nadzorom Ministarstva industrije.

Doprinos pojedinog korisnika određuje se prema »tarifnim jedinicama« na slijedećoj osnovi:

Za seoska domaćinstva računa se jedna jedinica plus jedna jedinica po prostoriji plus po pola jedinice za svaki hektar obradive površine.

Za industrije primjenjuje se ključ prema površini postrojenja. Tako dobivenim ukupnim brojem tarifnih jedinica za neko područje dijele se ukupni troškovi izgradnje mreže i dobiva se jedinični trošak po tarifnoj jedinici. Ako taj jedinični iznos ne prelazi 25.000 dinara, korisnici moraju sav teret snositi sami. Ako je on veći od 25.000 dinara a manji od 40.000 dinara, korisnici snose 25.000 dinara po jedinici, a ostatak se namiče putem zajma. Država plaća tokom pet godina

kamate tog zajma i odgovarajući dio otplate. Ako pak jedinični iznos prelazi svotu od 40.000 dinara, država plaća tokom pet godina kamate i otplatu na svotu od 12.500, a za ostatak daje subvenciju.

Francuska

Seoske mreže financiraju se na slijedeći način:

državnom subvencijom pod uvjetom, da su radovi sadržani u programu odobrenom od Ministarstva poljoprivrede, i to u obliku gotovine ili u otplati anuiteta; mogu doseći do 40 % ukupnih troškova izgradnje uz uvjet, da trošak po stanovniku ne prelazi određenu granicu;

udjelom pokrajina (slično kao država);

putem zajma općine s kamatnjakom 3 % na 40 godina kod Poljoprivredne kreditne banke,

Veličina zajma je ograničena na dvostruki iznos od onog s kojim raspolaže općina. Svakako je potrebno da općine najprije pokušaju dobiti zajam na tržištu kapitala za cjelokupnu investiciju, s otplatom iz prihoda električne energije. Da ne bi dodatne takse na električnu energiju prešle mjeru, donesen je 1936. zakon, kojim se osniva fond za djelomičnu otplatu zajmova. Udio ovog fonda u otplati zajma ovisi o stupnju elektrifikacije područja, tehničkim karakteristikama mreže i lokalnim izvorima financiranja. Fond za otplatu dobiva sredstva iz taksa na električnu energiju u prodaji na sekundarnom naponu. One se određuju procentualno putem ministarskih odluka. Zahvaljujući ovom fondu, u Francuskoj je potpuno provedena elektrifikacija sela.

Italija

Zakonima iz 1939. regulirano je pitanje subvencije države seoskoj elektrifikaciji. Ovim zakonom osiguravala se subvencija za izgradnju mreža u iznosu od 60 % troškova. Zakonom od 1952. povećan je doprinos države na 84 do 92 % za planinske krajeve.

Norveška

Od 1938. do 1952. država je odobrila oko 15 milijardi dinara kredita za seosku elektrifikaciju, a svaki kWh opterećen je sa 90 para u svrhu stvaranja sredstava za to. U Norveškoj su sela veoma porazbacana, pa bi stanovništvo bez doprinosa države bilo onemogućeno da se koristi električnom energijom. Danas je Norveška u cjelini elektrificirana.

Nizozemska

Elektrifikaciju provode područna distributivna poduzeća, koja imaju specijalne fondove za pomaganje tzv. »nerentabilne« elektrifikacije. Smatra se, da je elektrifikacija rentabilna, ako godišnji prihodi iz novog područja iznose 12 % troškova izgradnje. Ako stopa od 12 % nije postignuta, distributivna poduzeća sudjeluju u troškovima izgradnje svojim specijalnim fondom uz sudjelovanje općina i korisnika prema utvrđenoj tabeli.

Da se izbjegne financijski riziko kod izgradnje seoskih mreža, budući potrošači moraju se obavezati, da će uzimati onu količinu energije koja je služila kao temelj kalkulacije prihoda.

Švedska

Elektrifikacija se vrši gotovo isključivo preko distributivnih poduzeća, koja osiguravaju financiranje mreže u područjima, u kojima su naselja uglavnom rastepena, a kod toga traže doprinos budućih korisnika. Sredstva se nadalje stvaraju raspisivanjem zajmova, učešćem općina i subvencijom države. Subvencije su se davale samo za tzv. »nerentabilna« područja tj. kod kojih su jedinični troškovi prelazili izvjesnu granicu, a subvencija se je kretala najviše do 50 %. Ukoliko se proširenjem mreže u toku razvoja područje pokazalo rentabilno, morao se je vratiti odgovarajući dio.

Švicarska

Do drugog svjetskog rata elektrifikacija se je provodila bez subvencija i kredita. Tek u posljednjim godinama pokazalo se potrebnim da se pomogne priključak nekih izoliranih područja u planinama. Konfederacija, kantoni i općine daju u takvim slučajevima subvenciju do 19 %, dok 60 % treba da daje elektroprivreda, a 22 % budući korisnici.

Velika Britanija

Do god. 1935. bila su seoska područja veoma slabo elektrificirana. Distributivna poduzeća, koja su ih obuhvaćala, proširivala su mreže samo na »rentabilnim« područjima. S druge strane, seoska domaćinstva nisu raspolagala potrebnim sredstvima.

Nakon 1935. poljoprivreda je ušla u razdoblje izvjesnog prosperiteta tako, da se je tempo elektrifikacije mogao pojačati.

Tek od 1941. vlada je pomagala priključivanje seoskih domaćinstava putem sistema povlastica. Od 1948. tj. od nacionaliziranja elektroprivrede nisu se bitno popravili uvjeti za izgradnju seoskih mreža, jer je vlada stavila mnoga ograničenja na investiranje tako, da je do 1952. u Velikoj Britaniji bilo elektrificirano svega 40 % domaćinstava. U Engleskoj država nije ustanovila sistem subvencioniranja. Iako on ne postoji, ipak se izoliranim seoskim naseljima odobravaju subvencije za poboljšanje njihove mehanizacije. Na taj se način provodila elektrifikacija u nekim područjima, ali pomoću zajma s kamatnjakom od 3 %, kod čega je država preuzela isplatu polovice anuiteta. Nakon nacionalizacije, regionalna uprava elektroprivrede izgradila je o svom trošku razdjelne vodove i stanice 11 kV s time da odvojci razvoda idu na teret potrošača bilo u formi garantiranja potrošnje bilo uplatom gotovine.

Ovi podaci uzeti su iz publikacija Ujedinjenih naroda [11], a gradivo je prenesao ing. Baranović.* Radi interesantnosti bilo je korisno da se iznesu sažetije.

* Vidi *Energiju* 1957, br. 7–8

Kod nas u kotarima postoji fond za unapređenje privrede sela (uključujući i elektrifikaciju), koji se alimentira sa 40—55 % iz taksa i poreza.

Za 17 kotara, koji su 1956. bili relevantni za financiranje priključaka on je iznosio 800 milijuna dinara [9. str. 54, 1. stupac]. Povrh toga bilo je prema republičkoj evidenciji neangažiranih 3,5 milijarde dinara, koje bi mogle poslužiti svrsi elektrifikacije (izgradnja mreže 30 kV).

III. OBNOVA I ŠIRENJE GRADSKIH MREŽA I PROBLEM NJIHOVA FINANCIRANJA

Sa stanovišta potrebe obnove i proširenja značajno je, da su gradske mreže — u odnosu na ostalu distributivnu mrežu — ostale tokom niza godina pretežnim dijelom u predratnom stanju. Obustavljeni razvoj gradskih mreža bio je iznimka u izgradnji elektroenergetskih postrojenja.

Za razdjelnu i razvodnu mrežu u gradovima značajno je sa stanovišta mogućnosti izgradnje (obnove i proširenja), da je gradska mreža pretežnim dijelom kabelska. Mogućnosti dobave kabela bile su neznatne u poslijeratnom razdoblju jer je za nju bilo teško pronaći izvor financiranja. Osim toga, ove dobave bile su dugo vremena vezane na uvoz.

Kabelski vodovi su četverostruko do šesterostruko skuplji od nadzemnih vodova. Prema tomu oni predstavljaju razmjerno visoke investicije.

U Hrvatskoj ima danas 638 km razdjelnih i 639 razvodnih kabelskih vodova. Od toga je preko 52 % izvedeno prije prvog i drugog svjetskog rata, a oko 48 % u razdoblju od 1945. do 1959. Ova je mreža dakle velikim dijelom dotrajala, premalih presjeka i preopterećena.

Kao što se komune s pretežno seoskim stanovništvom brinu za izgradnju razdjelne i razvodne mreže na svojim područjima, bilo je normalno, da to isto rade i gradske komune za mrežu na gradskim područjima. Budući da se potrebna sredstva za nabavu kabela ne mogu namaknuti iz samodoprinosa, kao što to pretežnim dijelom čine seoske općine i zadruge za elektrifikaciju, trebalo je gradskim komunama omogućiti da pribave sredstva za izvedbu te mreže.

Danas se kabeli svih presjeka proizvode u zemlji, što znatno utječe, da se gradske mreže prilično brzo obnavljaju i proširuju.

Gradovi su najjača potrošna područja u Hrvatskoj. U gradovima je smještena brojna industrija, čija proizvodnja je u velikoj mjeri ovisna o dobavi električne energije iz republičke mreže.

Gradske komune ili nisu mogle osigurati sredstva za tu svrhu ili su to mogle tek djelomično, pa je trebalo pristupiti drugim mjerama. Jedan od ishoda postojao je u deblokiranju amortizacionih fondova elektroprivrede. Rješenje pitanja nađeno je u povišenju stopa amortizacije i investicionog održavanja distributivne mreže (Službeni list 1/57). Na taj način uspjelo je tokom zadnjih dviju godina uložiti u gradske mreže preko 5 milijardi dinara. Od toga su komune pozajmile iz svojih investicionih i stambenih fondova (a možda negdje i subvencionirale) nešto preko 1,5 milijarde dinara, a elektroprivreda oko 1,9 milijarda dinara. Ostatak su uplatili pojedini velepotrošači, stambeni blokovi i distributivna poduzeća.

Ing. B. Tilić napominje, da je potrebno još uložiti oko 7,5 milijarda dinara [4, str. 18, 2. stupac], a ja računam da se ta svota najvećim dijelom odnosi na gradove, iako to nije jasno vidljivo iz rasprave. U članku se konstatira nedovoljnost sredstava za efikasan razvoj mreže (računam ovdje na gradske mreže) i ističe se potreba osiguranja (većih) sredstava u okviru općinskih investicionih fondova. Ujedno se napominje, da investicioni udio nove tarife za domaćinstva od 7 Din/kWh sa snagom u 1960. nije rješenje, budući da se tim sprečava čak i korišćenje energije za svrhe kuhanja. Prema zaključcima konferencije gradova i zanatskih komora održane polovicom travnja ove godine u Banjaluci, ovo pitanje treba biti riješeno, jer će ubuduće komunama ostajati na raspolaganje veća sredstva, nego što je to bilo do sada.

Usprkos svim ocrtanim poteškoćama u gradovima se priključuje znatan broj novih naselja i domaćinstava. Takvih je samo 1959. bilo gotovo 18.800.

Novopriključena domaćinstva u gradovima Hrvatske u godini 1959. [7. str. 38]

Gradsko područje	Domaćinstva
Bjelovar	556
Dubrovnik	50
Karlovac	344
Koprivnica	300
Osijek, Vinkovci, Brod, Đakovo	5.841
Pula	300
Rijeka	421
Sisak	286
Split	1.356
Šibenik	476
Varaždin	136
Zadar	800
Zagreb	6.886
	17.752

Može se pretpostaviti, da su glavni teret investicija nosili investitori pojedinih stambenih naselja i da su komune i elektroprivreda bile u drugom planu.

Posebno aktuelno pitanje je širenje gradske mreže u komunama s miješanim gradskim i negradskim življem. Ako je još stanje uz to bilo takovo, da je grad dugo vremena već bio elektrificiran, uživajući pogodnosti znatno niže cijene energije, a okolina nije, tada ovdje nisu u pitanju samo sredstva, nego se kao problem postavlja, gdje je važnije njihovo ulaganje.

Veliki gradovi (u našim razmjerima) predstavljaju atrofična tijela, čiji razvoj treba zaustavljati prebacivanjem industrije, koja nije nužno vezana za grad, u područja, gdje će ona moći poslužiti kao nova privredna jezgra. Grad treba prestati biti imigraciono područje. S elektroprivredne strane potrebno je općenito elektrifikacionim priključkom omogućiti privredni i društveni preobražaj sela i negradskih područja uopće.

Općenito će dakle biti potrebno promatrati ovaj odnos kompleksno; sociološki je korisnije ostvariti nove priključke seoskih naselja, nego primjerice zatvarati petlje u gradskim mrežama, a da ona prva pitanja ostaju još neriješena.

IV. AKTUELNA PITANJA

Otplata kredita na teret amortizacije

Postojeći dispozitivni propis korišćenja amortizacije za isplatu sklopljenih ili preuzetih zajmova predstavlja izvjesno palijativno rješenje u cilju efikasnog alimentiranja općeg investicionog fonda i republičkih investicionih fondova na način, da pojedini korisnici to ne bi osjećali kao teret. To ne može ostati trajna mjera, jer amortizacioni fondovi neće biti dovoljni za zamjenu postrojenja.

Obično je tako, da u poslijeratnoj privredi dolazi do primjetnog slabljenja kupovne moći novca. Investicioni val, koji je u toku, također pridonosi odvijanju toga procesa. Elektroprivreda ne može zaustaviti taj tok. Ona može poduzeti mjere da zaštiti svoje fondove bar u toj mjeri, da podmiruje samo one obveze, koje je sama prouzročila.

Ova mjera nije popularna, ali je gospodarski opravdana. Ako elektroprivredno poduzeće može svojim završnim računom dokazati, da ne može iz povećane potrošnje plaćati ove terete, onda se ono mora kloniti da preuzme investitorstvo nad takvom izgradnjom odnosno da u času puštanja u pogon i kolaudiranja preuzme takve obaveze kojima ne može udovoljavati.

Elektrifikacija novih stambenih naselja

Sredstva za priključke novih stambenih naselja treba namaknuti komuna. Prilikom odluke o osnivanju novih stambenih naselja, četvrti i rajona, treba osigurati sredstva i njima izvesti vodovodnu, kanalizacionu, plinovodnu i elektroenergetsku distributivnu mrežu, a prema potrebi i mogućnostima i mrežu za ogrjevnu paru.

Da li će komuna za ove investicije ubirati uplate od stambenih zajednica i drugih stambenih investitora, to ostaje stvar njihovog aranžmana.

Elektroprivreda i elektrifikacija neelektrificiranih područja

Za koga je elektrifikacija neelektrificiranih područja ekonomična? Da li za elektroprivredu ili za novo priključene potrošače kao korisnike nižih tarifa od onih, koje su imali iz lokalne elektrifikacije?

Potrošači pravdaju svoje programe novih priključaka s motivacijom, da je to za njih ekonomično. Često će biti stanje takvo, da uslijed malog potroška, fiksiranih tarifa, a razmjerno velikih tereta za elektroprivredu, neće biti probitačno, da ona ulazi u nova područja i nove obveze. Samim tim elektroprivreda gubi mogućnost da izvrši zadatak, koji joj se društveno nužno nameće.

Ovo pitanje je ostalo otvoreno. Dok ne bude riješeno, treba poduzimati one mjere, koje su u poslovnom smislu najkorisnije.

Zaključak

Nije uputno primjenjivati na elektroprivredu principe, koji bi — u konsekvenciji — mogli dovesti do rezerviranog stava elektroprivrede naprama totalnoj elektrifikaciji zemlje.

Električna energija, kao grana energetike, daje podlogu za privredni razvoj. Priključkom neelektrificiranih i nedovoljno elektrificiranih područja stvara se mogućnost primjene principa ekonomičnosti za ulaganja interesenata pojedinih privrednih grana za izgradnju odnosno za proširenje određenih pogona na elektrificiranom području.

Elektroprivreda omogućuje da takva ocjena ulaganja bude rigorozna, jer je udovoljeno temeljnom preduvjetu za proizvodnu i privrednu djelatnost uopće.

S takvom koncepcijom u gledanjima postavljaju se stvari na pravo mjesto, a da se investiranje u sve privredne grane provodi bitno ekonomičnije nego često do sada.

Uslijed toga treba elektroprivredu uklopiti u opće nastojanje privrednog i društvenog razvoja tako, da bude oslobođena onih spona, koje je danas drže po strani ili je stavljaju u položaj da provodi elektrifikaciju, a ne može udovoljiti obvezama, koje je po postojećim propisima terete.

Literatura

[1] Ing. Radoslav Planić: *Izgradnja električnih postrojenja u Hrvatskoj u razdoblju od 1945.–1955.* Godišnjak Biltena Zajednice i Instituta 1955, Izvještajni dio, str. 105–169.

[2] Dr ing. Hrvoje Požar: *Stanje i razvoj elektrifikacije naselja i domaćinstava u Hrvatskoj.* Bilten Zajednice i Instituta 1956, br. 4–7, str. 18–23 i 16–18.

[3] Ing. R. Planić, ing. Mrakovčić, Škarica i ing. Tilić: *Napori oko obnove i proširenja gradskih mreža u Hrvatskoj.* Energija, Bilten Zajednice i Instituta, 1957., br. 9–12, str. 286–292 i 361–366.

[4] Ing. Boris Tilić: *Problematika i stanje distributivnih mreža Hrvatske.* Energija 1960, br. 1–2, str. 17–24.

[5] Ing. Radoslav Planić: *Izgradnja i investiranje.* Materijal za Godišnjak 1958, str. 26.

[6] *Elektrifikacija naselja i domaćinstava Jugoslavije — Bruto-produkt proizvodnih, prenosnih i distributivnih poduzeća i elektroprivrednih zajednica za 1960.* Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, III. 1960, str. 18–24.

[7] *Investiranje u izgradnju, studij i istraživanje elektroenergetskih postrojenja na području Hrvatske godine 1959.* Zajednica, IV 1960., str. 4.

[8] Dr ing. Vujica Jevdjević: *Neke osebine posleratne izgradnje hidroelektrana u Jugoslaviji.* Elektroprivreda, br. 5–6/1957.

[9] Inženjeri Cenčić, Planić i Bengeri: *Priključenje priključka neelektrificiranih područja na elektroenergetsku mrežu u Hrvatskoj.* Energija broj 3–4/1957, str. 47–55.

[10] *Electrification rurale.* OUN, Genève 1954.

[11] *Izvještaj o radu poduzeća »Elektra« od 1947–1952.*, Zagreb, 1954.

[12] *Potreba elektrifikacije otočja.* Zajednica III 1960.

[13] *Elektrifikacija naselja, stanje 30. IX 1953.* Zavod za statistiku i evidenciju Narodne Republike Hrvatske, Zagreb 1954.

[14] *Stanje elektrifikacije u Hrvatskoj,* ZEPH, Zagreb VIII 1960.

ZUSAMMENFASSUNG

Finanzierung der Elektrifizierung nichtelektrifizierter Gebiete. Das Bestreben nach einer schnelleren Entwicklung hat direkte Interessenten dazu angespornt schon im Zeitraum von 1945 bis 1955 den Anschluss zu verwirklichen, über 1500 Ortschaften in Kroatien zu elektrifizieren und auf diese Weise den Elektrifizierungsgrad der Ortschaften von 13 vH auf 36 vH zu erhöhen. Im Laufe der folgenden 4 Jahre wurden weitere 1400 Ortschaften elektrifiziert und 1960 wurde das Entwicklungstempo in einem solchen Masse fortgesetzt, dass man heute schon von einer totalen Elektrifizierung der Orte und Haushalte in absehbarer Zukunft sprechen kann.

Es handelt sich hier um die Auswahl der Hilfemassnahmen von denen die Investition für den Ausbau der Übertragungs- und Mittelspannungsnetze die entscheidende ist. Durch diese Investition wird die Möglichkeit geschaffen Verteilungsnetze auszubauen und dadurch die Elektrifizierung der Ortschaften in weiten Gebieten zu beschleunigen.

Im dalmatinischen Hinterland, in einigen Gegenden der Lika und auf den Inseln ist die Selbstfinanzierung des Netzausbaus durch die dürftigen Einkommen der Bevölkerung erschwert. Es wird notwendig sein hierorts besondere Massnahmen zu unternehmen.

Im allgemeinen sind die von den Interessenten zur Verfügung gestellten Mittel so gross, dass sie nur von den aus dem Allgemeinen Investitionsfonds in den Bau der Kraftwerke und Übertragungsnetze eingelegten Mitteln übertroffen werden.

Für die Finanzierung der Niederspannungsnetze besteht noch kein eingeführtes Kreditsystem.

Die Finanzierung der Elektrifizierung in anderen Staaten ist auch dargestellt.

In den Verwaltungsbezirken am Lande bestehen Fonds zur Förderung der Wirtschaft, einschliesslich der Elektrifizierung, die aus Gebühren und Steuern alimentiert werden.

Der Vorkriegszustand der städtischen Netze – in denen die Verteilung hauptsächlich durch Kabel erfolgt – hat sich im Laufe einer Reihe von Jahren nicht geändert. Die Möglichkeit der Kabelbeschaffung war in der ersten Hälfte der Nachkriegszeit gering, da sie lange Zeit eingeführt werden mussten und es gab kaum welche Finanzierungsquellen. Bei der Bestandaufnahme der städtischen Kabelnetze in Kroatien Ende 1959 wurde festgestellt, dass über 50 vH vor dem ersten und zweiten Weltkrieg und etwas weniger als die Hälfte erst im Laufe der 14 Jahre der Nachkriegsentwicklung ausgeführt wurden.

Da die Mittel für die Kabelbestellung aus dem Selbstbeitrag nicht besorgt werden konnten, wie es überwiegend die Dorfgemeinden und Elektrifizierungsgenossenschaften für die Errichtung ihrer Freileitungsnetze tun, musste man den städtischen Kommunen die Besorgung der für die Ausführung dieser Netze notwendigen Mittel ermöglichen.

Heute werden die Kabel im Inland erzeugt, was eine schnelle und weitgehende Erneuerung und Erweiterung städtischer Netze in letzten Jahren ermöglicht hat.

Ein Teil der notwendigen Mittel konnte durch das Freiwerden der Amortisationsfonds der Elektrizitätswirtschaft verfügbar werden und Anfang 1957 wurde auch der Amortisations- und Instandhaltungsfuss für Verteilungsnetze erhöht. Die übrigen für die städtischen Netze notwendigen Mittel stammen aus den Beiträgen der einzelnen Grossverbraucher und Wohnungsgemeinschaften. Es sind Anzeichen vorhanden, dass die Kommunen in der Zukunft über grössere Mittel für diesen Zweck verfügen werden.

Um diese Schwierigkeiten zu vermindern sollte in der Zukunft das Entstehen grosser Städte verhindert werden und die Industrie, welche nicht an Städte gebunden ist, in solche Gebiete verlegt werden, wo sie den Ausgangspunkt für weitere wirtschaftliche Entwicklung bilden kann. Dadurch werden die Städte entlastet und die wirtschaftliche Umwandlung des Dorfes wird gefördert.

Elektrische Energie als ein Energiewirtschaftszweig ist der Hebel der wirtschaftlichen Entwicklung. Der Anschluss nichtelektrifizierter Gebiete ermöglicht denen, die sich für den

SUMMARY

Financing the electrification of non-electrified areas. The tendency to quicker economic development has stimulated the interested parties in non-electrified areas to electrify, only in the period between 1945 and 1955, more than 1500 settlements in Croatia, thus increasing the extent of electrification of settlements from 13 to 36%. In the course of the next four years, additional 1400 settlements were electrified, whereas in 1960, the trend of development climbs in such a way as to allow to-day to speak about the total electrification of settlements and households in the near future.

The question here is the choise of assistance measures. The decisive one of them is the investment into construction of transmission and medium voltage grids. This investment is of an initial nature, involving intense construction of distribution supply systems, thus speeding-up the electrification of settlements over wide areas.

In Dalmatinska Zagora, in certain parts of Lika as well as on islands, the selffinancing the construction of distributive installation is rendered more difficult because of the poverty of people. Here, some special steps are to be taken.

Generally taken, the means invested into electrification by direct interested parties are so considerable as to closely follow those, invested into construction of power stations and transmission lines out of the Common Investment Fund.

As far as the financing of low voltage distribution grids is concerned, a settled credit system does not exist in our country as yet.

The paper also contains a survey showing the flow of financing the electrification in some countries. Our districts keep funds for improvement of rural economy (including electrification) which are alimented from taxes and duties.

The supply system in cities, not having been modernized, remained for a long period in their pre-war state. The significance of the city distribution grids is they being carried out mainly with underground cable. In the first post-war period the purchase of cables was nearly impossible, since all the cables had to be imported and the sources of financing hardly could have been found.

Taking up the city underground cable grid in Croatia at the end of 1959 it was found out that more than 50% has been carried out before the World Wars I and II, whereas the rest has been layed in the course of 14 years of post-war development.

Since the means required for the purchase of cables can not be procured by self-contribution, at it is mainly the case in rural communities or electrification communities, it was necessary to enable the city communities to procure the financing for construction of this type of grid.

Today, cables are manufactured in our country, considerably influencing the quick overhauling and extension of city grids in recent years.

Speaking about means required one of the solutions could be found in setting free the amortization funds of the electricity branch. The solution was found at the beginning of 1957 by increasing the amortization and the maintenance rate for distribution grids. Other means, required for city grids, are procured out of community investment and housing funds as well as from contributions of some large consumers and living quarters. It can be expected, that in the future the communities shall dispose over larger means for this purpose.

In order to reduce such difficulties, the creation of big cities should generally be prevented in the future, and the industry, which is not essentially bound to the city, to be transposed into areas where it will serve as a new economic kernel. By this alone, the cities stop to be an immigration area, whereas the economic transformation of the rural districts is sped-up.

Electricity, as a branch of energetics, represents a basis for economic development. By including non-electrified areas into electricity supply, the possibility is created to apply economy principles to investments of interested parties into various economic branches for construction and extension of certain plants in the electrified area. Electricity supply

Ausbau und die Erweiterung bestimmter Industriebetriebe in neu elektrifizierten Gebieten interessieren, den Grundsatz der Wirtschaftlichkeit bei diesen Investitionen anzuwenden. Elektrizitätswirtschaft erlaubt ein strenges Urteil, da die Hauptbedingung für die Produktion und wirtschaftliche Tätigkeit im allgemeinen befriedigt wurde.

Bei der Beachtung dieses Grundgedankens werden auch die Investitionen in allen Wirtschaftszweigen wesentlich wirtschaftlicher sein.

Die Elektrizitätswirtschaft soll organisatorisch und ökonomisch-politisch in die wirtschaftliche Entwicklung eingeschaltet werden um einen Antrieb für die Elektrifizierung zu geben.

branch enables such estimate to be rigorous, since the basic condition for manufacturing and in general, economic activity, is satisfied.

In view of such conceptión, investing into whichever economic branch proves to be far more profitable.

Having in view the organization and economic policy, the electricity supply branch should be included in the economic development in a way, as to become the initiator of the total electrification.

Naslov pisca: Ing. Radoslav Planić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

O PRIPREMI ELEKTROENERGETSKIH PODATAKA ZA RAD NA IZMJENIČNOM MREŽNOM ANALIZATORU

Hrvoje Požar, Zagreb

Na način prikazan u članku moguće je odrediti djelatna opterećenja u čvorištima mreže uzevši u obzir energetske prilike u elektroenergetskom sistemu, vodeći računa o karakteristikama elektrana s obzirom na njihovu ulogu u sistemu, te uzevši u obzir i ekonomske zahtjeve. Na osnovu određenih djelatnih opterećenja elektrana mogu se – na opisani način – odrediti i granice jalovog opterećenja, kako bi se mogli – prilikom rada na analizatoru – upotrebiti kad to bude potrebno bilo radi zadovoljenja potrošača, bilo radi održanja napona.
Nakon određivanja svih spomenutih veličina za nekoliko karakterističnih situacija u elektroenergetskom sistemu, moguće je s većom sigurnošću prići mjerenjima na analizatoru, te s većom sigurnošću donositi zaključke na temelju izvršenih mjerenja.

DK 621.316.313

Detaljniju analizu prilika u visokonaponskim mrežama teško je zamisliti bez izmjeničnog mrežnog analizatora. Međutim prije prijelaza na rad na samom analizatoru, potrebno je izvršiti opsežne pripremne radove pogotovo ako želimo proučavati prilike u nekoj mreži koju tek treba projektirati, te ako se radi o mreži u kojoj hidroelektrane igraju značajnu ulogu. U momentu pristupanja radu na analizatoru potrebno je naime imati sve podatke o djelatnom opterećenju svih elektrana i o potrošnji djelatne i jalove snage u svim čvorištima mreže, te o mogućnostima proizvodnje jalove snage za zadano djelatno opterećenje. U proizvodnji i potrošnji — koja mora biti međusobno izbalancirana — nisu isključeni gubici u mreži koja će se ispitivati na analizatoru, pa je potrebno odrediti jednu ili više elektrana, koje imaju neiskorištene snage i koje će svojom povećanom proizvodnjom pokriti gubitke u mreži.

Da bi mogli odrediti sve te podatke, potrebno je provesti detaljnu analizu prilika u elektroenergetskom sistemu poznavajući karakteristike elektrana (a pogotovo hidroelektrana), te karakteristike potrošnje.

Naravno da u jednom referatu nije moguće detaljno obraditi sva pitanja, koja mogu biti interesantna, kad se govori o pripremi podataka za rad na mrežnom analizatoru, ali bih htio da u ovom referatu prikažem metode, koje su razvijene u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu i koje su poslužile prilikom izrade studije o superponiranoj mreži Jugoslavije [1].

1. Podjela dijagrama opterećenja

Dnevni dijagram opterećenja možemo podijeliti u dva vremenska razdoblja: razdoblje velikih i razdoblje malih opterećenja. U razdoblju malih opterećenja možemo bez veće greške pretpostaviti da je opterećenje konstantno. Na taj način dolazimo do nove podjele dnevnog dijagrama opterećenja, pa razlikujemo konstantnu energiju, koja se proizvodi konstantnom snagom, i varijabilnu energiju, koja je potrebna za zadovoljenje potražnje snagom većom od konstantne snage.

Iz dnevnog dijagrama opterećenja jednostavno možemo odrediti dnevnu krivulju trajanja opterećenja, koja je pogodnija za rad.

Analiza prema dnevnim krivuljama trajanja opterećenja međutim dovela bi do znatnog povećanja broja mogućih slučajeva, pa je pogodno — a za naša razmatranja dovoljno točno — ako pođemo od mjesečnih krivulja trajanja opterećenja.

Pri prijelazu od dnevnih na mjesečne krivulje trajanja opterećenja pojavljuju se dvije poteškoće: mjeseci s različitim brojem dana, te razlika između dijagrama opterećenja u radnim i dijagrama opterećenja u neradnim danima.

Prvu poteškoću savladavamo na taj način što račun provodimo uz pretpostavku da su svi mjeseci u godini međusobno jednaki i da svaki od njih traje 730 sati, te da svaki mjesec ima 25 radnih dana. Na taj način dobivamo nešto iskrivljenu sliku s obzi-

rom na potrebe energije u pojedinom kalendarskom mjesecu, ali — ako i moguću proizvodnju hidroelektrana odredimo uz istu pretpostavku — ta pogreška nema utjecaja na rezultat analize.

Drugu poteškoću možemo prebroditi dvjema pretpostavkama: prva, svi su radni dani u mjesecu međusobno jednaki, te druga, u neradnim danima nije potrebna varijabilna energija. Računanjem samo s konstantnim opterećenjem u neradnim danima unosimo u račun daljnju pogrešku, ali jer su maksimalna opterećenja i potrebe varijabilne energije u neradnim znatno manje nego u radnim danima, sigurno je da će se te potrebe moći zadovoljiti u neradnim, kad ih je moguće zadovoljiti u radnim danima.

Dodavanjem potrebne energije u neradnim danima potrebama energije u razdoblju malih opterećenja u radnim danima, dolazimo do ukupnih potreba energije u razdoblju malih opterećenja tokom mjeseca, pa na osnovu tog podatka možemo odrediti mjesečnu konstantnu snagu. Koristeći zatim dnevne krivulje trajanja varijabilnog opterećenja možemo odrediti i mjesečnu krivulju trajanja opterećenja.

Način određivanja pojedinih veličina u mjesečnoj krivulji trajanja naveden je u [2], dok su karakteristični odnosi potrebni za to određivanje navedeni u [3].

2. *Podjela moguće proizvodnje hidroelektrana na varijabilnu i konstantnu energiju*

Moguću proizvodnju hidroelektrana možemo također podijeliti na maksimalno moguću proizvodnju u periodu velikih opterećenja i na neophodno potrebnu proizvodnju u periodu malih opterećenja, odnosno analogno onom u toč. 1 na maksimalno moguću proizvodnju varijabilne energije i na neophodno potrebnu proizvodnju konstantne energije. Pod maksimalno mogućom proizvodnjom varijabilne energije razumijevamo onu količinu energije, koja se maksimalno može proizvesti sa snagom većom od konstantne koristeći akumulacioni bazen uzevši u obzir dotok (odnosno predviđenu količinu vode za korištenje, ako se radi o hidroelektrani sa sezonskom akumulacijom) i maksimalnu snagu hidroelektrane, uz uvjet da se ta proizvodnja postigne u što kraćem vremenu. Pod neophodno potrebnom proizvodnjom konstantne energije razumijevamo najmanju proizvodnju energije s konstantnom snagom koju mora hidroelektrana proizvesti da bi se spriječili preljevi, i što bolje iskoristila voda uzevši i sada u obzir akumulacioni bazen, dotok i maksimalnu snagu. Količine varijabilne i konstantne energije određene prema spomenutom kriteriju predstavljaju dakle maksimalne mogućnosti hidroelektrane obzirom na kvalitet energije, pa se ne može postići povećanje količine varijabilne energije bez preljeva, dok se bez gubitaka može ostvariti povećanje konstantne energije na račun varijabilne energije.

Način određivanja varijabilne i konstantne energije u hidroelektranama opisan je u [4], dok su podaci o količinama energije za niz hidroelektrana u Jugoslaviji navedeni u [5].

Postojanje već i malih akumulacija omogućuje vrlo elastično korištenje varijabilne energije. Budući da je količina varijabilne energije određena uz najoštrije uvjete (vremenska koncentracija proizvodnje) obzirom na dijagram opterećenja koji može pokriti hidroelektrana, moguće je tom količinom varijabilne energije pokriti bilo kakav dijagram opterećenja koji po površini nije veći od raspoložive varijabilne energije i koji ne traži snagu veću od varijabilne snage hidroelektrane (pod varijabilnom snagom razumijevamo razliku između maksimalne snage i konstantne snage hidroelektrane).

3. *Elektroenergetske bilance sistema*

Poznavajući potrebe energije i snage i to posebno varijabilne, a posebno konstantne, kao i mogućnosti proizvodnje hidroelektrana, također posebno varijabilne, a posebno konstantne energije i snage, potrebno je najprije analizirati prilike u elektroenergetskom sistemu kao cjelini, da bi se utvrdile mogućnosti za zadovoljenje potreba odnosno da bi se odredilo koliko se energije iz hidroelektrana može iskoristiti, kako treba angažirati termoelektrane, te kakovu ulogu treba dati hidroelektranama i termoelektranama. Pri tomu treba imati u vidu tehnički minimum termoelektrana kao i neophodnu minimalnu proizvodnju termoelektrana za korištenje otpadnih vrsta goriva.

Primjeri bilanca elektroenergetskog sistema

Tablica 1

	Slučaj 1		Slučaj 2	
	W	*P*	*W*	*P*
Ukupno				
Hidroelektrane	93,8	220,0	152,4	240,0
Potrebe	130,0	320,0	130,0	230,0
Razlika	— 36,2	— 10,0	+ 22,4	+ 10,0
Varijabilni dio				
Hidroelektrane	50,0	160,0	21,0	60,0
Potrebe	25,1	86,3	25,1	86,3
Razlika	+ 24,9	+ 73,7	— 4,1	— 26,3
Iz konst. dijela		—	+ 4,1	+ 26,3
U konstantni dio	— 24,9	— 34,1	—	—
Termoelektrane	—	—	—	—
Neiskorišteno HE	—	— 39,6	—	—
Konstantni dio				
Hidroelektrane	43,8	60,0	131,4	180,0
Potrebe	104,9	143,7	104,9	143,7
Razlika	— 61,1	— 83,7	+ 26,5	+ 36,3
Iz varijab. dijela	+ 24,9	+ 34,1	—	—
U varijab. dio	—	—	+ 4,1	+ 26,3
Termoelektrane	+ 36,2	+ 49,6	—	—
Neiskorišteno HE	—	—	— 22,4	— 10,0
Ukupno termoelektrane	36,2	49,6	—	—
Ukupno neiskorišteno	—	39,6	22,4	10,0

Primjer izrade bilanca područja

Slučaj 1

Tablica 2

	Područje *A*		Područje *B*		Područje *C*		Područje *D*	
	W	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*
Ukupno								
Hidroelektrana	40,0	120,0	29,2	+ 40,0	24,6	60,0	—	—
Potrebe	10,0	20,0	27,0	50,0	40,0	60,0	53,0	100,0
Razlika	+ 30,0	+ 100,0	+ 2,2	— 10,0	— 15,4	—	— 53,0	— 100,0
Varijabilni dio								
Hidroelektrane	40,0	120,0	—	—	10,0	40,0	—	—
Potrebe	2,7	10,0	6,9	22,5	5,0	12,0	10,5	41,8
Razlika	+ 37,3	+ 110,0	— 6,9	— 22,5	+ 5,0	+ 28,0	— 10,5	41,8
Korektura	— 24,9	— 73,7	—	—	—	—	—	—
Korigirana razlika	+ 12,4	+ 36,3	6,9	— 22,5	+ 5,0	+ 28,0	— 10,5	— 41,8
Termoelektrane	—	—	—	—	—	—	—	—
Bilanca područja	+ 12,4	+ 36,3	— 6,9	— 22,5	+ 5,0	+ 28,0	— 10,5	— 41,8
Konstantni dio								
Hidroelektrane	—	—	29,2	40,0	14,6	20,0	—	—
Potrebe	7,3	10,0	20,1	27,5	35,0	48,0	42,5	58,2
Razlika	— 7,3	— 10,0	+ 9,1	+ 12,5	— 20,4	— 28,0	— 42,5	— 58,2
Korektura	+ 24,9	+ 34,1	—	—	—	—	—	—
Korigirana razlika	+ 17,6	+ 24,1	+ 9,1	+ 12,5	— 20,4	— 28,0	— 42,5	— 58,2
Termoelektrane	—	—	—	—	—	—	+ 36,2	+ 49,6
Bilanca područja	+ 17,6	+ 24,1	+ 9,1	+ 12,5	— 20,4	— 28,0	— 6,3	— 8,6

Podjelom na varijabilnu i konstantnu energiju omogućeno je jednostavno bilanciranje promatrajući zajedno sve hidroelektrane i sve termoelektrane. Potrebe će biti zadovoljene kada proizvodnja konstantne energije bude jednaka potrebama konstantne energije, te kada proizvodnja varijabilne energije i snaga kojom se može proizvesti ta energija budu jednake potrebama varijabilne energije i snage. Budući da je konstantna energija proporcionalna konstantnoj snazi, ovu posljednju nije ni potrebno posebno razmatrati. S druge strane, budući da je količina varijabilne energije određena uz najpovoljnije uvjete — obzirom na vremensku koncentraciju proizvodnje i obzirom na dijagram opterećenja — nije ni potrebno analizirati položaj hidroelektrana u dijagramu opterećenja, jer će se u svakom slučaju — kada bude postignuta jednakost varijabilnih energija i snaga — elektrane moći prilagoditi obliku dnevnog dijagrama opterećenja.

Prilikom izrade elektroenergetskih bilanca potrebno je definirati i maksimalno i minimalno trajanje korištenja snage termoelektrana koje će se angažirati za pokrivanje varijabilnog dijela dijagrama opterećenja. Maksimalno trajanje korištenja određuje se uz zahtjev da bude moguće unutar dijagrama opterećenja plasirati proizvedenu energiju, dok minimalno trajanje korištenja ovisi o sposobnosti termoelektrane da se prilagodi promjenama opterećenja.

Polazna su točka za određivanje elektroenergetskih bilanca razlike između moguće proizvodnje i raspoložive snage hidroelektrana i potreba (tab. 1), na osnovu kojih je moguće odrediti u kojem dijelu postoje viškovi odnosno manjkovi, pa na osnovu toga i način korištenja viškova odnosno angažiranje termoelektrana. U izrađenim bilancama određena su prebacivanja energije i snage hidroelektrana iz varijabilnog u konstantni dio odnosno iz konstantnog u varijabilni dio dijagrama opterećenja, potrebnu snagu i energiju termoelektrana u varijabilnom i konstantnom dijelu, te neiskorištenu snagu i energiju hidroelektrana (tablica 1).

Način izrade elektroenergetskih bilanca detaljnije je opisan u [2].

4. *Bilance područja*

Poznavajući potrebe energije i snage, te mogućnosti proizvodnje hidroelektrana u svakom od područja na koja je podijeljen promatrani elektroenergetski sistem, mogu se — kao i za elektroenergetski sistem kao cjelinu — odrediti razlike između potreba i mogućnosti hidroelektrana. U tablicama 2 i 3 prikazane su te razlike za dva slučaja, za koja su već izrađene bilance u tablici 1. Pretpostavljeno je da je sistem podijeljen na četiri područja. U područjima *A*, *B* i *C* postoje hidroelektrane (HE *A* i HE *C* su akumulacione, a HE *B* protočna hidroelektrana), dok u područjima *B* i *D* postoje termoelektrane (s maksimalnom snagom na pragu od 36 i 64 MW). Pretpostavljeno je još da je termoelektrana u području *D* ekonomičnija.

U tablici 1 izrađene su bilance pomoću kojih je postignuta ravnoteža između proizvodnje i potrošnje.

Primjer izrade bilanca područja

Slučaj 2

Tablica 3

	Područje *A*		Područje *B*		Područje *C*		Područje *D*	
	W	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*
Ukupno								
Hidroelektrane	82,0	120,0	43,8	60,0	26,6	60,0	—	—
Potrebe	10,0	20,0	27,0	50,0	40,0	60,0	53,0	100,0
Razlika	+ 72,0	+ 100,0	+ 16,8	+ 10,0	— 13,4	—	— 53,0	— 100,0
Varijabilni dio								
Hidroelektrane	9,0	20,0	—	—	12,0	40,0	—	—
Potrebe	2,7	10,0	6,9	22,5	5,0	12,0	10,5	41,8
Razlika	+ 6,3	+ 10,0	— 6,9	— 22,5	+ 7,0	+ 28,0	— 10,5	— 41,8
Korektura	+ 4,1	+ 26,3	—	—	—	—	—	—
Korigirana razlika	+ 10,4	+ 36,3	— 6,9	— 22,5	+ 7,0	+ 28,0	— 10,5	— 41,8
Termoelektrane	—	—	—	—	—	—	—	—
Bilance područja	+ 10,4	+ 36,3	— 6,9	— 22,5	+ 7,0	+ 28,0	— 10,5	— 41,8
Konstantni dio								
Hidroelektrane	73,0	100,0	43,8	60,0	14,6	20,0	—	—
Potrebe	7,3	10,0	20,1	27,5	35,0	48,0	42,5	58,2
Razlika	+ 65,7	+ 90,0	+ 23,7	+ 32,5	— 20,4	— 28,0	— 42,5	— 58,2
Korektura	— 26,5	— 36,3	—	—	—	—	—	—
Korigirana razlika	+ 39,2	+ 53,7	+ 23,7	+ 32,5	— 20,4	— 28,0	— 42,5	— 58,2
Termoelektrane	—	—	—	—	—	—	—	—
Bilance područja	+ 39,2	+ 53,7	+ 23,7	+ 32,5	— 20,4	— 28,0	— 42,5	— 58,2

ali ta ravnoteža je ostvarena prebacivanjem energije i snage hidroelektrana iz jednog u drugi dio dijagrama opterećenja, neiskorištenjem dijela energije i snage hidroelektrana, te angažiranjem termoelektrana. Sve je to učinjeno za sistem kao cjelinu bez obzira u kojoj će se hidroelektrani izvršiti korekture i koja će termoelektrana biti angažirana. Pod korekturama u hidroelektranama razumijevamo promjene izvršene u hidroelektranama bilo da su posljedica prebacivanja bilo da su posljedica nekorištenja energije odnosno snage.

Međutim ako hoćemo odrediti prilike u pojedinim područjima, potrebno je raspodijeliti korekture hidroelektrana i angažirati termoelektrane po područjima. To je vrlo osjetljiva faza rada, jer o njoj može da ovisi rezultat i potreba prijenosa. Ako se pak hoće postići rezultat, koji je što bliže prilikama koje će se ostvarivati u praksi, treba voditi računa o slijedećem: prebacivanje energije iz jednog dijela u drugi može se vršiti samo onda ako vrsta energije koju prebacujemo postoji u području; prebacivanje vršiti u onim područjima u kojima postoje viškovi takove vrste energije; neiskorištenje energije, i snage predvidjeti u onim područjima u kojima postoje viškovi i koji su daleko od područja u kojima se pojavljuju manjkovi; prilikom donošenja odluke o nekorištenju dijela varijabilne snage hidroelektrane voditi računa o mogućnosti plasmana varijabilne energije s preostalom varijabilnom snagom; redoslijed angažiranja termoelektrana predvidjeti prema promjenljivim troškovima. Uzevši sve to u obzir moguće je jednoznačnije podijeliti korekture i termoelektrane na područja, pa na taj način doći do bilanca područja, koje su prikazane za dva slučaja u tablicama 2 i 3.

Podaci o viškovima i manjkovima varijabilne i konstantne energije i snage još ne daju podatke potrebne za analizu prilika u mreži, ali daju podatke na osnovu kojih jednostavno dolazimo do prilika u razdoblju velikih i malih opterećenja. Višak ili manjak snage u razdoblju velikih opterećenja ujedno je višak ili manjak snage u momentu maksimalnog opterećenja sistema, koje se određuje kao suma viškova ili manjkova snage u varijabilnom i konstantnom dijelu uzevši u obzir predznake snaga. Višak ili manjak konstantne snage ujedno je višak ili manjak u razdoblju malih opterećenja odnosno u momentu minimalnog opterećenja sistema. I energiju možemo podijeliti na razdoblje velikih i malih opterećenja. Varijabilna energija pripada u razdoblje velikih opterećenja, dok se konstantna energija dijeli na razdoblje velikih i malih opterećenja prema trajanju tih razdoblja.

Tablice 4 i 5 prikazuju bilance područja u razdoblju velikih i malih opterećenja, dok sl. 1 daje pregled o viškovima i manjkovima snage u momentu maksimalnih i minimalnih opterećenja sistema za dva promatrana slučaja. Na sl. 1 označene su uz pojedina područja i rezerve snage, koje treba angažirati za pokrivanje gubitaka u mreži.

Treba napomenuti da se u nekim slučajevima — kad se pojavljuje vrlo veliko ili vrlo malo iskorištenje

Bilance područja u razdoblju velikih i malih opterećenja

Slučaj 1

Tablica 4

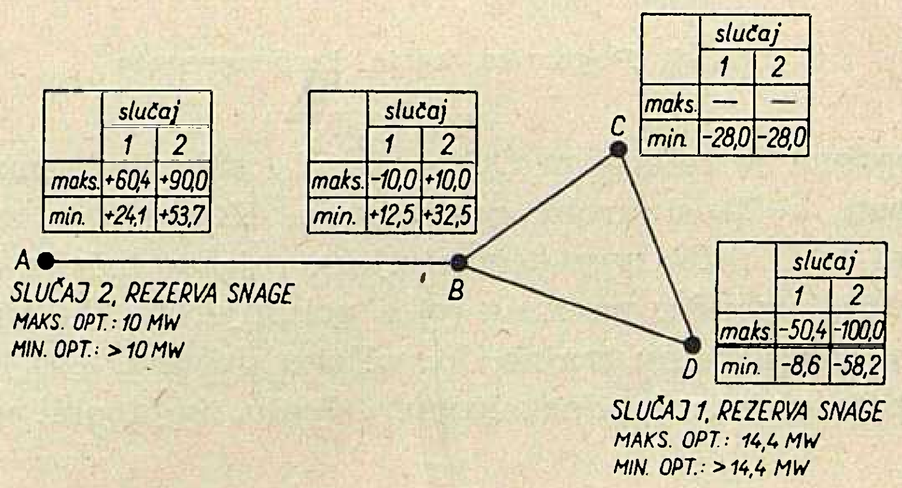
	Područje *A*		Područje *B*		Područje *C*		Područje *D*	
	W	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*
Razdoblje velikih opterećenja								
Varijabilni dio	+ 12,4	+ 36,3	— 6,9	— 22,5	+ 5,0	+ 28,0	— 10,5	— 41,8
Dio konstantnog dijela	+ 10,8	+ 24,1	+ 5,6	+ 12,5	— 12,5	— 28,0	— 3,9	— 8,6
Ukupno	+ 23,2	+ 60,4	— 1,3	— 10,0	— 7,5	—	— 14,4	— 50,4
Razdoblje malih opterećenja								
Dio konstantnog dijela	+ 6,8	+ 24,1	+ 3,5	+ 12,5	— 7,9	— 28,0	— 2,4	— 8,6

varijabilne snage hidroelektrana u nekom području — može dogoditi da maksimalno opterećenje dalekovoda koji povezuju to područje sa sistemom ne nastupa ni u momentu maksimalnog ni u momentu minimalnog opterećenja sistema. U tom slučaju, ako se očekuje da će tada biti postignuto najveće opterećenje promatranog dalekovoda uzevši u obzir sva analizirana stanja u sistemu, potrebno je provesti detaljniju analizu upotrebivši krivulje trajanja potražnje i elektrana uz zahtjev da se krivulje trajanja opterećenja elektrana što bolje prilagode krivuljama trajanja potražnje.

5. *Bilance jalovih snaga područja*

Zadatak za analizu na mrežnom izmjeničnom analizatoru nije potpun ako su određene samo djelatne snage, već je potrebno odrediti i potrebne jalove snage kao i granice mogućnosti proizvodnje jalove snage u pojedinim područjima. Potreba jalove snage za potrošače u času maksimalnog i minimalnog opterećenja definirana je djelatnim opterećenjem i faktorom snage. Mogućnost proizvodnje jalove snage ne može se definirati na isti način kao mogućnost proizvodnje djelatne snage, jer s jedne strane mogućnost proizvodnje direktno ne ovisi o raspoloživom dotoku u hidroelektrani ni o potrebi dopune termoelektranama, dok s druge strane raspodjela proizvodnje jalove snage među elektranama ovisi i o naponskim prilikama. Radi toga potrebno je odrediti tek granice mogućnosti proizvodnje jalove snage, pa te granice postaviti kao podatak mjerodavan za rad na analizatoru.

Granice proizvodnje jalove snage elektrane ovise osim o karakteristikama generatora (reaktancije, nazivni faktor snage, opseg regulacije napona uz nazivnu



Sl. 1. Shema mreže s oznakama viška ili manjka djelatne snage u područjima

prividnu snagu) još i o djelatnom opterećenju generatora kao i o broju agregata koji se nalaze u pogonu.

Promotrimo granice opterećenja turbogeneratora [6], [7] i [8]. U koordinatnom sistemu snaga kružnica *(p)* predstavlja mogućnost opterećenja statora odnosno nazivnu prividnu snagu generatora. Djelatna snaga koju može dati generator ovisna je o snazi

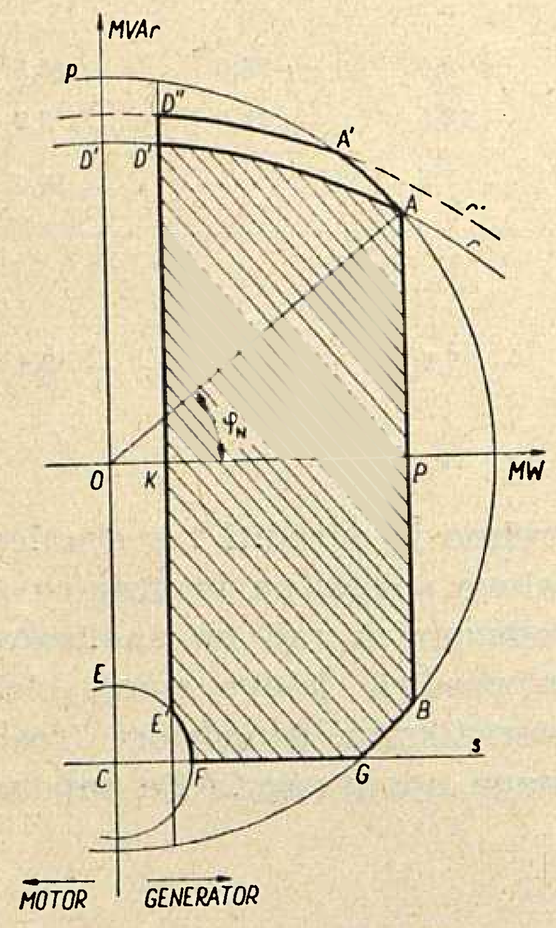
Bilance područja u razdoblju velikih i malih opterećenja

Slučaj 2

Tablica 5

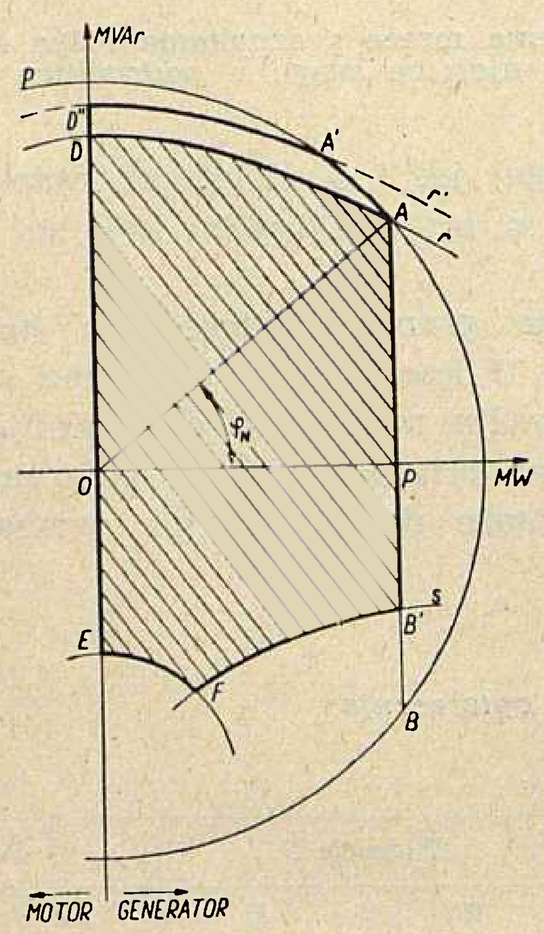
	Područje *A*		Područje *B*		Područje *C*		Područje *D*	
	W	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*	*W*	*P*
Razdoblje velikih opterećenja								
Varijabilni dio	+ 10,4	+ 36,3	— 6,9	— 22,5	+ 7,0	+ 28,0	— 10,5	— 41,8
Dio konstantnog dijela	24,1	+ 53,7	+ 14,6	+ 32,5	— 12,6	— 28,0	— 26,1	— 58,2
Ukupno	+ 34,5	+ 90,0	+ 7,7	+ 10,0	— 5,6	—	— 36,6	— 100,0
Razdoblje malih opterećenja								
Dio konstantnog dijela	+ 15,1	+ 53,7	+ 9,1	+ 32,5	— 7,8	— 28,0	— 16,4	— 58,2

pogonskog stroja OP, pa je pravac AB granica opterećenja generatora radi pogonskog stroja. Točka A predstavlja sada točku nazivnog rada generatora, jer je njom određena nazivna snaga, nazivni faktor snage ($\cos \varphi_N$), kao i nazivna uzbuda generatora. Točka C



Sl. 2. Pogonska karta turboagregata

određena je relacijom $OC = U^2/X_d$, gdje je U nazivni napon, a X_d sinhrona reaktancija. Krugovi sa središtem u C prikazuju geometrijska mjesta točaka konstantne uzbude, pa krug (r) s polumjerom CA prikazuje maksimalnu trajno dozvoljenu uzbudu, a (r') prikazuje najmanju dozvoljenu uzbudu, koja obično iz-



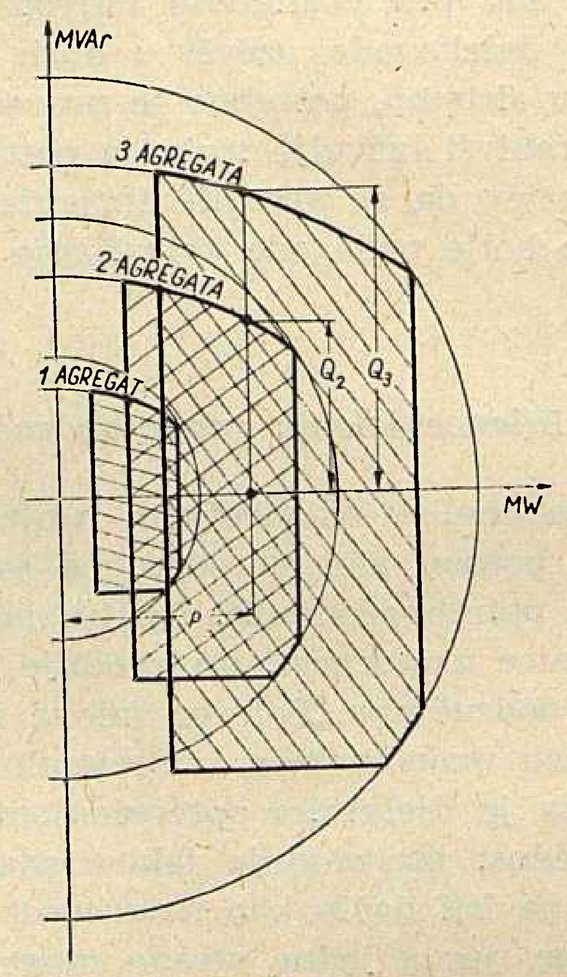
Sl. 3. Pogonska karta generatora s izrazitim polovima

nosi 10 % nominalne uzbude radi potrebne rezerve zbog ispravnog rada regulatora napona. Dio kružnica AD i EF predstavljaju granice opterećenja generatora radi maksimalne uzbude, odnosno minimalne uzbude. U kapacitivnom području postoji još ograničenje radi granice stabilnosti rada generatora. Granica stabilnosti određena je pravcem (s) kroz točku C, koji je okomit na ordinatnu os, pa je dužina CG granica opterećenja generatora radi stabilnosti. Ako još uzmemo u obzir tehnički minimum agregata, koji je na sl. 2 prikazan dužinom OK dobit ćemo područje $D'ABGFE'$ unutar kojega može raditi turbogenerator.

Ako je turbogenerator izveden tako da može dati nazivnu snagu i uz povišeni napon, granica maksimalne uzbude nalazi se na krugu (r'), koji ima polumjer za toliko postotaka veći od polumjera (r) koliko iznosi dozvoljeno povišenje napona. Sada je područje rada generatora određeno površinom $D''A'ABGFE'$.

Tako jednostavne odnose nije moguće postići za generator s izrazitim polovima, jer geometrijsko mjesto točaka konstantne uzbude nisu kružnice nego Pascalove krivulje [6] i [8], koje imaju jednadžbu

$$[P^2 + (Q + Q_0)^2]^2 - \left[\frac{E^2U^2}{X_d^2} - 2U^2\left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d}\right)(Q + Q_0)\right][P^2 + (Q + Q_0)^2] + U^4\left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d}\right)^2 (Q + Q_0)^2 = 0 \qquad (1)$$



Sl. 4. Primjer određivanja maksimalne induktivne snage u elektrani s tri jednaka agregata (Q_2, ako su u pogonu dva agregata, Q_3, ako su u pogonu tri agregata) za zadana djelatna opterećenja (P)

gdje su P i Q djelatno i jalovo opterećenje generatora, E i U uzbuda i nazivni napon generatora, X_d i X_q uzdužna i poprečna sinhrona reaktancija, dok je

$$Q_0 = -\frac{U^2}{2}\left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d}\right) \qquad (2)$$

Pomoću (1) može se odrediti tok krivulje konstantne uzbude za nazivnu i minimalnu uzbudu.

Iz uvjeta maksimuma djelatne snage kao funkcije kuta ϑ generatora određujemo relaciju

$$\cos \vartheta_s = -\frac{X_q}{4(X_d - X_q)} \cdot \frac{E}{U} + \sqrt{\left[\frac{X_q}{4(X_d - X_q)} \cdot \frac{E}{U}\right]^2 + \frac{1}{2}}, \qquad (3)$$

koja daje kut ϑ_s pri kojem se postiže granica statičke stabilnosti. Taj kut je ovisan uz nazivni napon generatora o uzbudi E.

Pomoću jednadžba (1) i (3) možemo odrediti ograničenja opterećenja generatora s izrazitim polovima obzirom na uzbudu i granicu stabilnosti, dok su ostala ograničenja ista kao za turbogenerator.

Na sl. 3 prikazana je pogonska karta generatora s izrazitim polovima, na kojoj su granične linije obilježene istim oznakama kao na sl. 2. Područje rada generatora određeno je površinom $DAB'FE$.

Treba napomenuti da pogonske karte generatora izrađene na opisani način vrijede za nazivni napon generatora. Ukoliko je međutim pogonski napon generatora viši od nazivnog napona može se računati — kao prva aproksimacija — da se ordinate granične krivulje $D'A$ odnosno $D''A'$ (sl. 2 i 3) smanjuju za omjer nazivnog napona i povećanog pogonskog napona. Za pogonski napon niži od nazivnog smanjuje se nazivna snaga generatora, pa je potrebno smanjiti promjer kruga p, pa na osnovu tog kruga sa smanjenim promjerom odrediti granice opterećenja generatora.

Svi navedeni odnosi i pogonske karte vrijede uz pretpostavku da nema utjecaja magnetskog zasićenja. Utjecaj je magnetskog zasićenja najveći na krivulju r (odnosno r'), a ona se može točno odrediti na temelju mjerenja na gotovu stroju. Za naše potrebe međutim možemo se potpuno zadovoljiti i sa zanemarenjem utjecaja zasićenja.

Poznavajući dakle karakteristike agregata u elektrani, broj agregata u pogonu, te ukupno djelatno opterećenje mogu se pomoću karte odrediti maksimalna opterećenja induktivnom i kapacitativnom snagom.

Na sl. 4 prikazan je slučaj elektrane s tri agregata, koja treba da proizvodi djelatnu snagu (P), koja se može proizvesti s dva agregata, u kojem slučaju generatori mogu maksimalno proizvesti induktivnu snagu Q_2. Ako je međutim potrebna veća induktivna snaga, ona se može postići stavljanjem u pogon i trećeg agregata, kada je Q_3 maksimalna induktivna snaga. Sve ovo vrijedi za slučaj jednakih agregata uz uvjet da se opterećenja jednoliko raspodijele među agregate.

Ako međutim u elektrani postoje generatori različitih karakteristika, potrebno je svaki od agregata razmatrati posebno.

Na osnovu mogućnosti proizvodnje jalovih snaga u elektranama i potreba potrošača mogu se odrediti granice u kojima se mogu kretati viškovi ili manjkovi induktivne snage u pojedinom području.

Literatura

[1] Požar – Markovčić: *Superponirana mreža FNRJ*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1959.

[2] Požar: *Nove mogućnosti za izradu elektroenergetskih bilanca velikih elektroenergetskih sistema*, Energija, 1959, br. 3–4, str. 75.

[3] Požar: *Karakteristike potrošnje električne energije u Jugoslaviji*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1960.

[4] Požar: *Određivanje moguće proizvodnje varijabilne energije u hidroelektranama*, Energija, 1959, br. 5–6.

[5] Požar: *Moguća proizvodnja hidroelektrana u Jugoslaviji*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1959.

[6] Požar: *Pogonski dijagrami i granice opterećenja sinhronih generatora*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1953.

[7] Požar: *Mogućnost promatranja paralelnog rada elektrana pomoću kružnih dijagrama*, Elektrotehnički Vjesnik, 1953, str. 72.

[8] Bosanac: *Projektiranje velikih generatora*, Zbornik predavanja sa seminara »Elektroindustrijska problematika velikih hidroelektrana«, Zavod za elektrostrojarstvo Elektrotehničkog fakulteta, Referat 4. 1, Zagreb, 1957.

RESUME

Sur la préparation des valeurs de départ pour l'étude de réseaux à l'analyseur à c. a. Il est difficile de se figurer une analyse tant soit détaillée du comportement d'un réseau à haute tension sans avoir recours à l'analyseur de réseaux à c. a. Toutefois, l'analyseur n'étant qu'une machine à calculer, il faut, pour en faire usage, préparer bon nombre de données de départ, que l'on ne peut obtenir qu'à force de travaux préparatoires, surtout si l'on à l'intention d'étudier le comportement d'un réseau en projet, ou s'il s'agit d'un réseau dans lequel les usines hydroélectriques jouent un rôle important.

D'abord, on donne dans l'article l'exposé du partage du diagramme de charge en ses parties constante et variable. Ce partage rend possible – après certaines simplifications – d'éliminer le facteur temps qui est à l'origine de difficultés considérables dans les analyses électroénergétiques. Un tel partage du diagramme de charge amène un partage correspondant de la production d'usines hydrauliques en productions d'énergie constante et variable, ce qui simplifie encore davantage l'examen. Quand on est ainsi arrivé à connaître les besoins en puissance et en énergie, et les possibilités des usines hydrauliques, on détermine la puissance et la production d'usines thermiques, nécessaires pour satisfaire les besoins, et l'on arrive de telle manière à connâitre les charges et les productions nécessaires incombant aux usines hydrauliques et thermiques, c.-à-d. à connaître les puissances wattées au seuils d'usines génératrices, tant au moment de la charge maximum qu'au moment de la charge minimum du

SUMMARY

On preparing electroenergetic data for the work on A. C. grid analyser. A detailed analysis of conditions in high voltage supply systems is hardly thinkable without the A. C. grid analyser. The analyser, however, is a calculating machine, for which a series of initial data are to be prepared. These data can only be obtained after exhaustive preparing works, particularly if we wish to study the conditions in a grid which first is to be constructed, or if a grid with predominant part of hydropower plants is concerned.

The article firstly deals with the division of the load diagram into its constant and its variable part, enabling – after certain simplifications – the elimination of the time factor which represents considerable difficulties in electroenergetic analyses. Such division of the load diagram also leads to the division of hydro power generation into constant and variable energy generation which further simplifies the consideration. Being thus informed about power and energy demand as well as about the posibilities of hydro power plants, the required power and generation of thermal power plants, can be determined. In this way we obtain the required load and generation of both hydro and thermal power plants, i. e. the active utilizable powers of plants in the moments of both, peak and minimum load of the electro-energetic system. Such general data are, however, not sufficient for the analysis of conditions in the system, and it is necessary to determine the conditions in each single knot if the system considering the demand and supply in these knots, but having in view the conditions in the system as a whole. In

système électroénergétique. Cependant, de telles données correspondant à l'ensemble du réseau n'étant pas suffisantes pour l'analyse des conditions de fonctionnement du réseau, il est nécessaire de déterminer la situation aux noeuds singuliers du réseau en tenant compte des besoins et de la production en ces noeuds tout en prenant en considération la situation dans l'ensemble du réseau. C'est ainsi que l'on arrive à connaître les charges wattées aux noeuds du réseau, soit qu'il s'agit de noeuds de consommation soit qu'il s'agit de noeuds de production. La connaissance des charges wattées ne suffit pas pour déterminer le comportement du réseau, et il faut, donc, déterminer les charges déwattées. La tenue de tension dépend du transport de la puissance déwattée, et, l'on ne peut pas déterminer cette production avant d'avoir fait les mesures à l'analyseur. Ce qui nous force à déterminer les limites de la production possible de la puissance déwattée en partant des fiches d'exploitation des alternateurs. L'analyse de la satisfaction des besoins est faite en supposant qu'il n'y ait pas de pertes dans le réseau de transport que l'on étudie, il est donc indispensable de prévoir une ou plusieurs usines génératrices, ayant de la puissance disponible, pour couvrir ces pertes.

Après avoir déterminé toutes les valeurs citées pour plusieurs états caractéristiques dans le système électroénergétique, il sera possible de procéder aux essais à l'analyseur, et d'apporter avec plus d'assurance les conclusions fondées sur les résultats de ces mesures.

this way we obtain the active load in system knots, no matter whether the production or the consumption knots are concerned. The information about active loads is not sufficient for determining the conditions in the grid; therefore, it is also necessary to determine reactive loads. The voltage conditions depend on reactive power transmission, thus this energy can be determined only after having carried out the measurements on the analyser. For this reason it is necessary to determine the limits of possible reactive power production, starting from operational liste of the generators. The analysis of demands met is carried out supposing no losses in the transmission system observed, rendering it indispensably to foresee one or more power plants having disposable power for covering this losses.

After determining all the mentioned values for some characteristic situations in the electroenergetic system, one approaches the measurements on the analyser with more certainity and so one also brings conclusions based on measuremets performed.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Hrvoj Požar, Elektrotehnički fakultet Zagreb, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

OBRAČUN OSOBNIH DOHODAKA PO UČINKU — JEDINICI PROIZVODA — U ELEKTROPRIVREDI

Anđelko Marušić, Zagreb

Zagovara se što skoriji prijelaz na sistem nagrađivanja po učinku u elektroprivredi i predlaže način raspodjele.
Predaja električne energije je kolektivni učin elektroprivrednih organizacija, pa treba utvrditi ukupni iznos osobnih dohodaka, valoriziranjem predanih kWh jediničnim osobnim dohocima startne (1960.) godine, tj. omjerom isplaćenih osobnih dohodaka i ostvarene predaje u 1960.
Raspodjela ukupnog iznosa vršila bi se u omjeru osobnih dohodaka za normiranu radnu snagu pojedinog poduzeća, korigiranih kod udruženih poduzeća faktorom spremnosti, a kod distributivnih poduzeća indeksom povećanja predaje.
Raspodjela u kolektivima vršila bi se prema vlastitom pravilniku uz uvaženje analitičke procjene radnih mjesta. Godišnje devijacije realiziranih osobnih dohodaka izravnavale bi se preko rezervnog fonda osobnih dohodaka.

DK 621.311.1.007

Uvod

Društvenim planom privrednog razvitka za pojedino vremensko razdoblje, među ostalim se utvrđuje i raspodjela društvenog produkta,* dakle utvrđuje se i veličina robnog fonda široke p trošnje, a s time u vezi i nivo životnog i društvenog standarda. Bilanca društvenog produkta sadrži i odgovarajući kupovni fond stanovništva.

Društveni plan privrednog razvitka sadrži i ekonomske regulative za stvaranje radnih uvjeta potrebnih za ostvarenje tih proporcija.

Osobna potrošnja i društveni standard u okviru privrednog razvitka FNRJ za period od 1961. do 1965.

Društvenim planom privrednog razvitka FNR Jugoslavije od 1961. do 1965. predviđa se porast društvenog proizvoda za 72 %, odnosno prosječna godišnja stopa od 11,4 %, i nacionalnog dohotka po stanovniku za 10 % prosječno godišnje.

Osobna potrošnja će se na temelju ovog proizvodnog razvitka povećati za 8,8 % po stanovniku. Nastavit će se dakle intenzivno napredovanje životnog standarda.

Povećanje realnih zarada radnika zaposlenih u privredi vršit će se u skladu s općim porastom produktivnosti rada. Suglasno s tim, prosječne zarade radnika zaposlenih u privrednim organizacijama za idućih 5 godina porast će za 38,6 % odnosno za 6,7 % godišnje. Bruto-proizvod NR Hrvatske porast će u periodu 1961.—1965. za 80 %, a nacionalni dohodak za 75,8 %. Lična potrošnja porast će po stopi od 9 %, a po stanovniku 8,5 % godišnje.

Predviđeni porast realnih zarada zahtijeva daljnje usavršavanje sistema nagrađivanja prema efektu izvršenog rada.

* Društveni produkt je zbroj vrijednosti ukupne materijalne proizvodnje i proizvodnih usluga u nekom društvu u toku godine.

Oblik nagrađivanja

Klasični oblik nagrađivanja po vremenu provedenom na radu mogao je odgovarati u sistemu administrativnog upravljanja privredom (limitiranje nivoa tarifnih stavova putem obračunskog fonda plaća i unaprijed limitiranog obaveznog izdvajanja u fondove itd.). Pokazalo se međutim, da taj oblik nagrađivanja radnika ne odgovara više novo nastalim uvjetima i da je nespojiv s pravom radničkog upravljanja društvenim sredstvima za proizvodnju. U skladu s privrednim i društvenim razvojem, usavršuju se i regulativi privrednog sistema pa i regulativi rada kao temeljnog faktora proizvodnje i to na principu »svakom prema radu«. Budući da je nivo životnog i društvenog standarda korelat proizvodnosti rada, to među osnovne zadatke spada briga oko podizanja proizvodnosti rada. Treba dakle uvesti sistem pravednije raspodjele dohotka, a pravednija raspodjela će stimulirati na veću proizvodnost rada.

Osobni dohodak radnika odmjeren po volumenu vremena provedenom na radu, ne može osigurati ostvarenje perspektivnim planom postavljenih odnosa između robnog fonda široke potrošnje i kupnog fonda stanovništva.

Ako je osobni dohodak radnika odmjeren i plaćen po volumenu vremena provedenom na radu i ako taj dohodak nije zavisan od učina radnika, onda je radnik nezainteresiran za volumen efekta svog rada jer nije stimuliran da ga poveća.

Radnik je kod sistema vremenske plaće nezainteresiran da poveća efekt svoga rada, bilo da mu je utrošak ispod ili iznad količine društveno potrebnog radnog vremena. Kod takvih odnosa dolazi do debalansa između robnog fonda široke potrošnje i kupovnog fonda stanovništva.

Naprotiv, raspodjela osobnog dohotka prema efektu izvršenog rada, stimulira sve proizvođače na povećanje proizvodnje, jer djeluje automatski i objektivno, a s time pogoduje ostvarenju planirane bilance između robnog fonda široke potrošnje i kupovnog fonda stanovništva.

Kod učinskog sistema raspodjele osobnog dohotka nema bojazni za porast cijena radi neodgovarajućeg porasta kupovnog fonda stanovništva.

Raspodjela osobnog dohotka po ostvarenom i realiziranom učinu rada upravo osigurava održanje ravnoteže između ovih veličina. Naprotiv, raspodjela osobnih dohodaka po volumenu vremena provedenog na radu to ne osigurava, nego dapače u konačnici predstavlja ekonomsku diskriminaciju proizvođača, a to nije u skladu sa socijalističkim principom nagrađivanja odnosno raspodjele osobnog dohotka.

Raspodjela osobnog dohotka po učinku — jedinici proizvoda — kWh u elektroprivredi

Finalni učin elektroprivrede je električna energija na mjestima predaje kod potrošača.

Kod razmatranja raspodjele osobnog dohotka po ostvarenoj proizvodnji električne energije treba uvažiti dvije važne karakteristike te proizvodnje:

1. da je proizvodnja električne energije istodobna s potrošnjom;

2. da se u skladu s dostignućima nauke, a posebno elektrotehnike, električna energija proizvodi u sinhroniziranoj kooperaciji unutar elektroenergetskog sistema.

Radi istodobnosti proizvodnje i potrošnje nema mogućnosti uskladištenja proizvodnje. To znači da se proizvodi u onom času kada se i troši. Dakle, nema proizvodnje, koja bi bila dvojbena sa stanovišta prodaje. Prema tome sva proizvedena i potrošačima istovremeno predana električna energija je ujedno i realizirana proizvodnja.

Uslijed sinhronizirane kooperacije proizvodnje (uvjetovane također istodobnošću proizvodnje i potrošnje), svi kooperanti te proizvodnje su sudionici finalne proizvodnje, tj. električne energije elektroenergetskog sistema.

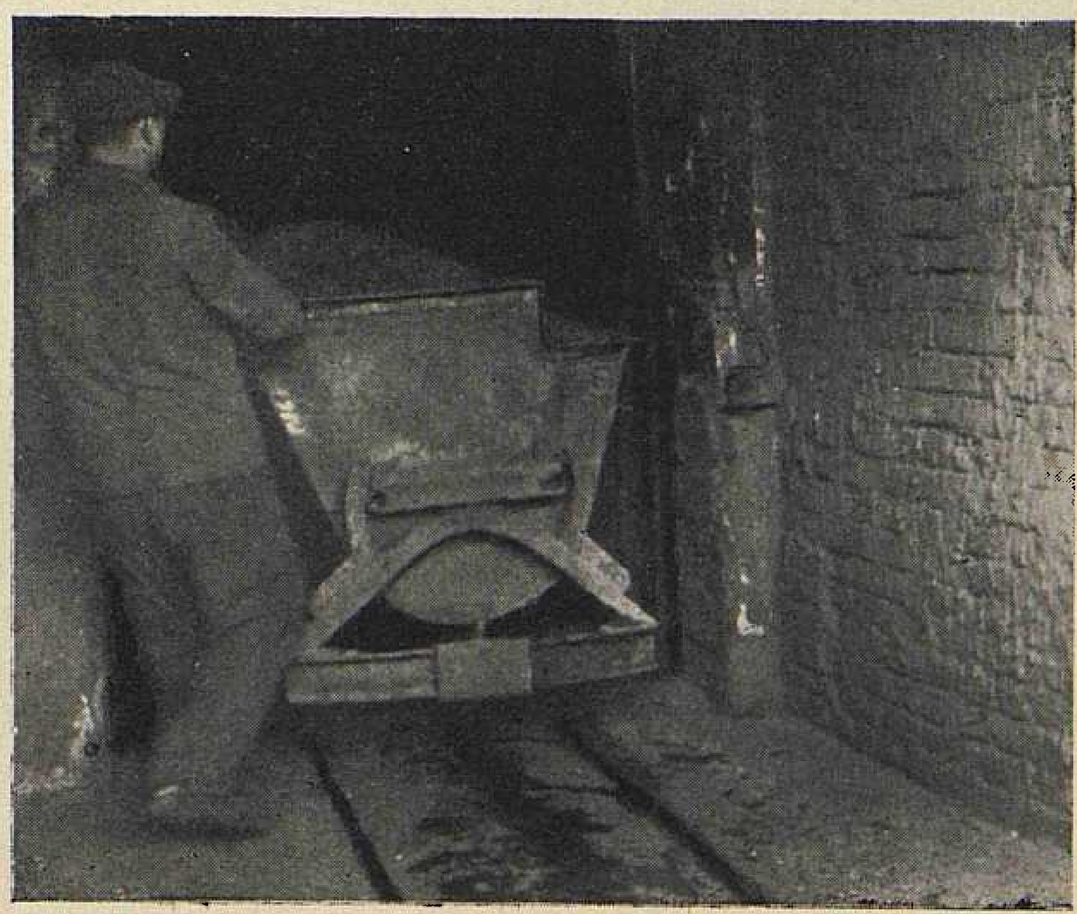
Nije problem utvrditi onaj dio osobnog dohotka elektroprivrede, koji se realizira ostvarenom proizvodnjom na mjestima predaje potrošačima, već je pitanje samo načina raspodjele obračunatog ostvarenog dohotka na pojedine učesnike sinhronizirane kooperacije.

Obračun osobnih dohodaka elektroprivrede po jedinici ostvarene proizvodnje

Radi kooperativne proizvodnje električne energije u kojoj sudjeluje mnogo radnih kolektiva, ne postoji mogućnost mjerenja ostvarenog učinka (kilovatsata) po pojedinom radniku. Uslijed nemogućnosti mjerenja učinka radnika treba mjeriti učinke pojedinih elektroprivrednih kolektiva specijaliziranih organizacija u finalnom učinku kooperacije.

Kooperativna istovremena proizvodnja međusobno udaljenih i energetski vezanih raznih hidroelektrana i termoelektrana, spojenih vodovima visokog napona, snadbijeva električnom energijom konzumna područja, koja se međusobno razlikuju po volumenu, vremenu i

Odvoz pepela i drozge u termoelektrani



načinu potrošnje. Tim je omogućeno veće iskorišćenje jedinice elektroenergetskih kapaciteta, dakle veća proizvodnost sredstava rada, a i veći dohodak kroz ekonomiku strukture proizvodnje (hidro - termo) u sklopu cijelog elektroenergetskog sistema, pa zato treba kolektivni učinak promatrati kompleksno.

Prema tome kroz nagrađivanje po kilovatsatu treba povezati interes pojedinog radnika, njihovih kolektiva i elektroprivrede kao cjeline.

Za prijelaz na obračun osobnih dohodaka u elektroprivredi po predanom kilovatsatu, treba utvrditi:

a) iznos osobnog dohotka radnika po jedinici električne energije;

b) način raspodjele ostvarenog i obračunatog osobnog dohotka elektroprivrede na pojedine kooperante, dakle na pojedine specijalizirane kolektive odnosno njihove privredne organizacije;

c) način raspodjele realiziranog osobnog dohotka na pojedine radnike unutar elektroprivredne organizacije.

Za iznalaženje veličine osobnog dohotka po kilovatsatu, u kooperaciji proizvedene i predane energije, treba uzeti neki startni period. U primjeru koji se u nastavku izvodi odabrana je za tu svrhu godina 1960.

Kao ukupno ostvareni osobni dohoci radnika u startnoj godini 1960. uzimaju se:

a) plaće po tarifnom stavu i

b) primanja iznad plaća po tarifnom stavu (varijabilne plaće), potonje stoga što u 1961. osobni dohoci s naslova viška fonda plaća neće postojati. Kolektivna premija za spremnost elektroenergetskih postrojenja se neće uzeti u račun, jer ona već predstavlja posebni vid osobnog dohotka, koji se obračunava i isplaćuje prema ostvarenom učinku za spremnost snage kapaciteta.

Nadalje treba utvrditi i ostvarenu količinu električne energije na mjestima predaje.

Pregled stroja u elektrani

Kvocijent ovih dviju veličina je startni osobni dohodak radnika elektroprivrede po jedinici proizvodnje.

Elementi startne godine 1960.

A) Ukupno ostvareni osobni dohoci u 1960.:

	000 Din
Osobni dohoci po vremenu provedenom na radu	2,229.364*
Varijabilni osobni dohoci	651.234
Ukupno	2,880.598

B) Predaja električne energije ostvarena je u 1960. ovako:

	kWh
Specijalna velepotrošnja	468,202.387
Opća velepotrošnja	618,341.655
Komunalna velepotrošnja	69,064.476
Malopotrošnja	577,279.399
Predaja izvan područja NRH	303,411.039
Ukupno	2,037.328.956

Prema tome je po jedinici proizvoda u 1961. ostvareno

$$\frac{2{,}880.598.000 \text{ Din}}{2{,}037.328.956 \text{ kWh}} = 1{,}413 \text{ Din/kWh}$$

osobnog dohotka, pa će elektroprivreda za svaki predani kilovatsat obračunati 1,413 dinara osobnog dohotka. Što to međutim znači? To znači: ako se kod istog obujma i strukture radne snage, poveća količina predaje električne energije, porast će realizirani osobni dohodak radnika, ili obrnuto: ako padne proizvodnost živog rada kroz nerazmjerno povećanje radne snage, otpast će na pojedinog radnika manji iznos osobnog dohotka.

Kod obračunavanja osobnog dohotka po jedinici ostvarene proizvodnje, jedinični dio osobnog dohotka je zavisan od proizvodnosti svih faktora proizvodnje. Ako proizvodnost živog rada mjerimo kvocijentom

$$\frac{\text{živi rad}}{\text{kilovatsat}}$$

onda će kod proširenja periferne elektrifikacije proizvodnost rada opadati, jer je na takvim područjima intenzitet potroška električne energije vrlo slab, a posadu radnika treba držati nezavisno od količine potrošnje. Obrnuti je slučaj kad se širi intenzivni konzum električne energije. Budući da se elektrifikacija u našoj zemlji stalno širi, to će proizvodnost rada u elektroprivredi stalno opadati. Prema tome osobni dohodak od 1,413 dinara može važiti samo za startnu strukturu konzuma. Ako bi proizvodnost rada opadala radi nepovoljnog razvoja strukture konzuma, onda tu okolnost treba uvažiti, jer elektroprivreda je javna služba, a elektrifikacija je zadatak elektroprivrede. Kod sistema obračuna osobnog dohotka treba se poslužiti principom »adjustment price«.

Jedinični osobni dohoci po predanom kWh u startnoj godini su dakle jednaki odnosu

$$d_0 = \frac{D_0}{W_0},$$

* Ovdje su obuhvaćeni samo ostvareni osob. dohoci koji se odnose na granu 111 i to osobni dohoci onog dijela sporednih djelatnosti koji služi grani 111.

gdje su D_0 ukupni osobni dohoci elektroprivrede u startnoj godini, a W_0 ukupna predaja u startnoj godini. Ovaj startni iznos jediničnih osobnih dohodaka osnovica je za obračun ukupnog iznosa osobnih dohodaka za nekoliko godina unaprijed.

Kad se međutim bitno izmijene odnosi na osnovu kojih su izvedeni jedinični osobni dohoci startne godine, trebalo bi ukupni iznos dohodaka obračunati korigiranim jediničnim osobnim dohotkom i to počevši od one godine kad su nastupile bitne promjene koje nameću potrebu korekture. Te promjene mogu biti slijedeće:

a) Promjene općeg nivoa osobnih dohodaka, zajedničke za cijelu privredu ili pojedine privredne grane. Ovo može biti izazvano novim odnosima u privrednom sistemu, promjenom regulativa privrednog mehanizma, kao promjenom cijena za pojedine osnovne artikle široke potrošnje, instrumenata vezanih na osobne dohotke (doprinosi i sl.) itd. Indeks ove promjene u odnosu na startnu godinu neka iznosi A.

b) Promjena konzumnog područja. Karakterističan primjer za ovo imamo ovih godina obuhvatanjem otoka (Cres, Lošinj, Rab itd.) u okviru elektroprivrede. U ovakvim slučajevima treba osobne dohotke i predaju startne godine povećati za osobne dohotke D' i predaju W' ovih novopriključenih područja. Da bi se iznosi osobnih dohodaka i predaje mogli zbrajati, treba podatke za D' i W' svesti na startnu godinu, (na primjer u odnosu ukupne promjene od startne do n-te godine).

c) Promjena iznosa osobnih dohodaka D'' koju izaziva stavljanje u pogon novih proizvodnih kapaciteta, kojima se ne povećava ukupna predaja energije potrošačima, nego se samo smanjuje kupnja električne energije od susjednih zajednica.

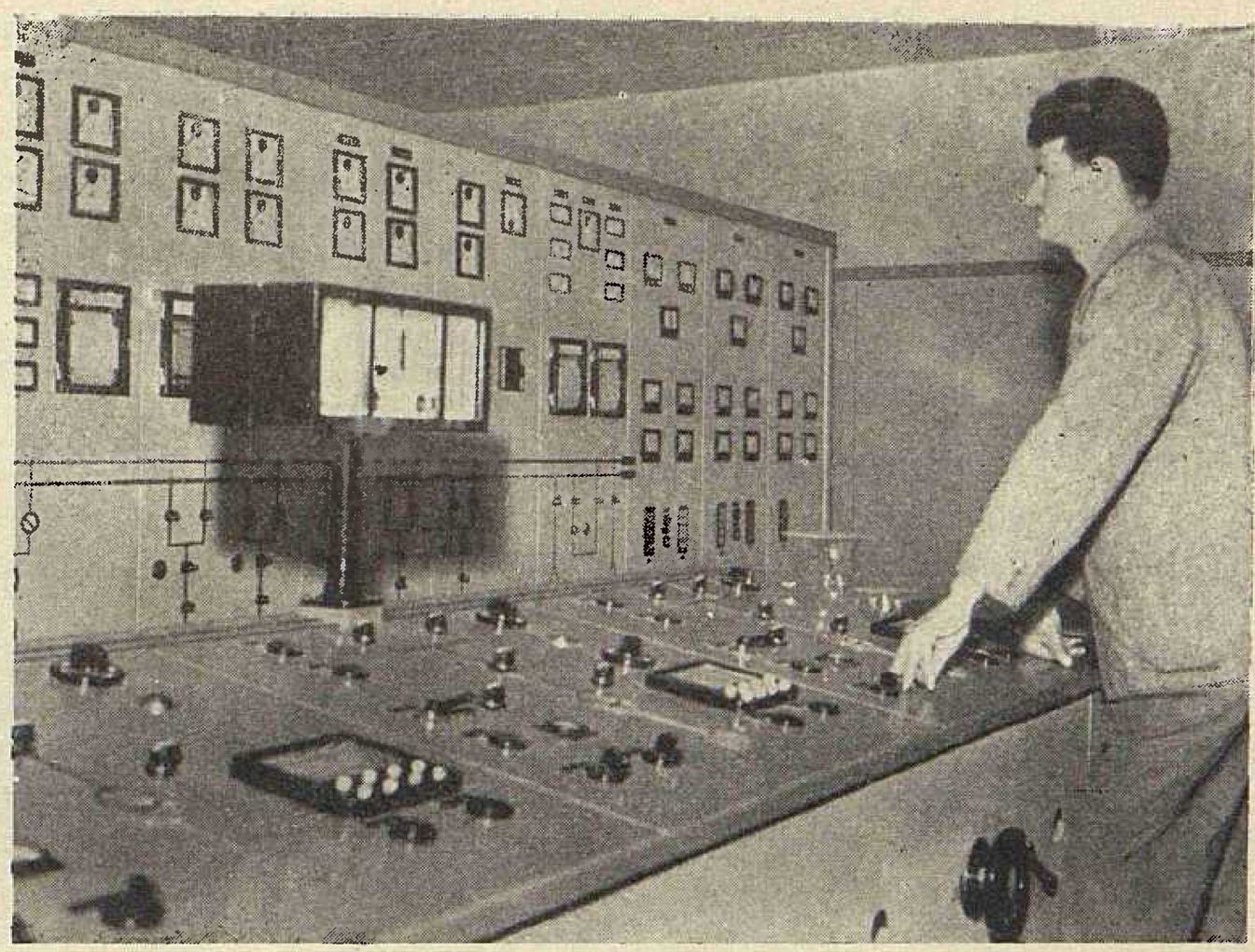
Tako korigirani jedinični osobni dohoci u n-toj bi godini prema tome iznosili

$$d_n = \frac{A}{100} \cdot \frac{D_0 + D' + D''}{W_0 + W'},$$

gdje treba unijeti D' i W' umanjene u omjeru porasta ukupne predaje od startne do n-te godine.

Iz jediničnog iznosa osobnih dohodaka d_n i ostvarene količine predaje električne energije potrošačima u periodu za koje se vrši obračun osobnih dohodaka po učinku, dobiva se masa osobnih dohodaka.

Ovako utvrđenu masu osobnih dohodaka treba podijeliti među kooperante sinhronizirane kooperacije, dakle na elektroprivredne organizacije. Podjela se može izvršiti po normiranoj radnoj snazi valoriziranoj po postojećim tarifnim pravilnicima dok oni važe, a inače po jedinstvenom cjeniku za elektroprivrednu strukturu radne snage (18 poznatih kategorija), uz uvaženje individualno postignutog učina te radne snage u pojedinoj elektroprivrednoj organizaciji.



Komandni stol u hidroelektrani

Proizvodnja električne energije u sinhroniziranoj kooperaciji (kao uostalom i u svakoj drugoj privrednoj aktivnosti) osniva se na tri temeljna faktora proizvodnje: rad, sredstva za rad i predmeti rada. Budući da osobni dohodak služi za regeneraciju i unapređenje radne snage, to je ona najprikladnija osnovica za raspodjelu kooperativno ostvarenog osobnog dohotka. Sredstva rada kao faktor proizvodnje nisu prikladna osnovica za raspodjelu realiziranog osobnog dohotka radi nejednake opremljenosti radne snage (mehanizacije), odnosno radi nejednakog organskog sastava sredstava za rad i rada u pojedinim elektroprivrednim organizacijama. Sredstva za rad bi npr. bila prikladna osnovica za raspodjelu amortizacije, koja služi za regeneraciju i unapređenje tih sredstava.

Normirana radna snaga, kao jedan od temeljnih faktora proizvodnje, predstavlja tek potencijalnu snagu koju kao osnovicu za raspodjelu realiziranog osobnog dohotka treba prvo korigirati nekim faktorom njenog učina.

Kod poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije to bi mogao biti »faktor ostvarene spremnosti« poznat kao veličina $Z = (Z_n - Z_0) : Z_n$. Ako vrijednosno izražena normirana radna snaga nekog poduzeća iznosi 1,000.000 dinara, a njen faktor ostvarene spremnosti $Z = 0{,}9$, onda će u osnovicu za raspodjelu osobnog dohotka realiziranog kooperativnom proizvodnjom to poduzeće ući samo sa 900.000 dinara, dakle samo s *veličinom učina potencijalne snage živog rada.*

Dio realiziranog osobnog dohotka, koji pripada djelatnosti distribucije električne energije, raspodjeljivao bi se na pojedina distributivna poduzeća prema promjeni ostvarene predaje električne energije.

Raspodjela ukupno realiziranog osobnog dohotka između udružene elektroprivrede i djelatnosti distribucije električne energije vršila bi se prema normiranoj radnoj snazi obih dijelova elektroprivrede.

U slijedećoj tablici izveden je primjer raspodjele ukupnog iznosa osobnih dohodaka za elektroprivredu Hrvatske, dobivenog za učin ostvaren u mjesecu siječnju 1961.

Ostvarena predaja u siječnju 1961. iznosi za područje Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske 212,415.670 kWh, što valorizirano po 1,413 Din/kWh daje ukupni iznos osobnih dohodaka od

300,143.342 dinara.

U donjoj tablici izvršena je raspodjela ukupnog iznosa osobnih dohodaka od *300,143.000* dinara na udružena (81,971.000 Din) i distributivna poduzeća (218,172.000 Din) prema osobnim dohocima za normiranu radnu snagu (*D* dinara mjesečno) korigiranima faktorom spremnosti *Z*, dakle proporcionalno iznosima (*DZ*) za udružena i distributivna poduzeća u cjelini.

Raspodjela iznosa 81,971.000 Din unutar udruženih poduzeća izvršena je također proporcionalno individualnim iznosima *DZ*. Raspodjela iznosa od 218,172.000 Din na distributivna poduzeća izvršena je prema osobnim dohocima za normiranu radnu snagu svakog distributivnog poduzeća (*D* dinara mjesečno) korigiranima za individualnu promjenu učina u odnosu na isti mjesec prošle godine

$$\left(w = \frac{\text{predaja I. 1961.}}{\text{predaja I. 1960.}}\right)$$

dakle proporcionalno individualnim iznosima *Dw*.

Jedino u slučajevima kad su faktor spremnosti *Z* ili individualna promjena učina *w* vrlo niski, tj. ispod neke unaprijed odabrane vrijednosti (npr. ispod 0,7), normirana radna snaga korigirala bi se tom unaprijed odobrenom vrijednošću (npr. 0,7).

Raspodjela ostvarenog ukupnog iznosa osobnih dohodaka na udružena i distributivna poduzeća (mjesec siječanj 1961.)

Poduzeće odnosno pogon	Osobni dohoci za normiranu radnu snagu (000 Din/mj.) *D*	Korekcioni faktor za raspodjelu		Osnovica za raspodjelu *DZ* ili *Dw*	Iznos pripadajućih osobnih dohodaka u 000 Din
		Ostvareni faktor spremnosti *Z*	Indeks predaje *w* (odgovarajući mjes. 1960. $w_0 = 1{,}00$)		
1	2	3a	3b	4	5
Udružena poduzeća	65.097	0,926		60.280	81.971
Distributivna poduzeća	136.088	0,876		160.439	218.172
Ukupno elektroprivreda	201.185			220.719	300.143
Udružena poduzeća					
HE Nikola Tesla	3.748	0,977		3.662	5.008,9
HE Kraljevac	2.893	0,936		2.708	3.704,0
HE Gojak	2.392	0,962		2.301	3.147,3
HE Manojlovac	2.228*	0,987		2.199	3.007,8
HE Jaruga	1.134*	1,000		1.134	1.551,1
TE Jertovec	9.677	0,850		8.255	11.250,2
TE Zagreb	7.760	0,891		6.914	9.457,0
HE Ozalj	844	1,000		844	1.154,4
TE Rijeka	4.307*	0,900		3.876	5.301,6
TE Vlaška	4.213*	0,912		3.842	5.255,1
Elektroprenos					
Zagreb	11.092	0,985		10.926	14.944,6
Split	6.986	0,898		6.273	8.580,2
Kolektiv ZEPH	7.823	0,898		7.025	9.608,8
Ukupno	65.097			59.929	81.971,0
Distributivna poduzeća					
Bjelovar	3.952		1,20	4.742	6.448,4
Buje	1.693		2,04	3.454	4.696,9
Čakovec	2.896		1,01	2.925	3.977,5
Dubrovnik	6.949		1,53	10.632	14.457,9
Gospić	1.448		1,22	1.767	2.402,8
Karlovac	5.269		1,12	5.901	8.024,4
Koprivnica	4.685		1,13	5.294	7.199,0
Križ	5.552		1,37	7.606	10.343,0
Osijek	25.367		1,14	28.918	39.324,0
Pula	8.576		1,12	9.605	13.061,3
Rijeka	16.207		1,17	18.962	25.785,4
Sisak	3.372		1,16	3.912	5.319,7
Split	10.628		1,05	11.159	15.174,5
Šibenik	4.175		1,10	4.593	6.245,8
Varaždin	4.390		1,06	4.653	6.327,4
Zabok	4.522		1,06	4.793	6.517,7
Zadar	3.395		1,49	5.059	6.879,4
Zagreb	23.012		1,15	26.464	35.986,9
Ukupno	136.088			160.439	218.172

* Osobni dohoci uprava poduzeća Hidroelektrane na Krki i Kvarnerske elektrane podijeljene su u ovom primjeru proporcionalno osobnim dohocima pogonskih jedinica Manojlovac i Jaruga, odnosno Rijeka i Vlaška, i pribrojeni osobnim dohocima tih pogonskih jedinica.

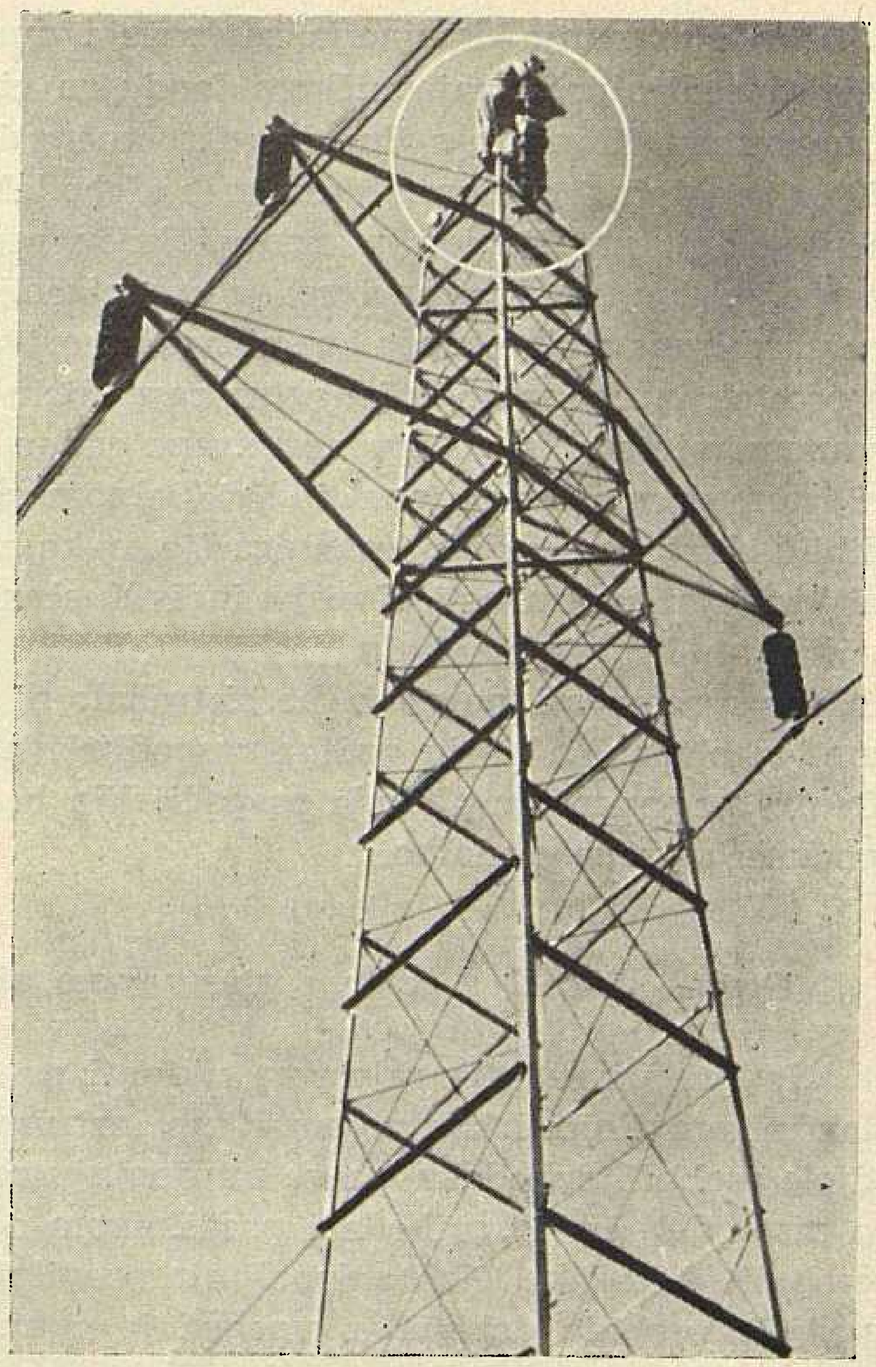
Raspodjelu unutar kolektiva treba da utvrdi po ekonomskim jedinicama sam kolektiv.

Kao osnovu za raspodjelu osobnih dohodaka elektroprivrednih organizacija unutar onih ekonomskih jedinica grane 111 djelatnosti (proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije), za koje nije moguće definirati mjerivi učin, potrebno je primijeniti sistem analitičke procjene radnih mjesta.

Poznati nam objavljeni sistem analitičke procjene radnih mjesta može poslužiti kao osnova za razradu pa ga treba akomodirati individualnim potrebama pojedinog poduzeća, jer pojedini radni kolektiv donosi svoj interni pravilnik za raspodjelu ostvarenog osobnog dohotka.

Kod toga bi trebalo uvažiti:

potrebnu stručnost za uspješno obavljanje poslova na radnom mjestu;
odgovornost izvršioca poslova na radnom mjestu;
složenost i uvjete rada radnog mjesta;
veći stručni staž od traženog na radnom mjestu;
određeni staž u elektroprivrednoj organizaciji;
odnos izvršioca posla prema radu (disciplina, zalaganje, brižljivi odnos prema sredstvima i predmetima rada i slično).



Popravak visokonaponskog voda

Rezervni fond osobnih dohodaka

Kod raspodjele unutar kolektiva trebalo bi voditi računa o varijabilnosti učina u toku godine. Zbog promjenljivih hidroloških prilika po pojedinim mjesecima varira predaja električne energije specijalnim velepotrošačima, a varijabilnost klimatskih prilika utječe na visinu potrošnje kućanstva i nekih drugih grupa potrošnje. Budući da o visini predaje električne energije ovisi i visina realiziranih osobnih dohodaka, u elektroprivrednim organizacijama treba preko posebnog fonda izravnavati one devijacije (otklone) od prosjeka, koje ne potječu od individualnog i kolektivnog učinka nego od objektivnih faktora, kao što su ponašanje vodotoka i konzuma.

Iznos namijenjen za raspodjelu kolektivu u toku jednog mjeseca, ne bi smio biti ispod, recimo, 70 % prosjeka ostvarenih osobnih dohodaka prošle godine, tj. ispod dijela osobnih dohodaka potrebnog za reprodukciju radne snage. Ovaj dio bi u toku godine bio fiksan, a ostatak bi se u toku godine ravnao po ostvarenom učinu uz uvaženje spomenutih devijacija.

Prihodi fonda su pozitivne razlike nastale između realiziranih osobnih dohodaka elektroprivredne organizacije i isplaćenih osobnih dohodaka uključivo s naknadama i drugim obavezama koje terete osobne dohotke, članovima kolektiva u promatranom mjesecu.

Sredstva fonda služe:

za pokrivanje razlike u mjesecima kad zbog ispodprosječnog učina elektroprivrede kao cjeline elektroprivredna organizacija od nje ne ostvari potreban iznos osobnih dohodaka;
za individualne nagrade;
za jubilarne nagrade;
za dotacije sindikatu;
za sredstva HT zaštite;
za poboljšanje ishrane u restoranu;
za isplate za individualne premije (uštede na gorivu itd.);
za ostale izdatke koji idu na teret sredstava namijenjenih za osobne dohotke.

Sredstvima fonda upravlja i vrši njihovu raspodjelu organ upravljanja elektroprivredne organizacije.

Sve se ovo regulira u Pravilniku za raspodjelu osobnih dohodaka elektroprivredne organizacije.

Zadnja faza proizvodnog procesa – prodaja električne energije

Ovo izravnanje devijacija se može i mnogo lakše izvesti centralno u zajedničkom fondu za cijelu elektroprivredu Hrvatske s tim da se spomenuti dio (npr. 70 % prosječno ostvarenih osobnih dohodaka u prošloj godini) namijenjen za reprodukciju radne snage raspodjeljuje na elektroprivredne organizacije u omjeru normirane radne snage bez obzira na ostvareni učin a ostatak iznosa namijenjenog za raspodjelu u promatranom mjesecu u omjeru normirane radne snage korigirane prema ostvarenom individualnom učinu pojedinih elektroprivrednih organizacija u kojem slučaju niski faktor spremnosti ili niska individualna promjena učina ne bi predstavljala osobite teškoće. Negativni faktor spremnosti, naravno, ne bi trebalo ni ovdje uzimati u obzir. Na kraju godine raspodijeljena sredstva Centralnog rezervnog fonda raspodijelila bi se na sva poduzeća proporcionalno.

Osobni dohoci u novom privrednom sistemu

Novim privrednim mjerama ukinuti su dosadašnji tarifni pravilnici i kao pojam i kao instrument raspodjele osobnih dohodaka, pa se zamjenjuju pravilnikom o raspodjeli čistog prihoda i pravilnikom o raspodjeli osobnih dohodaka. Način donošenja pravilnika za raspodjelu osobnih dohodaka omogućuje punu samostalnost elektroprivrednih organizacija u pogledu unutarnje raspodjele osobnih dohodaka.

Visina osobnih dohodaka funkcionalno zavisi od rezultata iz kojih proistekne ostvaren čist prihod, dakle je u neposrednoj zavisnosti od ukupnih rezultata poslovanja elektroprivredne organizacije. Metodu za utvrđivanje vrijednosti radnih mjesta i njihovih međusobnih odnosa slobodno utvrđuje i donosi radni kolektiv.

Postupak za donošenje oba pravilnika vezan je jedino uz načelnu obavezu, da se tom prilikom postupi pažnjom dobrog privrednika i da se donose uz saradnju cjelokupnog radnog kolektiva.

Minimalni osobni dohodak prestaje biti instrument i osnova za utvrđivanje obaveza spram društvene zajednice. Garantiranje osobnih dohodaka ostaje međutim i nadalje, ali u drugoj formi.

Prijelaz na obračun po kWh neminovno će još jače zainteresirati radne kolektive za obujam i kvalitet proizvodnje, dakle za spremnost svake elektroprivredne organizacije da u kooperativnoj proizvodnji radi u datom času na traženi način.

Zaključak

1. Obračun osobnog dohotka u elektroprivredi po količini ostvarene proizvodnje na mjestima predaje treba uvesti još ove godine, jer za to postoje odgovarajući uvjeti i jer to traži novi privredni sistem naše zemlje.

2. Za utvrđivanje jedinične veličine osobnog dohotka ukupne elektroprivrede pojedine narodne republike, treba uzeti ukupno ostvarene osobne dohotke u 1960. kao startnoj godini (bez premija za spremnost).

3. Realizirana masa ukupnih osobnih dohodaka u 1961. mjesečno bi se razgraničila između udružene elektroprivrede i distribucije električne energije po ključu normirane radne snage.

4. Udruženoj elektroprivredi obračunani dio ostvarenog dohotka raspodjeljivao bi se među radne kolektive pojedinih poduzeća i njihove zajednice po ključu normirane radne snage korigirane faktorom spremnosti.

5. Obračunani dio ostvarenog osobnog dohotka distribuciji električne energije raspodjeljivao bi se mjesečno među distributivna poduzeća po ključu normirane radne snage korigirane indeksom promjene predaje električne energije.

6. Radni kolektivi pojedinih elektroprivrednih organizacija raspodjeljivali bi obračunani dio osobnog dohotka na pojedine ekonomske jedinice svojim pravilnikom.

SUMMARY

Account of personal income based on effect – production unit – in the electricity branch. In accordance with the economic and the social development, also the regulatives of the economic system are inevitably improved and thus also the methods of sharing the income. The time salary, as a form of rewarding the workers in proportion to the time spent on work, might have corresponded to the system of administrative management in our economy during first post-war years.

However, as an economic category, to-day it is incompatible with the right of workers to manage the social means of production.

Moreover, it also does not stimulate to the increase of working effect, neither as to the volume, nor as to the quality. The increase of income depends on increase of productivity of work and from this aspect it is necessary to account the personal income of workers, following the principle »everyone to its merit«.

Considering the problem of sharing out the personal income in accordance with the realized production of electric energy, two circumstances should be kept in mind i. e.:

ZUSAMMENFASSUNG

Die Abrechnung der Personaleinkommen nach Kilowattstunden in der Elektrizitätswirtschaft. In Übereinstimmung mit der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung werden die Regulative des Wirtschaftsystems und damit auch die Methoden der Einkommenverteilung notwendigerweise vollkommener. Der Stundenlohn als eine Form der Arbeiterentlohnung nach der angewandten Zeit konnte noch während der administrativen Leitung der jugoslawischen Wirtschaft in den ersten Nachkriegsjahren befriedigen, er kann aber heute als eine wirtschaftliche Kategorie mit dem Arbeiterrecht auf Verwaltung der gesellschaftlichen Produktionsmittel nicht vereinbart werden. Ausserdem wird durch ihn keine Vergrösserung der Arbeitsleistung weder nach Grösse noch nach Qualität angespornt. Die Einkommensteigerung hängt von der Produktivitätsvergrösserung ab und es ist deswegen notwendig auf dieser Grundlage auch die Abrechnung der Personaleinkommen der Arbeiter durchzuführen nach dem Grundsatz »jedem nach seiner Leistung«.

Bei der Betrachtung der Personaleinkommenverteilung nach realisierter Erzeugung der elektrischen Energie sind zwei Umstände zu beachten:

1. that the generation of electricity is simultaneous with the consumption, and

2. that the electrical energy is generated in synchronized cooperation within the electroenergetic system, thus all the cooperants also being participants in the effect of final product.

Because of simultaneity of generation and consumption, there is no way to store the product. This means, that the electric energy is generated in the very moment of its being consumed. Consequently, the generated and to the consumers simultaneously supplied electrical energy is actually utilized, representing the realized production. Therefore, there is no problem in determing that part of personal income in the electricity branch, which is realized by the actual production on supply points at the consumers, but there is only the question of sharing-out the realized income among the participants of the synchronized cooperation.

Having in view the electricity branch as a whole, the determination of total amount of its personal income should be based on its final effect, i. e. on the electric energy supplied to the consumers.

With respect to the cooperative production of electric energy as well as to the wide functional division of work, there is no possibility of measuring the realized effect of each single worker reduced to kWh-unit, even not of a single company staff, independently of the rest of the branch.

Therefore it is necessary to determine the share of the collective single electricity organizations in the common effect of the total electricity branch.

The account of the total amount of personal income as per kilowatthour realized in the electricity branch as a whole, is based on the part of the price structure which concerns this income.

For the account of personal income as per kWh supplied in 1961. the amount of personal income as per kWh realized in the starting year 1960. is proposed. The total amount of personal income determined in this way is to be divided into two parts: one for associated companies (generation and transmission), and the other for distribution companies, in the proportion of total standardized personal incomes in the relevant activities, corrected by the factor of realized readiness of plants. In the same way further share-out among associated companies is effected, whereas the part belonging to distribution companies is shared-out among single distributive organizations proportionally to the standardized personal income of these organizations, but corrected by the individual increase index of electricity supply in relation to the starting year.

1. die Gleichzeitigkeit der Erzeugung und des Verbrauches der elektrischen Energie, und

2. die elektrische Energie wird in einer synchronisierten Zusammenarbeit innerhalb des elektrischen Verbundsystems erzeugt, so dass alle mitwirkenden auch am Ergebnis der Enderzeugung teilnehmen.

Die gleichzeitige Erzeugung und Verbrauch machen die Lagerung der Erzeugung unmöglich, d. i. die elektrische Energie wird erzeugt in dem Augenblick in dem sie verbraucht wird, so das die gesammte erzeugte und gleichzeitig den Verbrauchern übergebene elektrische Energie zugleich auch die genutzte also die verkaufte Erzeugung darstellt. Es besteht daher keine Schwierigkeit denjenigen Teil des Personaleinkommens in der Elektrizitätswirtschaft festzustellen, der durch die realisierte Erzeugung an den Übergabestellen der Verbrauchern übergeben wird, es handelt sich nur um die Verteilungsmethoden des realisierten Einkommens an die Teilnehmer der synchronisierten Zusammenarbeit.

Zur Feststellung des Betrages der gesammten Personaleinkommen in der gesammten Elektrizitätswirtschaft soll also als Grundlage ihre Endleistung dienen d. i. die elektrische Energie an den Übergabestellen der Verbraucher.

Die gemeinsame Stromerzeugung und eine breite Arbeitsteilung nach Tätigkeiten macht nicht nur die Messung der realisierten Leistungsanteils eines jeden Arbeiters in einer kWh unmöglich, sondern auch jedes einzelnen Kollektivs unabhängig von den übrigen Teilnehmern in der Elektrizitätswirtschaft.

Zur Abrechnung der gesammten Personaleinkommen nach realisierten kWh in der gesammten Elektrizitätswirtschaft dient derjenige Teil des Preises, der auf diese Einkommen entfällt. Für die Abrechnung der Personaleinkommen nach abgegebenen kWh in 1961 wird der im Startjahr 1960 realisierte Betrag der Personaleinkommen nach kWh vorgeschlagen. Der auf dieser Grundlage festgestellte Betrag der gesammten Personaleinkommen wird in den Anteil der vereinigten Unternehmungen (Erzeugung und Übertragung) und den Anteil der Verteilungsunternehmungen im Verhältnis der gesammten normierten Personaleinkommen für diese Arbeitsgebiete unterteilt, korrigiert durch einen Faktor, der die realisierte Bereitschaft der Anlage sowie der gesammten damit in Verbindung stehenden Versorgungsorganisation darstellt. Nach derselben Methode wird die weitere Verteilung auf vereinigte Unternehmungen durchgeführt. Der Anteil der Verteilungsunternehmungen wird im Verhältnis der normierten Personaleinkommen untereinander verteilt; die Personaleinkommen werden dabei durch den individuellen Faktor für die Steigerung der Energieübergabe in Bezug auf das Startjahr korrigiert.

Naslov pisca: Anđelko M a r u š i ć, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

FINANCIRANJE ELEKTROENERGETSKE IZGRADNJE U AUSTRIJI

Daniel Feöcze, Zagreb

Elektroprivreda Austrije je nacionalizirana 1947. Nakon toga ona se brzo organizira i sređuje. Jezgra elektroprivrede je *Verbundkonzern*. Izrađuje se nova perspektivna elektroenergetska bilanca Republike Austrije i plan izgradnje modernih hidroenergetskih postrojenja velike snage. Prvih godina iza drugog svjetskog rata, ključna izgradnja se oslanja na američku pomoć po Marshallovom planu a kasnije i na druga inozemna sredstva i kredite inozemnih novčanih zavoda među kojima i na Svjetsku banku. Od domaćih financijskih sredstava korišćena su vlastita sredstva, porezne povlastice, sredstva uplaćene glavnice *Verbundkonzerna* i po njemu raspisani i uspješno realizirani unutrašnji elektroenergetski zajmovi.

DK 621.311.1.003 (436)

OSNOVA ENERGETIKE

U izgradnji i razvoju svoje energetike, Austrija se oslanja uglavnom na svoj bogati hidroenergetski potencijal. Ekonomski iskoristivi hidroenergetski potencijal Austrije se prema sadašnjim dostignućima tehnike procjenjuje na 43 milijarde kilovatsati, dok se tehnički ili mogući potencijal procjenjuje na 60 milijardi, a fizički ili teoretski potencijal na preko 70 milijardi kilovatsati godišnje.

Prema stanju godine 1959. ukupna proizvodnja hidroelektrana Austrije iznosi 11 milijardi kilovatsati, dakle tek oko 1/7 njenog ekonomski iskoristivog hidroenergetskog potencijala.

NACIONALIZACIJA ELEKTROPRIVREDE

Po završetku drugog svjetskog rata elektroprivreda Austrije našla se u nezavidnom položaju, jer je propao plan elektroenergetske izgradnje, postavljen unutar privrednog plana Njemačkog Reicha, pa je s time propala i koncepcija izgradnje jedinstvenog elektroenergetskog sistema s tog aspekta. Mnogi elektroenergetski objekti iz tog plana nisu bili dovršeni, a trebalo je postaviti i novu elektroenergetsku koncepciju Republike Austrije. Osim toga postojala je i opasnost od ruske konfiskacije, jer je velik dio akcija elektroprivrednih poduzeća Austrije bio u posjedu njemačkog kapitala.

Industrija Njemačkog Reicha trebala je jeftinu električnu energiju, pa njemački kapital, posredstvom VIAG-a (*Vereinigte Industrieunternehmungen A. G.* = Ujedinjena industrijska poduzeća d. d.), osniva nakon »Anschlussa« (ovaj je na Moskovskoj konferenciji 1943. proglašen ništavim) jedno posebno poduzeće za izgradnju hidroenergetskih izvora Austrije pod firmom »*Österreichische Elektrizitätswerke A. G*«. Dionički udjeli ovog poduzeća bili su u posjedu njemačkog kapitala, pa se uskoro i naziv ovog poduzeća (kroz svega 20 dana) izmijenio u poznatu firmu *AEW* = *Alpenelektrowerke A. G.* (dakle ne »österreichische«). Nakon toga njemački kapital počinje preuzimati dioničke udjele cijelog niza austrijskih elektroprivrednih poduzeća, među kojima i udjele pokrajinskih elektroprivrednih poduzeća.

Za otklanjanje opasnosti od konfiskacije elektroenergetskih postrojenja i za omogućenje konsolidacije elektroprivrede nakon rata, Komitet austrijske elektroprivrede donosi rezoluciju o nacionalizaciji elektroprivrede, koja se uskoro i zakonski sprovodi u život.

IZVORI FINANCIRANJA ELEKTROENERGETSKE IZGRADNJE

Nakon izvršene nacionalizacije elektroprivrede (»Verstaatlichung«) trebalo je pronaći potrebna financijska sredstva za dovršenje izgradnje započetih objekata, a povrh toga i za neophodnu izgradnju novih postrojenja iz perspektivne elektroenergetske bilance nove energetske koncepcije Republike Austrije.

Kapital traži povoljne uvjete plasmana, a to su: sigurnost i kratkoročnost kreditiranja, brzina obrtaja i dobar rentabilitet. Izgradnja hidroelektrana je s tog stanovišta nepovoljno područje plasmana. Potreban je veliki kapital, a taj se (uložen u hidroelektrane) sporo obrće, uglavnom radi vrlo niskih amortizacionih stopa, koje se u prosjeku kreću između 2 i 3 % godišnje, što odgovara vijeku trajanja od oko 40 godina, dakle kreditiranje je skrajnje dugoročno,* a rentabilnost je radi umjetno održavanih niskih cijena električne energije vrlo mala. Teško je namaknuti kredite pod takvim karakteristikama plasmana.

Inozemna sredstva financiranja

Nacionalizirana elektroprivreda Austrije, ujedinjena i usmjeravana sistemom tzv. »holding poduzeća (1)**, oslanjala se prvih godina iza drugog svjetskog rata uglavnom na sredstva američke pomoći iz Fonda *Marshalovog plana* (2). Od 1948. do 1957. iz tih je sredstava investirano 3100 milijuna šilinga (119,2 milijuna USA dolara ili 89,4 milijarde dinara).

Kasnije se trebalo sve više obraćati kako na inozemno, tako i na domaće tržište kapitala. Na inozemnom tržištu kapitala temeljni novčani zavod za davanje dugoročnih kredita za poslijeratnu privrednu obnovu i izgradnju je kapitalno moćna *Svjetska banka* (3) s 10 milijardi USA dolara glavnice. *Svjetska banka* daje kredite samo svojim članovima, a ovi moraju prethodno biti članovi *Međunarodnog monetarnog fonda* (4).

Kod razmatranja boniteta elektroprivrede Austrije, kao zajmotražioca, Svjetska banka je u početku stavljala ozbiljne prigovore na neekonomski nivo njenih cijena električne energije (ovaj je u odnosu na 1938.

---

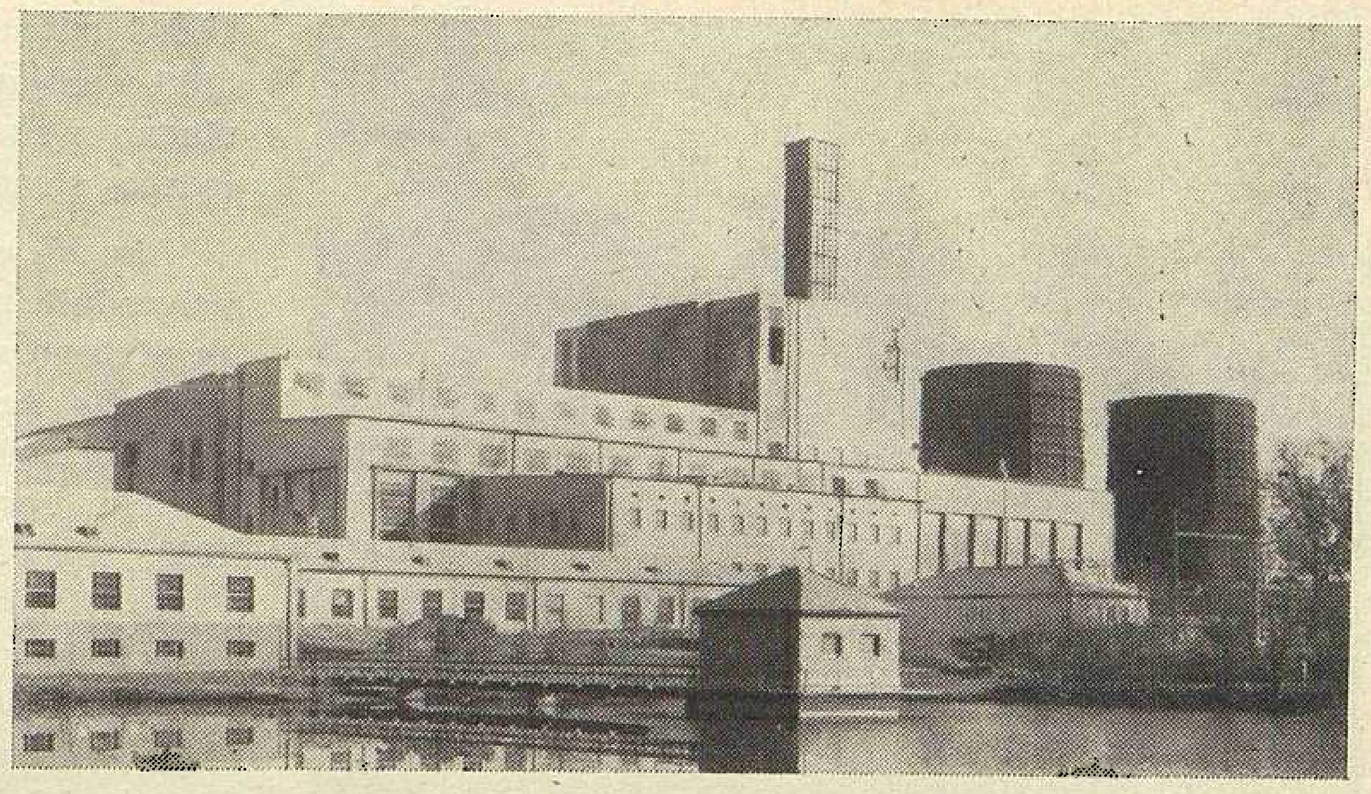
* a) Dugoročni krediti se daju na rok od 10 pa do najviše 50 godina;
b) srednjeročni krediti se daju na rok od 3 do 5, a negdje i do 10 godina;
c) kratkoročni krediti se daju na rok do 1 godine, a negdje do 2 i 3 godine.

** Značenje (1), (2) itd. vidi pod »Opis institucija« na str. 26.

porastao u prosjeku samo za 3 puta, dok su prosječni troškovi života u Austriji porasli u to vrijeme čak za 8 puta), a nedovoljnu akumulativnost elektroprivrede (»Eigenkapitalbildung«), kao posljedicu njenih svojstava javne službe (svojstava tzv. »Public Utility«), nije htjela priznati. Međutim ipak je 1955. došlo do realizacije prvog kredita. Od te godine pa nadalje kreditiranje se nastavlja, tako da je do uključivo 1958. investirano iz tih sredstava ukupno 1115 milijuna šilinga (42, 9 milijuna USA dolara ili 32,2 milijarde dinara).

Iz ostalih izvora inozemnih kredita investirati se počelo 1954., pa je do uključivo 1958. investirano ukupno 787 milijuna šilinga (30,3 milijuna USA dolara ili 22,7 milijarde dinara).

Iz ostalih inozemnih sredstava investirano je između 1948. i 1958. ukupno 1069 milijuna šilinga (41,1 milijun USA dolara ili 30,8 milijardi dinara).



Sl. 1. Termoelektrana St. Andrä, 177 MW

Domaća sredstva financiranja

Domaća se sredstva financiranja sastoje iz energetskih zajmova, poreznih povlastica i ostalih vlastitih sredstava, te iz uplata dioničke glavnice.

(a) Vlastita sredstva i porezne povlastice

Elektroenergetsku izgradnju Austrije država pomaže širokim poreznim povlasticama. Savezni zakon o unapređenju elektroprivrede od 8. VII. 1953. (Bundesgesetz über die steuerliche Begünstigung von Elektrizitätsversorgungsunternehmungen - Elektrizitätsförderungsgesetz) daje elektroprivredi specijalne povlastice u vidu neoporezivog odvajanja dobitka za fondove poduzeća posebnih namjena. Prema citiranom zakonu može se odvojiti u namjenske fondove do 80 % ostvarenog dobitka, ali pod uvjetom, da se najmanje 30 % od ovako izdvojenih sredstava ima upotrebiti:

1. za upis obveznica »Verbundkonzerna« elektroprivrede Austrije (»Verbundgesellschaft i Sondergesellschaften«);

2. za davanje zajmova »Verbundkonzernu« elektroprivrede Austrije na rok od 15 i više godina uz kamatnu stopu, koja ne smije prekoračiti bankovni kamatnjak za dugoročne zajmove;

3. za stjecanje dioničkih udjela u »Sondergesellschaft«-ima.

Ostatak do 80 % namjenski izdvojenog dobitka, može se upotrebiti samo:

a) za nabavu odnosno izgradnju postrojenja električne mreže;

b) za nabavu odnosno izgradnju hidroelektrana i onih termoelektrana, koje pretežnim dijelom upotrebljavaju domaća energetska goriva i to ukoliko su ti objekti svrsishodni za elektroprivredu. Odluku o svrsishodnosti donosi Savezno ministarstvo financija u sporazumu sa Saveznim ministarstvom za saobraćaj i podržavljene pogone;

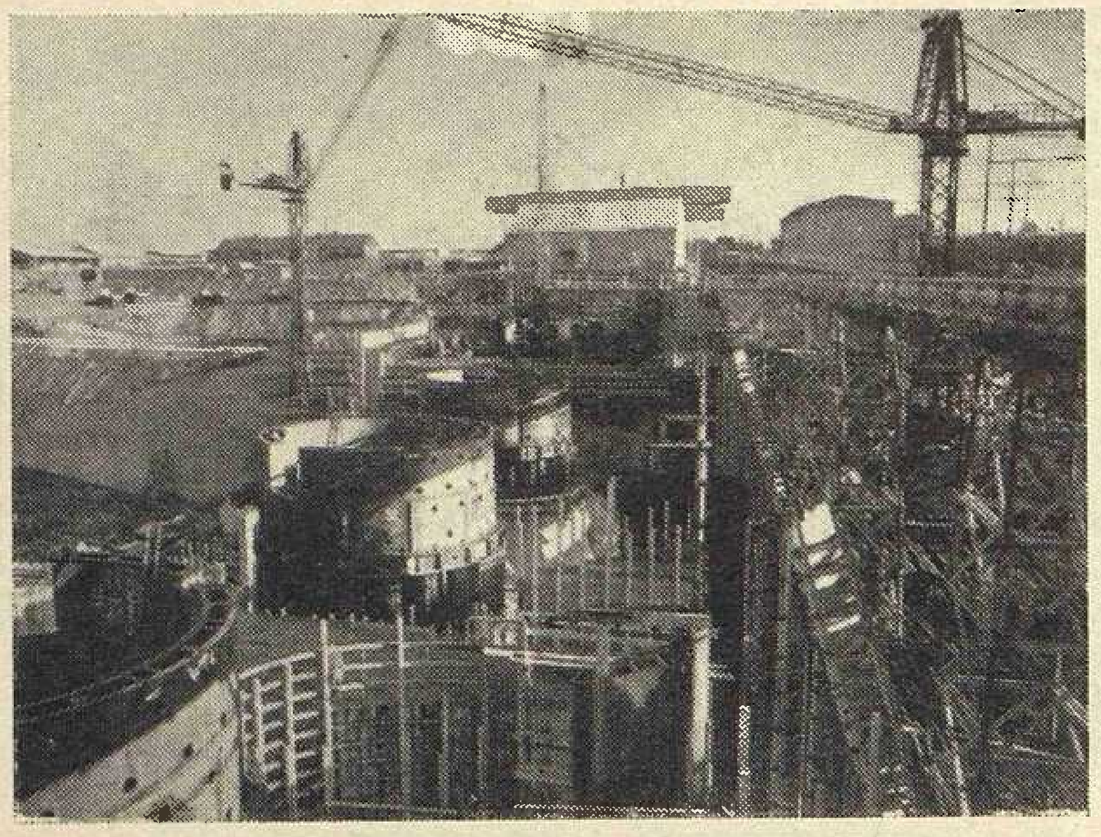
c) za stjecanje dioničkih udjela u novim ili postojećim domaćim elektroprivrednim poduzećima, ukoliko se ta ulaganja odnose na nabavu, odnosno izgradnju objekata navedenih u točkama a) i b);

d) za davanje zajmova domaćim elektroprivrednim poduzećima (poduzećima izvan »Verbundkonzerna«) na rok od 15 godina i više uz kamatnjak, koji ne smije prekoračiti bankovnu kamatnu stopu za dugoročne zajmove, ili za upis obveznica domaćih elektroprivrednih poduzeća, ukoliko će se uložena sredstva upotrebiti za nabavu odnosno izgradnju objekata navedenih u točkama a) i b). Ove se obveznice ne smiju otuđiti prije isteka od 5 godina. U protivnom slučaju prestaje važiti povlastica neoporezivog odvajanja dobitka namjenskim fondovima poduzeća za vrijednost prije roka otuđenih obveznica.

Ove se povlastice daju i poduzećima odnosno postrojenjima, koja su podignuta sredstvima opisanih fondova, tako da im se snizuju: porez na dohodak, imovinski porez, imovinski doprinos za pokriće okupacionih troškova i prirez za obnovu, na polovinu propisanog iznosa kroz 20 godina. Isto tako neće se za vrijeme trajanja gradnje naplaćivati spomenuti imovinski porezi, prirezi i doprinosi.

Opisane povlastice su vrlo velike. Može se reći, da je praktički cijeli dobitak svih elektroprivrednih poduzeća usmjeren na ulaganja u izgradnju elektroenergetskih ebjekata i to nešto manjim dijelom u izgradnju objekata savezne elektroprivrede tj. »Verbundkonzerna« (37,5 % za svrhe prema točkama 1., 2. i 3.), a većim dijelom (62,5 % za svrhe prema točkama a, b, c i d) u elektroenergetska postrojenja poduzeća za elektroprivredu federativnih jedinica tzv. »Landesgesellschaften«. Na određivanje tog omjera vjerovatno je utjecao i kvantitativni omjer obih elektroprivreda: temeljne i superponirane.

Upotrebom skromnih vlastitih sredstava počevši od 1948. i poreznim povlasticama počevši od 1953., odnosno praktički od 1954., uspjelo je do konca 1958. investirati 1104 milijuna šilinga (42,5 milijuna USA dolara ili 31,9 milijardu dinara).



Sl. 2. Hidroelektrana u izgradnji Schärding na Innu
96 MW, 586 GWh

(b) Uplata dioničke glavnice

Prva ulaganja u elektroenergetsku izgradnju »Verbundkonzerna« počela su 1947. iz sredstava uplaćene glavnice s iznosom od 18 milijuna šilinga. Ulaganja iz tih sredstava su kasnijih godina sve više rasla, tako da je do konca 1958. investirano ukupno 1446 milijuna šilinga (55,6 milijuna USA dolara ili 41,7 milijardu dinara).

(c) Elektroenergetski zajmovi

Sredstva inozemne pomoći i inozemnih zajmova, zatim sredstva uplaćene glavnice, pa ostala vlastita sredstva i financijska sredstva prikupljena neoporezivim odvajanjem ostvarenog dobitka elektroprivrednih poduzeća bila su nedovoljna za proširenu reprodukciju elektroprivrede Austrije i to kako radi opisane situacije po završetku drugog svjetskog rata, tako i radi zaostajanja nivoa cijene električne energije za cijenama reprodukcionog materijala i za troškovima života (dakle cijenama radne snage), što sužava akumulativnost kapitala u elektroprivredi, a osim toga i radi jakog porasta potrošnje električne energije. Kao što je već spomenuto, *Svjetska banka* je prigodom prvih pregovora o dugoročnom zajmu za elektroenergetsku izgradnju Austrije ozbiljno prigovorila ovakvoj politici cijena električne energije.

Radi nedovoljnih sredstava za investicije trebalo je dakle pristupiti i raspisivanju unutrašnjih elektroenergetskih zajmova, što je regulirano zakonskim propisima. Austrijski koncern za elektroprivredu je 1953. s uspjehom raspisao i realizirao svoj prvi elektroenergetski zajam. Do sada je raspisano i realizirano ukupno 6 elektroenergetskih zajmova, koji su elektroprivredi Austrije donijeli preko 3 milijarde šilinga. Od ovih je u razdoblju od 1953. do 1958. investirano 2301 milijun šilinga (88,5 milijuna USA dolara ili 66,4 milijardi dinara).

(d) Ukupne investicije prema izvorima financiranja

U razdoblju od 1947. do 1958. uloženo je u elektroenergetsku izgradnju »Verbundkonzerna« ukupno 10 922 milijuna šilinga (420,1 milijun USA dolara ili 315,1 milijardi dinara). Prema izvorima financiranja ulaganja su tekla kako je prikazano u tablici na slijedećoj strani.

Ako se međutim uzmu u obzir investicije elektroprivrednih poduzeća i izvan »Verbundkonzerna«, onda su uložena sredstva u proširenu reprodukciju elektroprivrede Austrije mnogo veća. Prema »Mitteilungen des Verbandes der Elektrizitätswerke Österreichs — Bericht über die Verbandtätigkeit im Geschäftsjahr 1959« (Saopćenja Saveza austrijske elektroprivrede — Poslovni izvještaj za 1959.), godišnja ulaganja elektroprivrede Austrije (savezne, pokrajinske, gradske i ostale, dakle i privatne), iznose nakon drugog svjetskog rata, prema današnjim vrijednostima šilinga, između 2,5 i 3 milijarde šilinga (96,2 do 115,4 milijuna USA dolara ili 72,2 do 86,6 milijardi dinara) odnosno od završetka drugog svjetskog rata pa do izvještajnog dana o poslovanju Saveza, oko 30 milijardi šilinga (1154 milijuna USA dolara ili 866 milijardi dinara).

(e) Novi elektroenergetski zajam

Elektroenergetska bilanca Austrije bila je sastavljena na ocjeni, prema kojoj će se njen konzum električne energije udvostručavati svakih 10 godina. Takovo udvostručenje daje prosječnu godišnju stopu porasta od 7,2 %. Međutim u prvom semetru 1960. porast iznosi čak 9,5 %. Briga oko podmirenja potreba za električnom energijom, koje naglo rastu u odnosu na prijašnju procjenu, prisiljava »Verbundkonzern« na pripremu svog sedmog elektroenergetskog zajma u visini od 700 milijuna šilinga s rokom otplate od 25 godina, time da se prvih 5 godina ne vrši amortizacija obveznica. Prema austrijskom zakonu o raspisivanju zajmova ovaj se zajam može povisiti i na jednu milijardu šilinga. Jamac je Republika Austrija.

Realizacijom ovog zajma žele se dovršiti neki elektroenergetski objekti i nastaviti s gradnjom već započetih objekata. To su termoelektrana Korneuburg, hidroelektrana Schärding na Inn-u, hidroelektrana Edling na Dravi, hidroelektrana Lasenstein na Enns-u, termoelektrana Zeltweg i hidroelektrana Aschbach na Dunavu s ukupnom snagom od 693 000 kW, te s ukupnom proizvodnjom od 3 636 milijuna kilovatsati. Uz ove objekte dolaze još i elektrane, koje se nalaze tek u fazi planiranja i to St. Pantaleon i Durlasboden.

Realizacijom sedmog elektroenergetskog zajma »Verbundkonzern« će dakle pokriti i nepredviđeni porast svog konzuma električne energije.

OPIS INSTITUCIJA

(1) *Holding poduzeće.* (Holding dolazi od engleske riječi hold, što znači držati, holding držanje, posjedovanje, dionice u posjedu). Holding poduzeća su dionička društva, osnovana sa svrhom, da kontroliraju druga pravno samostalna poduzeća, putem posjedovanja relativne većine njihovih dionica s pravom glasa. Holding poduzeća su nastala godine 1888. u Sjedinjenim Američkim Državama kao oblik organizacije kapitala za zaobilaženje zakona protiv trustova kao predstavnika monopola. U početku su tako bila organizirana matična proizvodna poduzeća, da bi mogla zadržati kontrolu nad zavisnim poduzećima, koja su dobila pravnu samostal-

	Godine ulaganja											
	1947.	1948.	1949.	1950.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.
	Iznosi u milijunima šilinga											
ERP – Marshall plan	—	98	329	426	560	554	150	452	37	284	210	—
Svjetska banka	—	—	—	—	—	—	—	—	111	558	330	116
Ostali inozemni krediti	—	—	—	—	—	—	—	55	15	40	322	355
Ostala inozemna sredstva	—	132	—	—	—	34	147	88	144	420	—	104
Vlastita sredstva	—	6	11	40	87	89	96	127	147	158	138	205
Uplaćena glavnica	18	42	111	61	92	89	74	163	193	116	268	219
Energetski zajmovi	—	—	—	—	—	—	375	55	831	93	532	415
Ukupno	18	278	451	527	739	766	842	940	1478	1669	1800	1414
ili milijuna USA dolara	0,7	10,7	17,7	20,3	28,4	29,5	32,4	36,2	56,8	64,2	69,2	54,4
milijardi dinara	0,5	8,0	13,0	15,2	21,3	22,1	24,3	27,2	42,6	48,2	52,0	40,8
Indeks	—	100	162	190	266	276	304	340	533	603	650	510

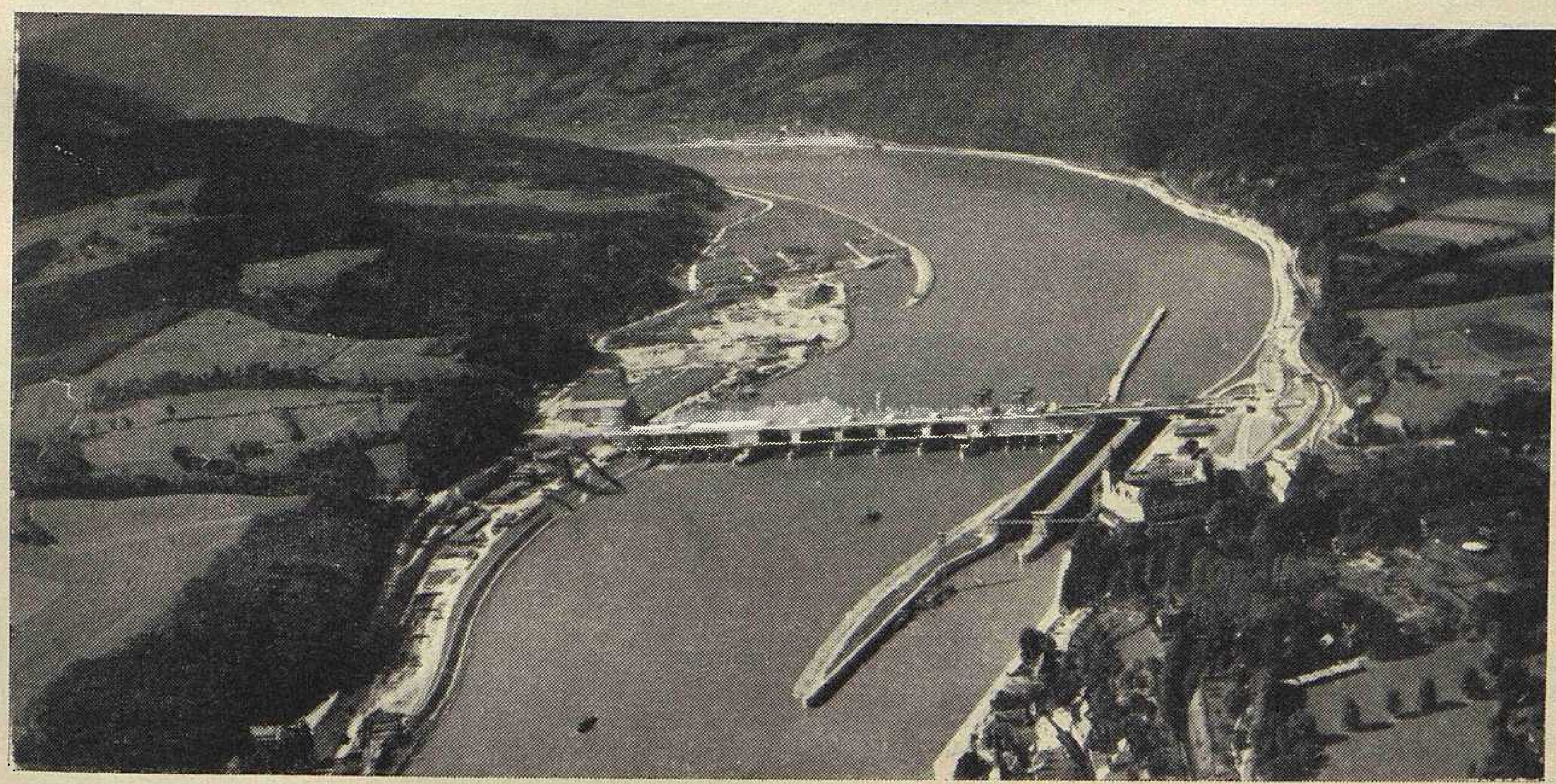
nost. Kasnije su se razvila čisto financijska holding poduzeća, kojima se imovina sastojala isključivo od dionica drugih poduzeća, a nakon ovih osnivana su i velika holding poduzeća, koja ne drže više dionice proizvodnih poduzeća, već dionice raznih drugih holding poduzeća. Kroz taj vid privrednih organizacija i pomoću emisije dionica bez prava glasa mogu vlasnici relativno malih kapitala, posjedovanjem dionica holding poduzeća s pravom glasa, kontrolirati i usmjeravati cijele industrijske grane.

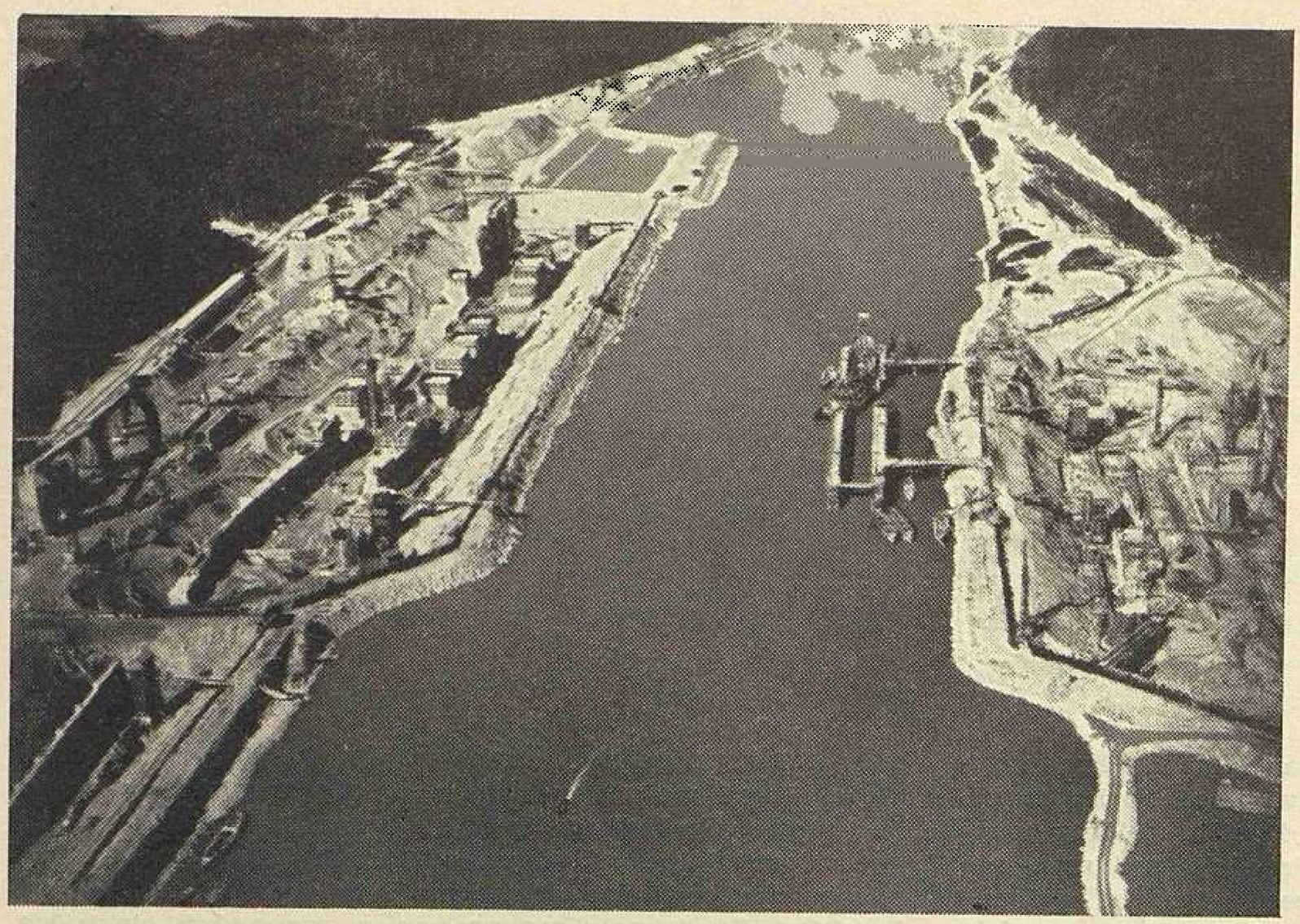
Verbundgesellschaft A. G., Wien je državno holding poduzeće Austrije. To je pouzdaničko (»treuhändige«) poduzeće Savezne vlade Austrije; njemu je povjereno upravljanje s onim poslovnim udjelima (dionicama) države, koji su uloženi u elektroprivredu. Kičmu elektroenergetike Austrije čine t. zv. »*Sondergesellschaften A. G.*«. To su posebna elektroprivredna poduzeća na dionice za izgradnju i eksploataciju velikih elektrana (»Grosskraftwerke«), uglavnom hidroelektrana. Relativnu većinu dionica ovih poduzeća posjeduje državno holding poduzeće »*Verbundgesellschaft, Wien*«. No funkcija ovog poduzeća ne sastoji se samo u držanju dionica drugih elektroprivrednih poduzeća s tim, da svoju djelatnost ograniči isključivo na upravljanje tom imovinom, već da s majoritetom dionica elektroprivrednih poduzeća vrši kontrolu nad njihovim radom, da ih usmjerava i da vodi politiku elektroprivrede Austrije prema direktivama Savezne vlade. Pored majoriteta dionica elektroprivrednih poduzeća ovu ulogu »*Verbundgesellschafta*« omogućuju i elektroenergetska postrojenja za prijenos od 110 i 220 kV, koja se nalaze u njegovim osnovnim sredstvima i koja mu s obzirom na karakteristike tehnološkog procesa u proizvodnji električne energije daju donekle čak i svojstva monopola.

Ovo poduzeće sastavlja tekuće i perspektivne elektroenergetske bilance elektroprivrede Austrije, zadaje količinske i vremenske proizvodne planove i proizvodne zadatke velikim proizvodnim poduzećima *(Sondergesellschaften – Grosskraftwerke)*, vodi evidenciju o proizvodnji zemaljskih elektroprivrednih poduzeća *(Ländergesellschaften)* pojedinih federativnih jedinica *(Bundesländer* i *Bundeshauptstadt Wien)*, te općinskih elektroprivrednih poduzeća glavnih pokrajinskih gradova, izravnava proizvodnju i potražnju električne energije u saveznoj prijenosnoj mreži, donosi odluke o izgradnji velikih elektrana, kao i odluke o redukcijama električne energije u slučaju energetske krize.

Krajem godine 1959. udio »*Verbundkonzerna*« u javnom snabdijevanju električnom energijom iznosio je oko 50 %. Ukupna instalirana snaga elektrana obuhvaćenih »*Verbundkonzernom*« iznosi 1.569 MW s proizvodnjom od 6,5 milijardi kilovatsati. Drugih 50 % otpada na elektroprivredna

Sl. 3. Hidroelektrana Ybbs–Persenbeug na Dunavu 193 MW, 1274 GWh





Hidroelektrana u izgradnji Aschach na Dunavu 282 MW, 1680 GWh

poduzeća federalnih jedinica *(Ländergesellschaften)*, na općinska elektroprivredna poduzeća glavnih pokrajinskih gradova i na ostala opskrbna poduzeća elektroprivrede.

(2) *Marshall plan* je naziv za *Program evropske obnove (ERP = European Recovery Program)*, kojem je autor bivši američki ministar inostranih poslova Georg *Marshall*. Taj program je prihvaćen na *Pariskoj ekonomskoj konferenciji* mjeseca juna 1947. Svojim zakonom o pomoći inozemstvu SAD su nastojale ubrzati privrednu obnovu izvjesnih saveznickih i prijateljskih zemalja. Zahtjeve za pomoć je primala – za tu svrhu posebno osnovana – *Uprava za privrednu suradnju* pod originalnim nazivom *ECA = Economic Cooperation Administration*, koja je u svojstvu administratora američke pomoći odobravala programe pomoći i specijalne projekte za razvoj proizvodnje. ECA je imala i zadatak da ocjenjuje rezultate, koji su postignuti dobivenom pomoći. Zapadnoevropske zemlje – korisnice američke pomoći po Marshallovom planu, među ovima i Austrija – osnovale su 16. aprila 1948. svoju organizaciju za raspored američke pomoći i za koordinaciju svoje investicione politike pod nazivom *OEEC = Organisation for European Economic Co-operation*. U ovu su organizaciju učlanjene: Austrija, Belgija, Danska, Francuska, Grčka, Holandija, Irska, Island, Italija, Luksemburg, Zapadna Njemačka, Norveška, Portugal, Španija, Švedska, Švicarska, Turska i Ujedinjeno Kraljevstvo, a u prijašnjim godinama još i Slobodni grad Trst. Neke od članica OEEC nisu primale američku pomoć (kao na pr. Švicarska). U radu organizacije sudjelovale su još i SAD i Kanada, iako nisu bile članice OEEC. U okviru Marshallovog plana, zemlje Zapadne Evrope su primile 12,5 milijardi USA dolara američke pomoći. Do 30. IX. 1954. Austrija je primila 1083 milijuna USA dolara pomoći. ECA više ne postoji, ali OEEC je i dalje djelovao do kraja 1960. sa zadatkom, da spaja ekonomske snage svojih članova u cilju što potpunijeg iskorištenja njihovih privrednih kapaciteta i potencijala, te povećanja proizvodnje, zatim da razvija i modernizira opremu industrije i poljoprivrede, da proširuje njihovu trgovinu, da postepeno uklanja trgovinska ograničenja između njih, da stalno unapređuje punu zaposlenost, da usavršuje odnosno da održi postojanost njihove ekonomike, te da ostvari stabilnost i opće povjerenje u njihovu nacionalnu valutu.

Paktom od 13. i 14. decembra 1960. sklopljenim u Parizu pretvara se OEEC, koji prestaje da postoji, u *OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development*. Postojeće članstvo iz OEEC se proširuje za 2 nova člana iz Amerike, i to USA i Kanada, tako da OECD ima sada 20 članica-država.

Do promjene je došlo, jer se smatralo, da se rad OEEC ne bi više mogao uspješno razvijati bez Amerike, posebno USA, koja ima najveći udjel u svjetskoj trgovini i u svjetskom kapitalu. Uslijed ovih promjena mijenjaju se donekle opisani program i svrha organizacije.

(3) *Svjetskom Bankom* se naziva *IBRD = International Bank of Reconstruction and Development* (Međunarodna banka za obnovu i razvoj). Na međunarodnoj konferenciji u Bretton Woodsu u USA, održanoj mjeseca jula 1944., razmatrani su planovi Sjedinjenih Američkih Država i Velike Britanije o odstranjivanju valutnog kaosa, koji je podrio osnove međunarodne trgovine, kao i o ostalim pitanjima u vezi prijelaza s ratne na mirnodopsku privredu. Ova konferencija je izradila sporazume o Međunarodnom monetarnom fondu *(IMF = International Monetary Fund)* i o Međunarodnoj banci za obnovu i razvoj (IBRD). Pošto je ove sporazume usvojila većina članova Ujedinjenih Nacija, obje ustanove su počele djelovati godine 1946. *Svjetska Banka (IBRD)* je novčani zavod za dugoročni kredit sa zadatkom da pomaže države-članice u financiranju obnove ratom porušenih područja, pomaganje razvoja nedovoljno razvijenih krajeva, razvijanje međunarodne trgovine i održavanja ravnoteže u platnim bilancama, te usmjeravanje kapitala u produktivne svrhe. Kod razmatranja zadataka ove banke istaknuto je, da bi se ona s vremenom mogla razviti i u ustanovu za pomoć međunarodnom planiranju. Na dnevnom je redu stvaranje posebne *International Finance Corporation* za financiranje privrednog razvoja privredno zaostalih zemalja. Sjedište *Svjetske Banke* je u Washingtonu, a u drugim zemljama se nalaze njene podružnice ili agencije, prema danim prilikama ili potrebama. Banka svojim članovima daje dugoročne zajmove ili jamči za njih pod uvjetom, da će biti upotrebljeni za obnovu ili privredni razvoj. Zajmove daje u valutama, koje su potrebne zajmodavcu za plaćanje u pojedinim zemljama, a daje ih iz sredstava svoje osnovne glavnice, kao i iz onih, koja realizira putem emisija svojih obligacija na tržištu. Za prve zajmove banka naplaćuje kamate i određuje uvjete za svaki pojedini slučaj, a za druge zajmove banka pored kamata, zaračunava i proviziju od 1 do 1,5 % godišnje od iznosa zajma. Uz određene uvjete *IBRD* može davati zajmove ne samo pojedinim državama članicama već i njihovim nižim teritorijalnim jedinicama, pa i poduzećima. Osnovna glavnica je 10 milijardi USA dolara razdijeljena na 100.000 dionica po 100.000 dolara. Glavnica se upisuje razmjerno učešću pojedinog člana u svjetskoj trgovini, pa na USA otpada 3.175 milijuna dolara, na Veliku Britaniju 1.300 milijuna dolara itd., a na Jugoslaviju 40 milijuna dolara. 20 % upisane glavnice mora se uplatiti odmah.

a preostalih 80 % prema ukazanim potrebama banke s obzirom na njene obaveze. Od prvih 20 % u zlatu se ima uplatiti 2 %, a u domaćoj valuti ostatak. Olakšice se plaćanja predviđaju za zemlje, koje su bile pod okupacijom i to tako, da svoju zlatnu kvotu mogu obročno uplaćivati.

(4) *Međunarodni Monetarni Fond = International Monetary Fund (IMF)* je predviđen kao kreditna ustanova centralnih (emisionih) banaka radi uspostavljanja međunarodne valutne konvertibilnosti, uravnoteženja povremeno poremećenih platnih bilanca, osiguranja stabilnosti pojedinih valuta, dakle radi stvaranja normalnih uvjeta za razvoj multilateralne međunarodne trgovine. Države članice *International Monetary Fund-a* se obvezuju, da će održavati stabilnost pariteta svoje valute, koji mora biti izražen u zlatu ili u dolarima SAD s time, da se odriču promjena tog pariteta bez dogovora s IMF-om, zatim da će postupno ukidati postojeća devizna ograničenja za vanjsku trgovinu i da će zabraniti devizne transakcije po tečajevima, koji odstupaju od utvrđenog pariteta. Sredstva IMF-a se formiraju uplatom udjela njenih članova i to u iznosu od 8 do 10 milijardi USA dolara. Kvota USA je 2.750 milijuna dolara, Velike Britanije 1.300, Kine 550, SSSR-a 1.200, Francuske 525 itd. a Jugoslavije 60 milijuna USA dolara. U zlatu se ima uplatiti 25 % određene kvote, a preostali dio s valutom države-članice ili s njenim obveznicama. Na taj način prikupljene strane valute mogu se nabavljati od IMF-a razmjerno visini kvote interesenta i to bilo s vlastitom valutom bilo zlatom, no zlato se ne može kupovati vlastitom valutom. Kreditna granica je 25 % od kvote odnosnog člana, dok ukupno zaduženje ne smije preći 100 % kvote. Ukoliko valutne rezerve pojedinog člana prijeđu njegovu kvotu kod IMF-a, one će se po isteku svake godine upotrebiti za otkupljivanje vlastite valute i za smanjivanje zaduženosti kod IMF-a. Najmanje polovica zlatne zalihe IMF-a se čuva u USA, a ostala zaliha u drugim zemljama-članicama IMF-a. IMF-om upravlja odbor guvernera, od kojih po jedan i njegov zamjenik, predstavljaju svaku zemlju-članicu. Vršenje mnogih poslova odbor guvernera prenosi na odbor izvršnih direktora, koji biraju jednog poslovnog (generalnog) direktora, kao predsjedavajućeg. Svaki član raspolaže s 250 glasova plus 1 glas za svakih 100.000 dolara njegove kvote. Samo članovi IMF-a mogu biti članovi *IBRD* t. j. *Svjetske Banke.*

Literatura

Dipl. Ing., Dr. O. Vas, *Wege und Ziele der österreichischen Elektrizitätswirtschaft,* Springer Verlag, Wien.

Kurt Liewehr, *Österreichs Elektrizitätswirtschaft braucht Geld. (Energiewirtschaft), Wien 7/60.*

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 10. V 1947.

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 10. VIII 1953.

Österreichische Elektrizitätswirtschafts-AG., Wien, *Geschäftsbericht für das Jahr 1958.*

Prof. dr Đuro Račić, *Nauka o novcu – Međunarodne ustanove.* Školska knjiga, Zagreb 1955.

Dr Sava Obradović, *Tehnika spoljne trgovine – Međunarodni kreditni zavodi,* Beograd 1957.

Enciklopedija Leksikografskog Zavoda, Zagreb.

Publikacije OEEC.

D. Feöcze, *Organizacija austrijske elektroprivrede.* Elektroprivreda, Beograd, br. 2, 1955.

SUMMARY

Financing the electroenergetic construction in Austria. At the end of World War II the electroeconomy in Austria found itself in an unenviable situation.

The plan of electroenergetic construction based on the economic plan of German Reich failed and thus failed also the conception of constructing a unique electricity supply system viewed from this aspect. Many projects were not completed and there was also necessary to draw a new electroenergetic conception for the Republic of Austria. Besides, there also existed the danger of confiscation, since a considerable part of shares representing the capital invested in electricity supply companies in Austria was in hands of German Reich.

In order to decline the danger of confiscation as well as to consolidate this important economy branch, the electroeconomy was nationalized by the law of 1947. Thereafter, it was quickly organized and settled. The nucleus of electricity supply branch is »Verbundkonzern«.

Having in view the huge potential of hydropower in Austria, new electroenergetic balance as well as a plan for construction of up to date large capacity plants have been elaborated.

According to present technical achievements, the economically utilizable hydroenergetic potential of Austria is estimated to 43 milliards units, the technical or realizable potential to 60 milliards units and the physical or theoretical potential to over 70 milliards units yearly.

In 1959 a total generation of hydroelectric plants in Austria amounted to 11 milliards units, i.e. hardly about ¼ of its economically utilizable hydroenergetic potential. In the first years of the post-war period the construction found support in the American Aid through the Marshall Plan, whereas later on other foreign means were engaged more and more as well as foreign bank loans, among them also loans form the World Bank. Starting with the end of the World War II up to the year 1958 inclusively, the »Verbundkonzern« has invested into electroenergetic construction 3100 millions Schillings from American Aid, 787 millions Schillings from other foreign loans and 1069 millions Schillings from

ZUSAMMENFASSUNG

Die Finanzierung der Investitionen in der österreichischen Elektrizitätswirtschaft. Ende des zweiten Weltkrieges befand sich die österreichische Elektrizitätswirtschaft in keiner beneidenswerten Lage. Das Ausbauprogramm auf Grund des reichsdeutschen Wirtschaftsplans hat seine Geltung verloren und damit hatte der Grundgedanke des Ausbaus eines einheitlichen Stromversorgungssystems auch keine Bedeutung mehr. Viele Bauten waren nicht fertiggestellt und man musste eine neue elektrizitätswirtschaftliche Konzeption für die Republik Österreich schaffen. Ausserdem drohte die Gefahr der Beschlagnahme, da sich ein grosser Teil der Aktien der elektrizitätswirtschaftlichen Unternehmungen im Besitz des reichsdeutschen Kapitals befand. Um der Gefahr der Beschlagnahme zu entgehen und die Konsolidierung dieses wichtigen Wirtschaftszweiges nach dem Kriege zu ermöglichen wurde die Elektrizitätswirtschaft durch ein Gesetz im Jahre 1947 verstaatlicht. Es folgt eine schnelle Organisierung und Regelung der Verhältnisse. Die Zentralstelle der Elektrizitätswirtschaft ist das Verbundkonzern. Eine neue elektrische Energiebilanz und das Bauprogramm zeitgemässer Grossleistungsanlagen, hauptsächlich auf Grund der Ausnutzung der grossen österreichischen Wasserkräfte, wird ausgearbeitet. Das wirtschaftlich ausnutzbare Arbeitsvermögen österreichischer Wasserkräfte wird nach dem heutigen Stand der Technik auf etwa 43 Mia kWh jährlich geschätzt, das technische oder das mögliche Arbeitsvermögen auf 60 Mia kWh und das physische oder das theoretische auf über 70 Mia kWh. Nach dem Stande im Jahre 1959 beträgt die Gesamterzeugung österreichischer Wasserkraftwerke 11 Mia kWh aslo nur ¼ des wirtschaftlich ausnutzbaren Arbeitsvermögens seiner Wasserkräfte. In den ersten Nachkriegsjahren wird der Ausbau mit amerikanischer Hilfe aus dem Marshallplan durchgeführt, später werden immer mehr auch sonstige ausländische Mittel und Kredite ausländischer Banken genutzt, unter ihnen auch die Kredite der Weltbank. Vom Ende des zweiten Weltkrieges bis einschliesslich 1958 hat das Verbundkonzern in elektrizitätswirtschaftliche Bauten investiert: aus der amerikanischen Hilfe 3100 Mio Schilling, aus anderen Auslandkrediten 787 Mio Schilling und aus sonstigen ausländischen Mitteln 1069 Mio Schilling. Aus inländischen Finanzmitteln sind

other foreign means. From Austrian capital it was invested: 1104 millions Schillings out of own means, 1446 millions Schillings from subscribed capital and 2301 millions Schillings from inner electroenergetic loans. Verbundkonzern prepares its seventh electroenergetic loan intended to cover the increased demand of electricity consumption. By means of tax abatements the government supports the mobilization of home capital for electroenergetic construction.

In the period from 1947 to 1958 the total amount of 10.922 million Schillings has been invested in »Verbundkonzern's« projects. However, into realization of electricity projects in Austria, regarded as a whole (based on actualized values of Austrian Schilling), between 2,5 and 3 milliards Schillings yearly, or totally, about 30 milliards Schillings have been invested.

investiert worden: 1104 Mio Schilling Eigenmittel, 1446 Mio Schilling Kapitaleinzahlungen und 2301 Mio Schilling inländische Energianleihen. Der Staat unterstützt die Mobilisierung der inländischen Mittel für die Investitionen in der Energiewirtschaft durch Gewährung der Steuerbegünstigungen. In der Zeitspanne vod 1947 bis 1958 sind in die Bauten des Verbundkonzerns insgesamt 10922 Mio Schilling investiert worden. Die Investitionen der gesamten österreichschen Elektrizitätswirtschaft, zum heutigen Geldwert errechnet, bewegten sich zwischen 2,5 bis 3 Mia Schilling jährlich bzw. sie betrugen insgesamt etwa 30 Mia Schilling.

Naslov pisca: Dipl. ec. Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

POLAGANJE PODMORSKIH KABELA

Marijan Kosar, Zagreb

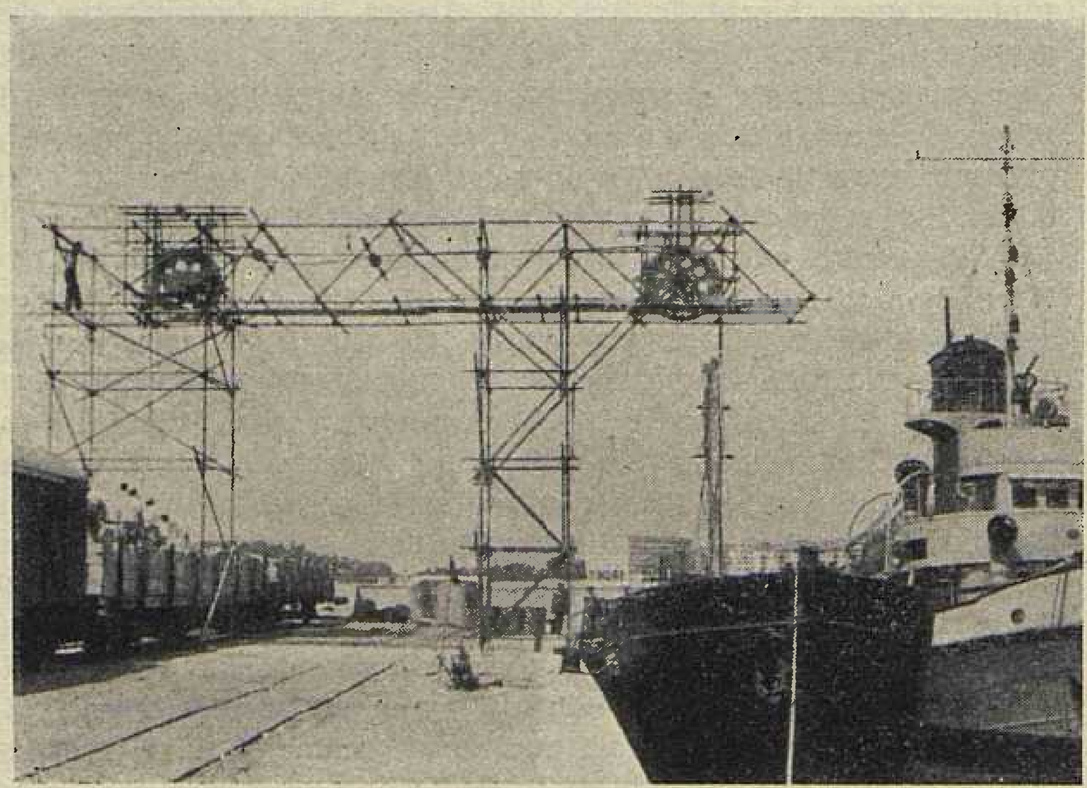
Intenzivnije polaganje podmorskih kabela tokom posljednjih dviju godina za elektrifikaciju otoka Hvara, Korčule, Paga, zadarskih i dubrovačkih otoka, obavljeno je pomoću specijalnih uređaja za istovar, utovar i polaganje kabela. Uz tehniku polaganja pomoću ovih uređaja prikazan je i način polaganja sa bubnja, koji se primjenjuje na kraćim relacijama.

DK 621.315.285

Godine 1959. i 1960. mogu se smatrati godinama intenzivnijeg povezivanja otoka Jadranskog mora s električnom visokonaponskom distributivnom mrežom na kopnu. U toku te dvije godine položeno je preko 6 km podmorskog kabela napona 30 i 35 kV i preko 27 km podmorskog kabela napona 10 kV. S visokonaponskom distributivnom mrežom na kopnu u tom su periodu povezani otoci Hvar, Korčula, Koločep, Lopud, Šipan, Pag, Vir, te gotovo svi otoci zadarskog arhipelaga, a neki od njih već se i koriste električnom energijom iz te mreže.

Pri povezivanju otoka podmorskim kabelima s kopnenom distributivnom mrežom posebno mjesto zauzima provedba tog povezivanja, tj. polaganje podmorskog kabela. Specifičnost provedbe proizlazi već iz same činjenice, da se takova operacija mora izvršiti na moru i da treba voditi računa o faktorima kojima čovjek nije gospodar (morske struje, vjetrovi, jačina mora). Ovakova operacija zahtijeva, osim toga, angažiranje izvjesnog broja plovnih jedinica, raznih uređaja koji će omogućiti da se kabel ispravno i bez oštećenja položi, a kao najvažnije, svestranu koordinaciju između stručnjaka kabelske tehnike i stručnjaka za pomorske operacije.

Sl. 1. Montažna konstrukcija za pretovar kabela



Problem polaganja podmorskih kabela došao je do punog izražaja u momentu, kada je preko otoka Brača trebalo povezati otok Hvar s visokonaponskom mrežom na kopnu. Kako se je u ovom slučaju radilo o podmorskom kabelu napona 30 kV, presjeka 3 x 50 mm², duljine 4,4 km, težine skoro 20 kg/m, a trebalo ga je položiti na trasi, čija je dubina dosezala i preko 85 m, odlučeno je da se odbace sva jednostavna sredstva, kojima su se do tada polagali kraći i mnogo lakši kabeli, da se razradi posebna tehnika polaganja kabela i ostvari i specijalan uređaj za polaganje. U prvoj polovini 1959. poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba, u tijesnoj suradnji s Fabrikom kabela iz Svetozareva realiziralo je specijalan uređaj za polaganje i razradilo potrebnu tehniku polaganja. Ovdje ćemo dati kratak prikaz uređaja za polaganje podmorskih kabela i opisati tehniku polaganja.

Uređaj za polaganje podmorskih kabela sastoji se iz mehaničkog i električkog dijela. Mehanički dio uređaja predstavlja vitlo, koje s jedne strane izvlači kabel iz skladišnog prostora plovne jedinice — peniše, a s druge strane preko krme peniše izbacuje u more. Uređaj je dimenzioniran tako, da podnosi vlačnu silu od 10 tona, što omogućuje polaganje podmorskih kabela težine 20 kg/m na dubinama do 500 m. Svi elementi uređaja odabrani su tako, da kabel nigdje ne trpi nedozvoljeni radijus zakrivljenosti. Električki dio uređaja predstavlja pogonski istosmjerni stroj 24 kW, 110 V (s mogućnošću prijelaza na 220 V uz 52 kW) i komandni uređaj, kojim se upravlja vitlom. Električki stroj se opskrbljuje potrebnom energijom iz

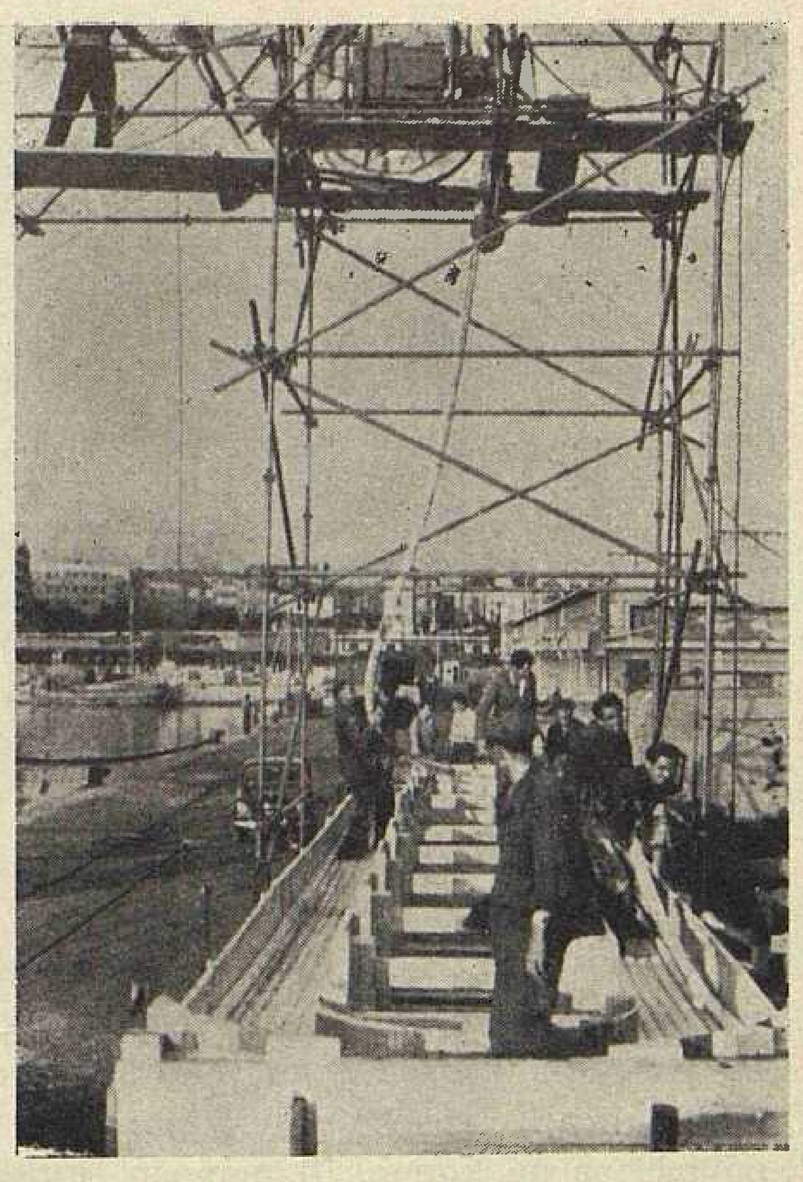
posebnog dizelskog agregata, koji je montiran na plovnoj jedinici za tegljenje. Ovaj uređaj omogućuje i dizanje podmorskih kabela u slučaju kvara.

Polaganje kabela s ovom mehanizacijom zahtijeva angažiranje većeg broja plovnih jedinica. To je u prvom redu plovna jedinica za uskladištenje kabela i smještaj uređaja za polaganje s pomoćnim konstrukcijama za vođenje kabela — jedna peniša nosivosti 240 t bez vlastitog pogona — zatim jedan remorker za tegljenje peniše i za smještaj pogonskog dizelskog agregata te konačno potreban broj manjih plovnih jedinica za održavanje pravca pri polaganju.

Kod polaganja kabela remorker za tegljenje i peniša međusobno su bočno povezani, dok se plovna jedinica za održavanje pravca pomoću jakog konopca veže za pramac remorkera. Ukoliko to zahtijevaju prilike, npr. jaka strujanja, onda se još jednom posebnom plovnom jedinicom, kojom se djeluje bočno na sastav remorker-peniša, dodatno održava pravac.

Kabele koji se polažu uređajem za polaganje, tvornice redovito isporučuju u rasutom stanju, tj. namotane u vojevima u vagone. Ovakav način transporta kabela ima prednost pred transportom na bubnjevima, jer omogućuje transport velike dužine kabela u jednom komadu, mnogo lakši brži pretovar iz vagona u penišu, a nikada ne dovodi u pitanje dozvoljeni željeznički gabarit, pri transportu.

Polaganje podmorskog kabela, osim same operacije polaganja, uključuje i pomoćne radnje kao što su utovar kabela u vagone, transport kabela i pretovar iz vagona u skladišne prostore peniše. Kabel se tovari u vagone u samoj tvornici i to direktno sa strojeva, koji rade na njemu završne operacije, a primjena pomoćnih konstrukcija omogućuje namatanje u vojevima u vagone. Protiv rasipanja i eventualnog oštećenja pri transportu, kabel je sa svih strana zaštićen i ukrućen drvenom oplatom. Iz tvornice kabeli se transportiraju u luku koja je najbliža relaciji, na kojoj treba kabel položiti i koja omogućuje, da se u njoj instaliraju potrebni pretovarni uređaji. Pretovarni uređaji obuhvaćaju montažnu konstrukciju iz bešavnih cijevi (sl. 1) koja je tako konstruirana, da — s jedne strane — dozvoljava podvlačenje vagona s kabelima, a izvedena je s konzolom, koja se proteže iznad skladišnog prostora peniše. Ova pretovarna konstrukcija opremljena je, na dijelu ispod kojeg dolaze vagoni, reduktorom i velikim kotačem iz lakog metala te pogonskim elektromotorom, dok je na dijelu koji dolazi iznad peniše opremljena kotačem, također iz lakog metala. Pomoćna pretovarna konstrukcija ima zadatak da izdiže kabel na povoljnu visinu, koja omogućuje ispravljanje iz zakrivljenog položaja, koji je kabel imao u vagonima, dok je zadatak reduktora s pogonskim elektromotorom, da pomaže pri izdizanju kabela iz vagona i njegovom prebacivanju u penišu. Kotači iz laganog metala, koji su montirani na pretovarnoj konstrukciji, sprečavaju da kabel pri pretovaru trpi nedozvoljene radijuse zakrivljenosti. Kabel se pretovaruje ljudskom radnom snagom, koja ga s jedne strane diže iz vagona, a s druge strane namata u vojeve u skladišnim prostorima peniše (sl. 2).

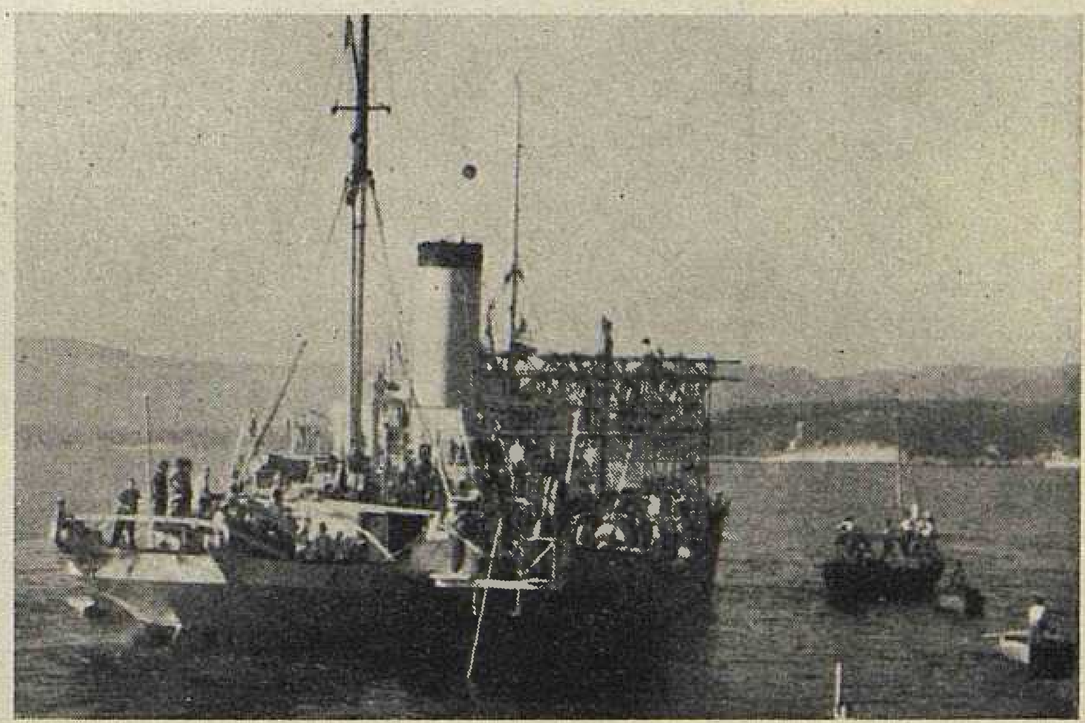


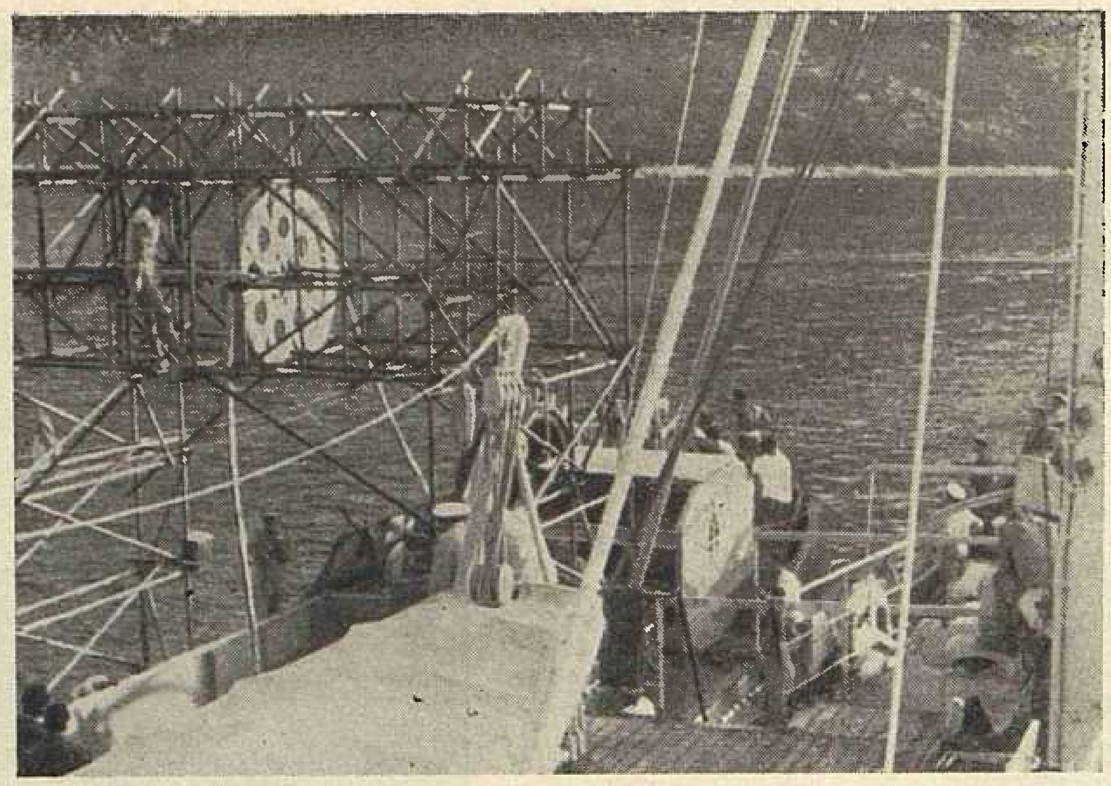
Sl. 2. Rad na vagonu za vrijeme pretovara kabela

Sama operacija polaganja kabela može se podijeliti na tri faze: početno izvlačenje kabela na kopno na odabranoj početnoj točki polaganja, polaganje kabela i završno izvlačenje kabela na kopno na kraju trase.

Početno izvlačenje kabela na kopno izvodi se tako, da se sastav plovnih jedinica — peniša i remorker za tegljenje — krmom usmjere i što je moguće više približe kopnu, tako usidre i potrebnim brojem konopa vežu, da potpuno miruju. Puštanjem u rad uređaja započinje izvlačenje iz skladišnog prostora i izbacivanje kabela preko krme peniše. Pri tome kabel prelazi preko pomoćnih konstrukcija, montiranih na peniši koje, kao i pomoćna konstrukcija pri pretovaru, imaju zadatak da omoguće ispravljanje kabela. Na početak kabela veže se jako kudeljno uže, koje se prethodno prebaci na kopno, a kako kabel izlazi s krme peniše, ispod njega se podmeću — na najviše

Sl. 3. Plovne jedinice za vrijeme polaganja kabela





Sl. 4. Uređaj i pomoćne konstrukcije na peniši za vrijeme polaganja

svakih 10 m — limeni plovci (bačve), međusobno povezani u parove. Na taj način čitav izbačeni kabel pliva na bačvama uslijed čega se njime može vrlo lagano manipulirati. Uže koje je vezano na početak kabela povlači se na kopno, ili pomoću ljudske radne snage, kada kabelska kućica nije smještena daleko od obale, ili se u tu svrhu koristi mehanizacija, kada se mora izvući veća dužina kabela, ili se — ako za to postoje prikladne mogućnosti — povlačno uže prebacuje natrag na remorker i pomoću brodskog vitla povlači. Sva opisana tri načina su do sada iskušana i dala su vrlo dobre rezultate, a primjena pojedinog načina uvjetovana je mjesnim prilikama. Izvlačenje kabela traje tako dugo dok na kopno nije izvučena potrebna duljina kabela do kabelske kućice i duljina za stvaranje manje rezerve. Potom se kabel baca s bačava na morsko dno.

Po završetku ove početne operacije započinje polaganje kabela (sl. 3 i 4). Paralelno s kretanjem sastava plovnih jedinica započinje ispuštanje kabela pomoću uređaja u more. Ukoliko je vrijeme povoljno, a more mirno, ovaj dio operacije je zapravo najlaganiji. Ovdje dolazi do izražaja znanje, umješnost i spretnost rukovodioca pomorskog dijela operacije, koje se očituje u tome, da se plovne jedinice vode u određenom pravcu kako se ne bi položilo suviše kabela i da se po potrebi koriste ostali plovni objekti za održavanje tog pravca. Potrebna je i maksimalna suradnja i koordinacija između stručnjaka za kabele i rukovodioca pomorske operacije. Oni moraju biti u stalnoj neposrednoj vezi, kako bi se u slučaju potrebe mogli na vrijeme izvršiti svi potrebni manevri brodovljem i spriječilo eventualno oštećenje kabela. Kod većih dužina kabela, koji se iz fabrikacionih razloga ne mogu izvesti u jednoj duljini, već se specijalnim spojnicama spajaju u jedan komad, potrebno je pri ispuštanju ovakove spojnice zaustavljati brodovlje i po potrebi lagano kretati naprijed, kako bi se ovaj najosjetljiviji dio kabela sa što manjim naprezanjima ispustio u more i položio.

U par riječi dat ćemo i pregled osnovnih karakterističnih veličina pri polaganju podmorskih kabela.

Sl. 5. Kabel na limenim plovcima (bačvama) pri završnom izvlačenju na kopno

Prilikom ispuštanja kabela s broda u more, između točke nalijeganja kabela na morsko dno i točke, na kojoj kabel napušta izlazni dio uređaja, kabel poprima oblik lančanice. Dužina ove lančanice ovisi o tome, pod kojim se kutem prema površini mora kabel ispušta, tako da je kod manjeg kuta lančanica veće, a kod većeg kuta manje dužine. Dužina lančanice uvjetuje i vlačnu silu u kabelu, kojom je on napregnut prilikom polaganja, a kako se ona, s obzirom na konstrukciju kabela i dozvoljeno naprezanje mora držati u određenim granicama, to se za svaku težinu kabela (kg/m) i dubinu mora, na kojoj se polaže, određuje optimalni kut polaganja, koji može varirati u uskim određenim granicama. Za manje težine kabela i manje dubine mora, taj kut ima manje vrijednosti (oko 40 do 60°), dok kod većih težina kabela i većih dubina mora taj kut imati veće vrijednosti (oko 50 do 70°). Optimalni kut kabela prema morskoj površini prilikom svih dosadašnjih polaganja iznosio je oko 60°. On daje umjerena naprezanja kabela, a uz to daje i mogućnost dosta široke regulacije pri polaganju i prilagođivanju promjenama profila morskog dna. Optimalna brzina polaganja, na temelju iskustva, je 3 do 4 km/sat. Manje brzine nisu korisne jer ne dozvoljavaju dobre manevre brodovima, a veće nisu potrebne jer onemogućuju dovoljno brzo zaustavljanje brodova u slučaju potrebe, i zahtijevaju suviše forsirani rad.

Kako bi se prilikom polaganja mogle kontrolirati karakteristične veličine za ispravno izvršenje polaganja, uređaj je opremljen svim potrebnim mjernim aparatima. Mjerenje izlazećeg kabela mjeri se prigrađenim kutomjerom na izlaznom dijelu uređaja, a vlačna sila u kabelu dinamometrom. Brzina izbacivanja kabela mjeri se prigrađenim brzinomjerom, a količina izbačenog kabela posebnim brojačem. Sve ove karakteristične veličine prenose se električki na komandni upravljački uređaj tako, da rukovalac tim uređajem ima uvijek uvid u njih.

Završnu operaciju polaganja kabela predstavlja izvlačenje njegovog kraja s broda na kopno na završnoj točki trase. Kao najprikladniji način primjenjuje se pristajanje plovnih jedinica što je moguće bliže obali pa i lagano nasukavanje ukoliko to morsko dno dopušta (pijesak). Brodovlje se i ovdje veže, pa je time osigurano njihovo mirovanje. Tek tada se počinje izvlačenjem kabela. Primjenjuje se isti sistem s bačvama kao i pri izvlačenju na početku trase, samo što je to ovdje mnogo teži posao, jer preostalu dužinu kabela treba najprije u velikom luku položiti iza krme plovnih jedinica i tek tada ju izvlačiti na kopno (sl. 5). Kabel se na kopno privlači užetom vezanim za kraj kabela i to prema prilikama koristeći ljudsku radnu snagu i prikladnu mehanizaciju. Po izvršenom izvlačenju kabel se ispušta s bačava na morsko dno pazeći pri tome, da se nigdje ne formira petlja, koja bi mogla oštetiti kabel. Definitivno namještanje kabela na morskom dnu, gdje god je to potrebno, dužnost je ronioca.

U toku ove i prošle godine opisanim uređajem i tehnikom izvršena su polaganja podmorskih kabela na slijedećim relacijama:

Godina	Mjesto	Kabel			
		Oznaka	mm²	kV	m
1959.	Brač–Hvar	XHEKRAA	3 × 50	30	4.400
	kopno–Koločep	XKRAA	3 × 25	10	1.795
	Koločep–Lopud	„	3 × 25	10	1.813
	kopno–Šipan	„	3 × 25	10	1.798
1960.	Pelješac–Korčula	XHEKRAA	3 × 50	35	2.090
	Pelješac–Korčula	XKRAA	3 × 25	10	2.099
	Ugljan–Iž	XKRAA	3 × 50	10	3.950
	Iž–Rava	„	3 × 50	10	2.900
	Rava–Dugi otok	„	3 × 50	10	1.870
	Tun Veli–Žverinac	„	3 × 50	10	1.680
	Tun Veli–Sestrunj	„	3 × 50	10	1.870

Prema tome, do sada je tim uređajem položeno ukupno 27,3 km kabela, i to: 6.5 km kabela napona 30 i 35 kV i 20,8 km kabela napona 10 kV. Opisani uređaj prva je takova realizacija kod nas. Ona se je od prvog polaganja podmorskog kabela pokazala sigurnom i pouzdanom. Naravno, bilo je stanovitih manjih nedostataka, koji normalno prate svaki uređaj koji se prvi puta proizvodi i odmah upotrebljava, ali je na temelju stečenih iskustava uređaj u toku ove godine toliko dotjeran, da omogućuje potpuno i sigurno polaganje svakog podmorskog kabela za napon do 35 kV i uobičajenih presjeka koji se primjenjuju za prijenos energije na otoke. Tehnika koja se u ove dvije godine primjenjivala pri upotrebi uređaja za polaganje podmorskih kabela potpuno zadovoljava. To se odnosi kako na pomoćne radnje — utovar i pretovar — tako i na sve faze polaganja od kojih je završno izvlačenje kabela na kopno bez daljnjega najkompliciranija i najteža.

Dosadašnje iskustvo je također pokazalo, da se kod dobre koordinacije i umješnog vođenja brodova kabeli mogu sigurno i uredno položiti i kod jačih morskih struja pa i po dosta valovitom moru.

Nekada, a i u toku posljednjih godina, kabeli su se polagali direktno s bubnja na kojemu su bili namotani. Ovaj se naime način polaganja kabela, zbog svoje jednostavnosti i angažiranja redovito samo jedne plovne jedinice i neznatnih pomoćnih uređaja, nameće sam od sebe. Pri ovom načinu bubanj se postavlja na posebne nogare koji se učvršćuju na palubu odgovarajuće plovne jedinice (redovito dvotrupna barža za prijevoz tenkova i kamiona, s ravnom palubom). Ovaj način, kolikogod je jednostavan, krije u sebi mnoge opasnosti. To se u prvom redu odnosi na učvršćenje nogara na palubu broda, koje se nikada ne može izvesti dovoljno sigurno jer bi to zahtijevalo znatnije oštećenje palube (a nikada isti brod ne polaže). Kočenje kabela je manjkavo i vrši se na obodu bubnja. Bubnjevi redovito nisu specijalne izrade za direktno polaganje, a postoji i velika vjerojatnost, da se uslijed neke nepredviđene neprilike čitav bubanj s kabelom prevali u more. Ovakvo polaganje ipak je prikladno za kraće relacije i tamo, gdje su male dubine mora, a time i male vlačne sile, i gdje veći sastav brodova, kao pri polaganju uređajem za polaganje, ne bi zbog velikog gaza mogao manevrirati.

Sredinom 1960. izvršeno je jedno vrlo jednostavno polaganje kabela prigodom priključenja otoka Galešnika, na ulazu u luku Hvar, na tamošnju niskonaponsku mrežu. Radilo se o kabelu s izolacijom od pla-

stične mase, duljine 250 m, težine oko 2 kg/m, i na trasi koja nije prelazila dubinu od 12—15 m. Kabel je položen vrlo uspješno i u vrlo kratkom vremenu bez ikakove mehanizacije koristeći samo nekoliko najobičnijih čamaca na vesla i najnužniju radnu snagu.

Projektiranje podmorskih kabelskih prijelaza obuhvaća pripremne terenske radove i izbor najprikladnijeg načina zaštite kabela. Pripremni radovi su vrlo važni, jer oni obuhvaćaju izbor najpovoljnije početne i krajnje točke kabelske trase, tok trase, te snimanje profila morskog dna između izabranih točaka. Profil trase snima se zvučnim dubinomjerom, koji ujedno iscrtava i oblik morskog dna, a paralelno se, na izvjesnom broju mjesta na trasi, uzimaju uzorci morskog dna koji se zatim laboratorijski ispitaju kako bi se dobio uvid u narav i sastav morskog dna. U ovim pripremnim radovima postignuta je tijesna suradnja s Institutom za oceanografiju i ribarstvo u Splitu.

Projektiranje zaštite kabela obuhvaća mehaničku i električku zaštitu kabela. Mehanička zaštita kabela provodi se u obalnom području, gdje kabel treba zaštititi od djelovanja mora. Najprikladniji način obalne zaštite određuju stručnjaci za pomorske gradnje, pa se i projektiranje takove zaštite redovito povjerava takovim specijaliziranim poduzećima.

Električkom zaštitom treba kabel zaštititi od djelovanja struja kratkog spoja i atmosferskih prenapona, pa se pri projektiranju vodi računa o najprikladnijem načinu zaštite, imajući pri tome u vidu postojeću zaštitu mreže, na koju se kabel priključuje i izloženost priključnih dalekovoda atmosferskim pražnjenjima.

U toku realizacije uređaja za polaganje podmorskih kabela i razrade tehnike polaganja ostvarena je suradnja s mnogim stručnjacima, ustanovama i poduzećima. To se u prvom redu odnosi na stručnjake »Fabrike kabela«, »Rade Končara«, Elektrotehničkog i Strojarsko-brodograđevnog fakulteta u Zagrebu, te poduzeća »Đuro Đaković« iz Slavonskog Broda i »Željezare« Smederevo. Jedno od najistaknutijih mjesta u toj suradnji zauzima komandni i stručni kadar Jugoslavenske ratne mornarice, bez čije bi pomoći polaganje podmorskih kabela bilo teško zamisliti.

Naslov pisca: Ing. Marijan Kosar, »Dalekovod«, Zagreb, Proleterskih brigada 37

ULJE ZA LOŽENJE U FNRJ

Vilim Boranić, Zagreb

Autor daje prikaz proizvodnje i potrošnje ulja za loženje u FNRJ (1956.—59.), te obrazlaže prilike i uzroke koji su utjecali na porast potrošnje do 1961. Dan je i kratak prikaz bliže (1965.) i dalje perspektive (1980.). U bližoj budućnosti ostat će isti porast potrošnje, što se obrazlaže planom. Veći viškovi ulja za loženje neće se pojavljivati u bližoj budućnosti, iako za njih postoji veći interes kod industrije.

DK 697.662.75

U općoj potrošnji energije, nafta i zemni plin sudjeluju sa sve većim procentom i dosižu u svjetskim razmjerima već gotovo 50 %. Tri su glavna produkta, koja determiniraju potrošnju derivata nafte u jednoj zemlji: motorni benzin, dizelsko gorivo i ulje za loženje. Dok potrošnja benzina i dizelskog goriva ovisi uglavnom o motorizaciji saobraćaja i mehanizaciji poljoprivrede, to potrošnja ulja za loženje ovisi o mnogo faktora. Dok npr. od ukupne svjetske potrošnje derivata nafte na ulje za loženje otpada oko 30%, ta potrošnja u SAD iznosi 17 %, a u Zapadnoj Evropi 40 %.

Interesantno je, da potrošnja ulja za loženje ne raste samo u zemljama, koje su organizirane na uvoz potrebnih goriva (Grčka, Japan, Italija), nego i u zemljama koje raspolažu s velikim rezervama ugljena (Velika Britanija, Savezna Republika Njemačka), pa tako udio ulja za loženje u ukupnoj potrošnji derivata nafte iznosi u Velikoj Britaniji 41 %, u Saveznoj Republici Njemačkoj 45 %, u Japanu 60 %.

U našoj zemlji potrošnja ulja za loženje iznosi u zadnje vrijeme ispod 30 % od ukupne potrošnje derivata nafte.

Naša privreda imala je na raspolaganju samo one količine ulja za loženje, koje su proizvele rafinerije u zemlji, jer se ulje za loženje nije uvažalo. U tablici 1 prikazano je kretanje proizvodnje ulja za loženje u našim rafinerijama u zadnjih nekoliko godina.

Kako se iz tablice vidi, porast proizvodnje ulja za loženje nije išao ukorak s porastom prerade nafte. Dok je prerađena količina nafte porasla od 889.751

Proizvodnja ulja za loženje u FNRJ u tonama — Tablica 1

Godina	Rafinerija			Ukupno	Indeks	Ukupno prerađena nafta	Indeks	Procenat ulja za loženje od prerađene nafte
	Bosanski Brod	Rijeka	Sisak					
1956.	95 495	102 625	113 047	311 167	100,0	889 751	100,0	35,0
1957.	120 209	107 963	126 975	355 147	114,1	1 035 691	116,5	34,3
1958.	110 244	109 179	112 644	332 067	106,7	1 115 897	125,5	29,8
1959.	105 944	127 786	125 923	359 653	115,6	1 185 558	133,3	30,3
1960.	96 000	140 000	114 000	350 000	112,5	1 220 000	138,2	28,7
Plan 1961*	105 000	147 000	90 000	342 000	110,0	1 300 000	146,2	26,3

* Prognoza

Distribucija ulja za loženje u FNRJ u tonama **Tablica 2**

Godina	Vlastita potrošnja	Potrošnja u zemlji	Ukupna potrošnja u zemlji	Bunkerovanje brodova	Izvoz	Ukupno*
1956.	80 180	193 393	273 573	29 065	25 404	328 042
1957.	84 760	201 190	285 950	49 994	10 580	346 524
1958.	96 629	176 870	273 499	27 690	15 980	317 169
1959.	99 278	219 599	318 877	42 235	1 850	362 962

* Ukupne distribuirane količine ne slažu se s ukupnim proizvedenim količinama, a razlika potječe od prelaznih zaliha i jer se je jedan dio nafte iz Vojvodine (teška nafta) direktno trošio kao ulje za loženje.

tona u 1956. na oko 1,220.000 tona u 1960., tj. za 38,2 %, to je proizvodnja ulja za loženje porasla od 311.167 tona na 350.000 tona ili samo za 12,5 %. Uslijed toga padao je postepeno i procentni udio ulja za loženje prema prerađenoj količini nafte; naime, taj je procenat u 1956. iznosio 35,0 %, a u 1960. samo 28,7 %.

Ne ulazeći u razmatranje o utjecaju promjene kvalitete nafte na prinos ulja za loženje (koja nije bila od bitne važnosti) treba istaći dvije okolnosti, koje su imale direktan utjecaj na prinose ulja za loženje.

1. Nagli porast potrošnje dizelskog goriva u saobraćaju (autobusi i kamioni na pogon dizelskih motora, dizelizacija željezničke vuče) i u poljoprivredi (sve veći broj traktora) zahtijeva od rafinerija sve veće napore u cilju povećanja prinosa dizelskog goriva. Kako taj prinos ovisi isključivo o osebinama nafte, to su ga rafinerije, kod već gotovo potpuno angažiranih kapaciteta povećavale na taj način, da su u dizelsko gorivo davale s jedne strane teške frakcije benzina (kojeg ima u suvišku) i s druge strane teške frakcije koje inače ostaju u ulju za loženje. Doduše, na taj je način katkada bila oslabljena kvaliteta dizelskog goriva, ali su rafinerije uspjele da u znatnoj mjeri povećaju njegov prinos, no one su uzimajući teške frakcije smanjivale prinos ulju za loženje.

2. Sve veće potrebe na bitumenu (cestogradnja, građevinarstvo), koji čine najteže komponente ulja za loženje, s druge su strane utjecale na smanjenje prinosa ulja za loženje.

Međutim, treba spomenuti da je u 1959. i 1960. jedan dio teške nafte iz Vojvodine trošen direktno kao ulje za loženje. Na taj bi način ukupne raspoložive količine ulja za loženje bile nešto povećane, ali to nema utjecaja na prinose rafinerija.

Od proizvedenih količina ulja za loženje jedan dio potrošile su same rafinerije za proizvodnju potrebne vodene pare i električne struje, kao i za same tehnološke procese, dok je preostala količina stajala na raspolaganje potrošačima. U krug tih potrošača spadaju strani i domaći brodovi, koji su prigodom dolaska u riječku luku uzimali potrebno gorivo. Osim toga, kad potrošnja u zemlji nije mogla apsorbirati svu proizvodnju ulja za loženje, ono se je povremeno izvozilo. Ta je situacija za prošle četiri godine prikazana u tablici 2.

Kako se iz tablice vidi, vlastita potrošnja u rafinerijama postepeno raste u skladu sa sve većim količinama prerađene nafte i u prosjeku čini 8,6 %.

Bunkerovanje stranih brodova, kao i domaćih duge plovidbe, koji dolaze iz stranih luka u Rijeku ima karakter deviznog poslovanja i uglavnom ovisi o raspoloživim količinama ulja za loženje u riječkoj rafineriji. Kad bi te zalihe bile veće i stalne, tada bi količina bunkerovanja ulja za loženje bila daleko veća, pa se sada mnogi brodovi radi nesigurnosti alimentiranja na Rijeci snabdijevaju potrebnim uljem za loženje u usputnim stranim lukama.

Komercijalni izvoz ulja za loženje imao je kampanjski karakter i izvozili su se sezonski viškovi, koji se nisu mogli na drugi način plasirati.

Za našu analizu od važnosti je namjenska potrošnja u zemlji, a to je prikazano u tablici 3.

Kako se iz tablice vidi, potrošnja ulja za loženje u odnosu na ukupnu potrošnju pokazuje sličnu sliku kao i proizvodnja ulja za loženje prema ukupno pre-

Struktura potrošnje ulja za loženje u FNRJ **Tablica 3**

Oblast	1956.		1957.		1958.		1959.	
	t	%	t	%	t	%	t	%
Industrija	118 609	43,4	135 387	47,3	124 163	45,4	156 503	49,1
Vlastita potrošnja	80 180	29,3	84 760	29,7	96 629	35,3	99 278	31,1
Saobraćaj	65 907	24,1	58 394	20,4	47 913	17,5	49 693	15,6
od toga: cestovni	—	—	—	—	—	—	—	—
željeznički	30 669	46,5	27 931	47,8	19 993	41,7	11 548	23,2
pomorski	19 343	29,4	12 000	20,6	15 828	33,0	26 142	52,6
riječni	15 895	24,1	18 463	31,6	12 092	25,3	12 003	24,2
zračni	—	—	—	—	—	—	—	—
Poljoprivreda	—	—	—	—	—	—	—	—
Široka potrošnja	3 768	1,4	1 491	0,5	—	—	69	0,0
Ostali	5 109	1,8	5 918	2,1	4 794	1,8	13 334	4,2
Ukupno	273 573	100,0	285 950	100,0	273 499	100,0	318 877	100,0
Indeks	100,0		104,5		100,0		116,5	
Ukupna potrošnja svih derivata	813 041	—	915 850	—	1 013 476	—	1 198 012	—
Indeks	100,0		112,6		124,5		147,3	
Procenat za ulje za loženje	33,6		31,2		26,9		26,6	

Potrošnja ulja za loženje u industriji u FNRJ u tisućama tona

Tablica 4

Grana industrije	1957.	1958.	1959.
Crna metalurgija	65	70	72
Obojena metalurgija	24	26	26
Šećerane	20	20	20
Čađare	5	5	5
Nespecificirano	21	3	33
Ukupno	135	124	156

rađenoj nafti. Naime, ukupna potrošnja derivata nafte porasla je od 813.041 tona u 1956. na 1,198.012 tona u 1959., tj. za 47,3 %, dok je potrošnja ulja za loženje porasla od 273.573 tona na 318.877 tona ili za 16,5 %. S toga je razloga i procentni udio ulja za loženje u ukupnoj potrošnji pao od 33,6 % na 26,6 %.

Iz tablice se nadalje vidi da su, osim vlastite potrošnje samih rafinerija, glavni potrošači ulja za loženje industrija i saobraćaj.

Potrošnja u saobraćaju nakon pada od 65.907 tona u 1956. na 47.913 tona u 1958. zadržala se uglavnom na nivou od oko 50.000 tona. Po strukturi potrošnje u saobraćaju, potrošnja u željezničkom saobraćaju stalno opada (od 30.669 tona na 11.548 tona), čemu je uzrok što željeznica sve manje troši ulje za loženje kao dodatno gorivo. Potrošnja u riječnom saobraćaju u zadnjim godinama stagnira, a raste samo potrošnja ulja za loženje kod pomorskog obalskog saobraćaja (od 19.343 tone na 26.142 tone).

Potrošnja u domaćinstvima i kod ostalih interesenata je neznatna i od manje važnosti.

Za ovu analizu svakako je najinteresantnija potrošnja u industriji, koja je od 118.609 tona u 1956. porasla na 156.503 tona ili za 32 %, dakle, najveći porast kod ulja za loženje. Da nisu postojala ograničenja u snabdijevanju uvjetovana proizvodnjom ulja za loženje, potrošnja bi bila daleko veća, jer je interes bio velik.

S obzirom na spomenute ograničene količine ulja za loženje, njega su trošile one industrije, gdje je to nužno potrebno, tj. željezare i poduzeća obojene metalurgije, gdje to traže njihovi tehnološki procesi; čađare, jer im je ulje za loženje sirovina; šećerane za loženje kotlova (do 1960., a u 1961. eventualno i to samo kao dopunsko gorivo); te ostala nespecificirana industrija većim dijelom za pogon parnih kotlova. Tako podijeljena potrošnja za zadnje tri godine iskazana je u tablici 4.

Kako se iz tablice vidi, potrošnja (osim u crnoj metalurgiji i nespecificiranoj industriji) stagnira; u crnoj metalurgiji je potrošnja za tri godine porasla za 10 %, dok potrošnja u nespecificiranoj industriji varira, jer ovisi o raspoloživim količinama. Prema tome potrošnja ulja za loženje za pogon parnih kotlova je malena i za sada bez tendencije porasta.

Kapaciteti rafinerija su u punoj mjeri angažirani i dok se ne izgrade novi kapaciteti ne može se očekivati druga situacija od one u 1959. Doduše, rafinerija u Bosanskom Brodu nedavno je izvršila rekonstrukciju i povećala svoj kapacitet prerade nafte na oko 800.000 tona, ali taj za sada neće biti potpuno iskorišten, jer će proizvedena domaća nafta odgovarati potrebama zemlje na derivatima nafte, pa se do daljnjega nafta neće uvažati u cilju angažiranja neiskorištenih kapaciteta.

Opći razvoj privrede u našoj zemlji uvjetovat će nagli porast potrošnje derivata nafte, tako da bi ukupna predvidiva potrošnja u 1965. iznosila 2,400.000 tona (prema sadašnjih 1,200.000 t), u 1970. oko 4,500.000 tona, dok bi u 1980. trebala doseći oko 10 milijuna tona. Na taj bi način naša potrošnja derivata nafte po glavi stanovnika tek u 1980. dosegla 450 kg, odnosno koliko danas iznosi u Francuskoj ili Saveznoj Republici Njemačkoj, dok je po današnjoj potrošnji po glavi stanovnika među zadnjima u Evropi.

U cilju pokrivanja predviđenih potreba zemlje na derivatima nafte u planu je da se izgrade novi kapaciteti za preradu nafte.

Ne ulazeći u analizu redoslijeda izgradnje, niti volumena kapaciteta i roka dovršenja svih predviđenih investicija, treba spomenuti da tehnološki procesi novih kapaciteta vode računa o potrebama potrošnje odgovarajućih gravitacionih područja i općih potreba zemlje na laganim gorivima, jer se predviđa proizvodnja maksimalnih količina dizelskog goriva, a na račun benzina i laganih frakcija ulja za loženje. S toga su razloga perspektivni prinosi ulja za loženje niski, ali se uz ulje za loženje dobivaju i znatne količine rafinerijskog suhog plina, koji će trošiti rafinerije za vlastite potrebe i na taj će način oslobađati odgovarajuće količine ulja za loženje.

Ako bi se izgradili svi predviđeni kapaciteti ukupna proizvodnja ulja za loženje mogla bi u 1965. doseći oko 550.000 tona.

U tablici 5 iskazana je predvidiva perspektivna potrošnja ulja za loženje u zemlji, ali bez vlastitih potreba rafinerija.

Kako se iz tablice vidi potrebe na ulju za loženje u 1961. bez vlastite potrošnje iznosile bi 269.000 tona, dok bi ukupna potrošnja svih derivata bila 1,380.000 tona. U 1965. ukupne potrebe iznosile bi 2,400.000 tona, a potrošnja ulja za loženje 314.000 tona.

Da se proizvede potrebnih 2,400.000 tona derivata nafte, trebalo bi preraditi oko 2,500.000 tona nafte.

Previdive potrebne količine ulja za loženje u budućnosti u tisućama tona (bez vlastite potrošnje rafinerija)

Tablica 5

Grana	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.
Crna metalurgija	95	100	100	105	105
Obojena metalurgija	42	43	47	49	51
Šećerane	5	—	—	—	—
Čađare	5	5	6	6	6
Nespecificirano	16	17	18	20	22
Ukupno industrija	163	165	171	180	184
Saobraćaj	90	90	99	105	110
Od toga:					
pomorski	65	65	72	76	80
riječki	25	25	27	29	30
Poljoprivreda	—	—	—	—	—
Široka potrošnja	16	16	17	19	20
Ukupno bez vlastite potrošnje	269	271	287	304	314

Računajući s vlastitom potrošnjom od 8,5 % ulja za loženje, rafinerije bi za vlastite potrebe trebale 212.500 tona ulja za loženje, odnosno odgovarajuću količinu raspoloživog rafinerijskog plina.

Prema tome prerađujući 2,500.000 tona nafte u 1965. rafinerije bi mogle dati 550.000 tona ulja za loženje, ali bi ga za vlastite potrebe potrošile oko 215.000 tona, tako da bi za potrošača ostalo oko 335.000 tona. Uzimajući 314.000 tona kao predvidive potrebe u zemlji u 1965., izlazi da bi za potrebe bunkerovanja i eventualne nove potrošače ostalo samo oko 20.000 tona. Računajući da će rafinerije za vlastite potrebe trošiti i sve raspoložive količine rafinerijskog plina, izlazi da bi na raspolaganju moglo biti više ulja za loženje.

Međutim, dok se ne znaju definitivni tehnološki procesi novih kapaciteta ne može se računati s većim viškovima ulja za loženje.

Kako se dakle za sada još ne zna kojim će se redoslijedom graditi novi kapaciteti i s kakovim tehnološkim procesima, ne može se predvidjeti koje bi količine ulja za loženje mogle biti i kada na raspolaganju.

Stoga je za sada još preuranjeno praviti analize o mogućim viškovima ulja za loženje i njihovom korištenju na objektima koji već nisu alimentirani uljem za loženje.

Naslov pisca: Ing. Vilim Boranić, Zavod za privredno planiranje NR Hrvatske, Zagreb, Strossmajerov trg 9

Priključak otoka zadarskog područja na energetsku mrežu

Projektirana mreža 10 kV, koja će opskrbljivati električnom energijom još neelektrificirane otoke zadarskog područja bit će izvedena dijelom u nadzemnim vodovima, a dijelom u podmorskim kabelima.

Podmorski kabeli položeni su koncem septembra 1960. u ukupnoj duljini od oko 14,5 km, te je time učinjen velik korak u elektrifikaciji tog otočnog područja. U gradnji se nalaze i nadzemni vodovi, koji će biti izvedeni na drvenim impregniranim stupovima i vodičima od alučela presjeka 35/4 mm².

Na otoku Ugljanu, koji je priključen na energetsku mrežu u julu 1958., projektirana mreža 10 kV račva se na dva kraka, (sl. 1). Jedan krak ide prema jugozapadu preko otoka Iža i Rave do Dugog otoka, a drugi krak ide prema sjeverozapadu preko otoka Rivnja, Sestrunja, V. Tuna, M. Tuna, Molata do Ista. Od V. Tuna izveden je jedan kabelski otcjep na otok Žverinac, a prijelaz od M. Tuna na Molat izvest će se kao nadzemni vod zbog male udaljenosti između ta dva otoka. Između Ugljana i Rivnja položen je kabel 1958. neposredno nakon polaganja kabela Ugljan — kopno.

U slijedećim tablicama navedene su duljine kabela i najveće dubine kabelskih prijelaza.

Jugozapadni krak, ukupna duljina 8801 m

Kabelski prijelaz	Duljina m	Najveća dubina m
Ugljan — Iž	3950	65
Iž — Rava	2954	70
Rava — Dugi otok	1897	34

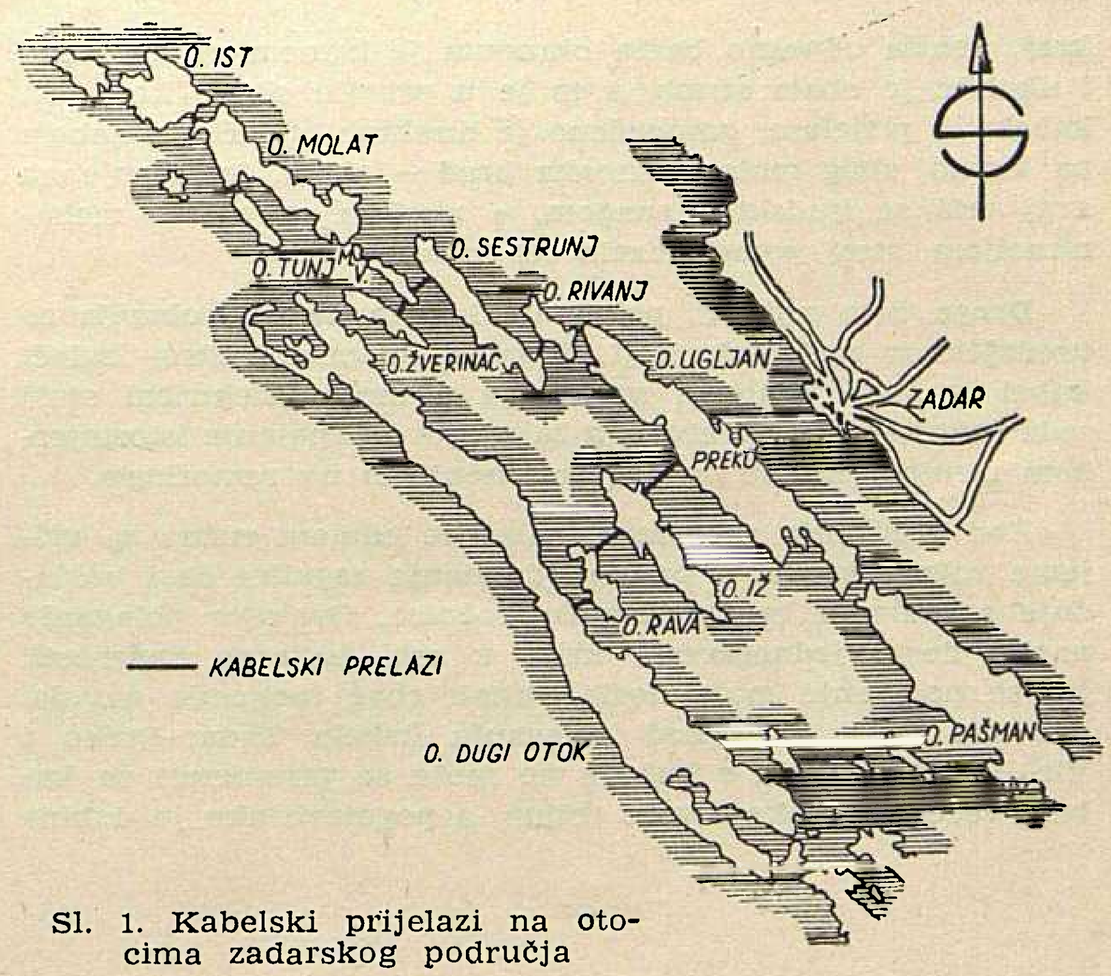
Sjeverozapadni krak, ukupna duljina 5743 m

Kabelski prijelaz	Duljina m	Najveća dubina m
Rivanj — Sestrunj	1212	32
Sestrunj — V. Tun	1870	74
V. Tun — M. Tun	650	54
V. Tun — Žverinac	1711	66
Molat — Ist	300	10

Duljine kabela u tablicama su duljine koje je isporučila tvornica i one su veće od zračnih udaljenosti između otoka zbog profila morskog dna, zanosa broda, koji može nastati pri polaganju, zatim zbog udaljenosti kabelskih kućica od ruba obale i zbog rezerve u duljini, koja se ostavlja u moru i na kopnu. Stvarne duljine položenih kabela su međutim nešto manje od isporučenih duljina, jer nisu došli do izražaja svi faktori (npr. zanos broda), koji su uvjetovali povećanje duljine kabela prilikom narudžbe. Zbog toga je trebalo sve kabele, neke više neke manje, skraćivati nakon polaganja.

Pomorske kabele isporučila je *Fabrika kabela Svetozarevo* (FKS). Oznaka kabela je XKRAA, vodiči su od bakra presjeka 3 × 50 mm², napon 10 kV, vanjski promjer je 55 mm, promjer žica armature je 4 mm i težina 8,5 kg/m. Kabele je položilo poduzeće *Dalekovod* iz Zagreba, koje je specijalizirano za polaganje podmorskih kabela. Jugoslavenska ratna mornarica stavila je na raspolaganje potrebno brodovlje i to veći parni remorker, lučki motorni manji remorker, penišu i dvotrupnu baržu. Osim toga u polaganju je sudjelovala jedna koča NO općine Sali, te nekoliko motornih čamaca i manji čamac na vesla.

U nastavku ćemo ukratko opisati naprave za polaganje kabela. Uređaj za polaganje kabela (sl. 2.), koji se nalazio na peniši, predstavlja vitlo, koje se sastoji iz mehaničkog i električnog dijela. Mehanički dio uređaja obuhvaća vučni kotač, sa mehaničkom kočnicom, zatim kotač, koji zateže kabel, dinamometar i izlazni kotač. Pokretanje vučnog kotača vrši se elektromotorom preko pužnog reduktora i zupčanika. Pri polaganju, kabel se namota oko vučnog kotača,



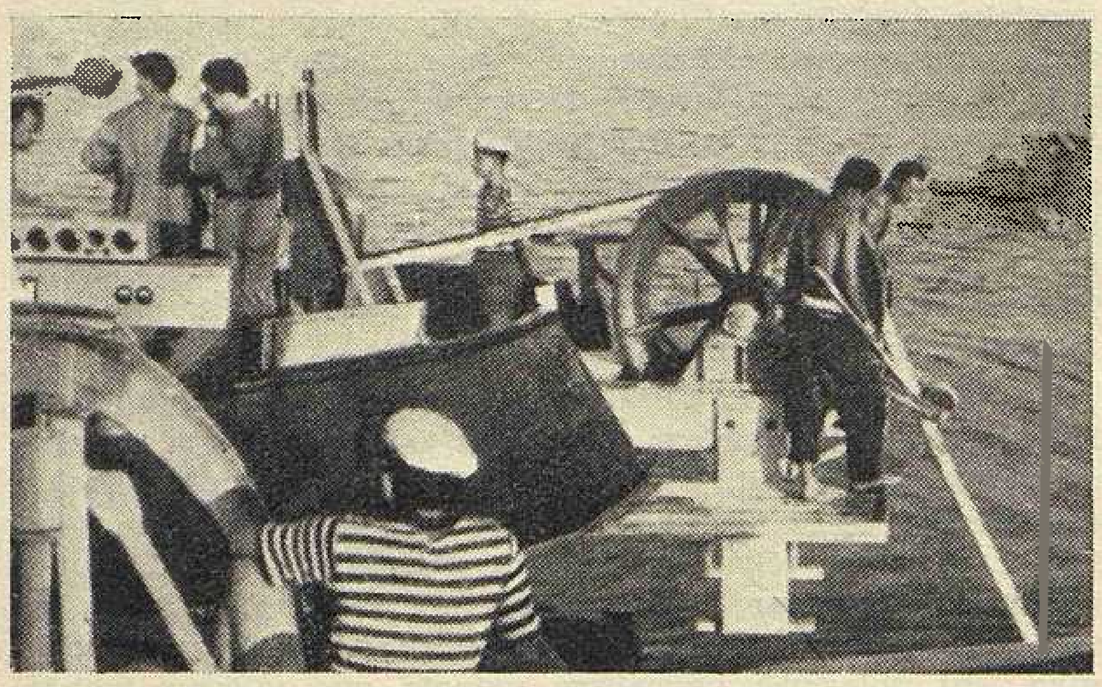
Sl. 1. Kabelski prijelazi na otocima zadarskog područja

zatim ispod kotača dinamometra i preko izlaznog kotača odlazi u more. Pomoću dinamometra omogućeno je mjerenje sile, koja se pojavljuje u kabelu prilikom polaganja. Uređaj je opremljen mjeračem kuta nagiba izlazećeg kabela prema površini mora i on predstavlja glavno mjerilo ispravnosti polaganja kabela. Količina položenog kabela mjeri se posebnim brojačem.

Uređaj za polaganje s bubnja, koji se nalazio na barži, sastoji se od najjednostavnije opreme: od dva čelična nosača, na koje je položena osovina; oko nje se okreće bubanj s kabelom; zatim od improvizirane kočnice od čelične trake, koja obuhvaća samo s jedne strane oko dvije trećine vanjskog oboda bubnja.

Od ukupno osam kabela, pet ih je položeno mehanizacijom, a tri s bubnja. U prvom slučaju sastav brodovlja bio je slijedeći: peniša s uređajem za polaganje kabela na krmi i kabelima u štivama, parni remorker za teglenje peniše, koja je uz njega privezana bočno i motornog lučkog remorkera, koji je imao zadatak, da sprečava zanošenje sastava remorker-peniša, u slučaju jačeg morskog strujanja. Za polaganje s bubnja upotrebljena je barža s vlastitim pogonom, koja je veoma elastična u manevriranju tako da joj remorker pomaže samo kod jakog morskog strujanja, kao što je to bilo prilikom polaganja kabela između Velikog i Malog Tuna, gdje je brzina struje bila oko 4 čvora. Ostali brodovi i čamci u oba slučaja obavljaju sporedne poslove i oni su osobito potrebni na početku i na kraju polaganja.

Rad oko polaganja kabela dijeli se na tri faze, ne računajući pretovar kabela iz vagona u penišu. Prva faza rada je početno izvlačenje kabela na kopno, druga faza je polaganje kabela na morsko dno i treća faza je završno izvlačenje kabela na kopno. Kod početnog izvlačenja kabela na



Sl. 2. Polaganje kabela mehanizacijom

kraj, peniša odnosno barža okrenuta je krmom prema obali i ukoliko je obala strma, a to je u pravilu slučaj kod svih kabelskih prijelaza, omogućeno je direktno izvlačenje kabela na kopno, zbog malog razmaka brod — obala. Izvlačenje na kraj vrši se ljudskom snagom, a ukoliko se polaže mehanizacijom, stroj pomaže izvlačeći kabel iz štive.

Druga faza rada tj. polaganje kabela na dno obavlja se uređajem za polaganje koji se nalazi na peniši. Stroj izvlači kabel iz štiva peniše i spušta ga u more. Električni stroj tada radi kao elektromotor, a za njegovo napajanje istosmjernom strujom koristi se agregat montiran na remorkeru.

Kod polaganja s baržom, kabel se odmata ručno za vrijeme vožnje broda, a brzina odmatanja regulira se i usklađuje s brzinom broda pomoću kočnice. Ovakovo polaganje naoko dosta jednostavno, krije u sebi izvjesne opasnosti, jer se polaganje može dosta otežati zbog rasipanja navoja, kao što je to bilo kod polaganja kabela Zadar—Preko i Vir—Pag. Polaganje s bubnja ne može se primijeniti za kabele većeg presjeka i veće težine, a pogotovo ako je dubina

Sl. 3. Završno izvlačenje na obalu pomoću bačava

kabelskog prijelaza dosta velika. Završno izvlačenje kabela je znatno teže od početnog izvlačenja, zbog položaja peniše odnosno barže s obzirom na obalu, naime brodovi su tada okrenuti pramcem prema obali. Zbog toga nije moguće direktno izvlačenje kabela, nego se on polaže postepeno na bačve (sl. 3) koje su dvije po dvije međusobno spojene ili se kabel odmota i oprezno polaže na palubu barže. Kada je dio kabela, koji je nakon polaganja preostao u štivi peniše ili na bubnju, čitav položen na bačve ili odmotan na palubu, započinje izvlačenje kabela ljudskom snagom na kopno. Istovremeno se kabel oslobađa od bačava i to redom prema obali, što se obavlja velikom pažnjom, kako bi se izbjeglo stvaranje petlji, kad kabel sjedne na dno. U drugom slučaju tj. kad se polaže baržom, odmotani kabel se prenosi oprezno na obalu ljudskom snagom pri čemu se koriste čamci, kao veza između barže i kopna.

Svih osam kabela položeno je bez poteškoća i ako vremenske prilike nisu bile naročito povoljne. Vrijeme je bilo vjetrovito i kišovito, pa je trebalo koristiti kratka poboljšanja vremena za polaganje kabela. Najprije su položeni kabeli jugozapadnog kraka i to svi mehanizacijom, a zatim kabeli sjeverozapadnog kraka i to dva mehanizacijom i tri s bubnja.

Prije polaganja kabela, kod dužih prijelaza, položeni su uzduž trase na razmaku od cca 400 m plovci radi orijentacije. Plovci su polagani sa što većom brzinom, kako bi bili položeni što točnije u smjeru trase, jer u protivnom njihova upotreba ne bi bila korisna.

Na smjer polaganja utjecale su vremenske prilike i položaj kabelskih kućica. Uvijek se nastojalo, da završno izvlačenje kao najteža faza rada, bude izvedeno na strani, koja je manje izvrgnuta vjetru ili morskim strujanjima.

Prvi dan je položen kabel od Iža prema Ugljanu, zatim drugi dan od Iža prema Ravi i od Dugog otoka prema Ravi. Treći dan je položen kabel s bubnja od Sestrunja prema Rivnju, a četvrti dan od Žverinca prema V. Tunu i od V. Tuna prema Sestrunju mehanizacijom, te od M. Tuna prema V. Tunu s bubnja. Peti dan položen je kabel između Molata i Ista također s bubnja.

Interesantno je istaći polaganje kabela između Iža i Ugljana, jer je izvedeno uz dosta nepovoljne vremenske prilike; puhao je naime jugoistočnjak brzine 3—4 beauforta, međutim istovremeno morsko strujanje protivnog smjera omogućilo je, da se besprijekorno održava smjer trase. Izvjesne poteškoće nastupile su prilikom završenog izvlačenja kabela na kraj, jer je more bilo dosta uzburkano.

Na kraju bismo htjeli naglasiti, da je polaganje podmorskih kabela složen i težak posao, koji kolektiv poduzeća *Dalekovod* u saradnji sa JRM i FKS uspješno rješava i sigurno će isto tako uspješno obaviti mnogo teže predstojeće zadatke, kao što su polaganje kabela između Krka i Cresa, Korčule i Lastova, te Hvara i Visa.

Ing. Ranko Škarica

Razvoj široke potrošnje električne energije u NR Hrvatskoj

U Institutu za elektroprivredu u Zagrebu izrađen je elaborat pod naslovom: *Statistički podaci o strukturi potrošnje i specifične potrošnje električne energije u domaćinstvima NR Hrvatske,* koji je obuhvaćao razdoblje 1948.–1954. Elaborat je dopunjen za godine 1955. do 1959., te je na taj način stvorena nešto solidnija osnova za procjenu budućeg konzuma.

Svrha je elaborata da se prikaže razvoj široke potrošnje, po područjima distribucije i po lokalnim izoliranim područjima za NR Hrvatsku i to za slijedeće grupe potrošača: domaćinstva, rasvjeta poslovnih prostorija, rasvjeta hotela, ureda, trgovina i sl., motori i aparati, obrt, vodovod, tramvaj i trolejbus.

Izračunat je specifični potrošak električne energije za široku potrošnju po priključenom domaćinstvu, odnosno po stanovniku u elektrificiranim naseljima. Za određivanje broja elektrificiranog domaćinstva poslužio je elaborat dr ing. H. Požara: *Stanje i razvoj elektrifikacije naselja u Hrvatskoj* (Institut 1955.) i neobjavljeni podaci kojima raspolaže Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Analizirajući specifični potrošak, odnosno potrošnju u apsolutnim iznosima, može se opaziti, da u razdoblju 1954. do 1959. godine potrošnja električne energije u domaćinstvu naglo raste, dok je kod drugih grupa potrošača tek u neznatnom porastu. Ovakovom razvoju potrošnje električne energije kod domaćinstava pogodovala je dosta niska tarifa.

Na teritoriju »Elektrolike« u godini 1954. naglo je pala potrošnja električne energije, i to zbog prestanka rada TE Ogulin. Od 1957.–1959. potrošnja električne energije ponovno raste, jer je izgrađeno nekoliko dalekovoda povezanih sa HE na Uni kod Bihaća.

Za vremensko razdoblje 1955.–1959. može se općenito primijetiti brži porast potrošnje nego u ranijim godinama, i to gotovo u svim područjima i grupama potrošača.

Na slikama 1 i 2 prikazan je specifični potrošak u domaćinstvu i širokoj potrošnji u 1959. godini.

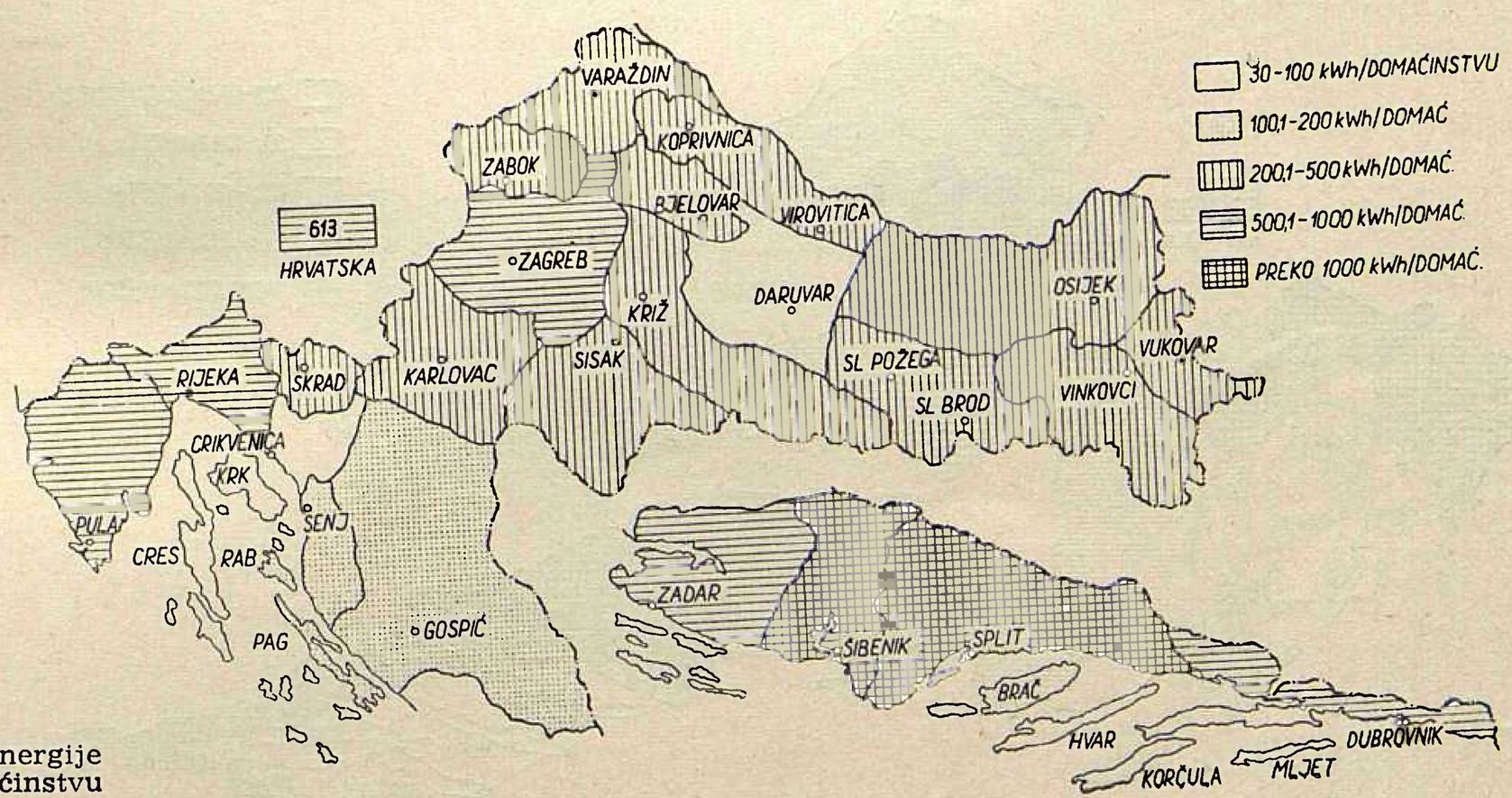
Pomoću tablice 1 još bolje ćemo usporediti razdoblje od 1955. s ranijima razdobljima. Neka područja koja nisu napajana iz mreže energetskog sistema, kao Lika, Slavonski Brod, Slavonska Požega i Vukovar, imaju čak pad potrošnje u domaćinstvu u 1954. prema 1949., tako da je sukcesivni godišnji prirast za to razdoblje negativan. Iz iste se tablice vidi i sukcesivni godišnji prirast za čitavo promatrano razdoblje (1949.–1959.), koji je u uspoređenju s ranijim razdobljem mnogo bolji, te više nema nijednog područja s negativnim prirastom.

Sukcesivni godišnji prirast potrošnje električne energije u domaćinstvu

Tablica 1

	Područje	1949. do 1959.	1949. do 1957.	1949. do 1954.
1	Varaždin	21,5	20,8	16,3
2	Križ	18,6	16,1	10,1
3	Zabok	17,3	14,1	13,0
4	Zagreb	37,6	17,8	12,8
5	Bjelovar	23,2	17,5	17,8
6	Karlovac	19,1	18,4	9,8
7	Sisak	36,7	28,3	24,5
8	Skrad	18,7	17,7	8,2
9	Krk, Cres, Lošinj	16,5	11,0	16,5
10	Pag, Senj, Rab	19,9	7,3	9,0
11	Crikvenica	30,1	24,4	15,8
12	Pula	30,7	28,9	24,2
13	Buje	32,8	41,0	—
14	Rijeka	23,4	20,0	10,8
15	Lika (Ogulin, Gospić)	45,9	14,7	— 16,0
16	Šibenik	30,4	18,8	13,1
17	Zadar	37,6	38,2	35,4
18	Split	16,8	16,1	12,5
19	Vela Luka, Milna, Vis	4,4	4,4	8,1
20	Virovitica, Daruvar	4,5	6,8	5,7
21	Sl. Požega, Sl. Brod	35,9	23,5	— 5,5
22	Osijek	24,9	21,6	12,1
23	Vukovar	14,7	8,4	0,6
24	Vinkovci	30,1	25,6	16,1
25	Dubrovnik	42,6	44,0	27,1
26	Koprivnica	43,0	—	—
	NR Hrvatska (prosjek)	21,1	18,9	13,3

S obzirom na neke nenormalne pojave u potrošnji električne energije (pad potrošnje u 1952., nejednako tretiranje pojedinih grupa potrošača u raznim vremenskim razdobljima, kao i česte teritorijalne promjene), teško se može pronaći neka zakonitost između pojedinih grupa potrošača međusobno ili između grupa i ukupne potrošnje. Ipak je učinjen pokušaj da se pronađe statistička relacija (odnosno korelacija) između potrošnje u domaćinstvu i ukupne potrošnje električne energije (uključivo industrija). Linearna korelacija je provedena za sva područja, a općenito se može reći, da je korelacioni koeficijent mnogo čvršći od ranije promatranog razdoblja (1949.–1954. i 1949.–1957.) i time sposobniji za daljnu analizu.



Sl. 1. Potrošnja električne energije po elektrificiranom domaćinstvu u 1959.

Prenesena električna energija u konzumnim područjima po kilometru vodova visokog napona godine 1959. i indeks na bazi prosjeka za Hrvatsku

Tablica 2

Područje	Prenesena električna energija					
	po km ukupne dužine vodova (0,4 do 30 kV)		po km vodova (5 do 30 kV)		široke potrošnje po km vodova 0,4 kV	
	MWh/km, god	Indeks	MWh/km, god	Indeks	MWh/km, god	Indeks
Bjelovar	11,9	22,1	29,1	20,1	11,6	27,9
Buje	11,0	20,4	42,7	29,4	13,1	31,5
Dubrovnik	59,3	110,2	101,2	69,8	102,1	246,0
Karlovac	25,8	47,9	76,5	52,8	17,0	40,9
Koprivnica	12,5	23,2	30,0	20,7	12,7	30,6
Križ	17,3	32,1	35,9	24,7	14,6	35,1
Gospić	22,0	40,8	30,0	20,7	29,1	70,1
Osijek	44,0	81,7	84,0	58,0	50,4	121,4
Sl. Brod, Slav. Požega	47,0	87,3	115,3	79,6	37,0	89,1
Vinkovci	21,5	39,9	49,4	34,1	33,3	80,2
Vukovar	19,2	35,6	59,1	40,8	22,7	54,7
Pula	99,4	184,7	242,5	167,4	48,3	116,3
Rijeka	132,4	246,0	410,2	283,2	101,5	244,5
Crikvenica	30,0	55,7	94,0	64,9	30,1	72,5
Skrad	18,0	33,4	41,6	28,7	13,6	32,8
Sisak	48,3	89,7	98,6	68,0	28,6	68,9
Split	105,5	196,0	320,5	221,3	70,8	170,6
Šibenik	72,0	133,8	209,6	144,7	75,9	182,8
Varaždin	23,8	44,2	78,8	54,4	11,8	28,2
Zabok	19,3	35,9	100,0	69,0	7,0	16,7
Zadar	63,9	118,7	118,7	81,9	80,3	193,4
Zagreb	106,8	198,5	411,5	284,1	78,6	189,3
NR HRVATSKA (prosjek)	53,8	100,0	144,8	100,0	41,5	100,0

Za sva područja kod kojih je utvrđena jaka veza, izračunat je i trend razvoja potrošnje pomoću kojega se može odrediti buduća potrošnja za 2 do 3 godine.

Na slici 3 prikazan je trend za ukupnu potrošnju u NR Hrvatskoj, kao i predviđanje pomoću trenda za naredne 3 godine. Isto tako prikazan je trend za potrošnju u domaćinstvu, kao i za široku potrošnju. Budućnost će pokazati koliko su ova predviđanja tačna.

Sada možemo sa sigurnošću tvrditi da će prognoze na osnovu trenda biti precizne, kada raspolažemo podacima za dugi niz godina (12 godina), ako u sistemu tarifa ne bude znatnih i skokovitih izmjena.

U istom elaboratu prikazano je stanje vodova visokog napona i to od 0,4 do 30 kV po distributivnim poduzećima.

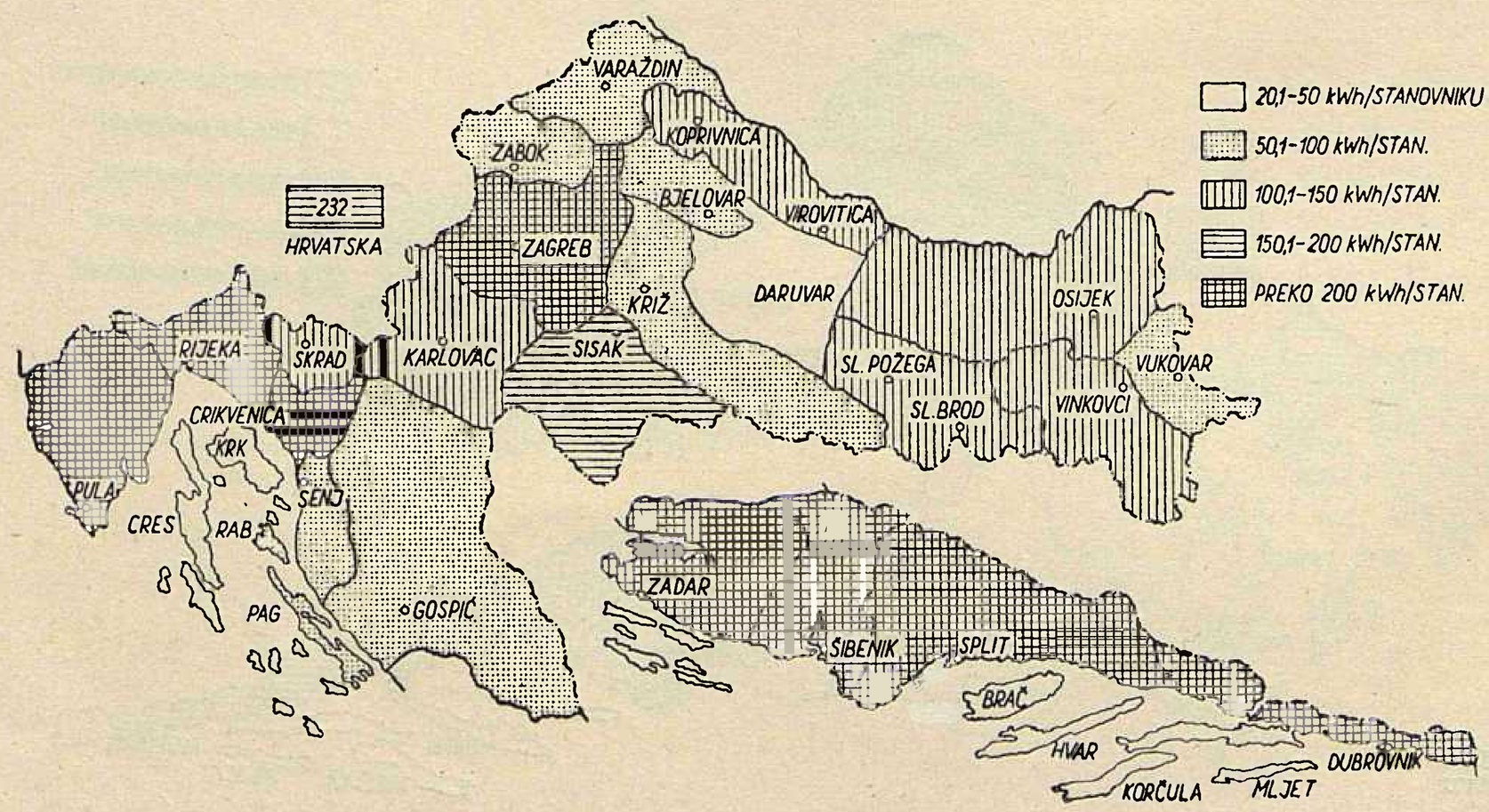
Pregled mreža se poklapa s teritorijalnom podjelom poduzeća u 1959. Izračunat je godišnji prosjek prenijete električne energije po kilometru i to:

a) prenesena električna energija po kilometru ukupne dužine vodova (MWh/km, god),

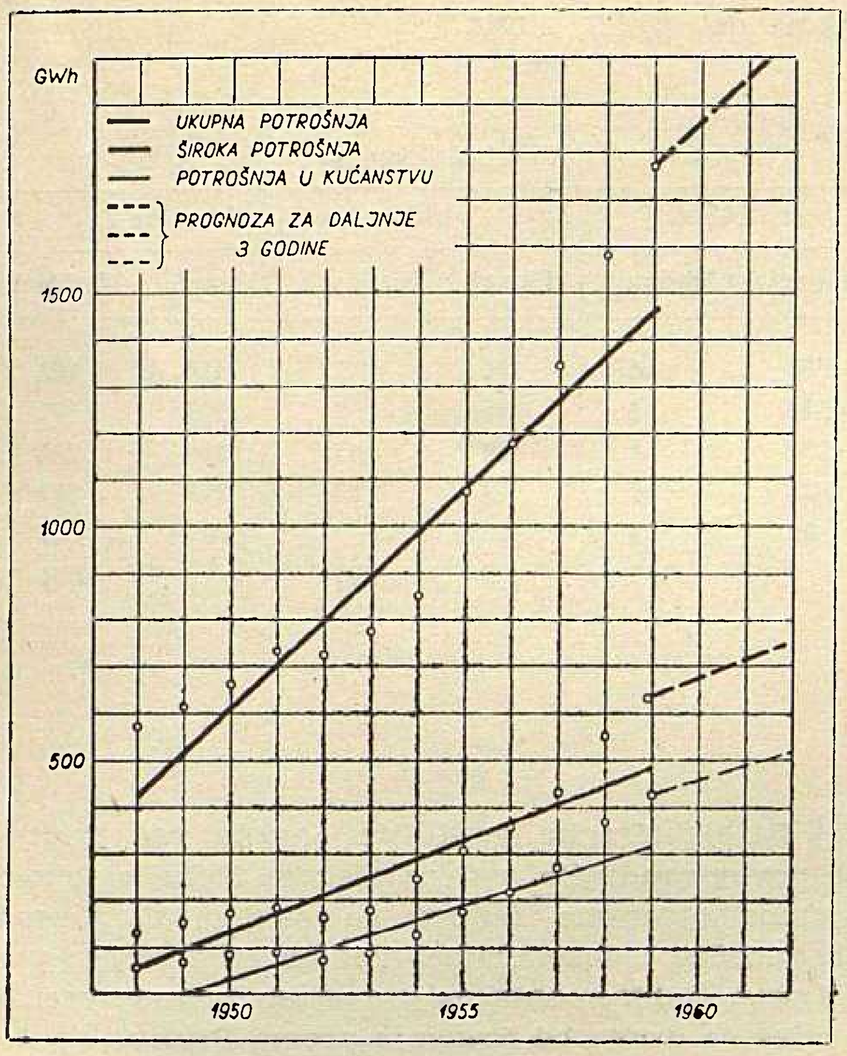
b) prenesena električna energija po kilometru vodova visokog napona (MWh/km, god),

c) prenesena električna energija široke potrošnje po kilometru vodova niskog napona 0,4 kV (MWh/km, god).

Ovi podaci ukazuju na prosječno opterećenje mreže visokog napona u pojedinim distributivnim područjima za godinu 1959. (vidi tablicu 2)



Sl. 2. Široka potrošnja električne energije po elektrificiranom stanovništvu u 1959.



Sl. 3. Trend ukupne potrošnje električne energije, široke potrošnje i potrošnje u kućanstvima NR Hrvatske za razdoblje 1948.–1959.

Praktični je cilj ispitivanja prikupljenih podataka o vremenskom razvoju pojedinih komponenata konzuma električne energije u okviru nekog područja, da dobiveni rezultati na temelju specijalnih analiza omoguće pretkazivanje vjerojatnog konzuma u budućnosti.

U ovom je elaboratu u tom smislu ispitana samo jedna od komponenata strukture konzuma u promatranim područjima i to konzum u domaćinstvu.

Prikupljeni podaci o visokonaponskoj mreži iznijeti su u svrhu jasnijeg prikaza stanja široke potrošnje NR Hrvatske, te se nadamo da će u tu svrhu korisno poslužiti.

Literatura

H. Požar: *Stanje i razvoj elektrifikacije naselja i domaćinstava u NR Hrvatskoj,* Institut za elektroprivredu Zagreb, 1955.

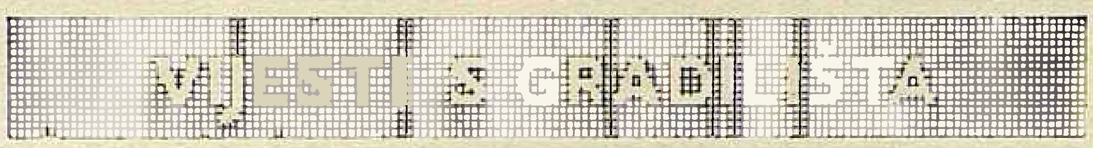
J. Jerić: *Matematsko-statističke metode u službi elektroprivrede,* Institut za elektroprivredu Zagreb, 1955.

J. Ećimović: *Osnovi statističke reprezentativne metode.*

M. Feuerbach, D. Kostanjšek: *Statistički podaci o strukturi potrošnje i specifične potrošnje električne energije u domaćinstvima NR Hrvatske,* Institut za elektroprivredu Zagreb 1958.

Branko Šel: *Statistika široke potrošnje električne energije po konzumnim područjima elektroprivrednih poduzeća NR Hrvatske,* Institut za elektroprivredu Zagreb 1960.

Branko Šel



Gradnja dalekovoda 220 kV Split — Zagreb

Objekt, kao što je dalekovod 220 kV Split–Zagreb zahtijevao je opsežne i svestrane pripreme. One su se sastojale – prije ugovaranja – u analizi kapaciteta svih odjela, sektora i pogona, a posebno operative.

Pošto je objektivno ocijenjena situacija i mogućnosti poduzeća, »Dalekovod« je sklopio ugovor s obvezom, da sve radove izvrši kvalitetno i na vrijeme do 1. VIII. 1961., za cca 1 milijardu dinara bez konstrukcije stupova i ovjesnog materijala. Neposredno poslije ugovaranja, koje se odvijalo tokom prvih mjeseci 1960., prišlo se detaljnoj operativnoj organizaciji izgradnje, koja je s jedne strane ovisila o dinamici isporuke, kako konstrukcije stupova, tako isto i ovjesnog materijala, te o roku završetka, a s druge je strane davala garanciju za siguran uspjeh.

Početkom maja počeli smo formirati gradilišta Zrmanja, Gračac i Solin, postepeno oslobađajući kapacitete s drugih objekata, tako da smo već u VI. mjesecu radili punim zamahom, tempirani na postavljeni operativni plan, da još tokom 1960. završimo slijedeće:

a) iskop temelja za svih 956 stupova;
b) betoniranje temelja za svih 956 stupova;
c) sva uzemljenja;
d) podignemo sve stupove od Medaka u Lici do Solina i na drugim dionicama što je moguće više tj. sve što nam isporučioci stupova dostave;
e) od Medaka preko Gračaca i Zrmanje do Knina završimo montažu prije zime.

Tada je došlo do restrinkcije ulaganja, koja je našu operativu potpuno dezorijentirala, a upravu poduzeća stavila u neravnopravan položaj prema investitorima i u nimalo povoljnu situaciju. Veliki kapaciteti radne snage organizirani na gradilištima, pripremljen skoro sav materijal potreban za izgradnju objekta, tražio je hitno rješenje uz prijetnju financijskog sloma poduzeća, a preorijentacija na druge poslove nije bila moguća, jer tada nismo imali ništa drugo ugovoreno. Izvanrednim mjerama elektroprivrede osigurana su minimalna sredstva, da bi mogli samo s postojećim gradilištima raditi, ali sa smanjenim kapacitetima.

Tek smo koncem 10. mjeseca dobili avans u visini od 260 milijuna dinara, da bi s tim mogli tokom 1960. završiti za-

Gradnja temelja za dalekovod 220 kV Split–Zagreb na dionici Zrmanja–Brinje

Radovi na dalekovodu 220 kV Split–Mraclin izvršeni do 10. III 1961.

Gradnja stupova

Gradilište	Solin		Tepljuh		Zrmanja		Gračac		Donja Kupčina		Ukupno	
Broj stupova	119		108		110		140		107		584	
Vrst rada	Dovrš.	Nedovrš.	Dovrš.	Nedovrš.	Dovrš.	Nedovrš.	Dovrš.	Nedovrš.	Dovrš.	Nedovrš.	Dovrš.	Nedovrš.
Iskop temelja	40	79	23	85	100	0	136	4	106	1	415	169
Betoniranje temelja	40	79	16	92	110	0	136	4	105	2	407	177
Ugradnja t. d.* stupa	28	91	0	108	110	0	132	8	60	47	330	254
Podizanje stupa	13	106	0	108	110	0	130	10	19	88	272	312
Izrada uzemljenja	25	94	0	108	110	0	90	50	102	5	327	257
Montiranje vodiča	0	119	0	108	0	110	0	140	0	107	0	584

* temeljnih dijelova.

počete radove na pojedinim gradilištima. Ostatak do 705 milijuna dinara bio je dan na raspolaganje proizvođačima stupova i za vodiče.

Do konca 1960. izvršili smo slijedeće radove:

a) iskop temelja: 441 komada ili 46 %;

b) betoniranje temelja: 432 komada ili 45 %;

c) izrada uzemljenja: 119 komada ili 12,5 %;

d) ugradnja temeljnih dijelova: 235 komada ili 25 %;

e) podizanje stupova: 193 komada ili 20 %.

Budući da su investiciona sredstva kasno stigla, zakasnili su svi dobavljači isporukom stupova.

Početkom ove godine najavljeno je osiguranje svih potrebnih financijskih sredstava za izgradnju objekta, pa je ugovoren rok dovršetka za 1. II 1962. koji smo prihvatili, jer je bio dosta realan i ostvarljiv uz uvjet da se stupovi isporučuju prema prvotno ugovorenoj dinamici.

Napredovanje radova u HE Split postavlja međutim elektroprivredi zadatak da plasira energiju prije ugovorenog roka. Jedini je izlaz, da se što prije završi dalekovod Split–Zagreb. Tražilo se skraćenje ugovorenog trajanja radova, što je prihvaćeno, ali uz uvjet, da se:

a) plati nadoknada za forsirani rad;

b) ovjesni materijal počne isporučivati 1. III;

c) nabavi mehanizacija za razvlačenje vodiča u snopu;

d) stavi na raspolaganje izvjestan broj kamiona;

e) konstrukcije stupova isporuče najkasnije 1. V.

Sve ovo iziskivalo je nove pripremne radove i novu operativnu organizaciju. Otvoreno je novo gradilište sa sjedištem u Tepljuhu, tako da bi od stupa broj 482 do Zakučca bili gotovi svi građevinski radovi do konca V mjeseca.

Na dionici Brinje–Mraclin gradilište Lasinja već priprema otvaranje novog gradilišta u Generalskom Stolu, a tokom III i IV mjeseca otvaramo radove na ostalim dionicama tj. u Perušiću, Otočcu i Jezeranama. Tokom III mjeseca počinje radove i prva elektromontažna grupa od Zrmanje prema Splitu, a IV mjeseca druga od Zrmanje prema Brinju.

Dolaskom nove mehanizacije III grupa započet će u maju od Mraclina prema Brinju. Za vrijeme ovih zadnjih priprema tj. od 1. I do 10. III 1961. napravljeno je slijedeće:

a) iskop temelja: 53 komada;

b) betoniranje temelja: 53 komada;

c) izrada uzemljenja: 283 komada;

d) ugradnja dijelova: 148 komada;

e) podizanje stupova: 111 komada.

Prema tome preostaju još ovi radovi:

a) iskop temelja: 462 komada ili 48 %;

b) betoniranje temelja: 471 komad ili 49 %;

c) izrada uzemljenja: 554 komada ili 57 %;

d) ugradnja temeljnih dijelova: 573 komada ili 59 %;

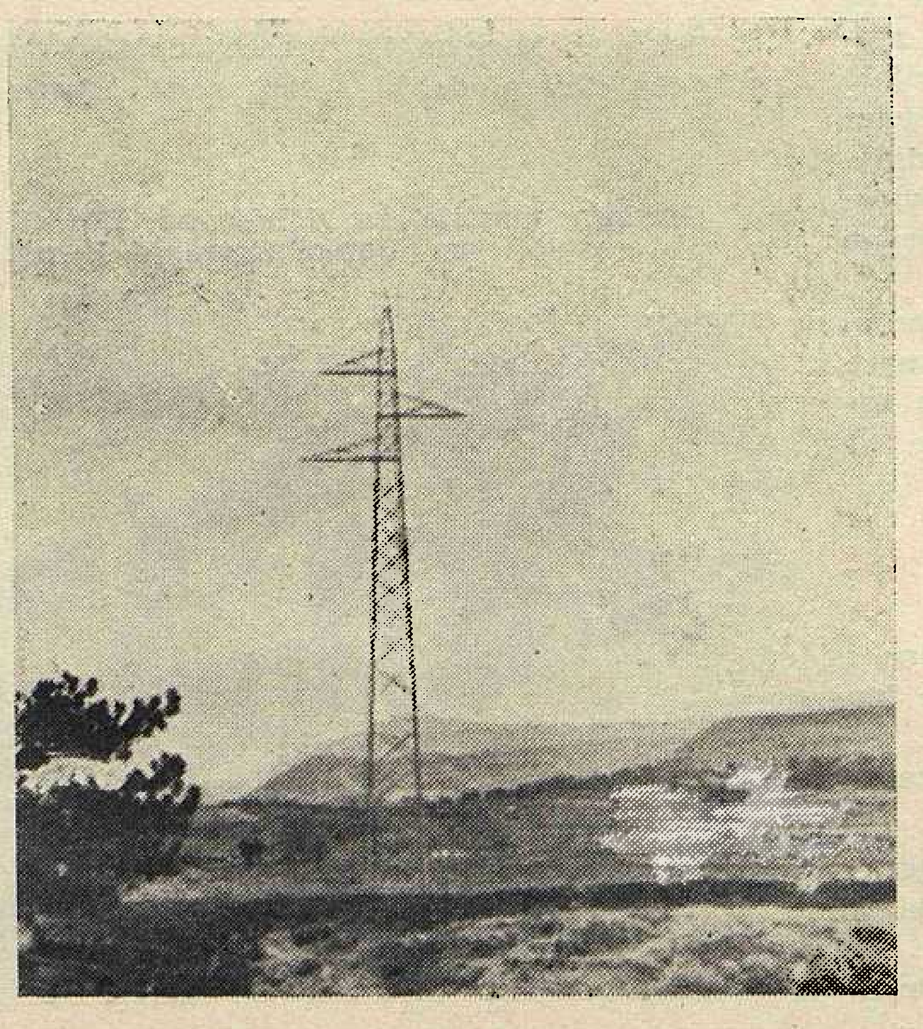
e) podizanje stupova: 652 komada ili 67 %;

f) elektromontaža u čitavoj dužini od 353,4 km ili 100 %.

Kako se vidi predstoji još ogroman posao i velik zadatak, ali se ne smije zaboraviti renome poduzeća i ugled svakog pojedinca, što će oni sigurno znati i očuvati.

Ako se udovolji zahtjevima izvađača, dane obveze bit će uz primjerno zalaganje čitavog kolektiva izvršene, a objekt z a v r š e n na vrijeme i kvalitetno. Time će izvađačko poduzeće sebi osigurati daljnji prosperitet, a zajednici dati još jedno ostvarenje i doprinos elektrifikaciji zemlje.

Ivan Brus



Stup dalekovoda 220 kV Split–Zagreb

Rad Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske u II. polugodištu 1960.

Na Petoj redovitoj sjednici upravnog odbora Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske održanoj 8. i 9. XI 1960., dnevni je red bio vrlo opsežan.

Razmatrano je izvršenje zadataka upravnog odbora posljednjih sjednica od kojih su bili glavni:

a) Stav komisija SIV-a, Jugel-a i Centralnog odbora sindikata metalaca u vezi ekonomsko-organizacionih pitanja elektroprivrede, u kojim komisijama nema predstavnika distribucije. Prema mišljenju Jugel-a i CO sindikata metalaca predlaže se jedinstvena elektroprivreda s dvostepenom organizacionom strukturom. Poduzeća za distribuciju električne energije imala bi karakter komunalne djelatnosti i kao takova djelovala bi samostalno po ekonomskim principima. Izgleda da je to mišljenje i stalne konferencije gradova.

b) Zaključak o štampanju i izdavanju na hrvatskosrpskom jeziku slovenskih »Pravila sigurnosti pri radu na elektroprivrednim postrojenjima«. Sekretarijat za rad NRH suglasio se s tekstom. Za ta su pravila, ili bolje preporuke i upute elektroprivrednim kadrovima, pokazale interes i druge republike, pa bi se eventualno i za njih štampao stanoviti broj primjeraka.

c) Potreba elektrolitnog bakra za mreže distributivnih poduzeća. U više navrata intervenirano je kod Sekretarijata za industriju FNRJ da bi se, prema iskazanim potrebama, iz materijalnih rezervi odobrila potrebna količina bakra. Prema iskazanim potrebama udružena poduzeća trebala bi okruglo 60 tona bakra. Na osnovu ovih potreba Stručno udruženje će odmah zatražiti od Sekretarijata za industriju FNRJ da bi se odobrila isporuka bakra.

d) Potpisivanje ugovora sa Zavodom za ispitivanje kvalitete robe, Zagreb, u pogledu kontrole impregnacije stupova. (Do sada je potpisalo ugovor 9 poduzeća).

e) Korekcioni faktor za radnu snagu po predloženim normativima. Prema zaključku UO-a od Jugela su zatražili komisiju za priznavanje korekcionog faktora: Elektrojug, Dubrovnik i Električko poduzeće, Šibenik. Traženju ovih poduzeća Jugel nije udovoljio. O tom pitanju raspravljeno je i na sastancima Koordinacionog odbora RSU-a.

f) Ušteda gubitaka električne energije u mreži. Na bazi republičkog normativa 13,878 Komisija za organizaciju, osobne dohotke, normative i unapređenje kadrova Stručnog udruženja izvršila je preraspodjelu gubitaka tj. uštede u gubicima za udružena distributivna poduzeća za I polugodište 1960. Uz prijedlog o raspodjeli akontacije za I polugodište sačinjen je i konačni prijedlog za raspodjelu eventualne uštede u gubicima za cijelu godinu, sve u okviru odobrenog republičkog normativa od 13,878 na količinu predane električne energije u 1960.

Prijedlog je dostavljen svim poduzećima na suglasnost.

g) Status distribucije. Nakon donošenja Zakona o udruživanju i poslovnoj suradnji u privredi uz pitanje položaja distributivnih poduzeća, ostalo je neriješeno i pitanje udruživanja i učlanjivanja ovih poduzeća. O tome do danas još nije donijeta nikakova odluka, nego će se to riješiti zajedno s rješavanjem ekonomsko-organizacionih pitanja cijele elektroprivrede.

Prema zaduženju UO-a sastala se 6.–8. X 1960. radna grupa i to: Filip Sindičić, Davor Machiedo, Vinko Depolo, Vlado Poznić i dr Lujo Margetić. Radna grupa razmatrala je rješenje pitanja organizacije poduzeća za distribuciju električne energije. O samom udruživanju distributivnih poduzeća ova radna grupa smatrala je potrebnim da se pri Republičkim komorama oblikuju jače sekcije, koje bi djelovale, iako ovisne o organima upravljanja komore, ipak donekle samostalno. Ova je radna grupa stajala na stanovištu da je neophodno potrebno da se poduzeća za distribuciju električne energije udruže u nekoj organizacionoj formi, s obzirom na jedinstvene probleme kako tehničke, tako i ekonomsko-financijske naravi.

h) O pitanju uplate i upotrebe sredstava od povišene cijene prodane električne energije za grupu kućanstvo prema Uredbi (Sl. list FNRJ 33/59) nisu još donijeli nikakvo rješenje niti Savezni sekretarijat za poslove financija niti Sekretarijat za industriju. Dobivena je obavijest da bi se ovo moglo riješiti tako da se ova sredstva knjiže na jednom fondu u poduzeću i troše na osnovu odobrenja nadležne komune po predloženom investicionom programu. Konačno rješenje ovog pitanja preuzeo je na sebe sekretar Koordinacionog odbora.

i) Na prijedlog UO-a da se organizira ekskurzija predstavnika udruženih poduzeća u Italiju, zatražena je suglasnost Sekretarijata za unutrašnje poslove NRH uz prethodnu suglasnost Sekretarijata za industriju NRH. Poduzeti su koraci kod »Putnika« Hrvatske da odredi sve potrebno za perfektuiranje ove ekskurzije.

Osvrt na rad komisija upravnog odbora

Potrebno je istaknuti da je rad komisija u izvještajnom periodu bio vrlo uspješan.

Komisija za organizaciju, osobne dohotke, normative i unapređenje kadrova rješavala je među ostalim tri osnovna pitanja: a) razradu prijedloga normativa gubitaka električne energije u mreži u poduzećima za distribuciju električne energije za 1960.; b) izradu prijedloga za nagrađivanje radnika po učinku na bazi predanih kWh; c) razmatranje organizaciono-ekonomskih odnosa distributivnih poduzeća s prijedlogom o udruživanju u poduzećima i d) normative za godinu 1961.

Ekonomsko-financijska komisija razmatrala je ekonomsko-financijski učinak primjene nagrađivanja radnika po prodanim kWh, kao jedan od vidova nagrađivanja radnika po ekonomskim jedinicama, položaj distributivnih poduzeća kod primjene sistema prodaje električne energije na visokom naponu, automatizaciju poslovanja, pitanje plana za 1961. te pitanje realizacije gubitaka električne energije u mreži za 1960.

Komisija za unapređenje pogona raspravljala je o nacrtu Pravilnika o primjeni HTZ mjera, Pravilnika o dodjeli zaštitnih sredstava radnicima pri radu, primjeni Al i Al-čel vodiča u mreži izloženoj vremenskim nepogodama i koroziji, te pitanje automatizacije postrojenja.

Energetska komisija raspravljala je plan izgradnje objekata u 1961, elektrificiranost i strukturu potrošača pojedinih područja, pitanje poboljšanja faktora snage i smanjenja gubitaka električne energije u mreži te općenitu problematiku distributivnih mreža NR Hrvatske.

Posebni sastanci predstavnika poduzeća i stručna predavanja

Komercijalni rukovodioci pojedinih poduzeća raspravljali su o pitanju obračuna i naplate utroška električne energije, usluga trećim licima i unifikacije tiskanica.

Rukovodoci poduzeća raspravljali su o primjeni Zakona o udruživanju i poslovnoj suradnji u privredi kao i o pitanju gubitaka.

Posebno su se sastali predstavnici svih poduzeća (uglavnom tehnički rukovodioci) u Šibeniku raspravivši pitanje upotrebe Al i Al-čel vodiča u mreži, kao i GN vodiča u gradskim mrežama.

U izvještajnom periodu održana su i dva predavanja: 7. IX. 1960. predavanje o primjeni mrežne telekomande koje je održao predstavnik firme Landis & Gyr iz Švicarske, te 23. IX. 1960. predavanje i demonstracija aparatura za pronalaženje kvarova u kabelskim mrežama te ispitivanje generatora i materijala za izolaciju. Ova predavanja održali su predstavnici austrijskih firmi i to ing. Baur, ing. Seper i Sieber.

Posebno je održano predavanje iz zaštitne i mjerne tehnike za osoblje distributivnih poduzeća i to od 18.—22. X. 1960. s prvenstvenom obradom čisto praktičnih pitanja.

Treba istaći spremnost udruženog poduzeća »Elektre« Zagreb, čiji su stručnjaci u više navrata upućivali visokokvalificirane elektromontere, teoretski i praktički, u primjenu upotrebe kabela.

Rad Koordinacionog RSU-a FNRJ

U izvještajnom periodu Koordinacioni odbor imao je tri sastanka, i to 14. VII 1960. u Beogradu, 26. i 27. IX 1960. na Ohridu, 13. i 14. X na Iriškom Vencu i 15. X na Paliću.

Na sastanku održanom 14. VII 1960. razmatrane su odredbe novog Zakona o udruživanju i poslovnoj suradnji u privredi, prema do tada razrađenom nacrtu i prijedlozima poduzeća na razrađeni nacrt. Donesen je jedinstveni zaključak da je potrebno da se poduzeća za distribuciju električne energije udruže u republičku komoru i da se s time u vezi zatraži prema čl. 34 citiranog Zakona, odobrenje SIV-a. U čl. 11. Zakona predviđa se donošenje Zakona o osnivanju zajednica elektroprivrede, pa je koordinacija stala na stanovište da bi trebalo da se distribucija smatra sastavnim dijelom elektroprivrede s obzirom na jedinstveni tehnološki proces i međusobnu povezanost u pogledu ekonomsko-financijskih odnosa. Karakter komunalne djelatnosti kod distributivnih poduzeća, s obzirom na vršenje usluga tih poduzeća na teritoriji komuna, ne bi trebao da odvoji distribuciju od ostale djelatnosti elektroprivredne grane. U pogledu razvoja elektrifikacije kao i proizvodnih i prijenosnih kapaciteta svi su bili mišljenja, (osim predstavnika Srbije), da je potrebno da u republikama ili po energetsko-ekonomskim rajonima postoji jedna organizacija, koja će voditi računa o ovim problemima i za to imati raspoloživa sredstva u određenim fondovima. Ovakav prijedlog pročitao je predstavnik Slovenije ing. F r a s. Što se tiče distribucije posebno, zaključeno je bilo da je svakako potrebno postojanje jednog tijela odnosno organizacije, koja bi udruživala distribuciju po republikama, bilo u vidu poslovnog udruženja, ili eventualno kroz sekcije komore, koje bi onda trebale imati organizacioni karakter sličan današnjim stručnim udruženjima.

Na ovom sastanku raspravljeno je i pitanje ukidanja korelacionog faktora, te je prilikom posjeta u Sekretarijatu za industriju kod druga Dulara i druga Šlebingera ustanovljeno da je do ukidanja korekcionog faktora došlo na inicijativu Jugela. Zaključeno je da se o tom pitanju poduzmu daljnji koraci i to preko Jugela kako bi došlo do izmjene rješenja Sekretarijata za industriju kojim se ukida korekcioni faktor za radnu snagu u poduzećima za distribuciju električne energije.

Na ovom je sastanku raspravljeno i pitanje ukidanja paušala te je zaključeno, da se zatraži produženje ukidanja do konca 1961., budući da još uvijek ima u Jugoslaviji oko 150.000 paušalista, a za likvidaciju paušala nedostaju sredstva od cca 900 milijuna dinara.

Na sastanku održanom 26. i 27. IX 1960. u Ohridu raspravljano je pitanje statusa distribucije u vezi novog Zakona o udruživanju. Zaključeno je da se razrađeni prijedlozi po republikama o statusu distribucije, uz mišljenje nadležnih organa, iznesu na idući koordinacioni sastanak radi zauzimanja jedinstvenog stava. U ovom je elaboratu bilo potrebno svakako obuhvatiti u koju komoru ili u kakovu organizaciju treba učlaniti poduzeća za distribuciju električne energije i razraditi ekonomsko-financijske odnose s proizvodnjom i prijenosom.

Posebno je raspravljena ušteda gubitaka u mreži distributivnih poduzeća primjenom normativa koje je predložio Jugel. Sva udruženja složila su se u principu s razrađenim prijedlogom udruženja Hrvatske. No kako ovo pitanje još nisu riješile sve republike sa svojim zajednicama, to je preporučeno da se drže principa udruženja Hrvatske.

U pogledu primjene nagrađivanja po učinku ustanovljeno je da za ovo postoje razrađeni elaborati u pojedinim poduzećima republika, te se u vezi toga zaključuje da se održi sastanak predstavnika svih republika na kojem će se posebno razmotriti što je i koliko učinjeno u pojedinoj republici i na osnovu toga donijet će se poseban prijedlog.

Na ovom sastanku razmatrana su i pojedina stručnotehnička pitanja jedinstvena za cijelu Jugoslaviju kao na primjer: tipizacija i standardizacija mreže, regulacija napona, pitanje zaštitnih i sigurnosnih uređaja, jedinstveno projektiranje transformatorskih stanica, kompenzacija jalove energije i dr., pa je zaključeno da koordinacioni tajnik stupi u vezu s Institutima za elektroprivredu u Ljubljani i Zagrebu i da im preda na razradu rješenje ovih pitanja, a prethodno da se za to zainteresira i predstavnik Jugela.

Na sastanku održanom u Iriškom Vencu dana 13. i 14. X. 1960. raspravljeno je pitanje statusa distributivnih poduzeća s osvrtom na prijedlog Jugela i Sekretarijata za industriju, koji su bili iznijeti na sastanku UO-a Jugela održanom 11. X. 1960. Kako su u ovim prijedlozima Jugela i Sekretarijata za industriju organizacioni oblici poduzeća za distribuciju samo djelomično bili obuhvaćeni raspravljana su pitanja: a) da li da se distribucija još jače nego sada odvoji od ostale elektroprivrede kao zasebna i potpuno komunalna djelatnost ili b) da li se hoće da distribucija bude u sastavu ostale elektroprivrede s izmjenom ekonomskih odnosa tj. s izjednačavanjem u pravima s proizvodnjom i prijenosom.

Nakon diskusije zaključeno je da se razradi elaborat o distribuciji kao posebnoj djelatnosti u okviru elektroprivrede u kojem treba istaći:

a) jedinstvenost elektroprivrede s obzirom na tehnološku povezanost od proizvodnje do potrošača,

b) rješenje financijsko-ekonomskih odnosa distribucije kroz jedinstvenu cijenu republičku ili jugoslavensku (za jugoslavensku — Srbija i Makedonija),

c) jedinstveni tarifni sistem,

d) jedinstvene opće dobavne uslove,

e) svi potrošači da pripadaju distribuciji bez prava na povlaštene cijene (a za regres kod specijalnih potrošača da se stara federacija),

f) za proširenu reprodukciju prema veličini napona postrojenja da uzimaju učešća federacija, republika i komune,

g) za proširenu reprodukciju na postrojenjima poduzeća za distribuciju kod izgradnje novih objekata da snosi troškove investitor, a za nužne investicije da sredstva predvide poduzeća za distribuciju do 50 % vrijednosti (koja se ukalkuliraju u tarifi električne energije), dok ostalih 50 % ima da snose lokalne vlasti,

h) pri rajonima, odnosno republikama, da postoje organizacije koje će se starati o elektrifikaciji područja i potrebi izgradnje proizvodnih kapaciteta, osnivajući za to potrebne fondove u suglasnosti s republičkim organima i organima FNRJ,

i) da se distributivna poduzeća prema ekonomskoj opravdanosti i energetskoj uokvirenosti ukrupnjuju u veća poduzeća,

j) da distributivna poduzeća po rajonima odnosno republikama imaju zajedničku organizaciju u kojoj se udružuju, kao i jedinstvenu organizaciju za cijelu FNRJ, u cilju zaštite svojih interesa i radi rješavanja svojih zajedničkih tehničkih i ekonomskih problema.

Za izradu ovakovog elaborata zaduženi su bili drug Č a n a k, direktor Elektrovojvodine Novi Sad, drug S m e d e r e v a c i drug F r a s. Razrađeni elaborat koordinacija će razmotriti i poslati svim poduzećima na mišljenje i odluku radi zauzimanja konačnog stava i prijedloga prema nadležnim organima.

Na istom sastanku zaključeno je da o pitanju ukidanja korelacionog faktora radne snage u distribuciji sva poduzeća koja smatraju potrebnim primjenu korekcionog faktora, upute Jugelu obrazloženi prijedlog i zatraže od Jugela da se pošalje komisija u to poduzeće radi provjere potrebe korelacionog faktora. U slučaju da Jugel ne da saglasnost, poduzeća će o tome obavijestiti svoja stručna udruženja koja će ovakove odbijene prijedloge uputiti koordinacionom taj-

niku. Koordinacioni tajnik će sve prijedloge sabrati i predati drugovima sekretarima RSU-a Bosne, Makedonije i Crne Gore da s takovim prijedlozima interveniraju kod nadležnih organa SIV-a.

U pogledu razlike od 3.– dinara po kWh iz povišene cijene električne energije koja bi sredstva prema prijedlogu trebala da se knjiže u poduzećima, određeni su drugovi: Vlado Poznić iz Elektroslavonije, Osijek i Borislav Lazić iz Elektrodistribucije, Beograd da otiđu do nadležnih državnih organa SIV-a i zatraže konačno rješenje prijedloga upućenog dopisom 14. VI 1960.

Dana 15. X 1960. održan je *prošireni sastanak koordinacije* na Paliću na kojem su osim predstavnika distributivnih poduzeća bili prisutni drugovi: Ante Raos, ing. Miloš Brelih, Nedeljko Komnenić, Čedomir Bosnić svi iz Jugela, te Aleksandar Icev i Miloš Petrović iz Centralnog odbora sindikata metalaca Jugoslavije. Na ovom je sastanku razmatran prijedlog radne grupe Čanak–Smederevac–Fras o ekonomsko-organizacionim pitanjima elektroprivrede. Razrađenim prijedlogom nisu bile obuhvaćene koncepcije dane dan ranije na sastanku koordinacije na Iriškom Vencu u onom smislu, kako je to bilo formulirano. Razrađeni prijedlog pobliže je bio poznat svim prisutnima tek na sastanku. Međutim ne zalazeći u prijedlog organizacije, kako je predloženo u elaboratu uz eventualne manje izmjene formulacija, prijedlog za distribuciju bi bio povoljan prema mišljenju prisutnih. Svakako je bilo naglašeno, da ovakav prijedlog trebaju odobriti organi upravljanja poduzeća, da bi se smatrao mjerodavnim za nadležne organe. Zato je u vezi toga ovaj prijedlog poslan svim distributivnim poduzećima da se o njemu izjasne njihovi organi upravljanja. Ovdje posebno ističemo, da je stav ovog Udruženja bio da se prijedlog ne iznosi nigdje prije nego što o tome donesu odluku organi upravljanja poduzeća. Osim toga izričito je bilo naglašeno da je potrebno u prijedlogu iznijeti i funkciju distributivnih poduzeća u okviru komuna kao jedan vid komunalne djelatnosti poduzeća na određenom teritoriju.

Novo izabrani koordinacioni sekretar drug Kosta Smederevac, sekretar Stručnog udruženja Srbije, nije se pridržavao ovih direktiva, pa je nacrt prijedloga sa Palića razaslao državnim organima i društvenim organizacijama i kao da je to konačni stav poduzeća za distribuciju električne energije. Zbog toga je odmah zatraženo da drug Smederevac povuče razaslane primjerke, da ne bi u sadašnjoj fazi razrade ovih pitanja nadležni organi došli u zabludu.

S obzirom na to zakazan je hitni sastanak koordinacije za 11. XII 1960. u Ljubljani na kojem će biti raspravljano pitanje ovakovog postupka sekretara za koordinaciju RSU-a.

Na ovom sastanku posebno je raspravljano i pitanje metodologije planiranja za godinu 1961. (ugovaranje sa zajednicama), pa je u vezi toga na prijedlog druga Komnenića sastavljena radna grupa: ing. Vejzagić, Vlado Poznić i Ivan Župan, koja je imala zadatak da razradi elaborat po kojem bi distribucija dobila sredstva na bazi povećanja cijena jalovoj energiji, bonifikaciji za primjenu tarife preko planske prodaje i iz razlike dobivene između planskih i ostvarenih gubitaka, posebne tarife i strukture konzuma.

Na ovom sastanku iznijet je izvještaj o radu predstavnika stručnih udruženja o pitanju kompleksnog nagrađivanja, o čemu je podnio referat drug Lazić. Ovom vidu nagrađivanja još se nigdje nije pristupilo, ali se na osnovu iskustava kod nekih poduzeća (Elektrodistribucije, Beograd i Sarajevo, te Elektre, Kopar) predviđa mogućnost pristupanja ovakovom nagrađivanju radnika u distributivnim poduzećima.

I o ovom je pitanju zaključeno, da bi trebala pri svakom republičkom Stručnom udruženju postojati posebna komisija za kompleksno nagrađivanje, koja bi razrađivala sve što je o tom urađeno u pojedinoj republici. Nakon toga sastala bi se za sve republike zajednička komisija, koja bi koordinirala rad u cilju što bržeg sprovođenja ovog načina nagrađivanja.

Učestvovanje na sastancima raznih organa i organizacija

Udruženje je učestvovalo na sastancima ZEPH o pitanju ekonomsko-organizacionih odnosa i o pitanju unapređenja kadrova u vezi čega je rješavano i pitanje stvaranja fondova za unapređenje kadrova.

U vezi ekonomsko-organizacionih odnosa u elektroprivredi predstavnik Udruženja prisustvovao je sastanku održanom u Državnom sekretarijatu za industriju u dva navrata a pored toga stupio je u vezu s predsjednikom Zanatske komore NR Hrvatske. Nije dobiven nikakav konkretan prijedlog osim što je Sekretarijat za industriju iznio mišljenje da je potrebno imati na teritoriju republike jednu organizaciju elektroprivrede, koja će republičkim organima moći dati sve potrebne podatke u cilju unapređenja elektroprivrede Hrvatske, a takova organizacija treba da ima i za to raspoloživa sredstva u svojim fondovima.

Republička zanatska komora nije do danas dala nikakve upute o učlanjenju u smislu Zakona o udruživanju, jer se očekuje da će ovo pitanje biti uređeno rješenjem organizaciono-ekonomskih odnosa u elektroprivredi.

Predstavnici Udruženja prisustvovali su i sastanku CIGRE, održanom od 25. IX do 1. X 1960. u Ohridu kao i savjetovanju o suvremenoj rasvjeti gradova održanom u Splitu od 28. do 30. IX 1960.

Vinko Depolo

Petnaest godina građevnog poduzeća »Hidroelektra« Zagreb

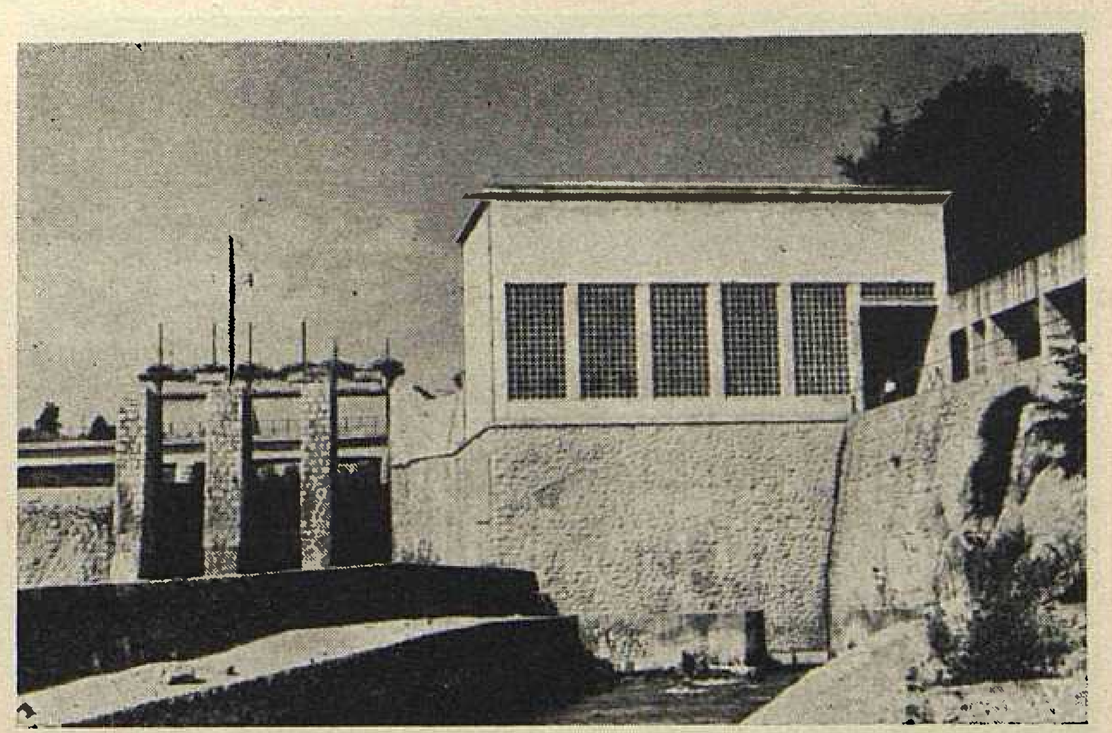
Poduzeće »Hidroelektra« osnovano je 1. IV 1960. odlukom tadašnjeg Ministarstva građevina NRH kao specijalizirano poduzeće za izgradnju hidroelektrana i to prvenstveno za potrebe izgradnje hidroenergetskog sistema HE »Nikola Tesla« (Vinodol), tada prvog najvećeg pothvata hidroenergetske izgradnje u oslobođenoj domovini.

Poduzeće je započelo svoju djelatnost u vrlo skromnom opsegu s malobrojnim kadrovima i praktički bez ikakve mehanizacije, ali su veliki, važni i hitni zadaci, koji su bili postavljeni pred njegov kolektiv doveli do njegova naglog razvitka i brzog uspona.

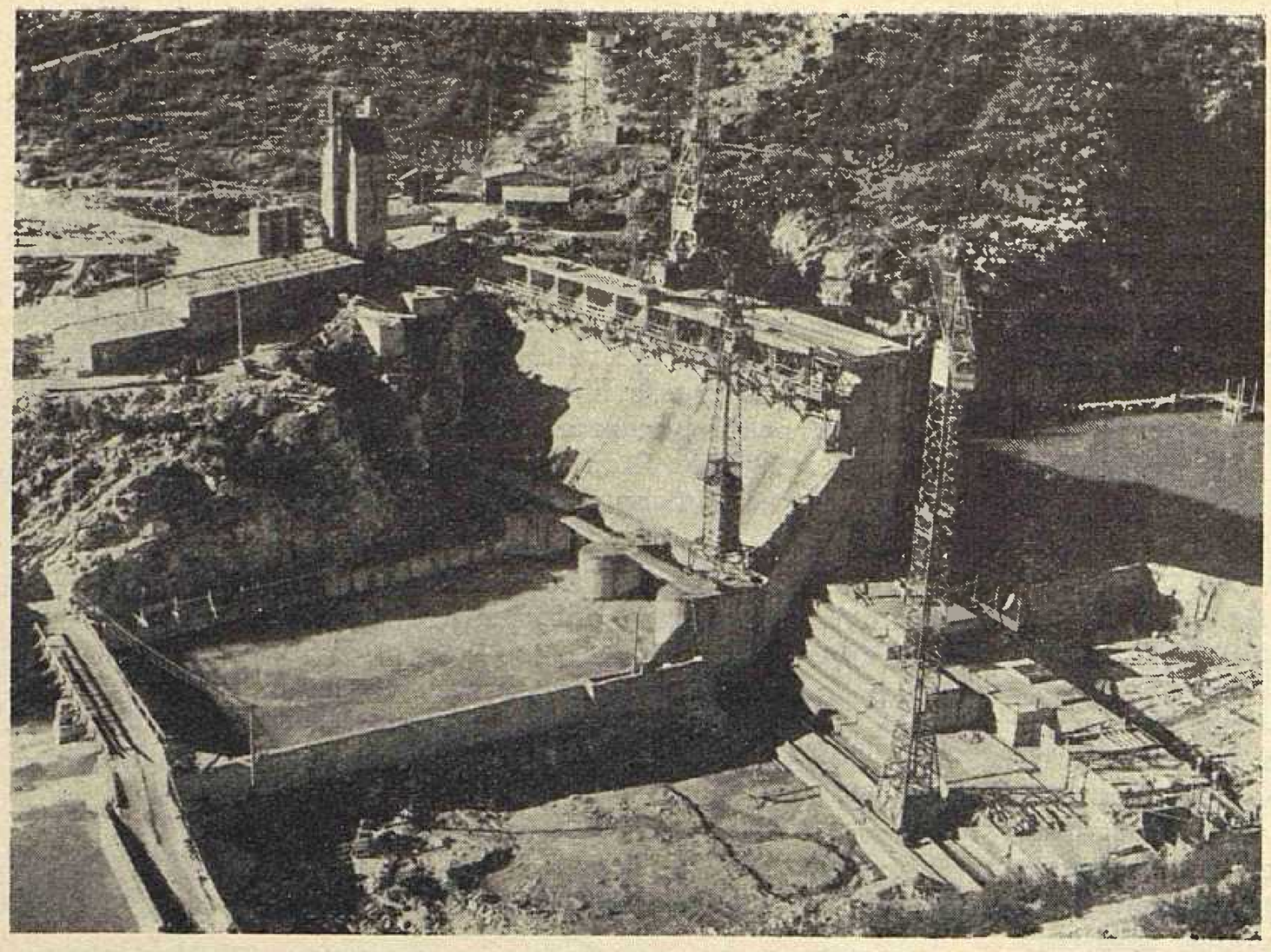
Do godine 1948. imalo je poduzeće i svoj odjel za projektiranje, iz kojeg se kasnije formiralo poznato projektno poduzeće »Elektroprojekt«, Zagreb (isprva »Hidroprojekt«).

»Hidroelektra« je za 15 godina svoga opstanka izgradila slijedeće hidroelektrane u NR Hrvatskoj:

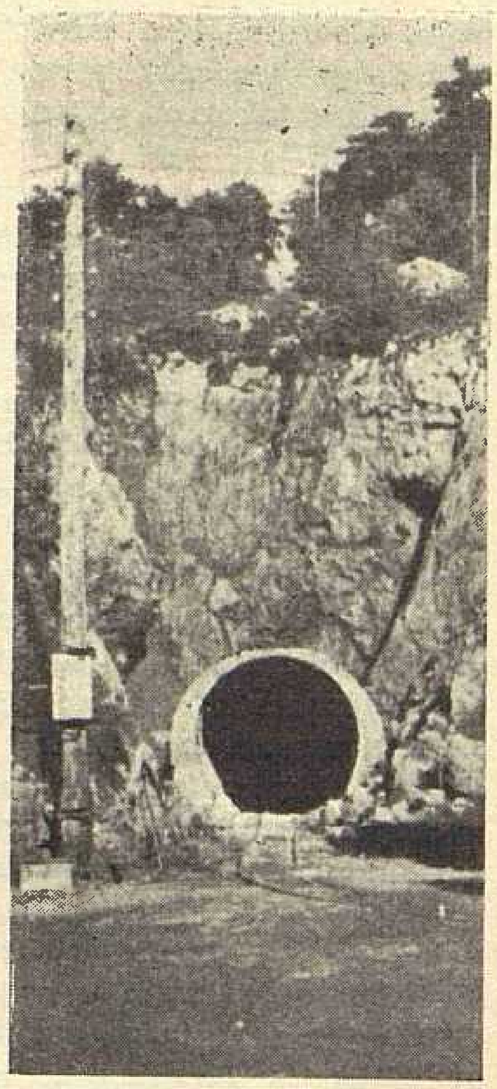
Sistem HE »Nikola Tesla« (Vinodol) na području Gorskog Kotara i Hrvatskog primorja, koji koristi vode Lokvarke i



Hidroelektrana Ozalj II, strojarnica i temeljni ispust



Hidroelektrana Split u gradnji



Hidroelektrana Rijeka, gradilište dovodnog tunela

Ličanke u dvije hidroelektrane: »Vinodol«–Tribalj s 84 MW instalirane snage i »Fužine« s 3,9 MW instalirane snage. Postrojenje je u pogonu od 1952. a potpuno je završeno krajem 1956.

HE »Ozalj II« na Kupi kod Ozlja uz već postojeću hidroelektranu Ozalj I s 2,5 MW instalirane snage izgrađenu 1908. HE Ozalj je u pogonu od 1952.

HE »Zavrelje«, u Mlinima kraj Dubrovnika s 1,68 MW instalirane snage, u pogonu od 1953.

HE »Gojak«, koja koristi združene vode rijeka Mrežnice i Dobre kod Ogulina s 48 MW instalirane snage, u pogonu od 1959.

Poduzeće je danas angažirano na izgradnji triju značajnih hidroelektrana i to:

HE »Split« na rijeci Cetini sa strojarnicom kod Omiša s 216 MW instalirane snage. Izgradnja je započeta krajem 1957. a dovršenje građevinskih radova predviđeno je sredinom 1961.

HE »Rijeka« na rijeci Rječini sa strojarnicom u samom gradu Rijeci s instaliranih 36 MW snage. Glavni radovi započeti su 1959. Rok dovršenja ovisi o mogućnosti osiguranja potrebnih kredita.

HE »Senj«, hidroenergetski sistem na području Like i Hrvatskog primorja, koji koristi združene vode rijeka Like i Gacke u strojarnici blizu Senja s instaliranom snagom 216 MW. S pripremnim radovima poduzeće je započelo krajem 1959. a početak pogona predviđa se krajem 1964.

Kod izgradnje ovih hidroelektrana uvodilo je poduzeće »Hidroelektra« postepeno savremene metode građenja uz primjenu odgovarajuće specijalizirane građevinske mehanizacije, kod čega je često kročilo pionirskim putovima. Poduzeće je jedno od prvih u državi izvodilo kontaktne, konsolidacione i dubinske injekcije, prije nego što su bila osnovana specijalizirana poduzeća za takve radove. U toku posljednjih godina s velikim su uspjehom primijenjene savremene metode mehaniziranog građenja hidrotehničkih tunela. Među ostalim primijenjeni su s uspjehom razni strojevi i uređaji vlastite konstrukcije i vlastite, odnosno domaće, proizvodnje kao npr. drobilana i separacija za betonski agregat, automatska toranjska betonara, čelična teleskopska oplata za tunelsku oblogu, betonski vlak za pripremu i ugradnju betona u tunelu pomoću pneumatskog uređaja ili betonske pumpe itd.

Sva ova nastojanja odrazila su se vrlo povoljno na poboljšanje kvalitete radova, kao i na povećanje brzine građenja, tako da je ova u posljednjih 10 godina povećana prosječno 3 puta.

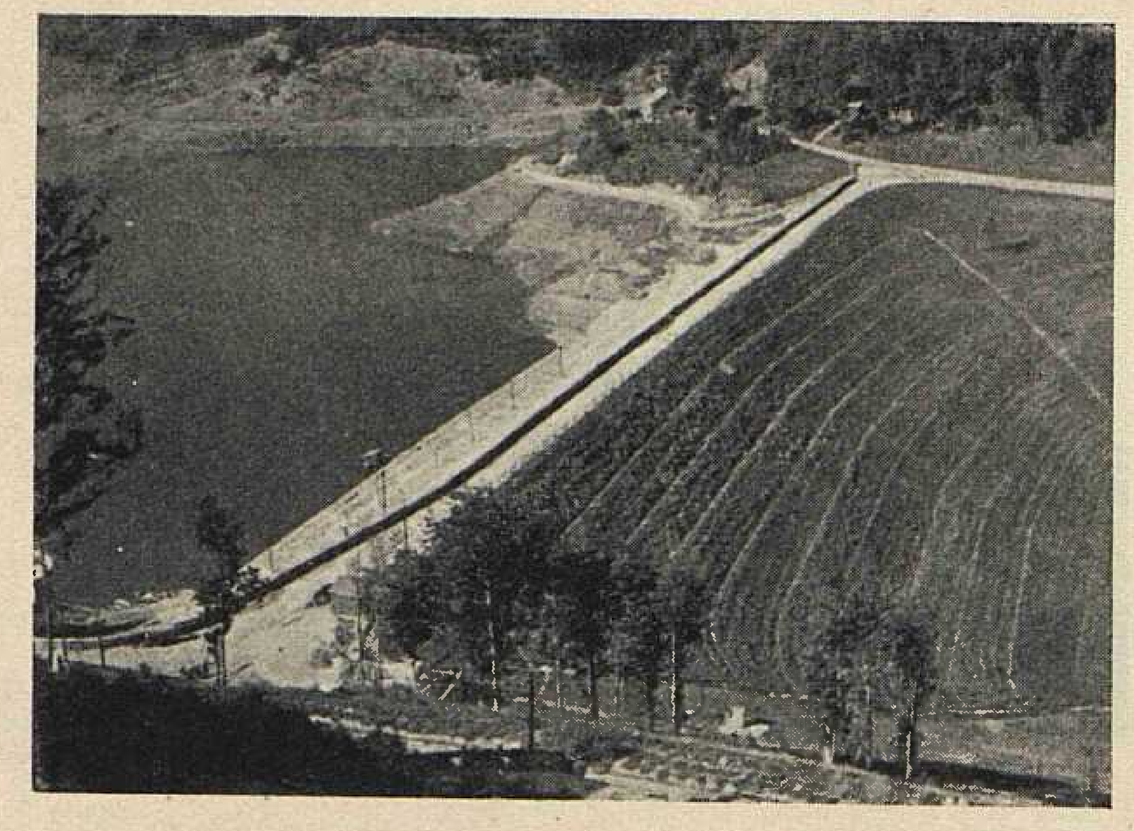
Prema raspoloživim kapacitetima izvodilo je poduzeće i objekte s područja ostale niskogradnje i to:

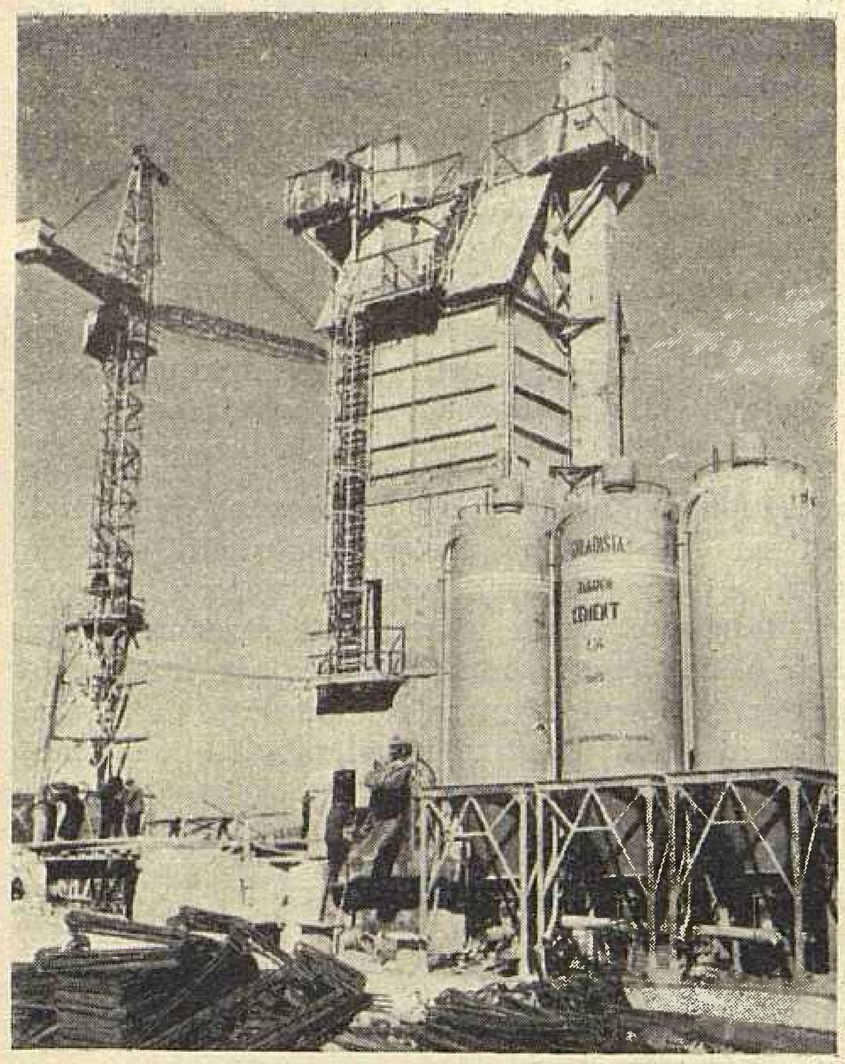
masovne zemljoradnje,
regulacije vodotoka i melioracije,
vodovode i kanalizacije,
temeljenje mostova i ostalih objekata,
izvedbu raznih podzemnih objekata, npr. podzemna skladišta za tekuća goriva i druge industrijske potrebe,
industrijske kolosijeke.

Na ovaj način razvila se »Hidroelektra« u kolektiv sposoban za izvođenje svih niskogradnji. U toku svog 15-godišnjeg postojanja i djelovanja poduzeće je okupilo i izobrazilo velik broj stručnih kadrova, kako inženjersko-tehničkih, tako i stručnih radnika, napose za rukovanje mnogobrojnom i specijaliziranom građevinskom mehanizacijom.

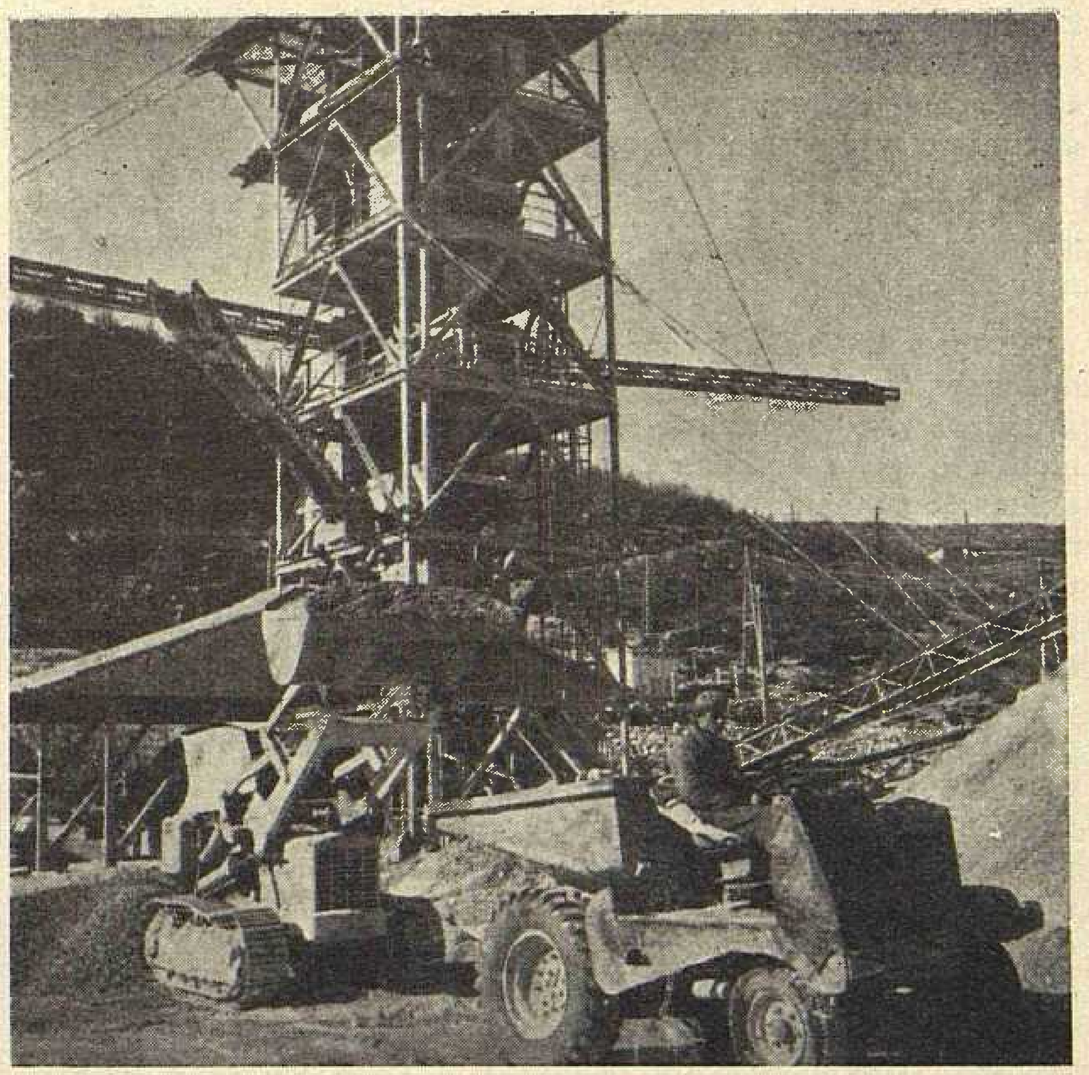
Poduzeće danas raspolaže mnogobrojnom i raznolikom građevinskom mehanizacijom. Osim standardne posjeduje i najsavremeniju mehanizaciju za izgradnju tunela kao: spe-

Hidroelektrana »Nikola Tesla«, brana Lokvarka





Hidroelektrana Split, automatska toranjska betonara sa silosima za cement



Hidroelektrana Split, drobilana i separacija za betonski agregat

cijalne bušare i bušaće skele, tunelske utovarivače, uređaje za pneumatsko ugrađivanje betona, betonske pumpe, torkret-aparate, drobilane i separacije za agregat, toranjske automatske betonare itd. Posjeduje, nadalje, i tešku mehanizaciju za izvođenje masovnih zemljanih radova i to buldožere, utovarivače gusjeničare, samohodne skrepere, skrepere s traktorskom vučom, bagere itd. Vrijednost ove mehanizacije iznosi danas preko 1,6 milijardi dinara, tako da je već postiglo zamjeran prosječni faktor mehanoopremljenosti od preko 0,8.

Kolektiv poduzima i daljnje mjere za moderniziranje i upotpunjenje svoje građevinske opreme. Kao rezultat tih nastojanja pokazuje se stalan porast produktivnosti rada. Godišnje izvodi građevinskih radova za oko 2 milijarde dinara. Dok je za ovakav kapacitet radova poduzeće moralo još pred desetak godina upošljavati u prosjeku 4000—5000 radnika i službenika, danas, zahvaljujući primjeni mehanizacije i savremenih metoda građenja, izvodi isti zadatak s manje od 1800 uposlenog osoblja. Ovakav uspješan napredak rezultat je nastojanja cjelokupnog kolektiva i požrtvovnog rada, te najveće brige njegovih organa upravljanja.

S obzirom na naročito brzi razvitak i napredovanje industrijalizacije u našoj državi, predviđeni su perspektivnim planom izgradnje hidroelektrana izuzetno veliki zadaci.

Može se očekivati da će ovaj kolektiv postizavati i nadalje najbolje uspjehe, te izvršavati zadatke, koje mu bude povjerila naša društvena zajednica.

V. J.

Osniva se Centar za izobrazbu kadrova u elektroprivredi NR Hrvatske

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske ulazi u završnu fazu priprema oko osnivanja Centra za izobrazbu kadrova u elektroprivredi, kome je svrha sistematsko i dugotrajno rješavanje kadrovskih problema, koji iz dana u dan postaju sve ozbiljniji.

Za osnivanjem jedne ovakove ustanove pokazala se potreba već daleko ranije, ali uslijed objektivnih poteškoća, kao što je financiranje Centra i sl. nije se moglo pristupiti stvaranju takove ustanove, već su se svi problemi te vrste rješavali na druge manje prikladne načine. Do sada je to rješavano uglavnom putem Elektroprivredne škole u Zagrebu i redovitim stipendiranjem na fakultetima, te na nizu drugih svakovrsnih kurseva, koje su poduzeća ili netko drugi sami organizirali. Ovakovim načinom mi nismo mogli biti zadovoljni, pogotovo ne s raznovrsnim tečajevima na koje su trošena prilično velika sredstva, a koji, može se slobodno reći, osim utjecaja na tarifni stav radnika nisu imali nikakav drugi utjecaj. Elektroprivredna škola u Zagrebu nije također potpuno odgovorila svojoj svrsi, dijelom zbog toga što joj program nije bio usklađen s potrebama elektroprivrede, a dijelom zbog toga što uslijed visokih troškova uzdržavanja pojedinog učenika elektroprivredna poduzeća nisu bila zainteresirana, da svoje kadrove šalju na školovanje u ovu školu.

Donošenjem Rezolucije o obrazovanju kadrova u privredi od strane Savezne narodne skupštine, a zatim i Osnovnog zakona o financiranju škola, privrednim organizacijama je omogućeno da više posvete pažnje uzdizanju kadrova i to kvalitetnijem nego ranije. Konačno privredne organizacije su stavljene sada u položaj da same vode potpunu brigu o svojim kadrovima. U ovako nastaloj situaciji Zajednica je poduzela niz mjera u pravcu rješavanja kadrovskih problema za cijelu elektroprivredu Hrvatske. U toku 1960. organizirana su savjetovanja s predstavnicima elektroprivrednih poduzeća, pa su doneseni zaključci da se kadrovska problematika rješava zajednički, jer se smatra da će se udruživanjem snaga i sredstava postići daleko veći uspjeh.

Da bi se moglo pristupiti definitivnoj odluci oko osnivanja Centra, Zajednica je započela prikupljanjem materijala za izradu elaborata o kadrovskoj problematici u elektroprivredi NRH. Izrađeni su statistički upitnici kroz koje bi se utvrdilo sadašnje stanje kadrova u elektroprivredi, te dostavljeni svim elektroprivrednim poduzećima da ih ispune i na osnovu njih izrade svoje elaborate, koje će dostaviti

Zajednici. Poslije tako sistematske obrade predviđa se još jedno savjetovanje na kojem će se razmatrati svi problemi s područja kadrova, a doneseni zaključci će biti nakon toga podneseni upravnom odboru Zajednice na odluku.

Kako se vidi ovo je poslije 1956. najopsežniji rad na polju kadrova. Tada provedena analiza pokazala je prilično zabrinjavajuće stanje.

Pripremajući se za novi sistem obrazovanja kadrova u elektroprivredi, predstavnici Zajednice vodili su do sada diskusije s predstavnicima Elektroslavonije, Osijek i predstavnicima osječke komune i tamošnjih stručnih škola o načinu i mogućnostima osnivanja centra za uzdizanje kadrova. Kroz razgovore, koji su vođeni u toku dva dana, konstatirano je da Elektroslavonija ima oko 140 učenika u privredi i dva puta toliko radnika, koji bi odmah bili spremni da pohađaju razne tečajeve za kvalifikaciju. Dalje u budućem razvoju elektrifikacije Slavonije ti će se brojevi sigurno podvostručiti, pored toga ima i nekoliko poduzeća na teritoriju komune, koji imaju sličnu situaciju. Postojeći način izobrazbe kadrova ne odgovara, to je zaključak svih. Nakon provedenih razgovora postignuta je suglasnost da Elektroprivredna škola, Zagreb, osnuje jedan svoj elektroodjel u Osijeku, koji bi radio pod kontrolom škole. Odjel bi imao svoga šefa i tri do četiri stalna stručna nastavnika, a ostali stručni nastavnici bi se angažirali honorarno iz Elektroslavonije i drugih stručnih ustanova i poduzeća. Elektroslavonija, osječka komuna i druga poduzeća sklopila bi ugovor sa Zajednicom kao osnivačem škole o snašanju alikvotnog dijela troškova za školu. Tako osnovani odjel bi bio i jezgra za osnivanje centra za uzdizanje, odnosno izobrazbu radnika, tu bi se držali razni tečajevi i seminari. Nema sumnje da je ovo veliki korak naprijed za Slavoniju, koja prilično oskudijeva u kadrovima. Ovakav prijedlog je iznesen pred organ upravljanja radnog kolektiva Elektroslavonije, koji se živo interesira za rješavanje kadrovskih problema, pa je taj prijedlog i usvojen.

Slični razgovori su već vođeni i s predstavnicima Rijeke i Istre, pa je i s njima dogovoreno kao i u Osijeku.

Na savjetovanju Komisije za kadrove JUGEL-a, koje je održano u januaru 1961. u Sarajevu, bilo je govora i o osnivanju centara, pa je prijedlog naše Zajednice, odnosno plan, za čije izvršenje su pripreme u toku, potpuno prihvaćen i ocijenjen kao dobar. Zajednici su još preostali razgovori s predstavnicima bazena Dalmacije o tim problemima, no vjerovatno će i oni uskoro uslijediti. Ovakove razgovore ocijenili smo kao vrlo korisne, jer su na njima izmijenjena mišljenja i iskustva, utvrđene razne poteškoće i zajednički pronalaženi načini za njihovo rješavanje. Smatramo da bi ovakove kontakte trebalo i dalje podržavati, jer će se samo tako moći pravovremeno otklanjati pojedine teškoće, koje su specifične za pojedino područje.

Kako treba da izgleda Centar za izobrazbu kadrova i koja bi bila njegova uloga

Na temelju provedenih razgovora, a u duhu postojećih propisa, mogu se već nazrijeti osnovni elementi Centra.

Prema planu, u Zagrebu bi se imao osnovati Školski centar, kao najviši oblik u sistemu obrazovanja radnika. On bi se sastojao iz škole za kvalificirane radnike s njenim područnim odjelima (sada Elektroprivredna škola), zatim đačkog doma, a kasnije i škole za pogonske inženjere. U Centru bi radili tečajevi za visoku kvalifikaciju svih struka u elektroprivredi, te niz raznih seminara, koji su od interesa i zajednički za cijelu elektroprivredu, kao što su seminari za tehničke direktore, za sekretare poduzeća, za kadrovike, za šefove računovodstva i sl. Pri Centru bi bila i komisija za završne ispite, koja bi bila ovlaštena da daje svjedodžbe.

Pored tog Školskog centra bili bi i centri za obrazovanje radnika kod pojedinih poduzeća, a čiji bi rang bio nešto niži. Oni bi djelovali samo za jedno određeno područje — bazen — a pri njima bi se osposobljavali polukvalificirani i kvalificirani radnici, koji prethodno nisu prošli stručnu školu. Pri tim centrima bi se također održavali tečajevi, koji ne bi imali opći karakter, već specifičan za to područje, ili stručni seminari koji uslijed većih izdataka ne bi mogli biti održani u Školskom centru.

Ovakova organizacija omogućavala bi nam svestranije obuhvaćanje problema izobrazbe kadrova, postigao bi se veći kvalitet u izobrazbi, a maksimalno bi se smanjili sporedni izdaci. Pored ovoga pruža se velika mogućnost kontrole organa upravljanja kako nad uspjehom polaznika, tako i nad ulaganjem sredstava.

Što nam je donio novi Osnovni zakon o financiranju škola

Dne 29. XII 1960. Savezna narodna skupština izglasala je Osnovni zakon o financiranju škola, koji je izašao u Službenom listu FNRJ br. 53 od 31. XII 1960. Novi zakon regulira način kako će privredne organizacije financirati škole, koje su već osnovale ili će ih po potrebi kasnije osnivati. Ovo je prvi zakon koji je tu materiju skoro potpuno reguliran. Zakon propisuje niz mjera, koje će omogućiti privrednim organizacijama da više vode brigu o svojim stručnim školama i đačkim domovima nego do sada.

Zakon propisuje da privredne organizacije mogu uzdržavati, odnosno financirati svoje škole iz sredstava, koja terete troškove poslovanja, odnosno na teret drugih svojih sredstava (fond zajedničke potrošnje). Zakon predviđa da privredne organizacije mogu iz svojih osnovnih sredstava, bez naknade prenositi predmete, koji mogu poslužiti kao učila u školama. Dakle, ovo je još jedna mjera da se školske radionice čim bolje i savremenije opreme. Zakon također predviđa da se privredne organizacije mogu udruživati oko uzdržavanja škole, na temelju ugovora o alikvotnom snašanju troškova prema broju polaznika. Vidi se da je zakonodavac time riješio niz pitanja, koja su bila prepreka privrednoj organizaciji za normalno održavanje škola. Zakon propisuje da se sva sredstva dodijeljena školi, oslobode svih obaveza društvenoj zajednici.

Sve u svemu, Zakon je omogućio da naše škole podignemo na jedan viši nivo i da im posvetimo daleko više brige nego do sada.

Mirko Jovanović

Uspješna proizvodnja elektroindustrije u 1960.

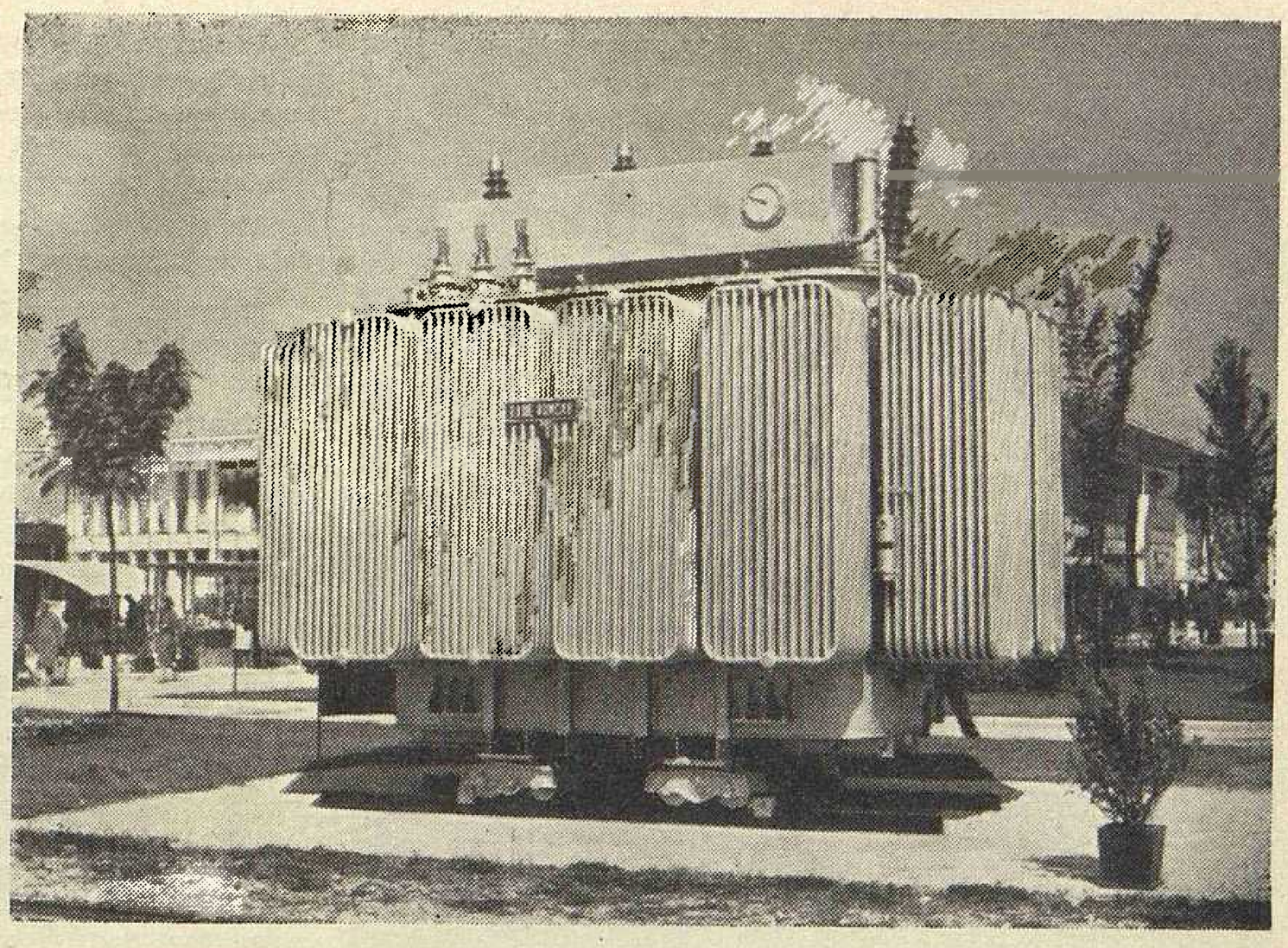
Osvojeni novi proizvodi

Od svih naših privrednih grana elektroindustrija je nakon oslobođenja postigla najveći napredak i uspon, ne samo količinski nego i kvalitetno. Značaj proizvodnje elektroindustrije za privredni razvoj zemlje je velik, naročito za ključnu industriju i elektroprivredu. Ranijih godina, kao i u toku 1960. učinjen je snažan napredak u razvoju elektroindustrije, osvojena su nova područja, izrađene su nove radne metode i povećan asortiman, naročito predmeta za široku potrošnju.

Usporedo s podmirenjem proizvodima elektroindustrije za pokriće domaćih potreba rastao je i izvoz. Osvojena su tržišta u mnogim državama u Africi, Aziji i Južnoj Americi, gdje su naši kvalitetni proizvodi primljeni i ocijenjeni vrlo dobro, tako da su na tom području ostvareni povoljni komercijalni rezultati.

U razvoju elektroindustrije ističu se u prvom redu vodeće tvornice ove industrijske grane: tvornica »Rade Končar« Zagreb, »Energoinvest« Sarajevo, »Elektrosrbija« Beograd,

Trofazni transformator 25 000 kVA za vanjsku montažu za hidroelektranu Ožbolt. Proizvod tvornice »Rade Končar« u Zagrebu



»Svjetlost« Rijeka, »Sever« Subotica, »Elektrostroj« Novi Sad, »Jug« Skopje, kao i veći broj tvornica i poduzeća po svim republikama.

Područje energetike

Najuspješniji proizvađač elektroindustrije, tvornica *Rade Končar,* pored standardnih proizvoda, dala je u toku 1960. niz novih proizvoda i to:

Živin čelični ispravljač s crpkom, nazivne struje 600 A, nazivnog napona do 800 V s primjenom za gradsku i industrijsku elektrovuču i za specijalne elektromotorne pogone.

Jednopolni rastavljač za 110 kV, 600 A, te trofazni dozemni rastavljač za 35 kV, 600 A i za 10 kV, 600 A, tropolni rastavljač za 10 kV, 2000 A i hidromatski prekidač za 10 kV 100 MVA, 400 A.

Naponski mjerni antirezonantni transformator za 220.000 V, konstruiran po licenci DEM Galileo, a izvedba s jednim ili dva sekundarna namota.

Trofazni suhi brodski transformator (tip TK Sf 32-17), 32 kVA, 410/230 V. Trofazni sinhroni samouzbudni kompaundni brodski turbogenerator, snaga 720 kVA, napon 440 V, 60 Hz, 1800/2250 o/min.

Elektromagnetska automatska regulacija elektroda lučne peći, snaga 1000 kVA, maksimalna struja 3210 A. Deflekcioni otklonski magnet, magnetno polje od 8000 Gausa, služi za otklanjanje ciklotronskog snopa za 15^0 (kutnih) za nominalnu energiju deuterona E = 16 MeV za energetsku analizu snopa.

Magnetska leća, žarišna daljina od 1,5 m na više za nominalnu energiju (deuterona E = 16 MeV, otvor leće 137 mm), služi za fokusiranje ciklotronskog snopa, a koristit će ga Institut »Ruđer Bošković« u Zagrebu.

Među novim proizvodima tvornice »Rade Končar« važno je istaknuti novoizrađenu opremu za velike energetske objekte. Konstruiran je turbogenerator snage 40.000 kVA, napon 10.500 V, težina cca 72.000 kg, za Toplanu Zagreb II. Nadalje trofazni transformator, snage 25.000 kVA za vanjsku montažu, napon 121.500/10.500 V, težina cca 67.800 kg, a namijenjen je za HE Ožbolt.

Za HE »Split« konstruirani su učinski prekidači napona 220 kV, minimalna struja 600 A, rasklopna snaga 5000 MVA.

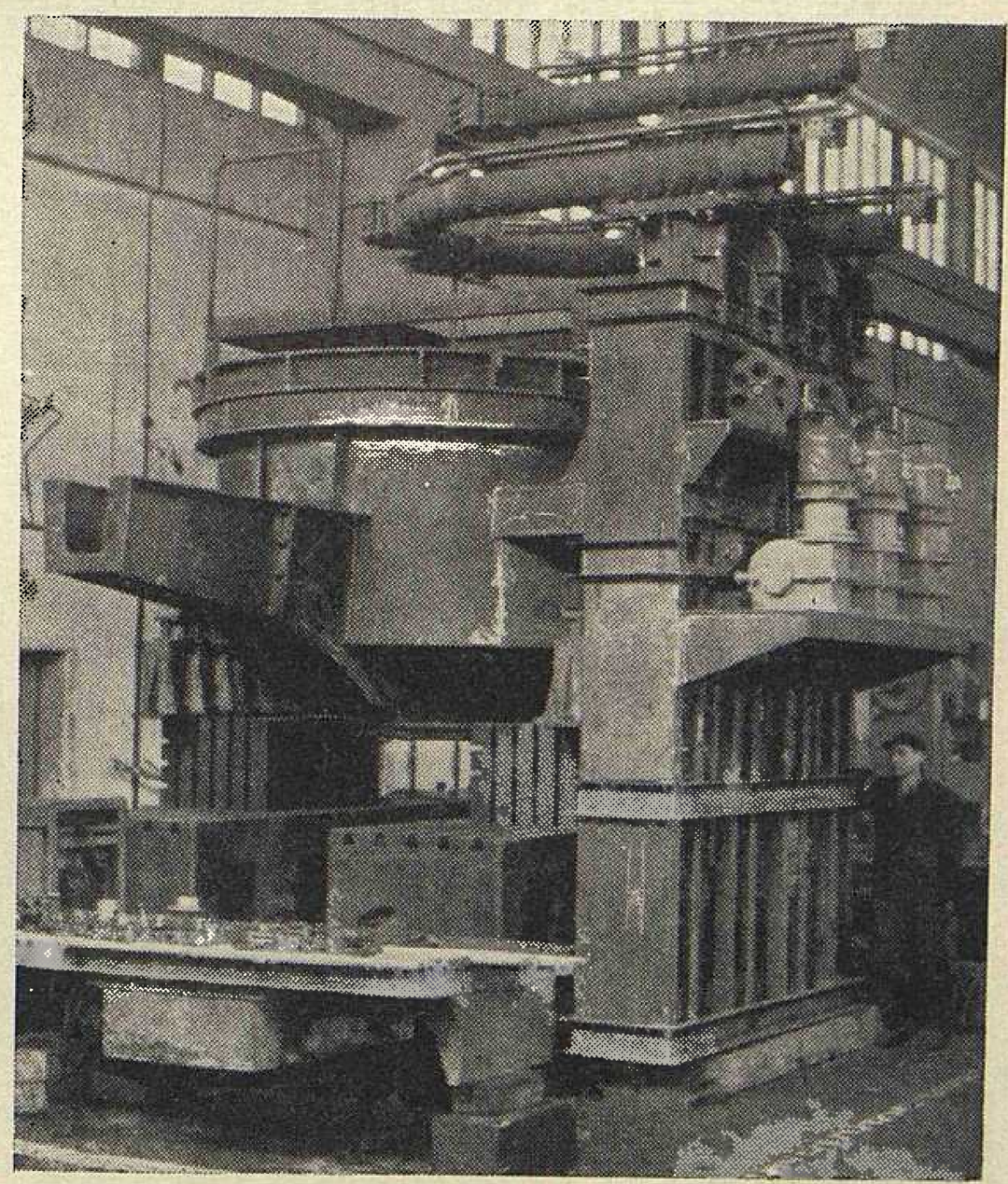
Poduzeće *Energoinvest* Sarajevo osvojilo je velik broj proizvoda za opremu elektrana, prijenosnih postrojenja, kao i drugih industrijskih pogona, koji su konstruirani u vlastitim tvornicama. Od novih konstrukcija spomenut ćemo najvažnije:

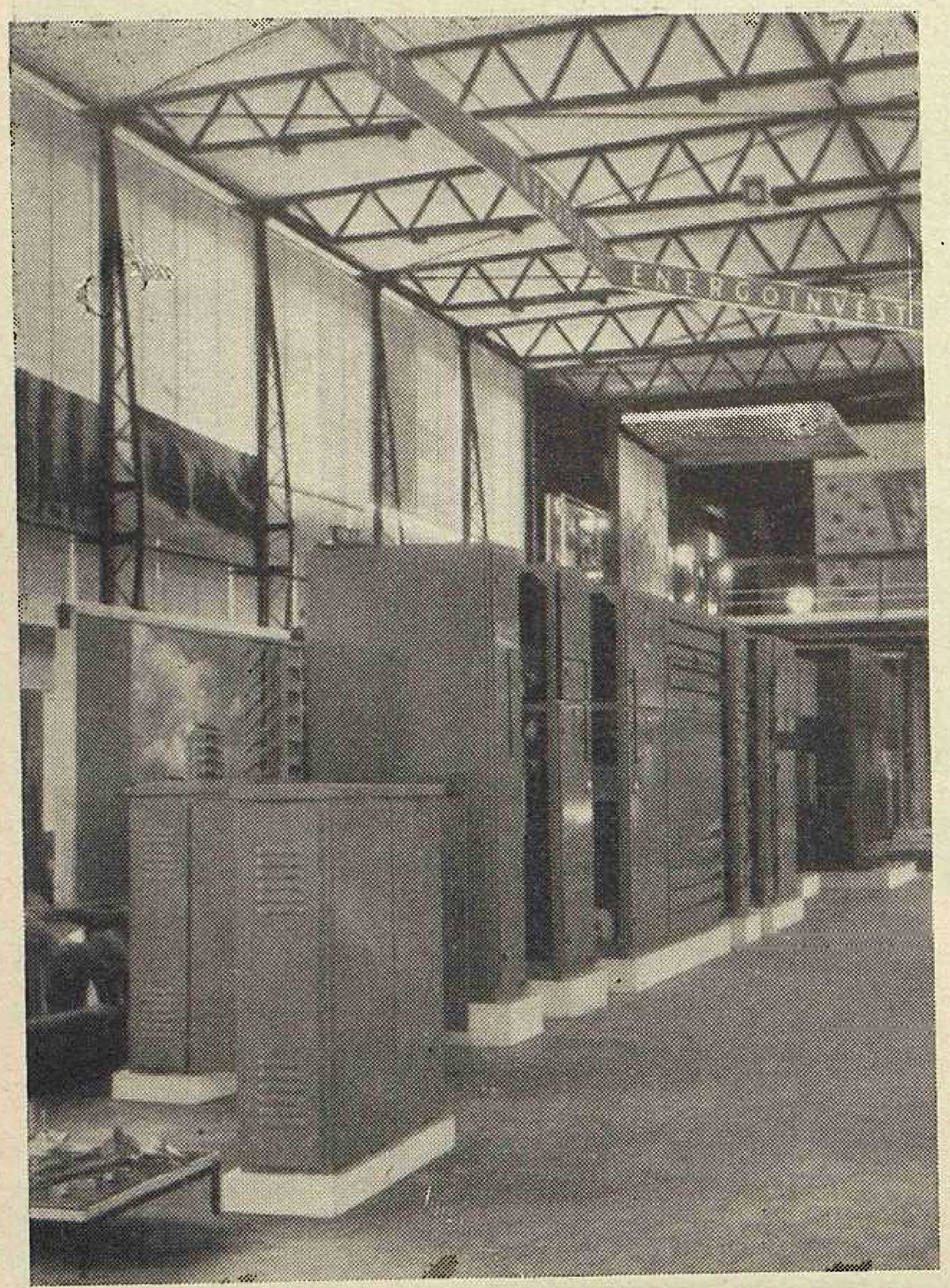
Oklopljena razvodna postrojenja i transformatorske stanice (vanjske i unutarnje montaže) za visoki i niski napon (gornji napon 10 i 35 kV). Blindirani linijski razvodi za industriju i stambene objekte, te lijevane i limene razvodne baterije, termički aparati i uređaji za toplane,

Poduzeće *Svjetlost* Rijeka proizvelo je nove agregate istosmjerne struje, motore istosmjerne struje, kutije i razdjelne ploče, te nove transformatore po 300 i 400 kVA.

Poduzeće *Elektrosrbija* Beograd od novih proizvoda za potrebe elektroprivrede dalo je katodne odvodnike za 110 i 220 kV, rastavljače za 110 i 220 kV, kao i kompletnu opremu za 110 i 220 kV.

Lučna peć 1000 kVA, kapacitet 1000 kg. Novi proizvod tvornice »Rade Končar« u Zagrebu





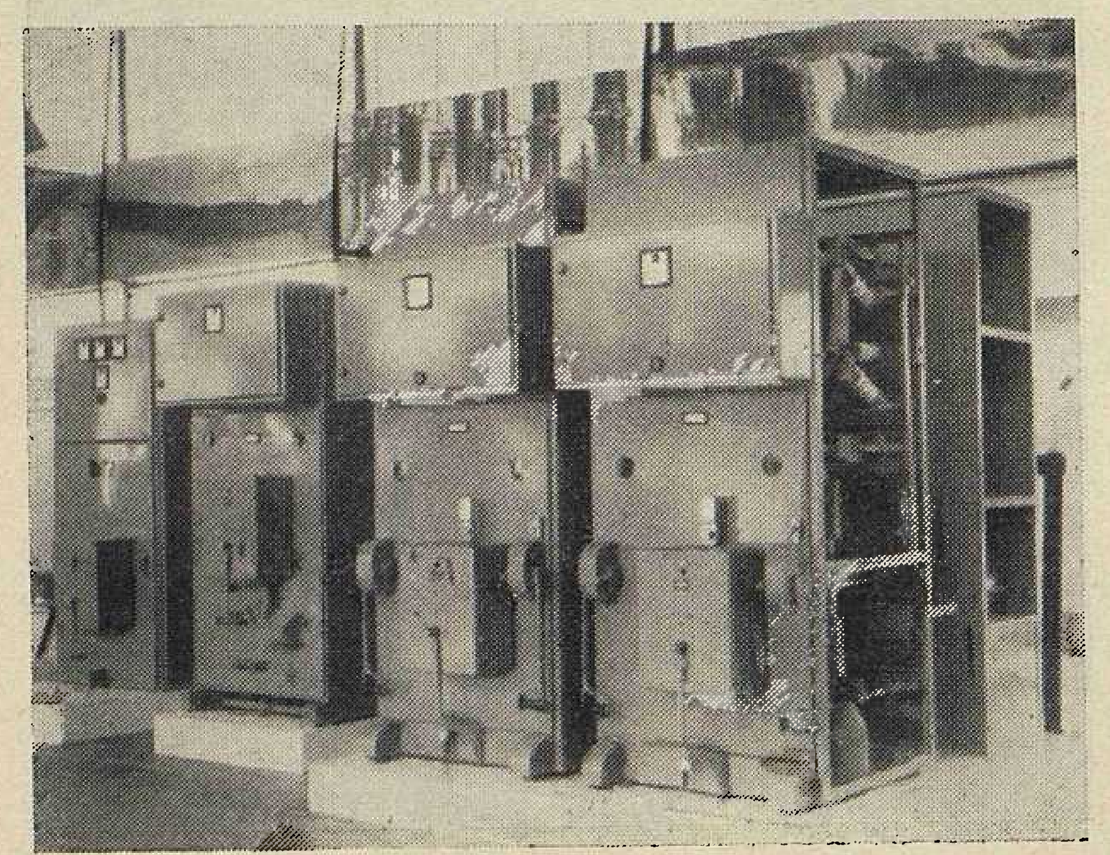
Transformatorske stanice za vanjsku i nutarnju montažu. Novi proizvod poduzeća »Energoinvest« u Sarajevu

Zagrebačko poduzeće *Braća Kavurić* proizvelo je kompenzacione mostove, stabilizatore napona, komandne ploče i kabine, te električne i zračne preklopke.

Tvornica *Croatia* Zagreb, pored širokog proizvodnog kapaciteta raznih baterija, od novih proizvoda izradila je zatvorene električne brusilice, te jednofazne motore bez kondenzatora i s kondenzatorom.

Tvornica *Munja,* Zagreb, plasirala je na tržište olovne akumulatore, telefonske baterije, te baterije za radio-aparate i članke za električnu vuču.

Oklopljene ćelije za rasklopna postrojenja. Novi proizvodi poduzeća »Energoinvest« u Sarajevu



Poduzeća *Elektroda i Jugomontaža* Zagreb proizvela su više tipova transformatora za električna zavarivanja. Osim toga tvornica *Elektroda* konstruirala je nove tipove strojeva za šavno svarivanje, kao i strojeve za točkasto svarivanje i elektrode za svarivanje.

Elektrotehničko poduzeće Osijek osvojilo je izradu uređaja za niskonaponsku mrežu i različite sklopke.

Tvornica *Nikola Mašanović,* Dubrovnik dala je novi proizvod držala za četkice i ugljene grafitne proizvode za električne aparate i uređaje.

Tvornice *Elka,* Zagreb, *Novosadska tvornica kabela* Novi Sad i *Moša Pijade* Svetozarevo, proizvele su velik asortiman izoliranih kabela i vodiča.

Tvornica *Sever* Subotica, konstruirala je više tipova elektromotora, a od novih proizvoda mikromotore za kućanske električne aparate i vučne motore za dizelske električne lokomotive.

Tvornica *Kontakt,* Zagreb, dala je široki asortiman proizvoda instalacionog materijala.

U grupi proizvađača za izradu uređaja za razdiobu struje, svojim su novim proizvodima najviše postigli:

Poduzeće keramike i elektroporculana Izlake, Slovenija, *Radioelektro* Kragujevac, *Fabrika elektroporculana,* Novi Sad, zatim *Svjetlost* Doboj, *Termoelektro* Beograd, *Elektrostroj* Novi Sad i *Keramika* Prijedor.

Područje rasvjetne tehnike i telekomunikacija

U grupi rasvjetne tehnike zapaženi su na našem tržištu razni rasvjetni elementi novijih tipova, kao žarulje, svjetiljke, lusteri, reflektori, prigušnice i drugo. U ovoj grani najbolje rezultate dali su: *TEŽ, Ivan Šikić* i *Elektromehanika* svi iz Zagreba, zatim *Tesla* Pančevo, *Elektrotehničko poduzeće* Osijek, *Obod* Cetinje, *Zmaj* Ljubljana, *Metalija* Subotica, kao i niz drugih proizvodnih poduzeća iz ove elektroindustrijske grane.

Iz oblasti telekomunikacija poduzeća dala su vrijedne proizvode ne samo za potrebe domaćeg tržišta, nego dobar dio proizvodnje izvozi se i na strana tržišta.

Poduzeće *Radioindustrija* Zagreb izradilo je novi tip prijemnika *Pionir,* sa 5 cijevi, srednji i kratki val, zatim radioaparat s ugrađenim gramofonom, te radio-prijemnik UKV s 4 valna područja, 4 zvučnika i 10 cijevi.

Institut za elektroveze Ljubljana proizveo je elemente za telekomunikacione uređaje, kao i laboratorijsku opremu, a tvornica *Radioelektro* Kragujevac automobilske prijemnike.

Zavodi RR Niš proizvode radiofonske tranzistorske i televizijske prijemnike, a tvornica *Rudi Čajevac* Banja Luka uz veliki asortiman standardnih proizvoda prešla je na proizvodnju televizijskih prijemnika.

Poduzeće *Galaplastika* izradila je proizvode od plastične mase za potrebe radio-industrije i elektroindustrije.

Tvornica *Nikola Tesla* Zagreb, posve je osvojila konstrukciju telefonske automatske centrale sistema »Crossbar«, kao i druge vrste telefonskih centrala za opremu novosagrađenih telefonskih centrala u zemlji.

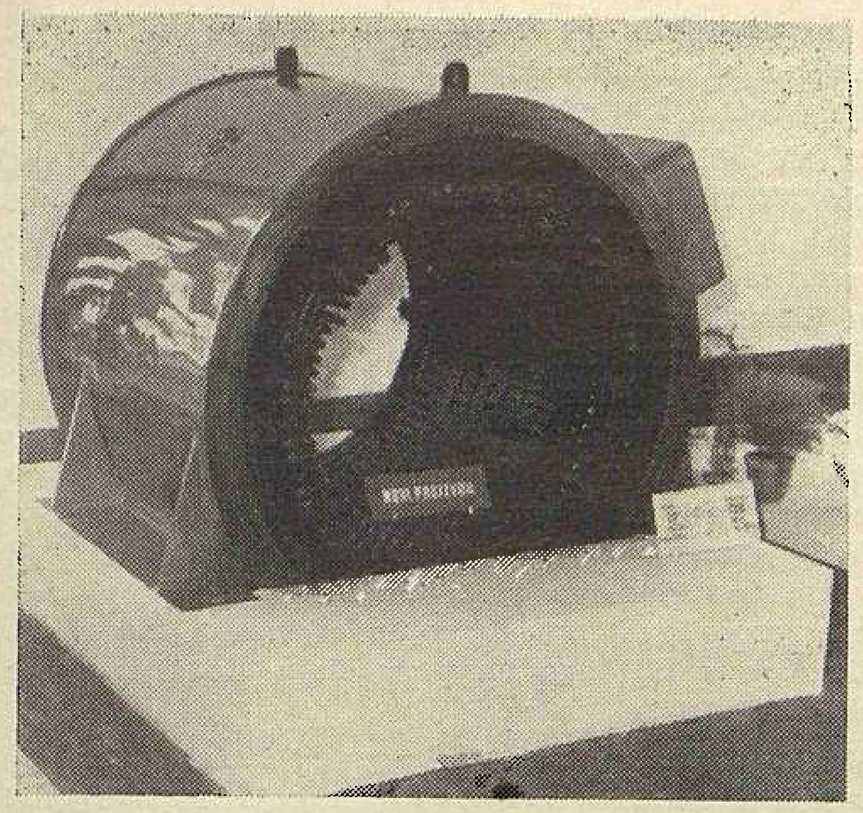
Beogradska elektronska industrija *Belind* u toku 1960. dala je nove proizvode za radioindustriju, telekomunikacije i signalne uređaje, kao i razne aparate za uvađanje elektronike u sve industrijske grane.

Aparati za široku potrošnju

Poslovne zajednice *EKA, Maris* i *Standard* predstavljaju kooperaciju srodnih poduzeća, koja su proizvela velik broj produkata namijenjenih širokoj potrošnji.

Tvornica *Goran* proizvela je nove električne i plinske štednjake, kuhala, te kombinirane štednjake plin-elektrika, zatim strojeve za pranje rublja, kalorifere i druge uređaje.

Tvornica *Kontakt* radi termičke sklopke, te kompletan »šuko«-materijal za aparate namijenjene za široku upotrebu.



Brodski turbogenerator snage 720 kVA. Novi proizvod tvornice Rade Končar u Zagrebu

Tvornica *Rade Končar* proizvodi električne grijaće ploče za štednjake, elektroopremu za bojlere, strojeve za pranje rublja i radijatore, a tvornica *Elektron* Samobor bojlere od 10 do 120 litara, nove tipove običnih glačala i glačala s automatom.

Tvornica *Georgi Naumov* Bitola izradila je dva nova tipa hladnjaka, dok tvornica *11. Oktomvri* Kumanovo, univerzalne električne aparate raznih kapaciteta za kuhanje, a poduzeće *Jug* Skopje sobne peći, te kalorifere za grijanje i hlađenje.

I poslovna zajednica *Maris* koja učlanjuje pretežno poduzeća s područja NR Slovenije, proizvela je u 1960. velik broj novih proizvoda za potrebe široke potrošnje.

Zapaženi su u prodajnoj mreži usisači prašine proizvod tvornice *Elektrokovina* Maribor, zatim više tipova hladnjaka i strojeva za pranje, proizvod tvornice *Hidromontaža* Maribor.

Iako je gradnja velikih strojeva i opreme za elektroprivredu i ostalu industriju možda najglavniji zadatak elektroindustrije, osvajanje produkata za široku potrošnju u svrhu podizanja standarda radnog čovjeka predstavlja važan faktor našeg privrednog života.

Taj razvitak produžit će se i dalje i omogućit će se ne samo privredni prosperitet zemlje nego i opće podizanje životnog standarda.

Elektroindustrija sa nekoliko tisuća svojih raznih zanimljivih proizvoda predstavlja značajnu afirmaciju našeg privrednog razvoja i uspona.

Ivan Radman

Novi radovi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu

Tokom godine 1960. izradio je elektroenergetski odjel Instituta za elektroprivredu u Zagrebu niz elaborata s područja hidroelektrana, visokonaponskih mreža, distributivnih mreža itd. U daljnjem tekstu donosimo sažet pregled nekojih elaborata, a u idućim ćemo se brojevima »Energije« povremeno osvrnuti i na nove radove ostalih odjela instituta.

KARAKTERISTIČNE VELIČINE HIDROELEKTRANA

Napredak životnog standarda i tehnike odrazuje se po četiri razvojne linije kod izgradnje hidroelektričnih postrojenja: 1) Akumulacijskim se elektranama pridaje sve veća vrijednost, te se ova vrst hidroelektrana izgrađuje gdjegod za to postoje preduvjeti; 2) Akumulacijske elektrane grade se sa sve višim stepenom izgradnje; 3) U zemljama koje imaju i vodne snage i rezerve fosilnih goriva, obje vrsti proizvodnje električne energije razvijaju se uglavnom uporedo, tako da bi se omjer između hidrauličke i termičke proizvodnje održao što dulje u intervalu od 1 : 1 do 2 : 1; 4) Procjene neto-potencijala vodnih snaga u Evropi još uvijek rastu.

Autor elaborata ing. Marijan L e s k o v a r navodi najvažnije napretke u građevinskom i u elektrostrojarskom dijelu tehnike izgradnje hidroelektričnih postrojenja, i u elektroenergetskoj tehnici uopće. Navodi i primjere na kojima se očito odrazuju gornje četiri razvojne tendencije. Tako je npr. pokazano da procjene neto-potencijala vodnih snaga zadnjih godina u Evropi rastu još uvijek za oko 1% na godinu.

U elaboratu su iznijete mogućnosti primjene izloženih novih dostignuća u Jugoslaviji, reperkusije navedenih tendencija na daljnju izgradnju hidroelektrana i na način kako i čime ih treba opremati. Napose su dane neke karakteristike opreme, s vrijednostima koje nalaže predviđeni razvoj elektroprivrede Jugoslavije.

ISTODOBNOST POJAVE VODA U HIDROELEKTRANAMA JUGOSLAVIJE S POJAVOM VODA U HIDROELEKTRANAMA AUSTRIJE, ŠVICARSKE, FRANCUSKE I ITALIJE

Za određivanje mogućnosti dopune među elektroenergetskim sistemima, u kojima proizvodnja hidroelektrana predstavlja značajan dio ukupne proizvodnje, od osnovnog je značenja poznavati istodobnost pojave voda u hidroelektranama pojedinih promatranih elektroenergetskih sistema. Poznavanjem tih odnosa moguće je barem ocijeniti kakovi su izgledi da se u nekom promatranom mjesecu istodobno s malim vodama u jednom od promatranih sistema pojave srednje ili velike vode u drugom sistemu. U takovom slučaju postojat će izgledi za dopunu među hidroelektranama dvaju sistema.

Da bi se odredili izgledi za energetsku dopunu među elektroenergetskim sistemom Jugoslavije s jedne strane i elektroenergetskim sistemima Austrije, Švicarske, Francuske i Italije s druge strane, autor elaborata prof. dr ing. Hrvoje P o ž a r proveo je analizu čiji su rezultati prikazani u elaboratu pod gornjim naslovom.

OSNOVNO RJEŠENJE ELEKTRIFIKACIJE ISTRE

Svrha elaborata je da dade načelne smjernice za elektrifikaciju Istre. Obuhvaćeno područje Istre odnosi se na 2690 km² kotara Pule. Nakon 30 godina imat će oko 280 000 stanovnika i 80 000 kućanstava. Analizom konzuma autor ing. Ivan J a n i ć pokazuje da će maksimalno opterećenje iznositi 230 MW, a potrošnja električne energije 836 GWh. Ovome odgovara prosječni godišnji eksponencijalni prirast od 7,6% za vršno opterećenje, a 6,6% za električnu energiju.

Kao glavni izvor električne energije predviđa se izgradnja transformatorske stanice 220/110 kV kod Sv. Vinčenta s instaliranom snagom od 2 × 150 MVA. Ukupno se predviđa pet transformatorskih stanica 110/35 kV: Buje, Plomin i Baderna po 2 x 31,5 MVA svaka, Pula 2 x 40 MVA, te Raša 2 x 20 MVA, 110/35 kV i 2 x 20 MVA, 110/50 kV. Mreža 110 kV uglavnom je formirana iz TS 220/110 kV Sv. Vinčent. Osim spajanja TS 110/35 kV Raše, Pule i Baderne dvostrukim vodovima 110 kV s TS 220/110 kV Sv. Vinčent, predviđa se i udvostručenje 110 kV voda Matulji–Raša. S ova dva voda i 110 kV vodom Kopar–Buje 3 x 150 mm² Alče napajat će se uglavnom i Istra do izgradnje TS 220/110 kV Sv. Vinčent. Osim toga time se osigurava napajanje Raše s dva voda 110 kV, što će biti potrebno nakon predviđenog prijelaza elektroprivredne mreže od napona 50 na napon 35 kV.

Predviđa se i zatvaranje prstena 110 kV Istre s vodovima Buje–Baderna–Pula. Svi vodovi 110 kV su predviđeni s presjekom 3 × 150 mm² Alče. Ukupno se predviđaju 23 transfor-

matorske stanice 35/10 kV i 1062 distributivnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV. Ukupni predviđeni troškovi za izgradnju visokonaponske mreže Istre iznose oko 13,7 milijardi dinara.

USPOREDBA EKONOMIČNOSTI TRANSPORTA UGLJENA I ELEKTRIČNE ENERGIJE S OSVRTOM NA DANAŠNJE PRILIKE U JUGOSLAVIJI

U elaboratu pod gornjim naslovom autor ing. Jerko Jerić ispituje mogućnosti i troškove transporta jugoslavenskih glavnih vrsta ugljena: kamenog, mrkog i lignita, u sirovom stanju od ugljenika na udaljenosti 100, 200 i 300 km radi snabdijevanja gorivom u odgovarajućim konzumnim područjima lociranih termoelektrana, opterećenih maksimalnim snagama 40, 80, 120 i 240 MW. Za usporedbu je pretpostavljeno da su termoelektrane istih snaga izgrađene u okviru ugljenih polja i da se odgovarajuće količine energije sadržane u transportnom ugljenu prenose električnim vodovima do istih konzumnih područja.

Rezultati ispitivanja pokazuju da se prema današnjim ekonomsko-tehničkim prilikama i prema raspoloživim termičkim izvorima energije u Jugoslaviji, niskokalorično gorivo lignit, koje čini 90 % od ukupno procijenjenih rezervi svih vrsta ugljena, može ekonomično koristiti u elektroprivredne svrhe samo izgradnjom termoelektrana u okviru lignitskih polja i prijenosom proizvedene električne energije vodovima do konzumnih područja.

UKLAPANJE TE BAKAR U ELEKTROPRIVREDNU MREŽU

Na bazi otpadaka nove rafinerije nafte u uvali Urinj kod Bakra mogla bi se izgraditi termoelektrana ukupne snage 72 MW, 80 MVA. Zadatak autora ing. Borisa Markovčića bio je, da izradi prijedlog o najprikladnijem priključku te elektrane na elektroprivrednu mrežu. Budući da je elektrana predviđena praktički u središtu konzuma, u obzir bi došao napon 30 kV, no s druge pak strane uz HE Rijeka, snaga od 80 MVA toliko je velika, da prelazi uske lokalne potrebe, pa dolazi u pitanje i priključak na 110 kV.

U elaboratu pod gornjim naslovom razrađen je razvoj konzuma šireg i užeg područja Rijeke, opći uvjeti priključka elektrane, snage kratkog spoja i potrebne investicije za 4 varijante. Na koncu je učinjena usporedba razmatranih uvjeta i varijanata, pa je na temelju toga odabrana kao najpovoljnija varijanta s glavnim sabirnicama blok transformatora na 30 kV. Za vezu s mrežom 110 kV predviđen je regulacioni transformator 60 MVA, 30/110 kV.

OSNOVNO RJEŠENJE ELEKTRIFIKACIJE PODRUČJA GORNJEG POKUPLJA

Elaborat pod gornjim naslovom izradio je ing. Vladimir Štengl u okviru obrade perspektivnog razvoja visokonaponske distributivne mreže NRH, a obrađuje razvoj mreže na širem području Gornjeg Pokuplja, koje obuhvaća cijeli Gorski Kotar i južni dio Korduna. U administrativnom pogledu ovo područje obuhvaća pojedine dijelove kotara Rijeka, Ogulin i Karlovac (oko 3300 km² i 100 000 stanovnika). Analiza konzuma pokazuje, da će ukupna potrošnja energije na čitavom području nakon 30 godina iznositi oko 135 MWh/god. (1250 kWh/kuć., god.), uz vršno opterećenje od oko 42 MW. Ovakovom razvoju konzuma odgovaraju eksponencijalni prirasti potrošnje u granicama 5,76–7,32 % i vršnog opterećenja u granicama 5,6–11,7 % godišnje.

Mreža 30 kV oblikovana je iz tri glavna izvora energije: HE Vinodol, TS 110/30 kV Vrbovsko i HE Gojak. U cjelokupnoj mreži 30 kV predviđeno je ukupno deset transformatorskih stanica 30/10 kV od kojih danas postoje samo tri. U Gorskom Kotaru predviđene su stanice u Vratima, Delnicama, Kupjaku, Vrbovskom i Brodu na Kupi, dok su na Kordunu predviđene stanice u Oštarijama, Ogulinu, Plaškom, Slunju i u Bosiljevu. Veličine stanica variraju od instalirane snage transformatora 1 x 1,6 do 2 x 2,5 MVA.

Obrađena je i etapna izgradnja mreže, koja pokazuje da je znatan dio mreže potrebno izgraditi već u prve dvije etape, tj. približno do oko 1970. Troškovi izgradnje cjelokupne mreže, proračunati s današnjim cijenama, iznose oko 2,6 milijarde dinara, od čega na prvu etapu do 1965. otpada oko 685 milijuna dinara.

Na analogan su način ing. V. Štengl i Krešimir Španiček izradili i elaborat *»Osnovno rješenje elektrifikacije područja Donjeg Pokuplja«*, koji obuhvaća veći dio Korduna i Banije uključivši i grad Karlovac (2700 km², 185 000 stanovnika). Za napajanje čitavog područja predviđena je izgradnja TS 110/35 kV Karlovac u neposrednoj blizini grada. Snaga transformacije mijenjat će se tokom etapa od 1 x 20 MVA do 2 x 40 MVA. Stanica se uklapa u postojeće vodove 110 kV iz Gojaka i Vinodola prema Zagrebu.

Mreža 35 kV oblikovana je kao radijalna, a pojedini vodovi imaju i mogućnost dvostranog napajanja. Ukupno je predviđeno šest transformatorskih stanica 35/10 kV za napajanje konzuma u pokrajini i to u Dugoj Resi, Jastrebarskom, Jamnici, Ozlju, Krnjaku i u Vrginmostu. Veličine stanica variraju po veličini transformacije od 1 x 2,5 MVA do 2 x 4,0 MVA. Za grad Karlovac nije u elaboratu dano rješenje.

Rezultati analize pokazuju, da je već u prvoj etapi potrebno izgraditi TS 110/35 kV Karlovac, TS 35/10 kV Jamnicu i Krnjak te odgovarajuće vodove 35 kV. Ukupni troškovi izgradnje mreže proračunati su sa današnjim cijenama u iznosu oko 2,8 milijarde dinara, od čega na prvu etapu otpada oko 860 milijuna dinara.

MJERENJE KONSTANATA VODOVA

S obzirom na to da točnost rezultata proračuna konstanata vodova u izvjesnim slučajevima (nulte konstante) ne zadovoljava potrebe prakse, ing. Miroslav Jung obradio je utvrđivanje konstanata vodova putem mjerenja. Mjerenje konstanata vodova preporuča se također i u slučajevima kada proračunske metode daju dovoljno točne rezultate (direktne konstante), i to iz razloga kontrole izvedbe.

Elaborat pod gornjim naslovom sadrži obradu mjernih metoda za utvrđivanje konstanata vodova, primjere primjene obrađenih mjernih metoda na 110 kV vodovima Rakitje–Vinodol i Konjščina–Resnik, te preporuke za provođenje mjerenja u našim uslovima. Osim toga dan je detaljni opis aparata i instrumenata potrebnih za mjerenje konstanata naših vodova, preporučen je redoslijed po kojem treba vršiti mjerenja, dane su sheme za pojedina mjerenja, te su priloženi formulari za unošenje očitanih podataka i izračunavanje potrebnih konstanata. Podaci aparata i instrumenata, koje treba nabaviti, određeni su na osnovu zahtjeva da se omogući uredno mjerenje našeg najduljeg voda, tj. voda 220 kV Zagreb–Split.

I. B. M.

Razne vijesti iz elektroprivrede

TEČAJ IZ ZAŠTITNE I MJERNE TEHNIKE ZA OSOBLJE DISTRIBUTIVNIH PODUZEĆA

Kao što je u lipnju 1960. održan tečaj za osoblje elektrana i prijenosnih poduzeća, kojem je povjereno uzdržavanje zaštitnih i mjernih uređaja, tako je od 18. do 22. listopada 1960. održan sličan tečaj za distributivna poduzeća. Pozivu se odazvalo sedamnaest (od postojećih osamnaest) poduzeća i poslalo ukupno 52 predstavnika, a uz njih su tečaj polazila i tri namještenika elektroprivrede Crne Gore i jedan gost iz jednog zagrebačkog industrijskog poduzeća.

Na tečaju su obrađena pitanja zaštite transformatora i vodova za napone do uključivo 30 kV te mjerni transformatori i instrumenti, naročito brojila. Prema tome je obrađeno područje, koje upravo najviše zanima distributivna poduzeća, a na prijedlog samih poduzeća program je proširen na prikaz naročitih sprava za ispitivanje kabela i uzemljenja.

Predavači na tečaju bili su ing. V. Hangi za zaštitu transformatorskih stanica, ing. L. Pađen za zaštitu vodova, D. Radulović za brojila i mjerne transformatore i J. Jalšovec za mjerne transformatore. Svako je područje obrađeno u jednom danu i to prije podne teoretski, a poslije podne praktički ispitivanjima i udešavanjima uređaja u laboratorijima Zajednice, pri čemu su sudjelovali i A. Šaler i A. Furjan. Kod organizacije tečaja odsjeku za prijenos pogonskog odjela Zajednice pomoglo je Stručno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije.

Na kraju tečaja dne 22. X učesnici su razgledali dvije transformatorske stanice 30/5 kV »Elektre Zagreb«, koja je prikazala i svoje uređaje za mjerenja i ispitivanja na kabelima. Osim toga je pregledana i baždarnica i izvedeno ispitivanje uzemljenja upravne zgrade Zajednice. Tečaj je završen izletom u okolicu Zagreba s razgledavanjem interesantnih objekata te zakuskom na Sljemenu.

Svi su polaznici tečaja primili sva predavanja s tečaja sa svim prilozima (svega 118 strana i 141 slika), a to će biti dostavljeno i svim distributivnim poduzećima.

U Zajednici se predviđa održavanje tečaja za pogonsko osoblje, na kojem bi se obradila razna pitanja u vezi s rasklopnim uređajima, vodovima, ispitivanjima i sl.

Ing. Ladislav Padjen

IZOBRAZBA KADROVA U PODUZEĆU »DALEKOVOD«

Poduzeće za izgradnju i projektiranje elektroenergetskih objekata »Dalekovod« zapošljava u svojim pogonima i radilištima na terenu nekoliko stotina radnika na izgradnji i projektiranju dalekovodne mreže. Za uspješno realiziranje radnih planova potreban je kvalitetan stručni kadar. Poduzeće je dosad ulagalo velike napore oko uzdizanja stručnog nivoa svojih radnika. Polučeni su dobri rezultati, no još uvijek u tome radu ima propusta i manjkavosti.

U toku 1960. provedena je analiza stručnosti radnika, pa je utvrđeno da oko 50 % zaposlenih nema potrebnih stručnih kvalifikacija za poslove koje obavljaju. Naročito se osjeća manjak visokokvalificiranih stručnjaka, prvenstveno u terenskim radnim jedinicama.

Organi radničkog upravljanja »Dalekovoda« izradili su plan o mjerama za stjecanje stručnog znanja svojih članova koji će se realizirati u toku 1961.

Uspostavljena je suradnja s Radničkim sveučilištem »Moša Pijade«, koje će pomoći radnicima, naročito onima, koji su zaposleni na terenu, da se na popularan način razradi određeno stručno gradivo za polaganje ispita, a predviđeno je i održavanje seminara pomoću magnetofona.

Prema planu organizirat će se tečajevi za betonirce, jer tu je najveći broj radnika bez potrebnih stručnih kvalifikacija. Nadalje će se organizirati razni tečajevi za montere, koji će se specijalizirati za pojedine faze radova kod montaže dalekovoda visokog napona.

Kako je poduzeće proširilo djelatnost na polaganje podvodnih kabela to je za što uspješnije obavljanje i tih radova potrebno osigurati stručni kadar. U tu svrhu organizirat će se tečaj montera za polaganje podvodnih kabela. Dvojica montera koji postignu najbolji uspjeh na ovom tečaju bit će upućeni na daljnju specijalizaciju u inozemstvo.

U projektnom sektoru poduzeća organiziran je početkom prosinca seminar za usavršenje tehničkih crtača elektrotehničkog smjera. Seminar će trajati 3 mjeseca, a cilj je da proširi teoretsko i praktično znanje crtača upoznavši ih s nekim novim metodama rada.

I. R.

KLANJEC I KRAPINA DOBIT ĆE NOVE TRANSFORMATORSKE STANICE

Na području distributivnog poduzeća »Elektra« Zabok otpočela je gradnja dviju transformatorskih stanica 30/10 kV u Klanjcu i Žutnici–Krapina. Za izgradnju spomenutih stanica »Elektra« će uložiti 48 milijuna, dok je 30 milijuna dinara osigurano iz zajma. Daljnja sredstva za gradnju i nabavu opreme u iznosu od 114 milijuna dinara osigurana su dijelom iz republičkog, dijelom iz kotarskog investicionog fonda, a sudjelovat će i neka poduzeća tekstilne industrije s područja krapinskog kotara.

Izgradnjom novih transformatorskih stanica u Klanjcu i Žutnici bit će poboljšana opskrba električnom energijom novih i starih tekstilnih pogona u ovim krajevima.

I ostali će potrošači u krapinskom kotaru imati dovoljne količine električne energije, a osim toga bit će omogućena i elektrifikacija još neelektrificiranih sela u području krapinskog kotara.

I. R.

STANOVI ZA NAMJEŠTENIKE INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU

Stambena zadruga namještenika Instituta za elektroprivredu osnovana 1959. razvila je veliku aktivnost na izgradnji stanova za svoje članove.

S gradskim fondom za stambenu izgradnju sklopljeni su ugovori za 20 što dvosobnih, što trosobnih stanova. Članovi stambene zadruge položili su vlastito učešće od 20 milijuna dinara.

Stanovi se grade na gradilištima u Folnegovićevoj ulici (8 stanova), na Voltinom naselju (3 stana), u Novom Zagrebu I (4 stana) i Novom Zagrebu II (5 stanova).

Članovi zadrugari prema slobodnom izboru birali su projekte, te su se odlučili za objekte tipa *Tučkorić, Bartolić* i *Korbar*. Predviđeno je da svi stanovi budu završeni u toku 1961. i 1962.

I. R.

»ELEKTROPROJEKT« PROŠIRUJE DJELATNOST

Poduzeće za projektiranje energetskih postrojenja i vodogradnja »Elektroprojekt« odlukom organa radničkog upravljanja proširilo je svoju djelatnost. Pored dosadašnjeg poslovanja poduzeće će nabavljati i opremu za sva postrojenja iz djelatnosti poduzeća. Nadalje će isporučivati kompletna postrojenja u okviru svoje djelatnosti na bazi kooperacije uključujući tu projektiranje, izradu cjelokupne opreme, izgradnju, nadzor, montažu i puštanje postrojenja u pogon.

Okružni privredni sud u suglasnosti s Narodnim odborom Općine Donji grad odobrio je poduzeću »Elektroprojekt« proširenje djelatnosti.

I. R.

TERMOENERGETSKA ISPITIVANJA TANKERA »PETAR ZORANIĆ«

Po narudžbi brodogradilišta »Treći maj« iz Rijeke Institut za elektroprivredu iz Zagreba obavio je termoenergetsko ispitivanje nedavno u Bosporu tako tragično nastradalog tankera »Petar Zoranić«. Brodogradilište »Treći maj« provjerava na taj način projektne osnove i dobiva karakteristične podatke za daljnju proizvodnju turbinskih brodova.

Toplinski odjel Instituta izvršio je ta ispitivanja na pokusnoj vožnji prigodom primopredaje tankera Jugoslavenskoj tankerskoj plovidbi, Zadar, dne 24. kolovoza 1960.

Predmet ispitivanja bio je: utvrđivanje stepena djelovanja kotlova, potrošnje topline turboagregata, te kompleksne potrošnje goriva za toplinskoenergetski ciklus. Ispitivanja su obavljena za tri režima vožnje: sniženi, normalni i maksimalni.

Dobiveni rezultati bili su u skladu s projektnom osnovom, što je dokaz, da su na brodu bile ostvarene sve energetsko-ekonomske karakteristike, koje su bile postavljene prilikom projektiranja tankera.

Ing. J. L.

REKONSTRUKCIJE U TERMOELEKTRANI ZAGREB

Budući da TE Zagreb prelazi na proizvodnju toplotne energije za potrebe industrije zapadnog dijela grada, treba u elektrani rekonstruirati pojedine pogone.

Upravni odbor ZEPH odobrio je iznos od 170,000.000 dinara, koji će se upotrebiti za rekonstrukciju pogona u svrhu što sigurnijeg snabdijevanja toplinskih potrošača.

Prema usvojenom programu prvo će se izgraditi pogon za čišćenje pojne vode, jer današnji kapaciteti neće zadovoljiti stvarne potrebe. Taj će pogon biti opremljen najmodernijim aparatima i uređajima. Njegova gradnja već je počela i stajat će oko 48 milijuna dinara. Građevinske radove izvodi zagrebačko poduzeće »Hidroelektra«, dok će opremu montirati stručne ekipe tvornice »Đuro Đaković« iz Slavonskog Broda.

I. R.

IZGRADNJA PAROVODNE MREŽE IZ TE ZAGREB

Prema usvojenim projektima TE Zagreb u Zagorskoj ulici opskrbljivat će toplotnom energijom industrijska postrojenja, bolnice, te javne i veće stambene objekte na području općina Černomerec i Trešnjevka. Idejno rješenje izgradnje parovodne mreže za pojedine potrošače izradio je Institut za elektroprivredu, a glavne projekte za izvedbene radove projektirali su stručnjaci poduzeća »Mašinoprojekt«, Zagreb.

Među prvim potrošačima koji će koristiti toplotnu energiju iz stare zagrebačke termoelektrane za svoje tehnološke procese bit će tvornica kemijskih i farmaceutskih proizvoda »Pliva«. U siječnju ove godine otpočela je izgradnja parovoda Elektrana — Pliva. Građevni radovi povjereni su poduzeću »Hidroelektra«, a montažu će izvesti montažno poduzeće »Braća Kavurić« Zagreb. Za građevne radove predviđeno je oko 43 milijuna dinara.

Drugi parovod koji će se izvesti iz Elektrane prema planu bit će dionica Elektrana Šaht I—Vojna pošta 3566. Predračunska svota za građevinske radove ovog parovoda iznosi oko 59 milijuna dinara. Raspisana je licitacija za gradnju koja uskoro treba početi.

I. R.

GODIŠNJA SKUPŠTINA ZANATSKE KOMORE ZA KOTAR SPLIT

Uskoro će se održati godišnja skupština Zanatske komore za kotar Split u Splitu na koju šalje »Elektrodalmacija« 12 svojih izabranih delegata.

Prema zakonskoj odredbi poduzeća za distribuciju električne energije, kao komunalne privredne organizacije, treba da se učlane u zanatsku komoru kotara. Savezno s tim i »Elektrodalmacija« se je učlanila u Zanatsku komoru za kotar Split.

Prema informacijama koje se čuju predstoji reorganizacija Zanatske komore u smislu zadržavanja i primanja u članstvo izvjesnih privrednih organizacija. Tako npr. građevna poduzeća bi išla u Građevinsku komoru, a poduzeća koja se kvalificiraju kao industrijska učlanila bi se u Industrijsku komoru. Kvalificiranje dotičnih poduzeća u tu svrhu baziralo bi na veličini vrijednosti njihovih osnovnih sredstava.

A. A.

PENZIONIRANJA U »ELEKTRODALMACIJI«

U mjesecu siječnju 1961. otišla su u penziju 3 radnika i 2 službenika »Elektrodalmacije«, pošto su pretežni dio svoga radnog staža ostvarili u Elektrodalmaciji. Pri rastanku bili su srdačno pozdravljeni i u znak pažnje nagrađeni malim darovima. To su: Duje Tomić Ferić, električar, Ivan Delić, rajonski monter u Kaštel Sućurcu, Hrvoje Kukoč, poslovođa, Ante Pogančić, inkasator i Jakov Aglić, financijski službenik.

A. A.

LJESTVE RASTEGAČE NA AUTOMOBILU

»Elektrodalmacija« već duže vremena upotrebljava za radove i popravke električnih stupova i vodova, kao i instalacija na visokim zidovima, ljestve rastegače montirane na automobilu.

Ove ljestve konstruirao je radnik »Elektrodalmacije«, višestruki udarnik drug Andrija Krstulović iz Splita, koji je sada u penziji. Prema njegovom nacrtu i pod njegovim nadzorom izrađene su ljestve rastegače i trajno montirane na automobil s osrednjom karoserijom oblika kamiona. Rastegnute ljestve visoke su 12 m, slažu se na auto automatski, a isto se tako automatski rasklapaju i dižu. Auto istovremeno prevozi i potreban broj montera, tako da se rad na popravcima mreže u gradu vrlo racionalizira. Ljestve se mogu odvojenim umetkom produžiti još za 5—6 metara.

A. A.

Važniji pogonski događaji u elektroenergetskim postrojenjima 1960.

TRAVANJ

A. Hidroelektrane

U hidroelektranama tokom mjeseca nije bilo remontnih radova ni kvarova. Zbog povoljnih vodnih prilika hidroelektrane su bile sa svim agregatima u stalnom pogonu osim HE »Nikola Tesla«, koja je korištena kao vršna elektrana.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 3. IV—11. IV. Izvan pogona zbog radova na zajedničkim pomoćnim uređajima. U istom periodu završen je remont TA 3.

12. IV. Došlo je do manjeg kvara na roštilju kotla 1, koji je otklonjen već 13. IV.

19. IV. Završen je remont kotla 4.

24. IV. Završen najnužniji popravak zida kotla 3.

19. IV. Kvar na kabelskoj glavi spojnog kabela generatorske grupe 3. Popravak je izvršen u roku od 2 dana.

29. IV. Proboj jednog elektromotora za odstranjenje drozge iz kotlova, a 30. IV. probio i drugi takav elektromotor. U pogonu se nalazi treći motor, ali i njemu je prijetila opasnost od kvara, jer nije bio potpuno ispravan. Problem ovih elektromotora, koji do sada nisu zadovoljili zbog čestih kvarova i dugotrajnih popravaka je u rješavanju. Novi elektromotori naručeni su kod tvornice »Rade Končar«, te bi trebali biti prema ugovoru isporučeni u trećem kvartalu 1960.

14. IV. Izvršen je komisijski pregled, jer je došlo do pucanja svoda bunkera transportera, koji se nalazi ispod skladišta, na kojem je uskladišteno preko 40.000 tona ugljena, te sloj ugljena dosiže i do 12 m. Komisija je ustanovila, da nastale pukotine ne predstavljaju neposrednu opasnost, ali treba nastojati, da se bunkeri što prije rasterete.

TE Zagreb 4. IV. Započeo remont kotla br. 4, koji je predviđen do 7. V.

8. IV. Završen je remont TA 2, koji je počeo 25. II. i bio predviđen do 31. III. Do produženja roka je došlo zbog povećanog opsega radova na čišćenju kondenzatorskih cijevi.

13. IV. Započeo remont TA 1, kojom prilikom će biti izmijenjene lopatice reakcionog dijela ovog turboagregata. Izmjenu lopatica izvršit će ekipa čehoslovačkih montera uz pomoć osoblja TE Zagreb. Rok remonta predviđen je do 30. IV. Završena je i montaža uređaja za čišćenje dimnih plinova. Ventilator sa elektromotorom će biti vjerojatno isporučen do konca o. g. kada se i očekuje puštanje uređaja u pogon.

TE Rijeka. 28. IV. Završen je remont TA 1 i završeno je čišćenje kotla 4.

TE Vlaška. 11. IV. Završeni su radovi na pomoćnim uređajima zbog kojih je cijela elektrana bila izvan pogona. Radovi su započeti 28. III.

C. Prijenosna postrojenja

U toku mjeseca dovršen remont DV 110 kV Nedeljanec–Jertovec, te DV 110 kV Resnik–Klara, DV 110 Rakitje–Jertovec, DV 110 kV Matulji–Divača i 110 kV Split–Šibenik II (jela).

25. III. stavljen u pogon transformator II 110/30 kV, 10 MVA u TS Raša poslije popravka.*

19. IV. popravljen i stavljen u pogon transformator II 110/35 kV u TS Pula. Pokusno priključena TS Šišan preko novog DV 35 kV čime je u Puli napušten napon 50 kV.

U TS Šibenik je izvršena revizija polja DV Split II 110 kV. Nova brojila za međurepubličku razmjenu baždarena i podijeljena za ugradnju.

D. Postrojenja za razdiobu

1. III. Stavljen je u pogon novi DV 2 × 30 kV Šibenik–Lozovac 120 mm² Alče i započeta je demontaža starog dalekovoda. Stavljena u pogon nova RS Lozovac 30 kV i započeta demontaža stare privremene.*
Vremenske prilike u IV mjesecu bile su loše sa čestim atmosferskim pražnjenjima, koja su uzrokovala kvarove na postrojenjima za razdiobu.

8. IV. Pregorio transformator 50 kVA u TS 5/0,4 kV T-104.

14. IV. Proboj kabela 30 kV Toplana–Uklopna IV.

21. IV. Pregorio transformator 400 kVA u TS 5/0,4 kV T-176 (»Elektra« Zagreb).

30. IV. Proboj kabela 30 kV u TS 30/5 kV Ilovac.

23. IV. Pregorio transformator 30 kVA u TS 10/0,4 kV T-327 (»Elektra« Karlovac).

E. Telekomunikacioni uređaji

Završeno je ukopčavanje brojeva na telefonsku centralu za 100 brojeva »Elektrodalmacije«.
Premješten VF-uređaj u Zakučcu.

---

* Naknadno stigli podaci za mjesec ožujak.

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektroprenos Zagreb	Elektroprenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	6	4	10
B. Trajanje smetnji (h)	12,35	10,00	22,35

SVIBANJ

A. Hidroelektrane

U toku mjeseca svibnja sve jedinice hidroelektrana bile su u pogonu ili spremne za pogon.

He Gojak. 25. V. Rađeno na podešavanju turbinskih regulatora svih agregata.

Brana Peruća. 18. V. Otvoren djelomični temeljni ispust, te je započeto sa iskorištavanjem akumulacije za potrebe HE Kraljevca.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 19. V. do 31. V. izvršen je djelomičan remont kotla 3. Remont je bio djelomičan zbog toga, da bi se omogućio početak remonta HE »N. Tesla« od 1. VI.

17. V. Kvar na dodavaču ugljena za roštilj kotla 1, koji je popravljen istoga dana.

21. V.–27. V. Revizija TA 1. Izvršeno pranje turbine od zasoljenja i ugrađen je uređaj za mjerenje aksijalnog pomaka.

Problem elektromotora za odstranjenje drozge iz kotlova još nije potpuno riješen. Popravak kod »R. Končara« bit će na vrijeme izvršen.

TE Zagreb. Nastavljen je remont TA 1.

1. V. Počeli su radovi na zamjeni uređaja za rasprskivanje na rashladnom tornju I, koji su predviđeni do 15. VI.

TE Rijeka i TE Vlaška bile su spremne za pogon.

C. Prijenosna postrojenja

U toku mjeseca izvršen je remont slijedećih 110 kV vodova: Resnik–Sisak; Split–Kraljevac I; Split–Kraljevac II; Sisak–Banja Luka; Banja Luka–Jajce; Jertovec–Rakitje. Započeo remont slijedećih dalekovoda: Rakitje–Vinodol i Kraljevac–Mostar. U transformatorskim stanicama nije bilo značajnijih pogonskih događaja.

D. Postrojenja za razdiobu

U toku mjeseca svibnja kvarovi na postrojenjima za razdiobu bili su uglavnom uzrokovani atmosferskim pražnjenjima.

5. V. Pregorio transformator 75 kVA 10/0,4 kV u TS Barban (»Elektroistra« Pula).

12. V. Pregorio transformator 40 kVA 10/0,4 u TS Sv. Ivan (»Elektroprimorje« Rijeka).

5. V. Pregorio transformator 100 kVA 10/0,4 u TS – T 804 (»Elektra« Zagreb).

1. V. Pucanje vodiča na DV 35 kV HE Slapovi na Uni–Lički Osik uslijed snijega i leda.

Novi objekti pušteni u pogon:

TS 6/0,4 kV, 65 kVA – Hruškovac (»Elektra« Varaždin);
TS 6/0,4 kV, 250 kVA – Svilana Varaždin (»Elektra« Varaždin).

E. Telekomunikacioni uređaji

Izvršene pripreme za postavljanje uređaja UKV na Kozjaku i započeta ispitivanja o čujnostima pojedinih točaka.

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektroprenos Zagreb	Elektroprenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	5	5	10
B. Trajanje smetnji (h)	7,30	4,00	11,30

LIPANJ

A. Hidroelektrane

HE Gojak. 1. VI. Kvar na agregatu 3. Došlo je do raspuknuća dosjednog prstena na regulatoru pritiska. »Litostroj« je morao izraditi novi dosj. prsten te je kvar otklonjen 8. VI, a agregat je ušao u pogon.

5. VI. Ispražnjeni tuneli zbog revizije prije remonta, koji je trebao početi 1. VII.

HE Kraljevac. 8. VI. Započeo remont hidroelektrane. Izvršene su revizije svih agregata i ostalih dijelova postrojenja. Remont je završen 28. VI tj. prije planiranog roka, kako bi se mogla koristiti voda iz Peruće. Do otvaranja Peruće, međutim nije došlo prema prvobitnom dogovoru.

HE Nikola Tesla. 1. VI. Započeo remont postrojenja, koji je bio planiran za 30. VI. Kako se ove godine nisu mogli izvesti radovi na saniranju cjevovoda, tok je skraćen pa je remont završen 20. VI. Također su izvršene revizije svih agregata i električnih uređaja. Izvršeno je krpanje puknuća u cjevovodima.

HE Ozalj. 26. VI. Obustavljen je pogon I od 4–12 sati radi spajanja 5 kV provizorija, da bi se omogućili radovi na rekonstrukciji starog rasklopnog postrojenja.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 21. VI. Turboagregat 3 izvan pogona 2 sata, kako bi se omogućilo začepljivanje jedne kondenzatorske cijevi koja je procurila.

TE Zagreb. 6. VI. Započeo je remont kotla 3 na kojem je trebalo izmjeriti kotlovske cijevi. Remont je predviđen do 31. VIII 1960.

20. VI.–28. VI. Izvršeno je plansko čišćenje kotla 2.

TE Vlaška. 28. VI. Počelo čišćenje kotla 2 koje je predviđeno do 3. VII 1960.

C. Prijenosna postrojenja

U toku mjeseca završen je remont DV 110 kV Rakitje–Vinodol.

26. VI. Stavljena je u pogon konačna transformatorska stanica 110/30 kV Sisak sa transformatorom od 20 MVA i dalekovodnim poljima 110 kV Sisak–Jajce i Sisak–Resnik, te 30 kV Sisak–željezara. Provizorni transformator 110/30 kV stavljen izvan pogona.
Prigodom radova u novoj transformatorskoj stanici 110/30 kV dobio je udarac struje jedan radnik poduzeća »Dalekovod«, te je sa lakšim opekotinama prevezen u bolnicu.

D. Postrojenja za razdiobu

Vremenske prilike u toku mjeseca lipnja bile su kišovite uz česta atmosferska pražnjenja što je uglavnom uzrokovalo kvarove na postrojenjima za razdiobu.

15. VI. Proboj kabela 6 kV DV Sjever–Sl. Požega.

27. VI. Rušenje piramide na DV 30 kV Lozovac–Drniš zbog udara groma.

27. VI. Prekid dva vodiča na DV 10 kV Ugljan–Pašman.

27. VI. Izgorio stup na DV 35 kV Mlini–Dubrovnik.

E. Telekomunikacioni uređaji

Premještena kućna centrala, te uređaji ET 5 u Zakučcu u nove prostorije.

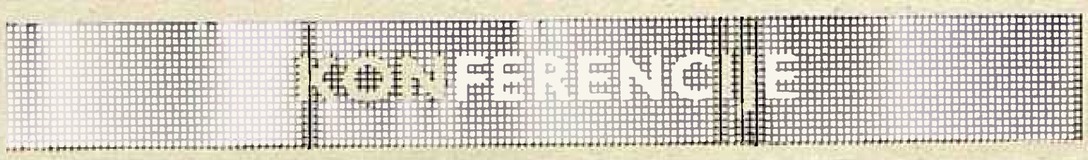
U toku mjeseca izvršena su djelomična ispitivanja sa stanicama UKV. Montirana je relejna stanica na Kozjaku i uređaji u upravi i kolima.

Izvršena je montaža veza VF »Mostar–TS »Ston« sa EG 3 aparaturama.

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektroprenos Zagreb	Elektroprenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	4	8	12
B. Trajanje smetnji (h)	63,50	9,50	73,40

Iz Pogonskog odjela ZEPH



V. kongres Jugoslavenskog nacionalnog kongresa za visoke brane
Beograd 11. do 13 XI 1960.

1. OPĆENITO

Jugoslavenski nacionalni komitet za visoke brane* i njegovi kongresi, imaju danas već svoju određenu fizionomiju – tretiranje problema visokih brana u svim oblicima. Ovamo spadaju: terenski istražni radovi, projektiranja, modelska ispitivanja, izgradnja brana i svi problemi u vezi s njome, te oskultacije i kontrola ponašanja brana nakon njihove izgradnje.

Kao član Međunarodne komisije za visoke brane Svjetske energetske konferencije, Jugoslavenski komitet je, u svojim nacionalnim granicama obrađivao i specifično domaće probleme i međunarodnu stručnu problematiku. Ovdje u prvom redu spada tehnologija, te priprema i ponašanje betona za hidrotehničke objekte i visoke brane. U tu svrhu osnovan je i poseban potkomitet, koji je već počeo radom.

Dosad je održano pet kongresa za visoke brane. Prvi je održan 1950. u Zagrebu, drugi 1952. u Jablanici, treći 1954. na Bledu, a IV je bio u Skopju 1957. Zadnji, V kongres, održan je u Beogradu od 11. do 13. studenog 1960.

Prikazujemo glavnu problematiku dosadašnjih kongresa, njihovu povezanost, teme V kongresa (43 referata), diskusiju i zaključke.

Dosadašnji kongresi i njihove teme

Teme, koje su obrađivane na četiri prethodna kongresa, mogu se svrstati u slijedeća područja visokih brana:

akumulacioni bazeni;
velike vode i njihova evakuacija;
hidraulička ispitivanja na modelima i u prirodi;
oskultacija brana te usporedba rezultata s proračunima i ispitivanjima na modelima;
prikaz projekata i izvedenih brana;
beton i cement za visoke brane;
injektiranje i konsolidacija tla;
organizacija gradilišta i građenje;
seizmički utjecaji na visoke brane.

Od objekata, koji su tretirani na prvom kongresu kao: HE Moste, HE Zvornik, HE Jajce II, Vlasina, HE Nikola Tesla, širilo se područje interesa i istraživanja — usporedno s izgradnjom novih objekata. Tako su na slijedećim kongresima prikazani i obrađivani objekti: HE Jablanica, HE Međuvršje, HE Medvode, HE Peruća, brana Radoinja, HE Vuhred, HE Liverovići, HE Kokin Brod, HE Komarnica, HE Gojak, HE Rijeka, Mavrovo, brana Grančarevo i druge. Uz specifične teme bilo je i općih tema s područja visokih brana.

Referati su glavnom odražavali dinamiku projektiranja i izgradnje energetskih objekata u toku proteklih 10 godina. Upute i sugestije, koje su donesene kao zaključci pojedinih kongresa, bile su smjernice za rad u slijedećim godinama i za slijedeći kongres. Neke smjernice i upute provlačile su se iz kongresa u kongres, što pokazuje, da u praksi ta područja odnosno te preporuke još nisu našle svoj način realizacije. Tako npr. zaključak o uputama za projektiranje visokih brana i pravilnik o oskultaciji i kontroli visokih brana. Zadnji, V kongres, postavio je to pitanje ponovno u prvi plan, te postoji nada, da se ono na slijedećim kongresima neće više pojavljivati u svojem sadašnjem obliku.

Suradnja sa srodnim organizacijama

Proširujući tematski krug problema s područja visokih brana, Komitet za visoke brane morao je širiti i način suradnje sa srodnim područjima. Eksperimentalna hidraulika dobila je svoj specifičan kongres i organizaciju. Tako se pojavila potreba suradnje Komiteta za visoke brane s Jugoslavenskim društvom za hidraulička istraživanja. Problem tehnologije hidrotehničkog betona — njegova specifičnost — koja ga stavlja u posebno područje upotrebe betona kod gradnje visokih brana, pružila je mogućnost suradnje s odgovarajućim organizacijama i institutima. Sličan je slučaj s publiciranjem knjiga i priručnika s područja gradnje visokih brana. Tu se pojavila potreba izdavanja tehničkog rječnika za visoke brane. Radi studiranja i praćenja opsežne problematike, vezane uz podzemne radove kod gradnje visokih brana, u okviru Komiteta za visoke brane osnovan je poseban potkomitet.

2. TEME KONGRESA

Izvršni odbor Komiteta je svojom okružnicom broj 7, od 1. VII 1960. preporučio naslove 13 tema za izbor referata. Četiri teme iz te okružnice (10., 11., 12. i 13.), predviđene su u isto vrijeme kao teme, koje će se tretirati na VII kongresu Međunarodnog komiteta za visoke brane u Rimu 1961. Naslovi su tih tema:

10. *Izbor, prerada i specifikacija agregata za beton visokih brana,*

11. *Podzemni radovi u vezi s visokim branama,*

12. *Moderna tehnika visokih brana za široke brane i pripadajući objekti,*

13. *Brtvljenje brana od zemlje i kamenog nabačaja pomoću bituminoznih produkata i ostalih materijala.*

Teme V kongresa mogu se grupno svrstati u područja:

terenski istražni radovi — podloga i okoliš brane kao njezin sastavni dio;
iskustva s izgrađenim branama (oskultacija);
projekti novih brana i njihova problematika;
modelska ispitivanja;
injektiranje i konsolidacija tla;
općenite teme.

Nedostajale su teme:

građevinska operativa i njezina iskustva kod izgradnje visokih brana u našoj zemlji;
problematika tehnologije materijala za gradnju visokih brana, posebno beton.

Neki govornici i diskutanti naglasili su pomanjkanje spomenutih tema, te je predloženo organizatoru slijedećeg kongresa, da u programatsku tematiku uključi sve one teme, koje su kao potrebne nedostajale V kongresu, a i nekim ranijima.

Kratki sadržaj iznesenih tema

Hidroelektrane, o kojima se podneseni tematski referati uglavnom su:

HE Đerdap, HE Bočac, HE Šipovo, HE Solakovac, HE Bistrica, HE Dubrovnik i HE Peruća, no bile su obuhvaćene i neke druge.

Za HE Đerdap je referent (dr ing. Mihailo Vojinović) ispitivao utjecaj đerdapske akumulacije na kretanje lebdećeg nanosa Dunava. Na temelju dobivenih rezultata, autor zaključuje, da lebdeći nanos neće ni nakon izgradnje brane ometati plovidbu, niti će smanjivati korisnu zapreminu bazena.

Ing Stjepan Mikulec iznio je rezultate istraživanja sigurnosti krške akumulacije Miruše. Metodom kompleksnih istraživanja, koja je primijenjena kod ove krške akumulacije mogu se — prema mišljenju autora — riješiti i najkompliciraniji problemi krša. Sredstva uložena u ta istraživanja uvijek su opravdana.

Referenti iz Vodogradbenog laboratorija Ljubljana, obradili su rezultate modelskih ispitivanja hidromehaničke opreme. Tako je ispitivan utjecaj opterećenja preljevne vode na dimenzioniranje zaklopki i upotreba deflektora na skijaškom skoku.

Ing. Emin Miljković obradio je problem evakuacije velikih voda kod HE Bočac u kanjonu rijeke Vrbasa. Ispitane su dvije varijante:

1. preljev preko brane i propuštanje kroz temeljni ispust, te

2. dio vode preko brane, dio kroz temeljni ispust, a najveća količina s tzv. šahtnim preljevom s prstenastim zatvaračem.

U specifičnim uslovima HE Bočac, varijanta 2 je jeftinija od prve. Radi provjere računskih rezultata, izvršena su i modelska ispitivanja. Manja dotjerivanja potvrdila su usvojene kapacitete.

Grupa autora iz Energoinvesta Sarajevo, prikazala je projekt lučne brane za HE Bočac.

Referat ing. Ognjena Jokanovića obrađuje metodu proračuna lučnih brana za idejne projekte.

Ing. Dušan Milovanović iznio je rezultate izgrađenih brana Rastovača, Gornjak, Idbar i Grošnica. Vrlo živu diskusiju izazvao je referat o brani Idbar, u vezi izbjegnute nesreće, koja joj je prijetila zbog pojave vode kroz stijenu oko oslonca na desnoj obali. Diskutanti i članovi komisije, koja je ispitivala problem brane Idbar, naglašavali su potrebu mnogo opsežnijih istraživanja terena na mjestu brane i u njezinom okolišu. Ta potreba je isticana kao općeniti princip za sve brane.

Ing. Petar Stojić i suradnici prikazali su rezultate istražnih radova i projektiranje brane Grančarevo (akumulacija Miruše).

---

* Pod pojam »visoke brane« spadaju, prema definiciji Međunarodne komisije za visoke brane Svjetske energetske konferencije sve brane, čija je građevinska visina veća od 15 m. Pod isti pojam mogu se uvrstiti i brane više od 10 m, ako ispunjavaju jedan od slijedećih uslova:

1. dužina brane po kruni veća od 500 m;
2. zapremina akumulacije veća od 100.000 m^3;
3. maksimalna voda koju treba evakuirati veća od 2000 m^3/sec;
4. brana zahtijeva poseban projekt obzirom na neki poseban problem.

Jedan referat je obradio projekt nasute brane postrojenja Rama i njegove probleme.

Problemi projektiranja hidroelektrana na Neretvi (Solakovac), Sani (Ključ) i Plivi (Šipovo), izneseni su u nizu referata.

Dr ing. Ervin Nonveiller dao je u svome referatu *Ugrađivanje i zbijanje materijala u brane,* pregled podataka sa VI kongresa u New-Yorku 1959. Na tome kongresu, u temi broj 22, bila su iznesena 22 referata o karakteristikama materijala, koji su laboratorijski bili ispitivani. U laboratorijska ispitivanja uvedena je metoda zbijanja gnječenjem što bolje simulira rad ježeva. Osim toga na terenu se primjenjuju probna polja, da se odredi prikladna mehanizacija, debljina slojeva i broj prijelaza. Autor zaključuje, da su metode i mehanizacija za zbijanje materijala u branama danas toliko svestrane, da se najrazličitije vrste materijala mogu ugraditi uspješno i pod nepovoljnim uvjetima.

Niz autora iznio je svoja iskustva s injekcionim materijalima za izradu protivfiltracionih zavjesa za visoke brane. Ing. Boris Pavlin prikazao je rezultate izgradnje brane Peruća s posebnim osvrtom na izvedbu injekcione zavjese. Autor ističe značaj brane Peruća u tehnici projektiranja krških akumulacija. Numeričkim podacima ilustrira opseg izvršenih radova na svim sektorima građevinske i injekcione tehnike. Radi svojih specifičnosti, problematika brane i akumulacije Peruća iznesena je na V Svjetskom kongresu za visoke brane u Parizu 1955.

Referent ing. Zlatko Šimatić, a u diskusiji i ing. Radoslav Nikolić, dopunili su iznesene podatke svojim zapažanjima i rezultatima, kao predstavnici izvađača – Elektrosonda i Geoistraživanja.

Referat ing. Milana Verčona i ing. Mare Marković obradio je problem brtvljenja brane Radoinja uzvodnim bituminoznim brtvenim ekranom. Autori iznose rezultate laboratorijskih ispitivanja, izvedbe i oskultacije brane Radoinja (u sistemu Kokin Brod), nakon izvedbe spomenutog ekrana, čija ukupna debljina iznosi 36 cm. Rezultati mjerenja, iznose autori, zadovoljavaju, te se može zaključiti, da je bituminozni ekran zadovoljio pretpostavke projekta.

Grupa referata obuhvatila je problematiku oskultacije visokih brana izvedenih kod nas:

1. Peruća (ing. Nonveiller). Slijeganje krune u prvoj godini nakon dovršenja iznosi 11 cm, a pomak na nizvodnu stranu, nakon prvog punjenja do kote 356 m n. m., svega 4 cm. Opažanja procjeđivanja ispod temelja u kontrolnu galeriju pokazuju sasvim neznatan protok od maks. 3 l/sec za cijelu duljinu galerije.

2. Lokvarka (ing. Nonveiller). Slijeganje, 3 godine nakon dovršenja, iznosilo je 17 cm i nizvodni pomak na kruni 20 cm. Slijeganje temeljne stijene od permokarbonskih škriljaca iznosi oko 9 cm, nakon gradnje brane i punjenja jezera. Opažanje triangulacione mreže pokazalo je, da su se stalne točke na bokovima u osi brane približile za 4,2 cm i pomakle nizvodno za 0,3 cm.

3. Jablanica (ing. Milanović). Deformacije brane (pomicanje i rotacije poprečnih presjeka) su elastičnog karaktera. Izmjerene deformacije osim toga ne prelaze maksimume, koji su ustanovljeni u razdoblju od 1954. do 1957. Maksimalna amplituda pomicanja tjemena točke u kruni brane je reda 2 cm.

Ostali referati s tog područja iznose problematiku ispitivanja brana metodom fotoelastičnosti, te ispitivanje vodopropusnosti dovodnih tunela HE Bistrica i HE Perućica.

Završne teme kongresa bili su referati o betonu za visoke brane. Tu su izneseni rezultati za neke brane kod nas. U toj grupi referata ing. Marko Čalogović je dao pregled referata sa VI Međunarodnog kongresa za visoke brane u New-Yorku 1958. iz grupe tema broj 23.

Referent je ukratko iznio najvažnije rezultate i zaključke iz referata kao i ishod diskusije o referatima iz točke 23. Posebno se osvrnuo na ona pitanja, koja izgledaju naročito interesantna za naše prilike.

Ing. Verčon, koji je kao predstavnik Nacionalnog komiteta sudjelovao u radu svjetskog Potkomiteta za beton u Tokiju (1960.), iznio je svoja zapažanja s toga sastanka.

U grupi tema injektiranju, učesnicima kongresa bile su podijeljene dvije publikacije:

1. Sadržaj uputstva za projektiranje i izvođenje injekcionih zavjesa i

2. Uputstvo za injektiranje hidrotehničkih tunela i okana pod pritiskom.

Publikacije je izradio kolegij autora, koji se kod nas najviše bave tom problematikom, a publicirao ih je Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, Beograd. Uputstva trebaju dati svima, koji dolaze u vezu s injektiranjem – investitorima, projektantima i izvađačima – potrebne smjernice za izvođenje injekcionih radova.

Glavni referent o toj tematici bio je ing. Branislav Kujundžić.

Mnogi referenti su u svojim referatima upućivali na potrebu većeg i kompleksnijeg ispitivanja terenskih karakteristika. Drugim riječima zagovarali su veći i studiozniji opseg istražnih podloga, kako bi se izbjegla subjektivna mogućnost izazivanja nezgoda za objekte s područja visokih brana, bilo u toku građenja, bilo nakon punjenja jezera, odnosno puštanja objekta u pogon.

Na kraju radnog dijela kongresa, ing. Verčon je iznio niz svojih zapažanja o izgradnji hidroenergetskih objekata u Japanu, koje je obišao prilikom boravka u toj zemlji. Referat je popraćen dijapozitivima, koji su ilustrirali izlaganje. Referent je govorio također o hidrometeorološkim karakteristikama područja, gdje se izgrađuju japanske akumulacije. Spomenuo je, da su količine oborina znatno veće nego kod nas – 3500 mm do 4500 mm godišnje. Moguća proizvodnja cijeni se na 120 TWh godišnje, a danas se iskorištava 99 TWh.

3. *DISKUSIJA*

Iza svake grupe tema slijedila je diskusija, koja je trebala dopuniti iznesenu problematiku. Mnogi diskutanti iznosili su vlastita iskustva s određenog područja visokih brana.

Ograničeno vrijeme, koje je stajalo na raspolaganju i referentima i diskutantima, onemogućilo je širu izmjenu mišljenja. Učesnici su to osjećali, te je predloženo, da se za slijedeći kongres Jugoslavenskog komiteta za visoke brane pravovremeno publiciraju teme u cjelini (ne izvodi), a na kongresu uslijedi samo diskusija. Drugi diskutanti su naprotiv bili mišljenja, da bi takav način publiciranja kongresnih materijala lišio publikaciju vrlo korisnih diskusija. Dosadašnje publikacije bile su, naime, štampane naknadno i u njima su bile objelodanjene pripadne diskusije. Ostavljeno je novom odboru, da prouči iskustva drugih stručnih kongresa, ocijeni specifičnost kongresa za visoke brane, te donese rješenje o načinu publiciranja i tehnici održavanja VI kongresa.

Mnogi diskutanti, koji se inače bave tehnologijom cementa, upotrebljenog za izgradnju hidrotehničkih objekata i visokih brana, sugerirali su potrebu studioznog proučavanja njegovih svojstava, posebno u odnosu na proizvode naših tvornica. Iskustva s naših gradilišta trebaju biti baza za klasifikaciju svojstava cementa pojedinih proizvađača. Kad se je govorilo o pomanjkanju predstavnika građevinske operative na kongresu, mislilo se također na predstavnike koji se bave proizvodnjom cementa. Neki diskutanti upozoravali su, da bi trebalo proučavati utjecaj dodataka cementu na svojstva betona za hidrotehničke objekte. Spomenuto je, da bi trebalo posebno proučavati kvalitetu cementa u odnosu na mjesta, gdje se javlja kavitacijska korozija. Naglašen je uspjeh naših projektanata u projektiranju nasutih brana, koji je postignut projektom brane Peruća.

U diskusiji o akumulacionim bazenima, govorilo se o potrebi sprečavanja donošenja nanosa u akumulacije. Taj se problem posebno javlja tamo, gdje je slivno područje erodirano. U takvim bazenima znatno se smanjuje zapremina korisne akumulacije. Neki diskutanti naglasili su, da treba kod akumulacionih bazena, koji se nalaze u područjima prikladnim za meliorativne zahvate, misliti na usporne kote akumulacije i mogućnost zahvata za navodnjavanje. Na taj način bi energetski akumulacioni bazeni dobili svoju širu primjenu. To pitanje je posebno zanimljivo kod akumulacija u slivu Neretve, te na Drini.

4. ZAKLJUČCI

Posljednjeg dana kongresa, 13. XI 1960., nakon završenog stručnog radnog dijela, prišlo se izboru novog upravnog i nadzornog odbora.

Izvršni odbor sačinjavaju:

Predsjednik: ing. Milan Verčon, Beograd

Potpredsjednici: prof. dr ing. Milven Goljevšček, Ljubljana
dr ing. Ervin Nonveiller, Zagreb
ing. Stjepan Mikulec, Sarajevo

I. Sekretar: ing. Marko Čalogović, Zagreb.

Upravni odbor sačinjava 12 članova, predstavnika pojedinih republičkih odbora, a u nadzorni odbor izabrana su 3 člana.

U zaključnom dijelu kongresa ing. Milan Verčon, predsjednik Jugoslavenskog nacionalnog komiteta za visoke brane, podnio je izvještaj o sastanku Međunarodne komisije za visoke brane, koji je održan u Tokiju. U kraćim izvodima izvještaj sadrži slijedeće podatke:

Današnji broj članova u Komisiji za visoke brane je 58; broj referata na pojedinim svjetskim kongresima: 1948. Stockholm — 66 referata, 1951. New Delhi — 111 referata, 1955. Pariz — 95 referata, 1958. New-York — 138 referata.

Tako velik broj referata stvara znatne neprilike organizatorima i onemogućuje normalan rad kongresa. To je potaklo Izvršni odbor Međunarodne komisije, da u svojim zaključcima sa zasjedanja u Tokiju iznese upute za slijedeće kongrese. Prijedlozi su:

— sintezni izvještaj iz pojedine zemlje;
— unaprijed utvrditi opseg i broj referata te širinu referata, koji će biti izneseni na samom kongresu;
— osnivati potkomitete;
— pristupiti izradi registra brana.

Internacionalna komisija za visoke brane izdala je tehnički rječnik za zapadnoevropsko jezično područje. Nedavno su zemlje istočnoevropskog jezičnog područja izdale II izdanje toga rječnika.

U to izdanje trebala je ući i tehnička terminologija s našeg jezičnog područja. Zbog niza tehničkih i financijskih poteškoća, rječnik je izdan bez učešća našeg jezika. U II izdanju zastupan je ruski, češki, poljski, bugarski i rumunjski jezik. Izvjestilac obavještava plenum, da se radi na dobivanju sredstava za izradu našeg vlastitog rječnika, koji bi obuhvatio osim našeg jezika još njemački, francuski i ruski.

Izvještaj o radu Izvršnog odbora u razdoblju između IV kongresa u Skopju i V kongresa u Beogradu podnio je I sekretar ing. Marko Čalogović.

Glavni dijelovi izvještaja su:

1. Izvršni odbor je izradio detaljan plan rada za izradu propisa i smjernica za projektiranje, gradnju i održavanje visokih brana. Odbor se obratio molbom za dodjelu potrebnih financijskih sredstava JUGEL-u i Saveznoj građevinskoj komori, ali do sada bez rezultata.

2. Izdavanje tehničkog rječnika jugoslavenske verzije ima realne izglede, jer se uspjelo u plan naučno-istraživačkog rada Saveznog Savjeta za naučni rad uključiti dvije teme: pod T 513-19 »Privremena uputstva za projektiranje brana« i T 513-22 »Rječnik stručnih izraza u oblasti brana«.

3. Važnost visokih brana zahtijeva, da se njihova stabilnost i pravilno ponašanje neprekidno kontroliraju odgovarajućim instrumentima. Ova kontrola nije do danas pouzdano organizirana. Stoga je potrebno, da se uz »Uputstva za projektiranje i izvedbu«, razrade i »Propisi za kontrolu brana«.

4. Izvršni odbor je sklopio sporazum s Hidrotehničkim institutom »Ing. Jaroslav Černi« o tome, da će Institut voditi statistiku visokih brana u Jugoslaviji. Institut treba prvo popuniti tzv. »Malu statistiku«, a zatim će izraditi »Veliku statistiku«. Rad je u toku. Poteškoća je u skupljanju potrebnih podataka. Posebno je to teško za starije objekte. Predviđa se posebna publikacija o visokim branama u Jugoslaviji, koja će biti štampana kao zajedničko izdanje Instituta »Ing. Jaroslav Černi« i Nacionalnog komiteta za visoke brane, na našem jeziku i na jednom od službenih jezika Međunarodne komisije za visoke brane.

5. Nacionalni komitet surađuje s nizom stručnih saveza i potkomiteta.

6. Predstavnik Jugoslavije u Međunarodnoj komisiji za visoke brane, ing. Milan Verčon, izabran je u Egzekutivni komitet, te je sudjelovao na svim sastancima toga komiteta. Sastanci su održani 1957. u Istambulu, 1958. u New-Yorku, 1959. u Helsinkiju i 1960. u Tokiju. Ing. Verčon izabran je 1958. godine također za potpredsjednika Međunarodne komisije za visoke brane s mandatnim trajanjem do 1962.

7. Poslije VII Međunarodnog kongresa za visoke brane, koji će se održati u Rimu 1961., pristupit će se izdavanju publikacije, koja bi trebala skupiti i srediti iskustva sa četiri internacionalna kongresa: New Delhi, Pariz, New-York, Rim.

8. Sudjelovanje naših predstavnika na međunarodnim kongresima za visoke brane bilo je obilno. Za glavnog izvjestioca u tematskom pitanju 22 *Metode sabijanja i sadržaj vlage za materijale u nasutim branama,* imenovan je dr ing. E. Nonveiller. Ing. Nonveiller je dao i glavni izvještaj o svim referatima s toga područja. Osim ovog glavnog izvještaja Nacionalni komitet je bio zastupljen s 2 referata i 2 komunikacije. Ukupno je na kongresu sudjelovalo 6 naših predstavnika.

9. Postoje uslovi za dobru stručnu afirmaciju i na kongresu u Rimu, jer je već poslan niz referata i komunikacija centralnom birou u Pariz.

Zaključke V Nacionalnog kongresa formulirao je i objavio ing. Subanović. Ti su zaključci ujedno smjernice za rad novom Izvršnom odboru. Formulirani su u četiri glavne grupe:

1. Izdavanje uputstava i propisa o visokim branama.
2. Koordinacija između Komiteta za visoke brane i drugih organizacija.
3. Pitanje izdavanja publikacija i organizacija kongresa.
4. Pitanje proučavanja daljnje djelatnosti Nacionalnog komiteta u okviru novih sugestija o financijskim sredstvima stručnih organizacija.

Izborom novog odbora završen je V kongres Nacionalnog komiteta za visoke brane.

Informacije o publikacijama Nacionalnog komiteta i ostale obavijesti mogu se dobiti na adresi:

Jugoslavenski nacionalni komitet za visoke brane — Beograd, Kneza Miloša 7/II.

Ing. Josip Smokvina

Savjetovanje o stimulativnijim oblicima nagrađivanja radnika održano u Banjoj Luci

Udruženje poduzeća za distribuciju električne energije NR BiH iz Sarajeva organiziralo je savjetovanje o načinu obračuna po ekonomskim jedinicama i sistemu stimulativnijeg nagrađivanja radnika u poduzećima za distribuciju električne energije. Savjetovanje je održano u maloj dvorani Doma kulture u Banjoj Luci, 7. 8. i 9. prosinca 1960. Dnevni red bio je ovaj:

7. XII 1. *Organizacija elektrodistributivnog poduzeća.* Izvjestitelj: profesor Ekonomskog fakulteta u Sarajevu dr Alija Vila,

8. XII 2. *Metodologija planiranja u poduzećima za distribuciju električne energije.* Izvjestitelj: Ivan Šefer, službenik Preduzeća za distribuciju električne energije, Sarajevo.

9. XII 3. *Oblici nagrađivanja i knjigovodstveno rješenje.* Izvjestitelj: prof. dr. Alija Vila.

4. *Distributivni ekonomski biro ili ekonomski biro elektroprivrede.* Izvjestitelj: Mijo Pem.

Savjetovanje je bilo organizirano za elektrodistributivna poduzeća BiH, ali su pozvana i sva ostala elektroprivredna poduzeća u FNRJ. Savjetovanju su se odazvala skoro sva elektroprivredna distributivna poduzeća u FNRJ. Prisutno je bilo preko 150 predstavnika.

U radnom predsjedništvu bili su: Silvije Ridi, sekretar Udruženja poduzeća za distribuciju električne energije BiH iz Sarajeva, prof. dr Alija Vila, Ivan Šefer, dipl. ec. Mijo Pem, Bruno Čiković i Ismet Hodžić.

Učesnici savjetovanja primili su ove elaborate:

1. *Obračun po ekonomskim jedinicama i sistem stimulativnijeg nagrađivanja u elektrodistributivnim poduzećima.* (Izdanje Udruženja elektrodistributivnih poduzeća BiH Sarajevo, novembar 1960.)

2. *Distributivni ekonomski biro ili ekonomski biro elektroprivrede;* materijal za diskusiju. (Izdanje Udruženja elektrodistributivnih poduzeća BiH Sarajevo, novembar 1960.)

Uz elaborat *Obračun po ekonomskim jedinicama i sistem stimulativnijeg nagrađivanja u elektrodistributivnim preduzećima,* na 109 strana, bile su priložene Sheme organizacije poduzeća po ekonomskim jedinicama u ove tri varijante:

a) Opća organizaciona shema centraliziranog distributivnog poduzeća;

b) Opća organizaciona shema distributivnih poduzeća s isturenim pogonima;

c) Opća organizaciona shema savremenog distributivnog električnog preduzeća.

Prvi dan savjetovanja

Savjetovanje je otvorio sekretar Udruženja elektrodistributivnih preduzeća BiH-e, Sarajevo, Silvije Ridi.

Prof. dr Alija Vila izložio je zatim svoje koncepcije o organizaciji »suvremenog distributivnog preduzeća« objašnjavajući ih pomoću shema, koje je u tu svrhu izradio i prikazujući materiju koja je obrađena u prvom dijelu elaborata (Pojam i osnovne karakteristike obračuna, »Tipovi ekonomskih jedinica«, »Pripreme za uvođenje obračuna po ekonomskim jedinicama«, »Organizacija ekonomskih jedinica«, »Izrada situacionog plana« i tri organizacione sheme).

Težište ovog dijela programa bilo je na organizaciji poduzeća, odnosno prikazu organizacionih shema po ekonomskim jedinicama.

Shema a) predviđa organizaciju poduzeća po ekonomskim jedinicama tako da svaka djelatnost sačinjava jednu ekonomsku jedinicu, koja se potom raščlanjuje na službe, kao npr. u distribuciji na: javnu rasvjetu, kabele, mrežu niskog napona, mrežu visokog napona, dalekovode i t. d., a što sve organizaciono obuhvaća tehnički odjel. Administrativne službe obuhvatio bi privredno-računski odjel koji bi imao u svome sastavu odsjeke: analitičko-planski, komercijalni, računovodstvo i komercijalnu službu s tim što bi nabavna služba bila oblikovana u posebnu ekonomsku jedinicu.

Shema b) dijeli poduzeće na

1. *Opću službu,* na čelu sa sekretarom poduzeća, koja bi obuhvaćala: kadrovsku službu, pravnu službu i opće poslove (sekretarijat, daktilobiro, HTZ, vatrogasnu službu i telefon, čistače, portire i sl.)

2. *Tehničku službu održavanja pomoćnih pogona* na čelu s glavnim inženjerom. Tehnička se služba dalje raščlanjuje na ekonomske jedinice: tehnička priprema i projektni biro. Predviđaju se još i ekonomske jedinice: održavanje investicija, koja se raščlanjuje na službe: transportne stanice, mreže niskog napona, javna rasvjeta, kabeli, dalekovodi, te radionica, koja se raščlanjuje na podekonomske jedinice.

3. Tehničku službu *pomoćnih pogona* koja bi imala ekonomske jedinice: tehnička priprema, projektni biro, održavanje i investicije, radionice, vozni park. Ove ekonomske jedinice dijele se na podekonomske jedinice i službe.

4. *Službu proizvodnje i distribucije* koja obuhvaća: dispečersku službu radne snage i materijala, službu linija i kabela, energetsko-analitičku službu, analizu i tarifnu politiku, te ekonomske jedinice: eksploatacija (koja se dijeli teritorijalno, analogno našim mjesnim ili područnim uredima), naplata (koja se također dijeli teritorijalno) i konačno na ekonomsku jedinicu — elektrane.

Autor prof. dr Alija Vila izložio je detaljno organizaciju poduzeća za primjenu obračuna po ekonomskim jedinicama.

Nakon izlaganja prof. Vile, javilo se mnogo diskutanata. Sheme a) i b) nisu smatrane zanimljivima. Shema c) *Opća organizaciona shema savremenog distributivnog električnog preduzeća,* pobudila je naročito zanimanje, jer predviđa neku novost u organizacionoj podjeli poduzeća, naime u sektoru tehničkih službi predviđa dva glavna inženjera i to, za osnovnu djelatnost jedan odjel s glavnim inženjerom na čelu, a za sve ostale djelatnosti drugi odjel također, s jednim glavnim inženjerom na čelu.

Osim toga ova shema smješta naplatnu službu (očitovanje električnih brojila, obračun i inkaso), kao posebnu ekonomsku jedinicu, u tehnički odjel. Ovo je također izazvalo reagiranje prisutnih. Svi diskutanti su se izjasnili da naplatna služba, s obzirom na svoju vrstu i funkciju, treba da bude uklopljena u privredno-računski odjel.

Predstavnik sindikata metalaca Centralnog saveza sindikata Jugoslavije drug Slavko Havić u diskusiji je uglavnom rekao da treba sistemu stimulativnijeg nagrađivanja u elektroprivrednim poduzećima pristupiti oprezno. U tu je svrhu potrebno prethodno izraditi dobre i detaljne ekonomske financijske analize kao polazni temelj za daljnji rad. Nije kompleksno nagrađivanje samo sebi cilj, nego ono ima da posluži kao sredstvo za povećanje produktivnosti rada, sniženje cijene koštanja i potom kao logična posljedica slijedi i razmjerno povećanje osobnih dohodaka. Nije važno koliko će odjela biti i koliko glavnih inženjera. Važno je da se dobro radi, jer je bolje ništa ne učiniti, nego nešto loše na brzinu uraditi.

Potom su i drugi diskutanti ukazali da nije važno koliko će biti glavnih inženjera, nego je važno kako će se povećati produktivnost rada. Na koncu je prevladalo mišljenje da su predložene sheme samo orijentacione, dok poduzeća mogu svoju organizaciju rada postavljati onako kako njima najbolje odgovara.

Drugi dan savjetovanja

Prema dnevnom redu govorio je Ivan Šefer o metodologiji planiranja. U svome izlaganju drug Šefer je posvetio naročitu pažnju metodama planiranja u odnosu na obračun po unutarnjim ekonomskim jedinicama, prikazujući razlike između metoda sastavljanja plana kao baze za ugovaranje ekonomsko-potrebnih troškova sa Zajednicom elektroprivrede i planiranja tj. sastavljanja kalkulacija cijene za obračun u svrhu stimulativnijeg nagrađivanja radnika. Pri tome se je služio dijelom elaborata koji obrađuje tu materiju. (»Obrazovanje ekonomskih jedinica«, »Struktura radnih mjesta i lični dohodak«, »Šifriranje ekonomskih jedinica«, »Utvrđivanje visine dohotka poduzeća po ekonomskim jedinicama«, »Bruto-produkt ekonomskih jedinica«, »Poslovanje ekonomskih jedinica s odgovarajućim obrascima«, »Obračun ličnih primanja radnika«, »Korekciona tabela«, »Operativna evidencija«, »Pregled realizacije«, »Mjesečni obračun ekonomskih jedica«, »Obračun i raspodjela dohotka ekonomskih jedinica« i »Pregled plana i realizacije preduzeća)«.

Diskutanti su neovisno o izlaganju izvjestitelja iznosili svoja mišljenja i zapažanja o pripremnim radovima u vlastitim poduzećima. Naročito se je isticala poteškoća oko mogućnosti mjerenja učinka u osnovnoj djelatnosti i formiranju dohotka koji ovisi o zadanim odnosima s obzirom na normirani dohodak u visini 50 % na MOD. U diskusiji su se čula razna mišljenja o formiranju prodajnih cijena električne energije. Dok su neki isticali predstojeće reforme u načinu oblikovanja prodajnih cijena električne energije u kome će poduzeća imati glavnu riječ, dotle su drugi zastupali mišljenje da bi trebalo zadržati sistem jedinstvenih prodajnih cijena. Konstatirano je da ipak ima nekoliko većih, pa

i manjih poduzeća koja su učinila sve predradnje za uvođenje stimulativnijeg oblika nagrađivanja. No iznosila se bojazan da izvršenjem raspodjele prema rezultatima dobivenim na temelju vanknjigovodstvenog obračuna po predviđenom pravilniku, ne dođe do očitih nerazmjera kako između pojedinaca, tako i između grupa, pa čak i ekonomskih jedinica.

Treći dan savjetovanja

Tema trećeg dana bila je: *Oblici nagrađivanja i knjigovodstveno rješenje obračuna po ekonomskim jedinicama.* Izvjestitelj prof. dr Alija Vila govorio je o temi, koju je i inače obradio u citiranom elaboratu (»Izvori sredstava za nagrađivanje«, »Karakteristični vidovi zarada«, »Praktična primjena principa kompleksnog nagrađivanja«, »Knjigovodstveno provođenje obračuna«).

Kao izvore financiranja naveo je one iste izvore kojima sada raspolažu poduzeća (ostvarena ukalkulirana osobna primanja, ostvareno sniženje cijene koštanja, sudjelovanje u općem dobitku odnosno u dijelu čistog prihoda poduzeća, povremene nagrade iz posebno formiranih fondova za nagrađivanje radnika i službenika). Osim toga naveo je niz momenata koji mogu utjecati na bolje financijske i poslovne rezultate poduzeća (bolja organizacija rada, iskorištavanje osnovnih sredstva itd.). Nadalje je govorio o karakterističnim tipovima ekonomskih jedinica u distributivnom poduzeću kao na pr.: radionice, vozni park itd.

I ovom je prigodom prof. Vila istakao da će organizaciju rada, poduzeća i uopće cijeli posao oko organiziranja najbolje provesti ljudi iz poduzeća koji poznaju ljude i posao.

Diskutanti su iznosili mnoga druga mišljenja i opažanja i poteškoće oko mjerenja učinka u distribuciji, oko zadanog dohotka, zadane prodajne cijene itd.

Drug Novković je iznio mišljenje da smatra boljim da vozni park ne bude jedna ekonomska jedinica, nego da će oni u svom poduzeću tu ekonomsku jedinicu rasformirati i vozila uključiti u sastav ostalih jedinica. S ovim se nitko od prisutnih nije složio.

Nakon završene diskusije izabran je odbor za zaključke u koji su ušli svi članovi radnog predsjedništva i još nekoliko prisutnih među kojima drugarica Emilija Verčon od Jugela i direktor privredno-računskog sektora Poduzeća za distribuciju električne energije u Beogradu drug Boris Lazić.

Potom su prisutnima pročitani zaključci savjetovanja, koji se mogu svesti na slijedeće: Savjetovanje je bilo korisno. Način obračuna po ekonomskim jedinicama i organizacione sheme mogu poslužiti poduzećima pri uvođenju stimulativnijih oblika nagrađivanja. I u poduzećima za distribuciju električne energije mogu se pronaći stimulativniji oblici nagrađivanja. Stimulativniji oblici nagrađivanja su poželjni radi povećanja produktivnosti rada, sniženja cijene koštanja i stimulativnije raspodjele osobnih dohodaka.

Formulirani zaključci dati su na diskusiju, te su nakon manjih primjedaba prihvaćeni.

Drugi dio programa bila je tema: *Distributivni ekonomski biro ili ekonomski biro elektroprivrede,* izvjestitelj dipl. ec. Mijo Pem. On je pročitao referat slijedećeg sadržaja: »Područje rada biroa«, »Djelokrug poslova biroa«, »Izbor kadrova za biro«, »Izvor financiranja i potrebna sredstva za osnivanje«, »Zaključak«. Iz referata je vidljivo da u elektroprivredi FNRJ ima: 6 stručnih udruženja, Jugel, 6 republičkih zajednica, 25 hidroelektrana, 20 termoelektrana i 94 distributivna poduzeća tj. ukupno 152 organizacione jedinice. U ovaj broj nisu uključeni elektroprivredni instituti. Sve su ove privredne organizacije danas vezane za pomoć na polju intelektualnih usluga za razne biroe, koji ne proučavaju specijalno ovu granu. Poznata je činjenica da su elektrodistributivna poduzeća, kao i poduzeća ostale udružene elektroprivrede imala malu korist od raznih biroa koji su niknuli širom zemlje. Biro će uslužiti 152 organizacije elektroprivrede u kojima treba uvesti obračun po ekonomskim jedinicama, primijeniti savremenu organizaciju rada i ispitati mogućnosti povećanja produktivnosti rada. U daljnjem izlaganju navodi se da bi predloženi biro imao ovaj sadržaj rada:

A) Suvremena naučna organizacija rada elektroprivrednih organizacija.
B) Tarifa električne energije i konkretna primjena u elektrodistributivnim preduzećima.
C) Zakonski propisi važeći u elektroprivredi s posebnim problemima raspodjele dohotka unutar elektroprivrede.
D) Obračun po ekonomskim jedinicama.
E) Ekonomsko-tehnički pokazatelji poduzeća s analizom financijskih rezultata poslovanja.

Za obavljanje predviđenih poslova elaborat predviđa 4 stručnjaka i 2 administrativna službenika. U četvrtom dijelu elaborata (Lokacija, izvor financiranja i potrebna sredstva za osnivanje) kaže se, između ostaloga, da će biro biti vezan u puno slučajeva svoga rada na Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede u Beogradu, pa je i razumljivo da bi lokacija biroa trebala biti u Beogradu. Lokacija biroa može međutim zavisiti u krajnjem slučaju i o mogućnosti dodjeljivanja upravno-stanbenih prostorija, a tu imaju jednaku mogućnost: Sarajevo, Zagreb, Ljubljana, Pula i ostali gradovi. Izvori financiranja potrebnih investicionih ulaganja za biro mogu biti: 1. Iz fondova jedne od republičkih zajednica elektroprivrednih preduzeća, 2. Udruživanjem fondova svih republičkih zajednica elektroprivrednih preduzeća, 3. Udruživanjem sredstava elektrodistributivnih privrednih organizacija, 4. Udruživanjem sredstava iz fondova za kadrove.

U zaključnom dijelu elaborata kaže se između ostaloga: »Prijedlog osnivanja biroa predstavlja pokušaj do danas neostvarene želje mnogih ekonomsko-financijskih kadrova u elektroprivrednim organizacijama za uslužnim centrom elektroprivrede. Zbog svega ovoga potrebno bi bilo svakako da se osnivanje biroa iznese na širu diskusionu platformu u elektroprivredi, koja treba pokazati, kako problematiku ovog prijedloga, tako i njegovu veću ili manju praktičnu vrijednost.«

Među diskutantima drugarica dipl. ec. Abadžić, službenik Zajednice elektroprivrednih poduzeća BiH-e u Sarajevu, iznijela je, da elektroprivredi nije potreban takav biro, jer već postoje instituti elektroprivrede naglašujući u tom smislu aktivnu ulogu elektroprivrednog instituta u Zagrebu. Ona smatra da ima važnijih ekonomskih problema koje treba rješavati, dok za predloženi biro kaže da ne vidi opravdanog razloga da se osnuje. Još je nekoliko diskutanata u tome smislu govorilo. Jedan drug iz Makedonije izjasnio se u prilog predloženog biroa naglašujući da njegovo poduzeće skupo plaća usluge institutima.

Prof. dr Alija Vila rekao je, da smatra da nitko izvana ne može jednom poduzeću postaviti organizaciju rada, obračun po ekonomskim jedinicama i rješavati njegovu problematiku bolje nego što će to učiniti njegovi vlastiti kadrovi, jer oni najbolje poznaju problematiku vlastitog poduzeća. Nadalje je naglasio, da je praksa pokazala da sva ona poduzeća koja su izvana dovodila stručnjake da im postave organizaciju rada i uvedu obračun za stimulativnije oblike nagrađivanja, nijesu zadovoljila, dok su poduzeća za to plaćala velike svote. Na kraju je odbačen prijedlog o osnivanju predloženog biroa.

Savjetovanje o obračunu po ekonomskim jedinicama i sistemu stimulativnijeg nagrađivanja u elektrodistributivnim poduzećima, nije u cijelosti riješilo odnosnu problematiku, ali je bilo korisno. 150 stručnih službenika iz elektrodistributivnih poduzeća širom FNRJ našlo se tu na okupu, prodiskutiralo problematiku i dobilo nove podstreke za rješavanje i savlađivanje problema o uvođenju stimulativnijih oblika nagrađivanja radnika u svojim poduzećima.

Sama organizacija savjetovanja: dvorana, doček, smještaj u hotelima, ishrana u restoranima, srdačno i drugarsko susretanje i ophodnja s ljudima, bila je na zavidnoj visini, tako da Udruženje elektrodistributivnih poduzeća BiH Sarajevo kao organizator ovog savjetovanja zaslužuje najljepše priznanje.

Po uzoru na ovo savjetovanje bila bi korisna i druga slična savjetovanja koja bi tretirala razna pitanja iz ekonomsko-financijske problematike elektroprivrednih organizacija.

Antun Alajbeg

Utjecaj razmještaja vodiča na radio-smetnje

Kod nas se do sada posvetilo premalo pažnje borbi protiv radio-smetnji, koje nastaju uslijed utjecaja visokonaponskih prenosnih vodova. U razvijenim zemljama taj se problem proučava sistematski i za naše će čitaoce biti interesantan članak, koji je napisao G. E. Adams u američkom časopisu Transactions AIEE, Part III, 1958, sv. 76, str. 54–63 pod naslovom *Radiointerferencije s prijenosnih vodova visokog napona, koje nastaju iz konstruktivnih razloga dalekovoda.*

U prvom redu treba spriječiti nastajanje radio-smetnji. Bitno je, da se za određeni nivo napona tako odabere promjer vodiča, da jakost električnog polja ostane u razumnim granicama. Osim toga treba provesti mjere, da se za vrijeme gradnje i kasnije u pogonu što manje ošteti površina vodiča. Najbolje sredstvo za smanjenje radio-smetnji uslijed djelovanja električnog voda jest pravilan razmještaj vodiča. Različiti položaji vodiča mogu dalekosežno utjecati na jakost električnog polja, a osim toga razmještaj vodiča utječe na karakteristiku prijenosa radio-smetnji uzduž voda i na sliku smetnji u blizini zemlje. Stoga se kod istog naponskog nivoa mogu opaziti znatne razlike nivoa radio-smetnji

Pri gradnji dalekovoda treba zato odabirati razmještaj vodiča tako, da se radio-smetnje reduciraju kolikogod je to moguće. Nadalje treba preispitati projektirane razmještaje vodiča obzirom na troškove, kao i na očekivane promjene nivoa radio-smetnji. Zato je potrebno, da se za svaki razmještaj vodiča pozna utjecaj na nivo radio-smetnji.

Glavni utjecaj na nivo radio-smetnji imaju ovi elementi: vertikalni ili horizontalni razmještaj faza, udaljenost između faza, udaljenost između vodiča jedne faze, razmještaj faza i odvajanje trojki kod vodova s dvije trojke. Računskim se postupkom došlo do rezultata, koji pokazuju utjecaj pojedinih spomenutih elemenata na nivo radio-smetnji. Navedeni elementi pri gradnji vodova promatrani su u članku za 32 slučaja, kako za pojedinačne vodiče pod naponom, tako i za dva takva vodiča i konačno za jednu i dvije trojke, opremljene s jednim i s dva vodiča po fazi.

Dodatno je izveden proračun za oslabljenje nivoa radio-smetnji uzduž voda i provedena je diskusija obzirom na različite načine vođenja.

Ing. Karlo Fišer

Prigušivanje vibracija dalekovodnih užeta

U našoj zemlji ima dosta ravničastih predjela, gdje je opasnost od vibracija dalekovodnih užeta prilično velika. U časopisu Transactions Amer. Inst. Electr., Part III, sv. 78 (1959) J. E. Sproule i A. T. Edwards u članku *Progres toward optimum damping of transmission conductors* opisuju borbu protiv vibracija dalekovodnih užeta u Kanadi na osnovu opsežnih mjerenja na izgrađenim vodovima i uspoređuju najvažnije mjere za pouzdano prigušivanje takovih vibracija. U tabelarnim pregledima prikazane su štete uslijed vibracija na vodovima, koji su u pogonu do 27 godina.

Ispitana je efikasnost slijedećih naprava za prigušivanje vibracija: dodatna užeta dužine 0,9 m s obje strane nosne stezaljke; prutasti prigušivači (armor rods); takozvani »preformed« prigušni ulošci; prigušivači koji torzionim kretnjama djeluju protiv naprezanja od vibracija, a to su takozvani utezni (Dumbbel) prigušivači, koji se učvršćuju postrance od užeta s obiju strana nosne stezaljke; užeta koja se u obliku girlanda vješaju s obiju strana nosne stezaljke.

Prigušenje, koje dolazi do izražaja u smanjenju amplitude vibracija, prikazano je dijagramima za različite sisteme prigušivača vibracije. Ispitivanja su pokazala, da su najdjelotvorniji Dumbbel-prigušivači za prigušivanje vibracije užeta. Općenito je dovoljno predvidjeti jedan takav prigušivač za raspon do 500 m. U tablici je prikazano, kako treba montirati takve prigušivače vibracija za različite presjeke užeta i to broj komada i težinu, kao i na kojoj udaljenosti od nosne stezaljke.

U nastavku, u vrlo opsežnim diskusionim izvještajima, zauzeto je stanovište u vezi postavljene problematike, a pri tome su uspoređene i druge naprave kao »Stockbridge« prigušivači. Među ostalim je potvrđeno, da su amplitude vibracija do 0,14 mm neopasne. Pri tome su razmatrana užeta presjeka do najmanje 150 mm² i naprezanja užeta, koja kod – 17,8° C bez vjetra i dodatnog tereta od leda iznose najviše do 20 % čvrstoće užeta.

Posljednjih godina započela je i kod nas izgradnja vodova napona 220 kV i to ne samo s jednim vodičem nego i sa dva vodiča u snopu, kao na primjer vod 220 kV Zagreb–Senj. Kako još ne možemo imati vlastitih iskustava s vibracijama na takvim vodovima, od interesa je iskustvo stečeno u inozemstvu. U časopisu Transactions Americ. Inst. Electr. Eng. Part III, sv. 78 (1959) E. S. Zobel, A. N. Shealy, F. W. De Money i R. R. Ruegemer, u članku *Aeolian vibration tests on the 345 kV Muskingum-Tidd line* opisuju mjerenja vibracija, koja su u SAD izvršena na spomenutom vodu, uz ostala ispitivanja i mjerenja, koja su opširno i vrlo točno provedena. Mjerni uređaji su detaljno opisani. Mjerenja su izvršena na vodu, koji je bio van pogona, pomoću mjernih traka za istezanje i pomoću uređaja za određivanje frekvencije titraja alučeličnih užeta promjera 28,11 mm, a zatim promjera 44,4 mm (uže s povećanim promjerom pomoću uložaka) i promjera 14,6 mm. Mjerni uređaji su se pokazali prikladnim, a troškovi za takva mjerenja se mogu sniziti, ako se uređaji, koji su smješteni u jednom automobilu, mogu iskoristiti i u druge svrhe.

Mjerenja vibracija na nosnim stezaljkama pokazala su, da su naprezanja noću bila veća nego danju. Naprezanja su se povećala razmjerno s udaljenosti od tla. U slučaju da konstrukcija stupova ne podliježe rezonanciji vibracija, može utjecati kao prigušivač na vibracije užeta. Naprezanja uslijed vibracija bila su jednako velika s obiju strana nosnih stezaljki. Najveće vibracije nastupile su kod relativno malih brzina vjetra od 3,2 do 6,4 km/sat.

Naročito interesantna bila su mjerenja, kojim su uspoređena naprezanja snopa vodiča i pojedinačnih vodiča. Utvrđeno je, da naprezanja uslijed vibracija od dva vodiča promjera 28,11 mm horizontalnim razmještajem u snopu bez ugrađenih distancionih komada iznose samo jednu trećinu naprezanja pojedinačnog užeta promjera 28,11 mm. Nakon montaže distancionih komada smanjeno je naprezanje uslijed vibracija na jednu petinu. Sklonost za vibracije snopa vodiča je također manja. Preporuča se kod snopa vodiča montirati samo prigušivače vibracija, a odustati od dodatnih prutastih prigušivača (armor rods).

Ing. Karlo Fišer

Oštećenje na izoliranim kabelima od štakora

Što je veća primjena kabela i vodiča izoliranih sa PVC (polivinilkloridom) ili gumom, mjesto armiranih kabela, to su i veće štete od štakora. Čelična armatura ne dolazi u obzir za PVC-kabele, jer bi se time izgubile glavne prednosti: niska cijena, mala težina i otpornost koroziji.

U švedskoj tvornici kabela *Sieverts, L. M. Ericsson* u suradnji s *Veterinarskom Visokom Školom* u Stockholmu provedena su opsežna ispitivanja, da se pronađe materijal od PVC ili gume, koji će biti siguran od štakora. Izvjesni naime materijali privlače, dok drugi odbijaju štakore. Dodavanjem ovog potonjeg PVC-masi odbili bi se štakori od takvog kabela. Ova su ispitivanja opisana u Ericsson Review, sv. 36 (1959), br. 2, a autori su B. Lizell, J. Roos i G. Bjöck.

U šest serija pokusa ispitani su različiti tipovi kabela; PVC-mješavine različitog sastava s dodatkom različitih sredstava za zaštitu od štakora i bez njega; sa PVC izolirani kabeli i sa PVC-plaštem opremljeni kabeli, koji su izvana tretirani sredstvom za zaštitu od štakora; zatim nesmekšani PVC i sa PVC izolirani kabeli ili sa PVC plaštem opremljeni kabeli omotani šmirkovim platnom.

Prvo su ustanovljene štete od 10 štakora, koji su bili 2 dana u kavezu, gdje je osim vode i hrane bilo različitih pokusnih komada kabela i izoliranih vodiča s različitim prirodnim i sintetičkim izolacijama i plaštevima kabela. Dan je tabelarni pregled rezultata, iz kojeg je vidljivo da su štakori oštetili ili uništili osim čelika praktički sav ispitani materijal kao PVC, polietilen, najlon, poliuretan, prirodni kaučuk, butil, neopren, silikon-kaučuk i olovo. Razlike su ustanovljene samo u stupnju oštećenja. Tvrdi PVC plaštevi i kabeli većih promjera manje su oštećeni.

Daljnji pokusi izvršeni su s PVC-smjesama bez dodataka sredstava za zaštitu od štakora. Iz različitog materijala načinjeni su okrugli pokusni komadi promjera 8 mm i 48 mm, te su stavljeni u kavez štakora i promatrani 2 dana. Pokazalo se, da su oštećenja bila manja, što je materijal bio tvrđi.

Zatim su izvršeni pokusi sa PVC-smjesama uz dodatak različitih sredstava za zaštitu od štakora. Učinjena je standardna smjesa, te su na 100 težinskih dijelova PVC dodana 4 težinska dijela dodatnog materijala. Time nije bila postignuta zaštita, nego se pokazalo da neki materijali čak i privlače štakore (valerijanska kiselina itd.).

Za ispitivanje kabela izoliranih sa PVC ili sa PVC-plaštem, koji su izvana tretirani zaštitnim sredstvom protiv štakora, pomiješani su različiti materijali sa lakom i time premazani vodiči. Najbolje djelovanje je pokazao cikloheksilamin-cinkditiokarbamat, iako nije uspjelo spriječiti sva oštećenja.

Kod pokusa s tvrdim PVC svi su krajevi ispitivanih kabela bili zaštićeni posebnim mjerama, da se spriječi, da štakori ne oštete krajeve kabela. Pokusi su trajali 5 dana. U tablici su prikazani rezultati, iz kojih je vidljivo, da štakori oštećuju također i tvrdi PVC, samo što su kabeli većeg promjera bili manje oštećeni nego malog promjera.

Konačno su 2 kabela izolirana sa PVC omotana šmirkovom trakom širine 20 mm. Rezultat je bio, da su štakori otrgnuli trake, a zatim oštetili kabele.

Pokusi su pokazali, da se s upotrebljenim zaštitnim sredstvima ne mogu u potpunosti spriječiti oštećenja od štakora, ali da će daljnji opsežni pokusi omogućiti da se pronađe materijal, koji će odbiti štakore i time spriječiti u potpunosti oštećenja kabela.

Ing. Karlo Fišer

Gašenje požara u blizini visokonaponskih vodova

Prilikom gašenja požara u blizini visokonaponskih vodova postoji uvijek mogućnost, da vodeni mlaz pogodi električni vod. Postoje krive predodžbe o opasnosti za poslugu cijevi za gašenje. Kako i kod nas ima sve više visokonaponskih vodova, to je i za nas od interesa, da se raščiste pojmovi o tome, a što je učinio H. Baatz u članku: *Štrcanje vatrogasnim cijevima na vodove visokog napona* u časopisu ETZ »B«, br. 14, 1960.

Svaki je uređaj za gašenje na neki način spojen sa zemljom, makar i samo posredstvom tijela posluge, a općenito se uređaj za gašenje ne može izolirati niti dovoljno uzemljiti. Opasnost za poslugu može se isključiti, ako je otvor cijevi toliko udaljen od vodiča pod naponom, koliko je dug neprekinuti vodeni mlaz, uz sigurnosni dodatak za područje raspršavanja mlaza. Za ovu minimalnu udaljenost provedena su različita ispitivanja, koja se odnose osim na uređaj za gašenje požara i na uređaje za umjetnu kišu i na uređaje za ispiranje izolatora zbog odstranjenja nečistoća.

Na osnovu mjerenja nekada se preporučivala najmanja udaljenost od visokonaponskih vodova 15 m, neovisno o tipu uređaja i naponu voda. U ovoj vrijednosti sadržan je znatni sigurnosni dodatak, koji je pretjerano velik. Međutim nije bila uzeta u obzir veličina pogonskog napona i različita vodljivost vode. Stoga se odlučilo još jedamput sistematski ispitati najmanju potrebnu udaljenost čelične cijevi od vodiča pod naponom i pri tome uzeti u obzir najnepovoljnije uvjete u pogledu dužine mlaza vode i velike vodljivosti vode. Za gašenje požara vodom najčešće se upotrebljavaju cijevi sa promjerom sapnica od 8 i 12 mm. Izlazni otvor čelične sapnice ima promjer od 12 mm, a može se smanjiti na 8 mm. Vodeni mlaz ima u gumenoj cijevi promjer od 50 mm, te se smanjuje u čeličnoj cijevi do promjera sapnice, čime se postiže velika dužina mlaza i daleki doseg. Pritisak vode u pumpi iznosi 3 do 3,5 at, a može se povećati do 7 at.

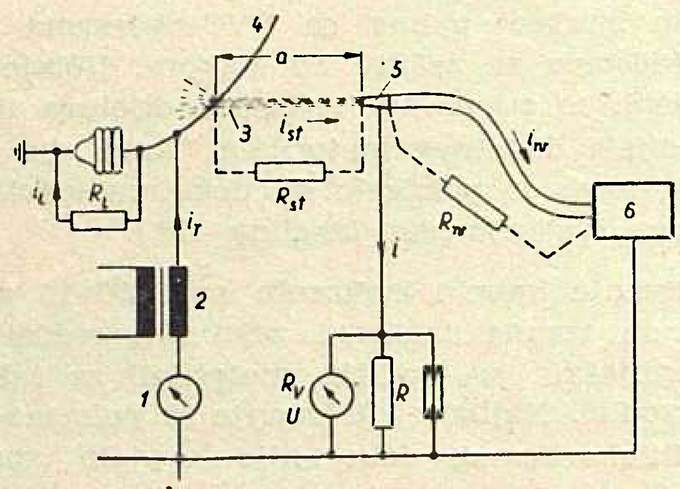
Vodljivost vode je vrlo promjenljiva i kod pitke vode iznosi između 76 i 1200 μS/cm, dok kod morske vode iznosi između 12500 i 62800 μS/cm. Kod pokusa pretpostavljeno je 550 do 600 μS/cm. Za pokus su upotrebljena užeta presjeka 35 i 120 mm² i ploča mjesto sabirnica ili stezaljke. Između 2 stupa pričvršćena su užeta na visini od 3 i 10 m nad zemljom. Kao uređaj za gašenje upotrebljena je pokretna cijev učvršćena na kraju gornje stepenice vatrogasne motorne ljestve »Magirus« s gumenim točkovima, izolirano od zemlje. Pomoću izolirane motke mogla se cijev okretati i usmjerivati mlaz točno na uže. Pomicanjem ljestava postepeno se smanjivala udaljenost cijevi od užeta. Voda je uzimana iz hidranta preko razdjelnika i mjeren je pritisak, a otopina sode iz vozila s rezervoarom; razdjeljnik i vozilo bili su uzemljeni. Završni komad cijevi mogao se uzemljiti različito velikim otporima.

Na slici je prikazan raspored aparata prilikom mjerenja. Napon užeta mogao se podesiti pomoću regulirajućeg transformatora do 100 kV na željenu vrijednost. Nazivna struja transformatora bila je 100 mA. Ampermetar *(1)* u dozemnom vodu visokonaponskog namotaja služi za kontrolu, jer mjeri sumu struje odvoda i_L voda i struje i_{st} mlaza za gašenje. Ova se struja dijeli na struju i preko ukopčanog otpora R i struju i_w preko dovoda vode u crijevima i odvodnog otpora vodiča prema zemlji. Kod napunjenih crijeva i zatvorene čelične cijevi može se mjeriti otpor R_w.

Struja i_{st} određuje se mjerenjem napona U na otporu uzemljenja R, koji je odabran sa 3000 i 500 oma, što odgovara niskom otporu čovječjeg tijela. Pod tim je uvjetima iz

mjerenog napona izračunana struja u vodenom mlazu. Mjerenja sa $R = 3000$ ili 500 oma dala su uvijek iste vrijednosti.

Pokusi su pokazali, da presjek užeta nema utjecaja: tok struje u mlazu pokazuje uvijek istu tendenciju. Kod većih udaljenosti ne teče struja kroz mlaz. Kod smanjenja udaljenosti struja najprije postepeno, a zatim brzo raste.



Shema ispitnog postupka
1 — ampermetar; *2* — transformator 0 do 100 kV, 10 kVA; *3* — vodeni mlaz; *4* — vodiči; *5* — čelična cijev sa sapnicom; *6* — razdjeljivač ili rezervoar

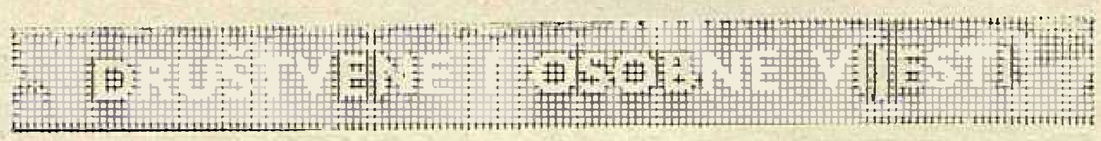
Prostorno se razlikuju tri područja mlaza: zatvoreni mlaz, područje rastvaranja i područje raspršivanja. Dužina zatvorenog mlaza je malena, jer mlaz nakon izlaska iz sapnice brzo povećava svoj promjer, a nakon 15 cm ima već dvostruku vrijednost. Ovaj presjek približno zadržava mlaz u ovisnosti od veličine otvora sapnice u području rastvaranja na dužem potezu. U ovom području mlaz mora da se sastoji od vodenih strujnica i kapljica, inače bi struja u mlazu bila znatno veća. U području raspršivanja mlaza strujne su staze manje međusobno povezane, a struja iznosi 1 mA ili manje. Zračni međuprostori između kapljica se povećavaju, tako da konačno ne može više teći struja preko mlaza za gašenje. Najsigurnije sredstvo za sprečavanje toka struje kroz mlaz za gašenje je njegovo raspadanje u kapljice. U tom slučaju su dozvoljene znatno manje udaljenosti između cijevi za gašenje i vodiča pod naponom. Predmet, uže ili ploča, koji pogađa mlaz vode, skoro uopće nema utjecaja na udaljenost područja raspršivanja od čelične cijevi. Veći pritisak vode (3,5 do 6,5 at) uz jednaki promjer sapnice ne mijenja položaj područja raspršivanja. Međutim povećanjem promjera sapnica od 8 na 12 mm pomiče se položaj područja raspršivanja od 1,5 do 3 m na 3,5 do 5,5 m u ovisnosti od veličine pogonskog napona, koji ima veći utjecaj nego što bi se moglo očekivati. Razlika u položaju područja raspršivanja kod 10 i 110 kV iznosi 1 do 1,5 m. Ako se na vod štrca okomito odozdo prema gore, dolazi znatno ranije do raspadanja mlaza uslijed djelovanja sile teže.

Povećanje vodljivosti vode ne uzrokuje načelne promjene u ponašanju mlaza. Izvršeni su usporedbeni pokusi s otopinom sode. Samo u donjem dijelu područja raspršivanja raste strmije tok struje zbog veće vodljivosti vode.

Pokusi su pokazali, da se ukupna struja, koja teče preko mlaza gašenja, može odvesti i preko tijela posluge. Zato treba odabrati takvo stajalište, da je održana najmanje potrebna udaljenost.

Prilikom pokusa s naponom od 20 kV mogla se bez opasnosti približiti čelična cijev vodiču na udaljenost manju od 3 m. Ako se samo kratko vrijeme dotakao vodič napona 110 kV, moglo se također doći na udaljenost manju od 3 m. Promjer sapnice iznosio je 8 mm. Iz toga je vidljivo, da se pri upotrebi opisanih uređaja za gašenje bez opasnosti može naštrcati vodiče pod naponom iz manjih udaljenosti, nego što se dosada pretpostavljalo. Razlog je u tome, što su se rezultatima prijašnjih ispitivanja dodavali obilati sigurnosni dodaci. Udaljenost treba tako odabrati, da se mlaz raspršio prije nego dotakne vodič.

Ing. Karlo Fišer



Hidrauličar svjetskog glasa L. Escande u Zagrebu

Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, te Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, imali su 25. i 26. siječnja 1961. vrlo odlična gosta: prof. L. Escande-a (Eskand) člana Akademija znanosti u Parizu i u Toulouse-i, direktora Nacionalne visoke škole za elektrotehniku, elektroniku i hidrauliku u Toulouse-i i profesora na toj školi, naučnog savjetnika glavne Delegacije za naučna istraživanja u Parizu, doktora znanosti Univerziteta u Toulouse-i kojemu je još 6 univerziteta iz više krajeva svijeta podijelilo počasni doktorat, počasnog člana Jugoslavenskog društva za hidraulička istraživanja, savjetodavnog organa u mnogim ustanovama i poduzećima u čije područje djelovanja spada hidraulika — iz Francuske i iz drugih zemalja, itd. Prof. Escande prvi put je posjetio Jugoslaviju 1950. na poziv Ministarstva elektroprivrede, ponovno 1951. kao delegirani ekspert Tehničke pomoći Ujedinjenih nacija, a zatim je dolazio ovamo s raznih naslova stručnog karaktera, i stekao je među nama širok krug štovalaca i prijatelja. Za njegove zasluge na području izgradnje vodnih snaga, organizacije naučnog rada i izobrazbe visokostručnih kadrova dodijelio mu je Predsjednik republike prije tri godine visoko odlikovanje Jugoslavenske zvijezde. Početkom prošle godine imenovala ga je Srpska akademija nauka svojim dopisnim članom. Na poziv te akademije došao je ponovno akademik Escande u Jugoslaviju mjeseca siječnja, da bi njenim članovima održao jedno predavanje. Zainteresirane kulturne ustanove i elektroprivredne organizacije iz Zagreba, Ljubljane i Sarajeva iskoristile su ovu priliku da bi zamolile akademika Escande-a da i njih počasti svojim posjetom i da održi predavanja i dade konzultacije njihovim članovima — s područja hidraulike i organizacije naučnih istraživanja. Odazvavši se pozivu, došao je prof. Escande i ovom zgodom u Zagreb.

Dne 25. I održao je akademik Escande predavanje na francuskom jeziku u velikoj dvorani ZEPH o *Sadanjem stanju hidrauličkih istraživanja u Francuskoj.* Iz tog predavanja iznosimo samo tri tačke koje bi u prvom redu mogle naći korisnu primjenu u Jugoslaviji. (1) Francuzi su dotjerali praktičnu soluciju za primjenu ideje ruskih hidrauličara, da se postavom otklonih ploča u tok brze rijeke izazovu vrtložna gibanja vode koja će odnositi nanos s dna riječnog korita i tako ga produbiti uz manje troškove negoli upotrebom dosadanjih mehaničkih metoda. Ovaj sistem uspješno je primijenjen u Africi. (2) Za HE Kouilou, također u Africi, posebno je oblikovan ulaz u vodnu komoru na čelu odvodnog kanala pod tlakom. Ovaj oblik ulaza nazvan je ulazom

Pitot (Pito). Primjenom takvog rješenja smanjen je na polovicu horizontalni presjek vodne komore i postignuta je znatna ušteda u troškovima izgradnje. (3) U Grenoble-u razvijen je poseban oblik armirano-betonskih tetrapoda, koji nabacani ispred lukobrana zaštićuju lukobrane od razaranja valovima. Uz jednaku efikasnost po lukobran, ovaj način zaštite daje veću sigurnost od razaranja samog zaštitnog nabačaja i jeftiniji je od klasične zaštite nabačajem od kamena ili od teških betonskih blokova. — Nakon predavanja održana je konzultacija u kojoj su učestvovali brojni istaknuti zagrebački hidrauličari. Kod predavanja i konsultacije bio je tumačem ing. M. Leskovar.

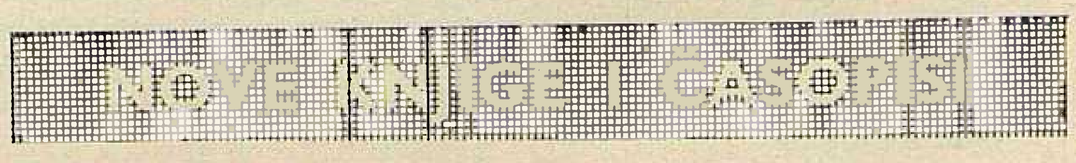
Sutradan prije podne akademik Escande posjetio je novi hidraulički laboratorij AGG fakulteta, na Savskoj cesti 16, gdje su ga dočekali akademik Ž. Marković, prof. A. Franković i šef laboratorija dr J. Grčić. Pregledao je istraživačke radove u toku i planove za daljnju izgradnju laboratorija i diskutirao o tome, te je dao svoje savjete. — Poslije podne održao je predavanje u Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti o *Organizaciji naučnog rada u Francuskoj na nacionalnom planu,* za članove akademije i za uzvanike. Iz tog predavanja iznosimo samo ove, posebnog interesa vrijedne informacije: Naučna istraživanja vrše se u Francuskoj: (1) u Nacionalnom centru za naučna istraživanja, (2) na Univerzitetima, (3) u specijaliziranim institutima, (4) u istraživačkim odjeljenjima industrijskih poduzeća i (5) po istraživačkim organima raznih javnih i privrednih organizacija. Brigu o usmjeravanju naučnih istraživanja, o organizaciji i financiranju tog rada vrši Glavna delegacija za naučna i tehnička istraživanja. Ova se delegacija sastoji od stalnog službeničkog kadra, na čijem čelu se nalazi šef. Organi upravljanja su: Ministar delegiran Ministru predsjedniku, Međuministarski komitet koji čine 7 ministara, i Savjet od 12 članova iz redova naučnih radnika i privrednika, nazvanih familijarno »dvanaestoricom mudrih ljudi«. Zajedničkim sjednicama ovih organa upravljanja predsjedava Ministar predsjednik. Iz toga se vidi kolika se važnost pridaje u Francuskoj naučnim i tehničkim istraživanjima. — Šef službe Glavne delegacije za naučna i tehnička istraživanja izvršio je posebnu studiju naučnog i privrednog karaktera o visini sredstava koja je racionalno upotrebiti za naučna i tehnička istraživanja u tehnički naprednim zemljama. Dokumentacija za taj rad obuhvatila je sve glavne napredne zemlje zapadne hemisfere. Studija je pokazala, da je racionalno za naučna i tehnička istraživanja odvojiti 2% od ukupnog narodnog dohotka u naprednim zemljama. To bi bio poželjni optimum. Međutim, prošle godine za takva istraživanja upotrebljeno je 1,6% od narodnog dohotka u SAD, a 1% u Francuskoj. — Da bi se najvišem nastavničkom kadru omogućilo da se bavi istraživanjima i studijama, profesori univerziteta treba da tjedno održe samo tri sata predavanja, a akademici samo dva sata sedmično. — Pošto je prof. Escande održao svoje predavanje, Akademija je dala prijem u svojim društvenim prostorijama za gosta i za uzvanike.

Ujutro 27. otputovao je prof. Escande u Ljubljanu.

U Zagrebu primili su akademika Escande-a generalni konzul Francuske republike g. J. M. Bonavita, predsjednik Jug. akademije znanosti i umjetnosti G. Novak, prodekan AGG fakulteta prof. B. Borčić i tehnički direktor ZEPH ing. V. Horvat. — Naš je gost razgledao centar grada i Gornji grad, te je, sa vidnim zadovoljstvom, s terase kavane Neboder promatrao Zagreb pod snijegom.

I ovaj put je prof. Escande svojim djelovanjem u našem gradu nesumnjivo doprinio tome da naš daljnji rad na kulturnom i privrednom polju bude uspješniji u području hidraulike te naučnih i tehničkih istraživanja. Ovim putem pomenuti organizatori izriču javnu zahvalu akademiku Escande-u što se odazvao njihovom pozivu, nadaju se da mu je boravak među nama bio prijatan, te da ćemo opet imati prilike primiti tog odličnog i dragog gosta.

M. L.



Problematika distribucije električne energije u Hrvatskoj

Izdanje *Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske*

Pod gornjim naslovom izdalo je Stručno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske u Zagrebu brošuru u kojoj su sažeto prikazani razvoj i problematika distribucije električne energije u Hrvatskoj. Tekst za ovu brošuru sastavili su: ing. Božidar Ribić, glavni energetski inspektor NRH, Zagreb; ing. Ivan Žanić, Zavod za plan NRH, Zagreb; ing. Boris Tilić, »Elektra«, Zagreb; Vladimir Poznić, »Elektroslavonija«, Osijek; Vinko Depolo, tajnik Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, Zagreb, a uredio ju je Ernest Radetić iz Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

Brošura ima slijedeća poglavlja:

1. Proizvodni kapaciteti Hrvatske do 1945.

Prikazane su karakteristike elektroprivrede u Hrvatskoj: nepovezanost elektrana, kojih je bilo mnogo, a sve su bile male i lokalnog karaktera.

Godina	Instalirana snaga MW	Proizvodnja i dobava MWh
1939.	210	432.000
1945.	178	171.000

Pad kapaciteta u 1945. u odnosu na 1939. posljedica je rata kada su mnoge elektrane stradale i bile oštećene.

2. Izgrađene elektrane od 1945. do uključivo 1958.

Detaljno su prikazane po vrstama elektrane, koje ukupno daju:

1945.	290.000 MWh
1958.	1,959.000 MWh

ili u 1958. godini 672 % više nego u 1945.

3. Povećanje prijenosno-distributivnih kapaciteta od 1945. — 1958.

»Prijenosno-distributivna mreža 30 kV zatečena 1945. prostirala se je samo u nekim predjelima kao npr. u Istri, sjeverozapadnoj Hrvatskoj, te u Dalmaciji, gdje je povezivala Šibenik sa HE Jarugom i Split sa HE Kraljevac. Cijela mreža imala je dužinu od 622 km, u što su uključeni i vodovi 110 kV (83 km), koji su u to doba bili u pogonu s nižim naponom.«

Ubrzani razvoj prijenosne i distributivne mreže, poslije rata, u vezi potreba i gradnje novih elektrana, vidi se iz slijedećih podataka:

	Stanje 1945.	Izgradnja 1945.—1948.	Stanje 1958.
1. Prijenos			
DV 220 kV (km)	—	49,50	119,68
DV 110 kV (km)	83	853,39	936,39
TS 110 (27—50) kV	1—30	11—438	12—468
2. Distribucija			
DV 20—50 kV (km)	525,7	1306,90	1832,6
KV 30 kV (km)	13,3	24,2	37,5
ZV 5—15 kV (km)	1301,0	4398,7	5699,7
KS 5—15 kV (km)	390,0	274,1	664,1
ZV 0,4 kV (km)	3974,3	8470,4	12444-7
KN 0,4 kV	400,7	159,4	568,1
TS Jn/sn (br.-MVA)	25—110,9	73—281,6	98—392,5
TS sn/nn (br.-MVA)	990—142	2126—313	3116—455
Brojila (kom.)	274.692	137.975	412.067

Zatim se navodi da je izgrađena prijenosna mreža 110 kV, a pristupilo se je izgradnji mreže 220 kV. Izgrađena su tri sistema: Slavonija, sjeverozapadna Hrvatska i Dalmacija, (koji će uskoro biti povezani preko vodova 220 kV u jedinstveni sistem).

Iako je, kako se iz gornjih podataka vidi, poslije rata izgradnja intenzivna, još je uvijek ostalo neelektrificirano 49,3 % naselja, te 41,7 % domaćinstava (što je detaljno prikazano na str. 29 brošure).

4. *Proizvodni kapaciteti u odnosu na prijenosno-distributivne krajem 1958.*

U ovom poglavlju opisani su proizvodni kapaciteti u odnosu na prijenosne i distributivne kapacitete, te se među ostalim navodi: »Intenzivnom izgradnjom elektroenergetskih postrojenja izgrađeni su mnogobrojni kapaciteti, kako za proizvodnju, tako i za prijenos i distribuciju«.

»Budući da su veličine transformacije i proizvodnje ovisne o vršnom opterećenju, to su stvarni odnosi 1958. izgledali ovako:

elektrane	1046 MW/MW vo
prijenos	1310 MVA/MW
distribucija	
srednji napon	1100 MVA/MW
niski napon	1273 MVA/MW.«

Zatim se detaljnim podacima prikazuje veličina, razvoj i potrebe postrojenja. Iz tablice na str. 21 navest ćemo sumarne pokazatelje o ulaganju u poslijeratnom periodu (u milijardama dinara):

Ukupno proizvodnja, prijenos i distribucija

Početno stanje 1945.	44,1
Ulaganje 1945.—1958.	93,5
Ukupna ulaganja	137,6
U tome distribucija	
Početno stanje 1945.	20,1
Ulaganje 1945.—1958.	31,9
Ukupna ulaganja	52,0

U ovom poglavlju se, između ostalog, konstatira da: »Postojeća prijenosna postrojenja zadovoljavaju potrebe krajem 1958. time, da je njihova izgradnja potrebna i dalje zbog loših naponskih prilika uvjetovanih lošom konfiguracijom terena, te prema tome i predugačkim distributivnim vodovima. Jako je izražen nepovoljan odnos kod distribucije u odnosu na potrebe konzuma, tako da manjak transformacije prouzrokuje uska grla, loše naponske prilike, preopterećenost postrojenja, mogućnost njihovog oštećenja itd.«

Iz navedenog slijedi, da su i pored većih ulaganja u poslijeratnom periodu još uvijek velike potrebe u investiranju kod elektroprivrede, a specijalno za distribuciju električne energije.

5. *Perspektivni plan izgradnje proizvodnih kapaciteta te potreba povećanja prijenosne i distributivne mreže*

U ovom poglavlju obrađene su potrebe proizvodnje električne energije u onosu na predvidivi konzum do 1965. na bazi prosječnog godišnjeg porasta potrošnje od 13 %. Tako su izračunate potrebe u 1965. s 3.600 milijuna kWh za predaju, a s gubicima na 4.150 milijuna kWh (na generatorima), pa se konstatira, da za osiguranje odnosnih količina do 1965. treba dovršiti sve elektrane u izgradnji, a te su: HE Split I, HE Senj, HE Dubrovnik, TO Zagreb, sveukupno 704 MW, 4,352.000 MWh. (U brošuri na str. 23 navedena je i HE Peruća sa 42 MW i 150.000 MWh, što nismo gore uključili.)

Za dovršenje i izvedbu potrebitih investicija u elektroprivredi (str. 26 brošure) predviđaju se od 1961.—1965. ukupno 94 milijarde dinara, a od toga za distributivnu mrežu 35 milijardi.

Pogled na problematiku elektrodistributivne mreže sažet je u brošuri na str. 27 slijedećim riječima:

»U idućem petogodišnjem planu distribuciju očekuje naročito težak i složen zadatak: organiziranje, rekonstrukcija i proširenje distributivnih mreža, da bi se potrošačima stavile na raspoloženje veće količine i kvalitetnija energija u određeno vrijeme, kako se ne bi zakočio opći privredni i društveni razvitak koji svoju elektroenergetsku bazu dobiva preko distributivne električne mreže«.

6. *Elektrificirana i neelektrificirana područja Hrvatske*

U ovom poglavlju na str. 28—32 brošure prikazana je detaljno elektrificiranost područja NR Hrvatske: po stanovništvu, mjestima, naseljima, regionima i usporedba 1958. sa 1945. Iz tih podataka se vidi, da je do kraja 1958. elektrificirano 50,7 % svih naselja u Hrvatskoj, a to, kako se navodi, znači, da su ostala neelektrificirana mala naselja do 2000 stanovnika i poneka s većim brojem stanovništva, dok su sva naselja preko 5000 stanovnika elektrificirana. Najslabije su ostala elektrificirana i dalje naselja u Dalmaciji i Slavoniji, gdje se osobito ističu ona do 1000 stanovnika.

Sumarni podatak sažet je u konstataciji na str. 32: »U svakom slučaju ni sadašnji stepen elektrifikacije ne zadovoljava, budući da je potrebno još elektrificirati 41,7 % domaćinstava, te preostalih 49,3 % naselja.«

7. *Utjecaj elektrificiranosti na prerađivačku industriju i na poljoprivredna područja*

U ovom poglavlju prikazano je učešće konzuma prerađivačke industrije i posebno poljoprivrede u ukupnom konzumu električne energije po godinama. Tako se vidi da je prerađivačka industrija učestvovala u ukupnom konzumu električne energije u 1959. sa 34 %, dok je iste godine konzum električne energije za melioracije iznosio samo 0,03 %, a poljoprivrednih motora 0,80 % od ukupne potrošnje električne energije u 1959. Ovdje je naročito istaknuta važnost povećanja potrošnje električne energije, ne samo u industriji, nego i u poljoprivredi s obzirom na potrebe racionalnijeg obrađivanja zemlje mehanizacijom i time povećanja poljoprivrednih dobara.

8. *Odnos specijalnih potrošača u Hrvatskoj prema specijalnim potrošačima u FNRJ*

U ovom poglavlju obrađena je problematika povlaštenih potrošača, koji plaćaju električnu energiju ispod ekonomske cijene. To su tzv. specijalni potrošači:

	Din/kWh
Karbid	1,97
Aluminij	2,30
Elektrokemija	2,76
Ferolegure	4,32
Elektrotoplina	6,38
Prosječna cijena	3,08

Gornji podaci postaju jasni ako se ima na umu da ekonomska cijena električne energije u jugoslavenskom prosjeku iznosi daleko iznad 7 Din/kWh. Što, dakle, znače

specijalni potrošači ili bolje reći navedene povlaštene tarife, jasno odskače ako se zna da ovi potrošači učestvuju u velikom procentu u ukupnom konzumu električne energije, pa prema tome poskupljuju cijenu struji ostalim potrošačima.

9. *Međurepublička razmjena električne energije*

U ovom poglavlju prikazana je razmjena električne energije među republikama, koja je omogućena zahvaljujući paralelnom radu mreže 110 kV ostvarene u Jugoslaviji počevši od 1958. Prikazane su dobre strane za cjelinu područja FNRJ i posebno u tome poteškoće za konzumno područje Hrvatske: »Gledano na jugoslavensku narodnu privredu kao cjelinu, ova je razmjena energije vrlo korisna i u skladu je s načelima racionalnog električnog gospodarstva. Međutim ne treba izgubiti iz vida izvjesne teškoće, koje iz razmjerno velike zavisnosti od dobave iz drugih republika proističu u kritičnim periodima za urednu opskrbu konzumnog područja distributivnih poduzeća Hrvatske.« Rješenje navedenih teškoća postignut će se, odnosno znatno ublažiti izgradnjom »... novih i vrlo racionalnih energetskih izvora na području NR Hrvatske, koja je u toku...«

10. *Osvrt na Zakon o elektroprivrednim organizacijama s obzirom na položaj distribucije*

Na kraju brošure dan je u ovom poglavlju prikaz odredaba Zakona o elektroprivrednim organizacijama sa osvrtom na distribuciju, koji završava ovako:

»... predstavnici električnih distributivnih poduzeća smatraju da elektroprivredu treba tretirati kao cjelinu u skladu s karakteristikama njezinog tehnološkog procesa. Treba elektroprivredi osigurati stabilnost i kontinuitet. Ova načela uz druga osnovna načela za usmjereni razvoj elektroprivrede trebalo bi kodificirati u Zakonu o elektrifikaciji zemlje, u kojem bi se definirali i bitni zadaci elektroprivrede u ekonomskom, socijalnom i kulturnom razvitku Jugoslavije, način financiranja i metode za ostvarenje tih zadataka.«

Brošura o kojoj je riječ dala je sažeto problematiku distribucije električne energije, te kao priručnik u tome smislu može dobro poslužiti svakome tko se pobliže interesira za elektroprivredu kao i za rješavanje izvjesnih problema unutar elektroprivrede.

Antun Alajbeg

Autorenkollektiv: *Handbuch des Energiemaschinenbaues.* Izdanje Fachbuch Verlag, Leipzig 1958; 460 strana, 271 slika. Cijena 28,— DM.

Knjiga obrađuje energetska postrojenja u zbijenom obliku s naročitim sistemom, prema kojemu je obuhvaćeno cijelo područje gradnje postrojenja te međusobno povezivanje i usklađivanje pri projektiranju cijelih termoenergetskih objekata.

Pored dobrog pregleda kvalitetnih karakteristika i konstruktivnih detalja energetskih strojeva i pripadajuće opreme, knjiga predstavlja riznicu dragocjenih podataka iz prakse i iskustva za projektiranje.

Knjiga može služiti za izobrazbu energetskih kadrova te kao pravilnik za projektiranje i rukovođenje energetskim postrojenjima. Pisana je jednostavnim i jasnim stilom bez prekomjernih teoretskih izvoda, te je pristupačna i srednjem pogonskom osoblju.

J. Lucati

T. Šurima: *Tranzistorska tehnika.* Izdavač Tehnička knjiga, Zagreb 1960.; 111 str., format 20 × 14 cm, cijena Din 680.—

Knjiga djelomično popunjuje prazninu na ovom relativno novom području elektronike u našoj stručnoj literaturi. Zbog svojih kvaliteta u načinu izlaganja i odabiranja materijala autor je ispunio zahtjev da onima koji se interesiraju za to područje na razumljiv način pruži uvod u tehniku tranzistora.

Knjiga je podijeljena na 6 poglavlja:

Fizikalne osnove tranzistora — Tranzistor kao elemenat sklopa — Primjena tranzistora — Diode iz poluvodiča — Fotodiode i fototranzistori — Podaci za tranzistore i diode.

U prvom poglavlju govori se o fizikalnom mehanizmu vodljivosti poluvodiča, te o utjecaju »dotiranih« nečistoća na koncentraciju elektrona i »šupljina« bitnih za ispravno funkcioniranje poluvodiča.

Drugo poglavlje donosi principijelne spojeve tranzistora s nužnim teoretskim objašnjenjima.

U trećem poglavlju dani su naprotiv tipični spojevi iz različitih područja primjene sa čisto konkretnim podacima.

Četvrto poglavlje obrađuje diode iz poluvodiča, točkaste, slojne i Zenerove diode sa pripadnim karakteristikama.

U petom poglavlju govori se o poluvodičima osjetljivim na svjetlost, fotodiodama i fototranzistorima.

Šesto poglavlje sadržava tabelarno sređene podatke za tranzistore i diode nekih stranih firmi.

Vrijedno je još spomenuti da se na početku svakog poglavlja daje kratak opći osvrt na materiju koja se obrađuje u dotičnom poglavlju, što je naročito korisno za one kojima je ova knjiga jedini izvor informacija.

I. Simurina

Jugoslavenska energetska bibliografija

Kostanjšek D., *Energetska situacija u Evropi u 1958.*, Energija 9 (1960), br. 1–2, 36–38, t. 6.

Popović D., *Nauka, tehnika i nuklearni reaktor,* Tesla 7 (1960), br. 1, 4–8, sl. 6.

Hinton Chr., *Budućnost nuklearne energije,* Tehnika 15 (1960), br. 2, 208–215, sl. 7.

— *Vodne snage Une i Sane,* Energija 9 (1960), br. 1–2, 30 do 33, sl. 4, t. 1.

Šolc L., *Na Savo — cevne turbine,* Strojniški vestnik 6 (1960), br. 1 — Poročila Titovih zavodov »Litostroj« — Ljubljana, 25–28, sl. 2.

Filipović B., *Osnove računa o rentabilnosti izvoza električne energije,* Energija 9 (1960), br. 1–2, 9–16, sl. 6, t. 6.

Kostanjšek D., *Stanje seoske elektrifikacije u nekim zemljama Evrope u 1957.* Energija 9 (1960), br. 1–2, 39–42, t. 5.

R. P., *Elektrifikacija Dalmacije i iskorištenje vodnih snaga primorskog pojasa,* Energija 9 (1960), br. 1–2, 45–46.

Jamnicki I., *Optimalno korištenje termoelektrane Zagreb–Zapad,* Energija 9 (1960), br. 1–2, 1–8, sl. 5.

Goluža M., *Rezervna petlja kod polaganja kabela jake struje,* Energija 9 (1960), br. 1–2, str. 43.

Brezinšćak M., *Dispečerski istosmjerni mrežni analizator,* Elektrotehnika 2 (1960), br. 4, 156–166, sl. 16.

Tilić B., *Problematika i stanje distributivnih mreža NR Hrvatske,* Enegija 9 (1960), br. 1–2, 17–24.

Hangi V., *Problematika korištenja domaće električne zaštite*, Energija 9 (1960), br. 1–2, 44–45.

Miler J., *Določanje veličin, potrebnih za preračun glavnih dimenzij plinskih turbinskih postrojenj*, Strojniški Vestnik 6 (1960), br. 1, 6–10, sl. 3.

Janaček V., *Nabava građevinske mehanizacije za pojačanu izgradnju hidroenergetskih postrojenja*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 4, 206–213, t. 4.

– *Energetsko poročilo*, Elektrogospodarska skupnost Slovenije, Bilten, 11 (1960), br. 2, 4–28.

– *Energetsko poročilo*, Elektrogospodarska skupnost Slovenije – Bilten, 11 (1960), br. 3, 4–26.

Crlenjak M., *O korištenju termonuklearne energije*, Strojarstvo 2 (1960), br. 3/4, 43–53, sl. 5.

Fidahić A., *Termičke sheme i regenerativno zagrijavanje savremenih elektrana*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 4, 218–229, sl. 9, t. 2.

Milanov A., *Domaća elektroindustrija i njeno objedinjavanje*, Elektrosrbija (1960), br. 3–4, 1–4, sl. 1.

Stefanini B., *Upotreba sinhronih kompenzatora u jugoslavenskoj mreži*, Elektrotehnika 3 (1960), br. 1, 3–7, sl. 1.

Despotović S., *Određivanje snage rednih i otočnih kondenzatora u vodovima 10, 35 i 110 kV u cilju smanjenja gubitaka napona*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 4, 214–217, sl. 1, t. 2.

Božuta F., *Spojevi trofaznih brojila za radnu energiju u slučaju nedostatka jednog od mjernih transformatora*. Elektroprivreda 13 (1960), br. 3, 169–172, sl. 6.

Černelč J., *Naš doprinos izgradnji najvećeg akceleratora čestica u svijetu – Cernovog protonskog sinhotrona u Ženevi*, Tesla 7 (1960), br. 3, 15–18, sl. 6.

Argirović M., *Osvrt na radiosmetnje industrijskog porekla*, Telekomunikacije 9 (1960), br. 2, 19–23, sl. 5, t. 1.

Milić J., *Potrebe i mogućnosti primene tonfrekventne mrežne komande u distributivnoj električnoj mreži Beograda*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 3, 143–153, sl. 4, t. 6.

Savić M., *Tonfrekventna mrežna komanda*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 3, 129–141, sl. 27, t. 1.

Fagaraci Ž., *Izbor optimalne frekvencije za uređaje mrežne telekomande*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 3, 159 do 167, sl. 14.

Božuta F., *Centralno upravljanje u elektrodistributivnim mrežama*, Tesla 7 (1960), br. 3, 19–25, sl. 10.

Marković D., *Primena aluminijuma u proizvodnji kablova*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 4, 224–226.

Arsenijević R., *Uloga elektrotermije u daljem razvoju crne metalurgije u Jugoslaviji*, Tesla 7 (1960), br. 3, 6–11, sl. 2.

Podbrežnik F., *Neki problemi održavanja kotlovskih instalacija naročito s obzirom na zastoje u pogonu*, Energija 9 (1960), broj 3–4, 90–92.

Stepinac A., *Hidroenergetski potencijal rijeke Drave na sektoru Ormož–Botovo i prevođenje njenih voda u sliv Save*, Energija 9 (1960), broj 5–6, 141–147, sl. 11.

– *Stručno savjetovanje o elektrifikaciji jugoslavenskog značaja*, Tehnika 15 (1960), broj 8, 215–217.

Đurić M., *Elektrifikacija naselja i domaćinstava u Jugoslaviji*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 5–6, 328–332, t. 6.

Zloković V., *Opšti problemi elektrifikacije naše poljoprivrede*, Elektroprivreda 13 (1960), br. 5–6, 262–269, sl. 5.

Dokmanović M., *Neki problemi u vezi sa elektrifikacijom sela i poljoprivrednih zadružnih dobara*, Elektroprvreda 13 (1960), broj 5–6, 270–274, t. 2.

Brčić J., *Puna elektrifikacija poljoprivrednog dobra »Poljoprivredna škola« u Vinkovcima*, Elektroprivreda 13 (1960), broj 5–6, 275–297, sl. 11.

Šulentić P., *Male hidroelektrane za elektrifikaciju seoskih naselja i poljoprivrede*, Elektroprivreda 13 (1960), broj 5–6, 298–309, sl. 9.

Karoly P., *Oklopljena razvodna postrojenja u inostranstvu i kod nas*, Elektroprivreda 13 (1960), broj 7–8, 396 do 404, sl. 12.

Damjanić, Cenčić, Planić, *Potreba i mogućnost elektrifikacije otočja*, Energija 9 (1960), broj 5–6, 150–155, sl. 3.

Janić I., *Elektrifikacija istočne Slavonije*, Energija 9 (1960), broj 3–4, 12–16, sl. 2.

Begović K., *Problemi izbora električne sheme u postrojenjima 380 kV*, Energija 9 (1960), broj 5–6, 164–169, sl. 14.

Subanović B., *Pojava gubitaka voda iz Mavrovske akumulacije*, Elektroprivreda 13 (1960), broj 7–8, 405–410, sl. 6, t. 2.

Bulić I., *HE Split i HE Peruča u punom razvoju gradnje*, Energija 9 (1960), broj 3–4, 67–71, sl. 5.

Mrša V., *Početak izgradnje 220 kV prijenosnih postrojenja Split–Zagreb*, Energija 9 (1960), broj 5–6, 147–150, sl. 2.

Brezinšćak M., *Istosmjerni mrežni analizator s elastičnim sabirnicama i jednim operatorom*, Energija, 9 (1960), broj 3–4, 77–86, sl. 15.

Baborsky A., *Automatsko ponovno ukopčanje učinskih sklopki*, Elektrotehničar 14 (1960), br. 3–4, sl. 4.

Tadić T., *Tarifa za električnu energiju u poljoprivredi*, Elektroprivreda 13 (1960), broj 5–6, 316–322, sl. 5.

Hohnjec B., *Grijaće ploče i cijevni grijači*, Informacije »Rade Končar« 7 (1960), broj 1, 24–25, sl. 7.

Kobe M., *Visokofrekvenčno segrevanje v industriji*, Nova proizvodnja 11 (1960), broj 7, 124–130, sl. 9.

Selanec Z., *Akumulaciono električno grijanje*, Energija 9 (1960), broj 5–6, 159–162, sl. 2.

Exel B., *Ekonomija topline u pogonu industrijskih peći*, Energija 9 (1960), broj 3–4, 93–95, t. 1, sl. 2.

Jovanović P., *Uređaji za industrijsku primenu infracrvenih zrakova*, Elektrosrbija (1960), br. 5–6, 68–85, sl. 25.

Šefček K., *O električnim pećima za važnije toplinske obrade*, Informacije »Rade Končar« 7 (1960), broj 1, 7–17, sl. 15.

Dermelj M., *Analiza premoga*, Nova proizvodnja 11 (1960), br. 3–4, str. 89–98.

ISPRAVAK

Molimo, da se u članku V. Hangi, br. 11–12/1960., ispravi: str. 398 u 2. retku sadržaja: mjesto efektivno treba biti selektivno;

str. 398, drugi stupac, 8. redak teksta odozdo: mjesto dvostruko treba biti dvostrano;

str. 403, prvi stupac, 16. redak odozgo: mjesto ... jednoprovodni releji krivuljom ... treba biti .. jednoperiodni releji s krivuljom ...;

str. 403, drugi stupac, 26. redak odozgo: mjesto ravnovrsnost treba biti raznovrsnost.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE STUDENI I PROSINAC 1960.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh								Razmjena			Ukupno (7-11)
		Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	1960	118756	22942	2266	15910	137	409	121159	39261	— 6070	49185	— 6810	196725
2.	1960	122597	16864	2216	15014	130	388	124943	32266	— 7539	46468	— 10091	186047
3.	1960	126127	12663	2355	17246	179	410	128661	30319	— 4237	44201	— 3875	195069
4.	1960	101448	9063	2217	17041	28	393	103693	26497	22876	35316	— 6193	182189
5.	1960	89080	14579	1732	14477	145	221	90957	29277	34077	28158	— 1969	180500
6.	1960	31740	30969	834	22205	150	194	32724	53368	59646	26956	— 201	172493
7.	1960	31912	32876	845	23983	142	554	32899	57413	76171	16039	— 8532	173990
8.	1960	43095	38051	534	26194	141	317	43770	64562	91161	— 3774	— 15981	179738
9.	1960	73846	31960	743	25384	246	272	74835	57616	83922	—21685	— 11657	183031
10.	1960	139433	12794	2284	19668	158	245	141875	32707	44647	— 3425	— 11897	203907
11.	1960	139936	6002	2242	18707	163	258	142341	24967	31826	19700	— 7207	211627
12.	1960	159578	6079	2379	18657	194	296	162151	25032	26007	—26109	— 9351	229948
Ukupno 1. — 12. 1960.		1177548	234842	20647	234486	1813	3957	1200008	473285	452487	263248	— 93764	2295264

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1960.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja 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	79,0	25064	29683	175237	582,0	155,8	146,7	100,0	100,0	—	—
		Gojak	48,0	34567	35622	276058	136,4	103,4	281,0	100,0	100,0	—	—
		Ozalj	5,1	3722	3187	27384	131,0	103,9	113,7	80,0	86,0	—	—
		Kraljevac	62,0	45285	48262	471560	97,2	101,3	111,5	100,0	100,0	—	—
		Peruća	. . .	12386	23205	42613	—	—	—	100,0	100,0	—	—
		Manojlovac	24,0	13020	13403	131522	100,3	88,5	110,2	100,0	100,0	—	—
		Jaruga	5,5	4149	4126	37540	107,3	104,7	97,1	100,0	100,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	—	—	31255	—	—	44,9	—	—	—	—
		Jertovec	39,0	4290	4302	159647	56,6	92,2	101,9	15,3	14,8	4055	4001
		Vlaška	9,5	1711	1728	25233	329,0	214,0	93,0	25,0	24,5	5990	5823
		Rijeka	6,3	—	—	11515	—	—	49,2	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1411	1269	53947	60,7	48,6	90,5	11,2	9,8	....	....
		Sladorana, Županja	3,0	1341	1388	6915	111,7	112,9	125,4	62,0	62,2	....	....
		Jug. komb., Borovo	6,0	1930	2084	22804	100,5	105,6	109,5	44,6	46,6	....	....
		Željezara, Sisak	5,5	1832	2048	35047	84,0	52,6	90,0	46,2	50,0	....	....

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1959. = 100.

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje vode, a kod termoelektrana iskorišćenje raspoloživog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1960.

Elementi energetske bilance	Studeni		Prosinac		Od početka god.		Indeks 1959 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Studeni	Prosinac	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	145938	61,0	165657	62,7	1412390	52,7	131,6	122,0	125,1
Proizvodnja industr. elektrana	20949	8,8	21036	8,0	255133	9,6	101,4	92,5	98,9
Proizvodnja lokalnih elektrana	421	0,2	490	0,2	5770	0,2	80,6	91,4	108,0
Ukupna proizvodnja na generatoru	167308	70,0	187183	70,9	1673293	62,5	126,7	117,5	120,1
Nabava el. en. od susj. zajednica	71970	30,0	76695	29,1	1005693	37,5	102,8	109,6	107,6
Nabava el. en. iz inozemstva	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupno raspoloživa električna energija	239278	100,0	263878	100,0	2678986	100,0	118,3	115,0	114,6
Vlast. potroš. elektrana u sistemu	1668	0,7	1768	0,7	35604	1,3	55,5	50,7	85,7
Vl. potr. industr. i lokal. elektrana	2137	0,9	2153	0,8	26090	1,0	101,0	92,3	98,9
Ukup. raspolož. na pragu elektr.	235473	98,4	259957	98,5	2617292	97,7	119,4	116,3	115,4
(Dobava industr. elektrana sistemu)	(860)	(0,4)	(2054)	(0,8)	(40588)	(1,5)	(219,0)	(481,0)	(185,4)
(Prag elektrana u sistemu)	(217100)	(90,7)	(242638)	(92,0)	(2423067)	(90,4)	(122,0)	(119,2)	(118,0)
Gubici prijenosa u sistemu	11566	4,8	15314	5,8	131033	4,8	152,3	163,9	138,6
Gubici razvoda u sistemu	18818	7,9	9407	3,6	175425	6,5	171,1	39,9	99,5
Gubici razvoda lokal. elektrana	42	0,0	49	0,0	577	0,0	80,7	90,7	108,0
Ukupna predaja el. en. potrošačima	205047	85,7	235187	89,1	2310257	86,4	115,0	123,4	115,7
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	20444	8,6	24579	9,3	289956	10,8	122,5	136,9	177,3
Predano inozemstvu	7207	3,0	9351	3,6	93765	3,6	106,7	89,0	141,4
Industrijska vlastita opskrba	17994	7,5	16878	6,4	189032	7,1	99,0	81,6	90,0
Lokalna opskrba	337	0,1	392	0,1	4616	0,2	80,5	91,5	107,8
Potrošači u sistemu	159065	66,5	183987	69,7	1732888	64,7	116,7	130,1	111,7
Struktura potrošnje u sistemu — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	35677	22,4	37642	20,3	394145	22,8	96,6	123,4	96,2
Rasvjeta poslovnih prostorija	5268	3,3	6274	3,5	56143	3,3	114,4	122,3	121,1
Rasvjeta društvenih prostorija	1176	0,7	1331	0,7	11833	0,7	106,3	109,3	113,9
Motori i aparati	5690	3,6	6340	3,5	65632	3,8	111,8	124,5	120,1
Poljoprivredni motori	751	0,5	891	0,5	9129	0,5	90,2	106,0	106,5
Javna rasvjeta	2750	1,7	2997	1,7	26245	1,5	122,0	139,7	122,4
Preprodavaoci	1334	0,9	1458	0,8	14152	0,8	83,8	77,4	85,9
Ukupna potrošnja na malo	52646	33,1	56933	31,0	577279	33,4	100,4	121,5	101,7
Vodovod	3850	2,4	3924	2,1	49696	2,9	102,6	101,3	106,7
Gradska električna vuča	1723	1,1	1850	1,0	19369	1,1	118,5	117,6	116,4
Ukupna komunalna velepotrošnja	5573	3,5	5774	3,1	69065	4,0	107,1	106,0	109,0
Ugljenokopi	7267	4,6	7883	4,3	82246	4,8	117,5	103,3	113,8
Tvornice cementa	8237	5,2	8226	4,4	93633	5,4	100,7	120,1	100,4
Ostala opća velepotrošnja	39721	25,0	45903	25,0	442463	25,5	112,1	129,6	121,3
kod elektrokemije	(1107)	(0,7)	(1164)	(0,6)	(7639)	(0,4)	(88,4)	(88,3)	(41,1)
kod elektrometalurgije	(1670)	(1,1)	(1747)	(1,0)	(21156)	(1,2)	(119,6)	(112,4)	(132,0)
kod ostalih	(36944)	(23,2)	(42992)	(23,4)	(413668)	(23,9)	(112,5)	(132,1)	(125,3)
Ukupna ostala velepotrošnja	55225	34,8	62012	33,7	618342	35,6	111,0	124,2	116,5
Karbid	12792	8,0	13389	7,3	123298	7,1	112,0	97,8	114,0
Aluminij	12246	7,7	12500	6,8	128617	7,4	482,0	207,0	104,0
Ostala elektrokemija	3491	2,2	14689	8,0	35488	2,1	174,3	723,0	224,0
(Ukupno elektrokemija)	(28529)	(17,9)	(40578)	(22,1)	(287403)	(16,6)	(178,9)	(186,7)	(116,2)
Ferolegure el. metalurgije	11942	7,5	12534	6,8	123274	7,1	126,7	93,5	126,0
Elektrotoplina	2746	1,7	2975	1,6	34213	1,9	117,0	105,0	107,8
Željeznička električna vuča	2054	1,3	2756	1,5	20702	1,2	186,4	389,0	158,6
Melioracije	350	0,2	425	0,2	2610	0,2	384,0	96,6	245,0
Ukupna spec. velepotrošnja	45621	28,6	59268	32,2	468202	27,0	157,9	151,7	119,8

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1960.

Pokazatelj	Mjesec	FNRJ			Po narodnim 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. 1960	713	613	100	140	6	113	58	190	14	117	17	26	4	27	1
	12. 1960	770	632	138	159	6	105	85	181	23	143	23	25	0	19	1
Indeks na bazi	11. 1959	122	145	62	141	57	144	89	155	35	119	47	125	49	888	275
	12. 1959	117	122	97	127	57	131	117	131	77	99	104	99	3	506	8500

Proizvodnja ugljena za mjesece studeni i prosinac 1960.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1959 = 100		
		Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi		59850	51300	802220	82,6	68,2	93,3
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	5184	5952	75362	74,7	81,0	95,2
	Rudnik Pregrada	3925	5053	54280	78,3	99,7	85,3
	Ostali	3548	4831	47439	113,5	151,0	95,5
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	14915	16199	188663	80,5	88,2	93,0
	Dalmacija: Rudnik Siverić	9488	9868	121472	85,5	94,0	87,1
	Ostali	440	601	7593	85,0	117,0	104,3
	Ostala područja	3821	3736	42633	111,0	115,1	88,4
	Ukupno mrki	41321	46240	537442	84,8	95,7	90,2
Lignit	Hrvatsko Zagorje: Ivanečko-ladanjski uglj.	31650	36421	399009	97,5	102,6	105,1
	Konjšćinski ugljenokopi	25443	27439	305362	110,8	104,8	105,8
	Stubički ugljenokopi	15147	18003	176259	98,0	110,7	96,5
	Ostali	2324	2470	22834	140,0	118,0	111,8
	Bilogora — Podravina: Koprivnički ugljenokopi	9471	10564	118561	125,0	96,8	102,8
	Križevački ugljenokopi	4318	5002	62266	86,5	110,0	97,2
	Ostali	7277	8020	95540	75,3	74,0	99,5
	Ostala područja	1202	1238	15279	35,2	51,2	88,1
	Ukupno lignit	96832	109156	1195092	99,8	100,5	105,0
Ukupno sve vrste ugljena		198003	206696	2534754	91,0	89,1	97,7

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1960.

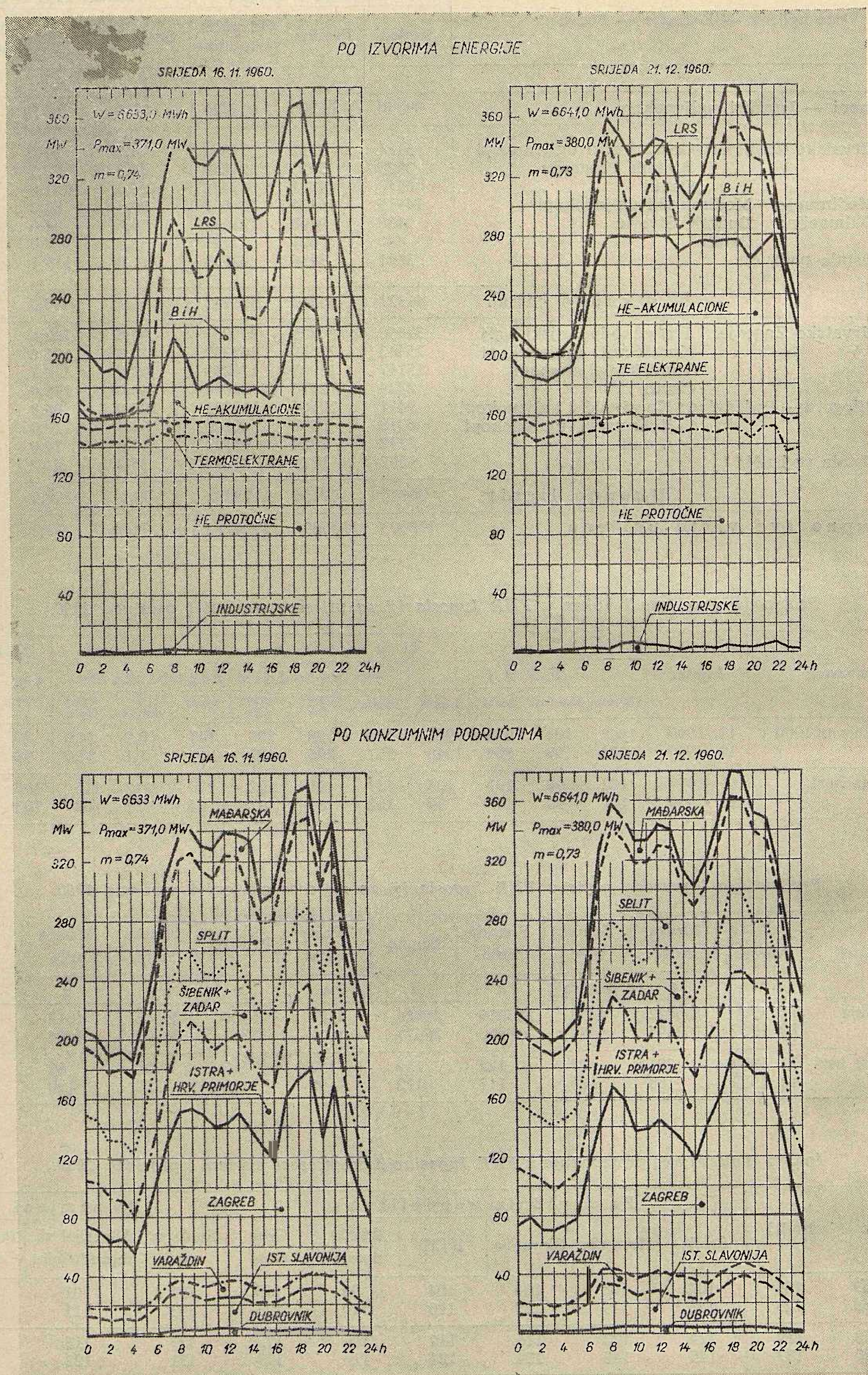
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						kok-sara	pli-nara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	11. 1960	1868	101	782	985	508	198	390	747	0,9	24,0	89	1,4
	12. 1960	2006	99	859	1048	557	206	402	814	1,1	24,0	93	1,7
Indeks na bazi	11. 1959	102	96	101	103	109	91	102	100	112	116	105	82
	12. 1959	101	90	105	99	102	89	97	104	137	108	103	90

Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1960.

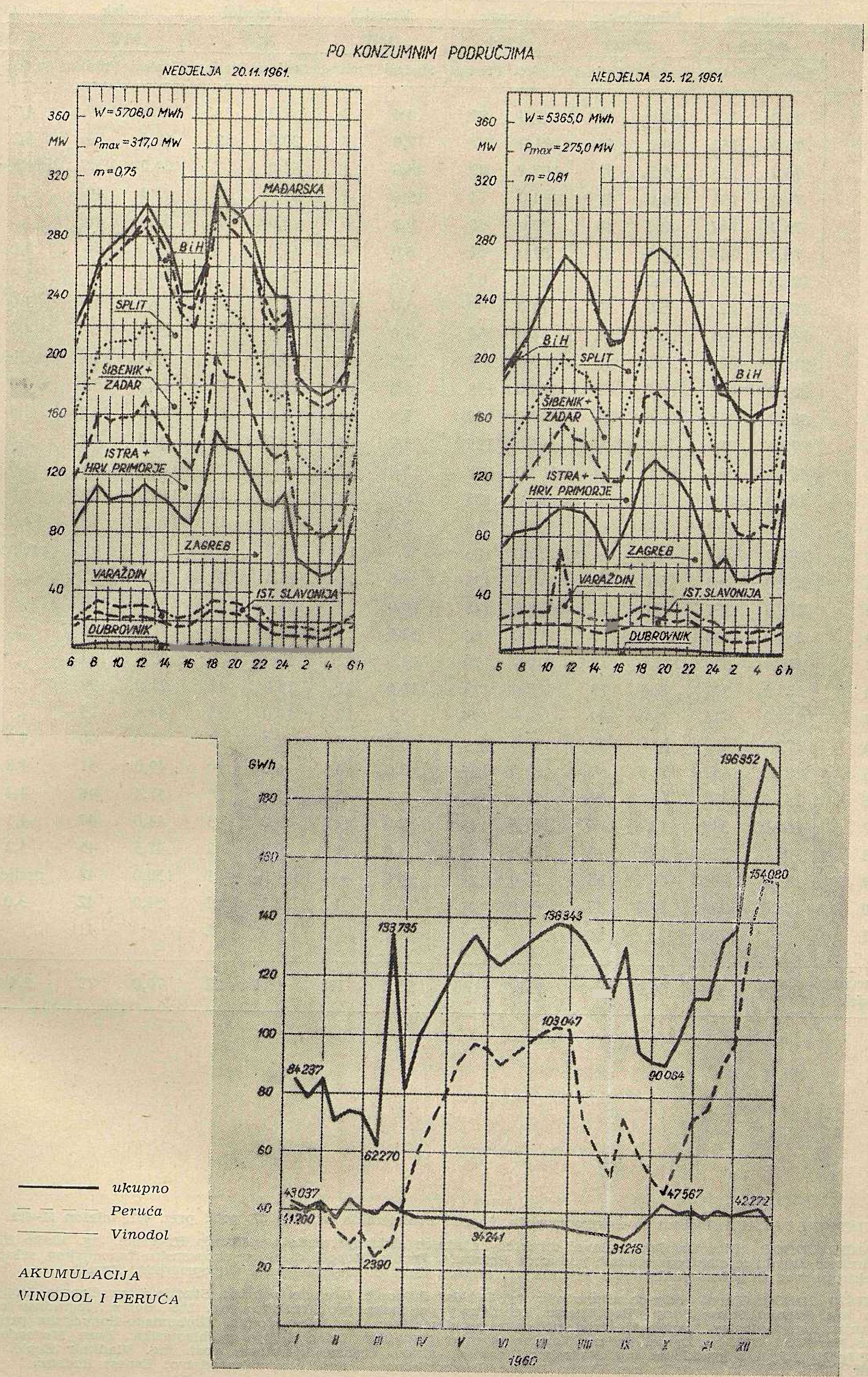
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	11. 1960	106022	4455	115210	25984	1107	5460	28588	4217	324
	12. 1960	102695	6481	119500	25477	1007	5371	30002	4694	349
Indeks na bazi	11. 1959	201	99	122	139	157	112	124	89	123
	12. 1959	180	139	113	112	95	88	120	150	152

Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1960.

Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
11. 1959	106	109	108	104	104	95	115	105	101	171
12. 1959	123	133	119	125	110	120	121	153	111	128
11. 1960	119	124	122	116	112	106	172	123	113	129
12. 1960	137	145	140	134	124	114	179	171	122	144


PO IZVORIMA ENERGIJE
SRIJEDA 16. 11. 1960.
W=6653,0 MWh
Pmax=371,0 MW
m=0,74
MW
LRS
BiH
HE-AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
INDUSTRIJSKE
SRIJEDA 21. 12. 1960.
W=6641,0 MWh
Pmax=380,0 MW
m=0,73
LRS
BiH
HE-AKUMULACIONE
TE ELEKTRANE
HE PROTOČNE
INDUSTRIJSKE
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
SRIJEDA 16. 11. 1960.
W=6633 MWh
Pmax=371,0 MW
m=0,74
MAĐARSKA
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+ HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
SRIJEDA 21. 12. 1960.
W=6641,0 MWh
Pmax=380,0 MW
m=0,73
MAĐARSKA
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+ HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
360
320
280
240
200
160
120
80
40
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 20. 11. i 25. 12. 1960.



Srednji dnevni protoci vode za mjesece studeni i prosinac 1960.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Manojlovac		Jaruge		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sek		m³/sek		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac
1	75,5	147	62,0	46	128,0	90	4,4	9	7,0	19	51,8	59	4,7	4,0
2	76,0	160	59,0	46	121,0	87	17,0	7	20,0	12	49,4	59	4,2	5,0
3	74,2	158	55,5	41	107,0	80	48,0	5	64,0	7	64,0	52	preljev	5,0
4	71,0	156	54,0	40	104,0	74	15,0	4	25,0	7	62,0	49	„	preljev
5	76,0	147	42,0	38	90,0	68	9,0	6	15,0	8	52,0	46	„	4,4
6	76,0	146	42,0	33	87,0	62	8,0	4	14,0	6	54,0	46	5,0	4,3
7	101,0	155	39,0	31	80,0	62	5,0	11	10,0	31	56,0	45	5,0	4,5
8	117,3	270	35,0	50	74,0	90	5,0	33	8,0	68	49,0	59	5,0	preljev
9	130,0	347	35,0	61	68,0	150	4,0	36	7,0	55	50,0	114	4,7	„
10	212,3	406	55,0	63	100,0	158	3,3	39	5,0	58	47,4	120	preljev	„
11	320,0	492	103,0	63	205,0	158	16,2	19	30,0	41	46,2	182	4,0	„
12	265,0	418	98,0	63	190,0	150	3,8	12	7,0	22	43,2	127	3,8	„
13	272,0	394	79,0	60	166,0	135	6,0	7	10,0	12	44,0	87	2,0	4,2
14	439,0	364	85,0	55	162,0	135	13,0	7	15,0	9	104,0	63	3,0	4,5
15	433,0	292	85,0	50	166,0	125	10,0	12	14,0	21	119,0	59	3,0	4,7
16	341,0	259	84,0	46	166,0	114	5,0	30	11,0	35	71,0	53	4,0	4,7
17	297,0	253	83,0	44	178,0	106	8,7	10	19,0	15	70,0	65	preljev	4,4
18	284,0	290	79,0	42	190,0	135	6,5	17	12,4	20	58,0	75	„	preljev
19	276,0	357	79,0	71	178,0	146	70,0	18	58,0	35	54,6	115	„	..
20	268,0	333	99,0	79	205,0	166	52,0	22	121,0	36	272,0	146	„	..
21	275,0	319	102,0	78	210,0	170	14,5	42	32,0	75	103,8	104	„	„
22	269,0	340	92,0	79	182,0	174	10,0	21	15,0	41	71,0	99	„	„
23	244,0	428	73,0	99	162,0	195	5,6	12	10,0	23	54,6	75	„	4,0
24	179,0	452	66,0	99	142,0	209	5,2	7	8,0	12	51,0	60	4,9	5,0
25	185,0	437	60,0	87	93,0	187	3,0	4	6,1	10	49,0	51	4,8	preljev
26	184,0	388	50,0	77	121,0	166	3,1	5	3,0	8	47,4	46	4,4	5,0
27	164,0	346	48,0	66	107,0	143	2,0	1	3,2	3	44,0	47	4,1	4,6
28	100,0	319	46,0	70	159,0	135	6,0	1	9,3	2	47,5	45	3,2	4,3
29	151,0	291	45,0	65	96,0	128	95,0	—	81,0	1	130,0	43	preljev	4,3
30	162,0	283	46,0	55	94,0	121	16,0	1	32,1	2	84,0	42	3,0	3,7
31		266		50		114		1		2		41		3,4
Mjesečni prosjek	203,9	304	66,0	60	131,7	130	15,6	13	22,4	22	70,0	73	2,4	2,7

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 51–822, kućni 341.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Božidar *Filipović. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Miroslav *Balling*, ing. Zdenko *Sakar* i ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja energetskih postrojenja: ing. Radoslav *Planić.* Elektrodispečerska problematika: ing. Milan *Šodan.* Ekonomsko-financijska problematika: Anđelko *Marušić* i dipl. ec. Daniel *Feöcze.* Tarifna pitanja: ing. Ivan *Lučev.* Opća problematika: Ivan *Medvedec.* Vijesti: Josip *Pišpek.* Vijesti s gradilišta: ing. Radoslav *Planić.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Statistika: Krešimir *Lang.* Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 10 (1961) energija BROJ 3 — 4

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

ELEKTROPRIVREDA U NARODNOJ JUBILARNOJ GODINI

U jubilarnoj 1961. godini sve privredne društvene i političke organizacije sumiraju rezultate postignute u toku četverogodišnje revolucije i rezultate svojih napora u izgradnji zemlje od oslobođenja do danas.

U proteklih 20 godina narodi Jugoslavije bilježeći svoje napore, bilježe u nepreglednoj listi rezultate koji su dobiveni iz tih danih žrtava i uloženog napora. Bez sumnje, niti jedno razdoblje od 20 godina nije bilo tako značajno i plodno za sve nas, kao što je ovo posljednje koje s ponosom slavimo. Naša izborena sloboda nije bila polovična i fiktivna, nego potpuna. Naša budućnost, gledajući na ono što je ovisno o nama, u rukama je cjelokupnog naroda, a to znači jasna i perspektivna. Stvoreno jedinstvo naroda, sredstva rada i sredstva za rad dana na upravljanje samim proizvođačima, dala su do sada vidljive rezultate napretka, a daju također i velike mogućnosti u budućnosti.

Elektroprivreda je u proteklim zbivanjima sigurno svakom prilikom zauzimala svoje mjesto. Za vrijeme narodnooslobodilačke borbe veliki broj rukovodnog i ostalog kadra regrutovan je i iz redova elektrotehničke struke kao Rade Končar, braća Kavurić i mnogi drugi. Iako u vrijeme narodne revolucije elektrotehnika nije mogla imati svestranu primjenu, za pojedine službe bilo je ipak neprocjenjivo važno imati obrazovane kadrove iz toga područja.

Što se tiče uloge i razvoja elektroprivrede u razdoblju od oslobođenja do danas, može se reći da su postignuti zavidni rezultati.

Godine 1945. proizvodnja električne energije u Jugoslaviji iznosila je 1 milijardu kWh, od toga u NR Hrvatskoj 270 milijuna kWh, a 1960. već 8,9 milijarda kWh, u NR Hrvatskoj 1,4 milijarde kWh; povećanje iznosi oko 9 puta. Instalirana snaga u elektranama Jugoslavije iznosila je 1945. godine 330 MW, a 1960. godine 2.460 MW, što daje povećanje od preko 7 puta. Istovremeno se je snaga elektrana u NR Hrvatskoj povećala od 117 na 409 MW tj. 3,5 puta. Prijenosna mreža godine 1945. gotovo i nije postojala. U Jugoslaviji bilo je tada svega 420 km vodova 110 kV sa 3 transformatorske stanice reda 110 kV. Danas već postoji u Jugoslaviji oko oko 5.700 km vodova 110 kV i 220 kV i 68 transformatorskih stanica reda 110 (220) kV.

Distribuciona djelatnost elektroprivrede također je u proteklih 15 godina ponijela veliki teret vrlo intenzivne široke elektrifikacije do tada još neelektrificiranih područja, kao i proširenja i pojačanja mreže u već elektrificiranim područjima.

Tako je na području NR Hrvatske 1945. bilo 490 km vodova 30—50 kV sa 17 transformatorskih stanica i 6.070 km vodova 10 kV i niskog napona s 990 transformatorskih stanica 10/0,4 kV. Koncem 1960. bilo je međutim već 2.240 kilometara vodova 30-50 kV sa 118 transformatorskih stanica i 26.160 km vodova 10 kV i niskog napona sa 4.200 transformatorskih stanica 10/0,4 kV. Sličan porast distributivnih elektroprivrednih postrojenja bio je i na ostalom području Jugoslavije.

Rezultat tih napora na području elektrifikacije očituje se u činjenici da je 1945. u NR Hrvatskoj bilo elektrificirano 892 naselja odnosno 13,2% od ukupnog broja, a 1960. godine 4.066 odnosno 60,3% od ukupnog broja naselja. Krajem 1960. bilo je elektrificirano 50% domaćinstava Jugoslavije i 68,4% domaćinstava NR Hrvatske.

Razvoj elektroprivrede naše zemlje i u narednom razdoblju, prema planskim predviđanjima, bit će izuzetno brz. Tako se predviđa da će 1966. proizvodnja električne energije na području Jugoslavije iznositi cca 19,2 milijarde kWh, od čega na području NR Hrvatske cca 5,8 milijarde kWh. Snaga elektrana u Jugoslaviji godine 1966. iznosit će 4.170 MW; dalekovoda 220 kV i 110 kV bit će u pogonu cca 10.000 km sa 110 odgovarajućih transformatorskih stanica. Paralelno s time razvijat će se i distributivna elektroprivredna mreža.

Postignuti rezultati zahtijevali su velike napore i odgovornost naših radnika, projektanata, građevinara i konstruktora. Uspjesi su značajni naročito i zato, što su naša praktična iskustva do oslobođenja bila vrlo oskudna. To nam je prvih godina obnove i izgradnje zemlje činilo teškoće, jer se bez praktičnog iskustva nije moglo raditi tehnički i ekonomski tako uspješno kako se danas već radi kad se svi radovi na projektiranju i izgradnji, od malih postrojenja pa do tako značajnih kao što su npr. HE Split i Peruća, dalekovodi 220 kV Jajce — Zagreb i Split — Zagreb izvode vlastitim stručnim snagama i proizvodnjom domaćih tvornica.

Pridružujući se proslavi svih ljudi Jugoslavije u jubilarnoj 1961. godini, elektroprivredni radnici ponosni su što svoju bilancu rada mogu kao značajni prilog priključiti velikim rezultatima rada i borbe našeg naroda u proteklih 20 godina.

GLAVNI DIREKTOR
ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH
PODUZEĆA HRVATSKE – ZAGREB

Miloš Damjanić

RAZVOJ PRIJENOSNE MREŽE JUGOSLAVIJE

Boris Markovčić, Zagreb

Opisan je razvoj prijenosne mreže Jugoslavije od početka elektrifikacije do danas. Detaljnije je opisan razvoj mreže 110 kV u poslijeratnom periodu po pojedinim republikama i nastajanje jedinstvenog jugoslavenskog sistema kao i prijelaz na napon 220 kV. Dan je i niz analitičkih podataka o prijenosnoj mreži uz neke usporedbe sa stranim zemljama. Na kraju je dan i kratak pregled perspektivnog razvoja superponirane mreže prema najnovijim gledanjima na taj problem.

DK 621.311.1 (497.11)

Pod prijenosnom mrežom razumijeva se kod nas, a i u svijetu, mreža visokog napona iznad 100 kV. Međutim tokom razvoja elektrifikacije u Jugoslaviji, neki su vodovi i nižeg napona imali funkciju prijenosnih vodova, povezujući mreže odvojenih energetskih područja i elektrane. Mala specifična potrošnja, koncentracija konzuma oko većih centara i mnoštvo malih elektroprivrednih poduzeća nisu tražili velike prijenose, u predratnoj Jugoslaviji, pa vodova 110 kV nije ni bilo.

Prvi vodovi prijenosnog karaktera građeni su još prije prvog svjetskog rata uz dalmatinske hidroelektrane. Između hidroelektrane Manojlovac i Šibenika izgrađen je 1906. dvostruki vod 30 kV, dužine 38 km. Zatim je tik pred prvim ratom povezana hidroelektrana Kraljevac s elektrokemijskom industrijom u Dugom Ratu vodom napona 50 kV, dužine 23 km. To su bili u ono vrijeme vodovi najvišeg napona na cijelom teritoriju današnje Jugoslavije.

Završetkom rata i stvaranjem Kraljevine Jugoslavije nastali su doduše novi uvjeti, ali je elektrifikacija zemlje ipak slabo napredovala.

U Sloveniji je 1918. završena hidroelektrana Fala na Dravi, pa je time dobiven važan elektroenergetski centar za široku elektrifikaciju. Za prijenos energije u područje zasavskih ugljenokopa stavljen je 1925. u pogon vod Fala — Laško, dužine 63 km pod naponom 80 kV. Daljnje povezivanje distributivnih područja u Sloveniji izvršeno je izgradnjom voda 60 kV između termoelektrane u Velenju (1930) i Črnuča kod Ljubljane, a kasnije je ovaj vod iz Podloga priključen na Trbovlje (1939). Tako su pred drugi svjetski rat bili u Sloveniji povezani prijenosnim vodovima distributivni sistem Gorenjske preko termoelektrana Velenje i Trbovlje s područjem Štajerske do Maribora.

Električna energija iz Fale iskorištena je i za opskrbu Hrvatskog Zagorja. Godine 1928. izgrađen je vod 35 kV od Ormoža do Varaždina, čime je udaren temelj elektrifikaciji sjeverno od Zagreba. Godine 1930. stvoren je u sjeverozapadnoj Hrvatskoj prvi elektroenergetski sistem spajanjem termoelektrane Zagreb s hidroelektranom Ozalj kod Karlovca.

U Dalmaciji je spomenuti vod 50 kV produžen od Dugog Rata do Splita, čime je proširenje prijenosnog sistema završeno, unatoč velikim hidroenergetskim mogućnostima našeg obalnog pojasa.

U Srbiji je 1938. izgrađen prijenosni vod 60 kV, dužine 110 km kojim je spojena termoelektrana Vreoci sjeverno s Makišem kod Beograda, a jugoistočno s Kragujevcem. Time je šire područje Beograda vezano sa sistemom 35 kV Čačak — Kragujevac — Jagodina.

U Bosni se tek 1936. počeo izgrađivati prijenosni sistem 35 kV u industrijsko-rudarskom području Zenica — Kakanj — Breza, no to je bilo u vrlo skromnim razmjerima.

U Makedoniji je 1927. stavljen u pogon prvi prijenosni vod 33 kV kojim je povezana hidroelektrana u Tetovu sa Skopjem. Izgradnjom pak hidroelektrane Matka 1938, ovaj je sistem dobio još jedan spojni vod, pa su pred rat vodovi 33 kV oko Skopja imali ukupnu dužinu od oko 80 km.

Crna Gora je bila vrlo slabo elektrificirana i nije imala vodova visokog napona.

Kao što se razabire iz ovog kratkog prikaza i karte na sl. 1, predratna Jugoslavija i nije imala prijenosne mreže u pravom smislu riječi, već su to bile uglavnom izolirane dionice vodova 30 do 60 kV, s izuzetkom jednog voda 80 kV (Fala — Laško), koji je do 1945. predstavljao vod najvišeg napona u Jugoslaviji.

Za vrijeme rata izgrađeno je nekoliko dionica vodova 110 kV, ali su svi bili u pogonu s nižim napo-

Sl. 1. Vodovi prijenosnog karaktera u Jugoslaviji 1940.

nima. Jedino je dionica Dravograd — Velenje stavljena pod napon 110 kV početkom 1945. U područjima koja su bila pod Italijom, tj. u Istri i Slovenskom primorju, bio je kao nastavak talijanske mreže izgrađen vod 132 kV, koji je vodio od hidroelektrane Doblar preko Trsta (Općina), a završavao u Matuljima kod Rijeke. Ostali dio Istre imao je vodove 50 kV.

Nakon oslobođenja zemlje, svi su napori ponajprije usmjereni na osposobljavanje postojećih uređaja i njihovog iskorištenja prema maksimalnim mogućnostima. No odmah nakon završetka najnužnije obnove počelo se s novogradnjama, pa je započela i izgradnja novih dionica mreže 110 kV, u skladu s prvim planom elektrifikacije.

Već 1950. Jugoslavija je imala oko 1100 km vodova izgrađenih za napon 110 kV, prema 450 km koliko ih je bilo 1945. No kod toga treba spomenuti, da je samo oko 40 % tih vodova bilo u pogonu sa 110 kV, ostali su vodovi radili pod nižim naponima. Razlog je tome bio taj, što su razvodna transformatorska postrojenja zbog svoje kompliciranije opreme zaostala za gradnjom vodova. Naša domaća industrija nije još tada bila u mogućnosti da na vrijeme isporuči potrebnu elektroopremu za kojom je potražnja sve više rasla. Ulazak prvih prijenosnih vodova u pogon sa 110 kV po pojedinim narodnim republikama naveden je u tablici 1.

U dijagramu sl. 3 prikazan je porast dužine izgrađenih vodova 110 kV (220 kV) i broja čvorišta 110 kV od 1948. do 1959. Na dijagramu se jasno vidi spomenuti polagani porast broja transformatorskih stanica do 1953. Kako je pak tekao porast vodova i stanica u pojedinim narodnim republikama [3], vidi se iz tablice 2. U čvorištima nisu uračunata postrojenja uz elektrane (gdje su generatori u bloku na 110 kV).

Nagli porast konzuma i izgradnja velikih elektrana, tražili su sve veći prijenos električne energije. Ubrzo je postalo jasno, da prijenosni napon od 110 kV, koji je nakon oslobođenja izgledao visok i za dugo dovoljan, neće moći zadovoljiti potrebe skore budućnosti.

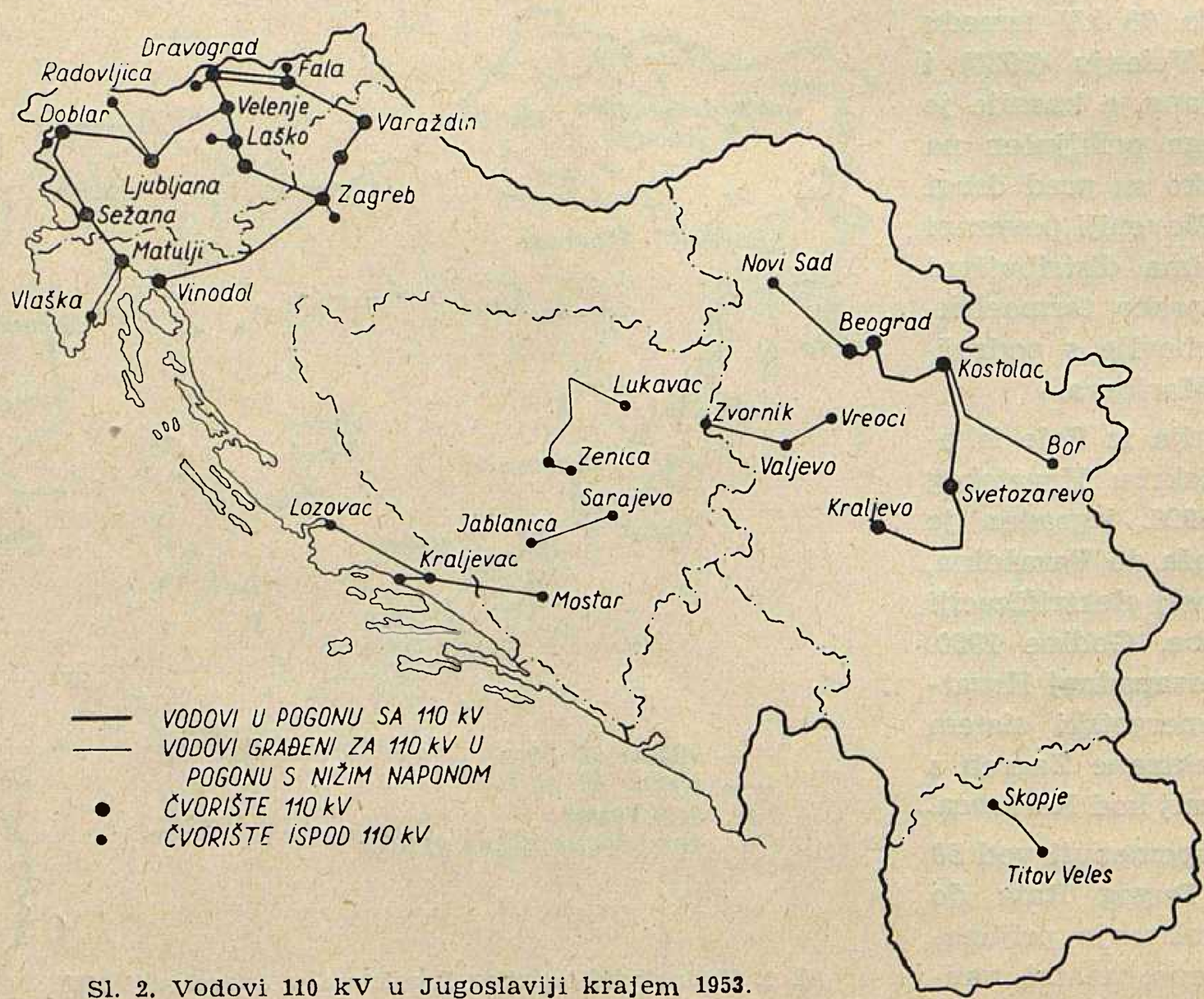
Tablica 1

N R	Godina	Dalekovod
Srbija	1952	Kostolac–Petrovac–Svetozarevo
Hrvatska	1947	Općina–Matulji
Slovenija	1945	Dravograd–Velenje
BiH	1954	Jajce–Zenica–Sarajevo
Makedonija	1957	Vrutok–Jegunovci–Skopje
Crna Gora	1957	Mostar–Nikšić

Osim osnovnog prijenosa između elektrana i konzuma, trebalo je vodovima najvišeg napona povezati izolirane elektroenergetske sisteme i time iskoristiti sve prednosti povezanog pogona. Neophodno je bilo dakle raditi na planiranju i projektiranju mreže superponiranog napona.

Na osnovu prihvaćene standardizacije, napon 220 kV uzet je kao nominalni napon superponirane mreže.

Gledajući tako na predstojeće potrebe prijenosa počelo se s gradnjom prvih vodova namijenjenih mreži 220 kV, još u okviru potreba mreže 110 kV. Prvi vod koji se kod nas izgradio za mogućnost prijelaza na 220 kV bio je vod Jajce—Zagreb, dužine 195 km, stavljen početkom 1957. u pogon kao dvostruki vod 110 kV. Daljnji vodovi koji su zatim građeni za buduću superponiranu mrežu, odmah su izvedeni za konačni napon, premda su ušli u pogon sa 110 kV, kao npr. vod Split—Mostar i Kosovo—Kruševac. Tako je Jugoslavija imala 1960. uz razgranatu mrežu 110 kV, ukupno oko 600 km vodova 220 kV (računajući ovdje



Sl. 2. Vodovi 110 kV u Jugoslaviji krajem 1953.

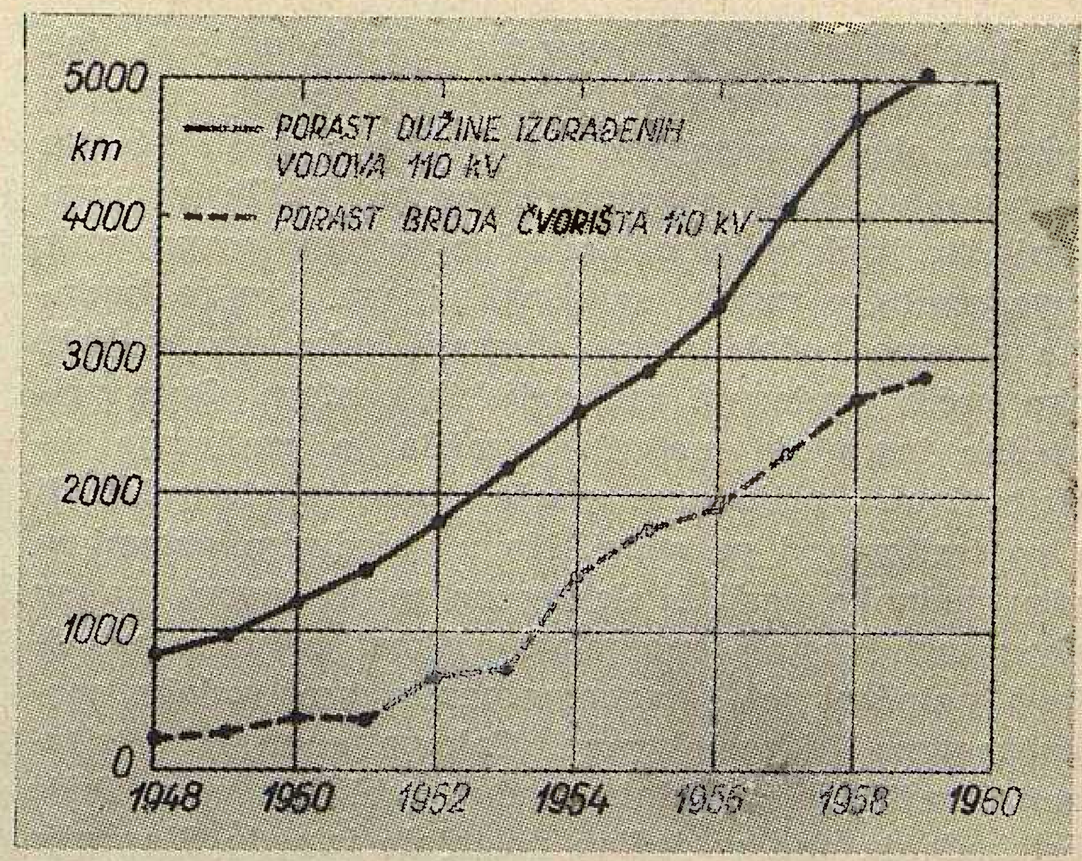
Tablica 2

N R	1948.		1953.		1958.		1959.	
	vodovi km	stanice kom	vodovi km	stanice kom	vodovi km	stanice kom	vodovi km	stanice kom
Srbija	193	—	762	5	1761	16	1664	18
Hrvatska	148	2	437	5	1055	15	1151	15
Slovenija	399	2	567	4	626	10	717	10
BiH	64	—	340	—	989	9	1231	1
Makedonija	38	—	64	—	180	2	149	2
Crna Gora	—	—	—	—	122	1	134	1
Jugoslavija	**842**	4	2170	14	4717	53	5046	55

i vod Jajce—Zagreb). U pogonu je sa 220 kV bio međutim samo vod između hidroelektrane Bistrica i Beograda, dužine 210 km, s provizornom stanicom u Beogradu. Jugoslavenska mreža u 1960. godini prikazana je na karti sl. 4.

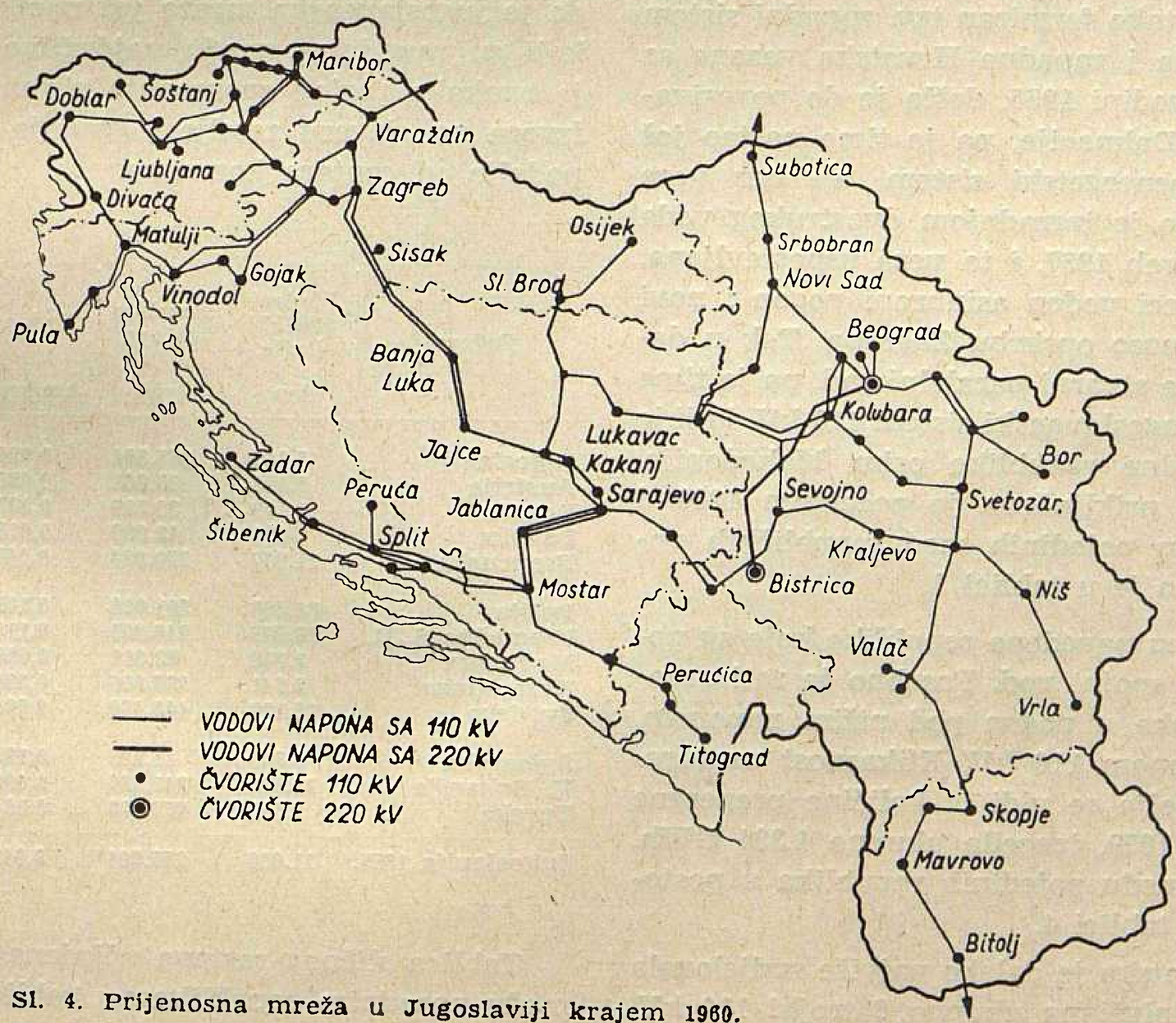
Prijenosni vodovi jugoslavenske visokonaponske mreže, koji su građeni neposredno poslije rata opremljeni su bakrenim vodičima 95 mm² i 150 mm² na betonskim i drvenim stupovima. Cijena i nestašica bakra tražila je ubrzo usvajanje isključivo vodiča od alučela. Za vodove 110 kV upotrebljavaju se vodiči presjeka 150/25 mm² i 240/40 mm², a za 220 kV 360/57 mm² i za snop 240/40 mm². U posljednje se vrijeme svi prijenosni vodovi grade na čeličnim rešetkastim stupovima. Mreža 110 kV, osim u Sloveniji, radi sa kruto uzemljenom nultočkom, dok će mreža 220 kV biti isključivo tako uzemljena. Transformatorske se stanice grade kao otvorena postrojenja za dio 110 kV, zatvorena za 35 kV. Ponajviše su ugrađene transformatorske jedinice 20 i 30 MVA, a u velikim industrijskim centrima i 60 MVA. Jedinica 10 MVA pokazala se premalom, pa se danas primjenjuje uglavnom za provizorna postrojenja. Kod stanica 220 kV izgleda da će se uzimati veličina transformatora od 150 MVA.

Područje Jugoslavije nema jednoliko raspoređen niti konzum, a niti velike elektroenergetske izvore.



Sl. 3. Porast dužine vodova i broja čvorišta 110 kV

Općenito se može reći, da područja sjevernog dijela zemlje, s izuzetkom krajnjeg sjeverozapada, imaju uz



Sl. 4. Prijenosna mreža u Jugoslaviji krajem 1960.

Tablica 3

Veza republika	Vod		Stavljanje u pogon		
			godine	napon kV	110 kV godine
Slovenija–Hrvatska	Brestanica–Zagreb	3×120 Al	1943	35	1948
Slovenija–Hrvatska	Općina–Rijeka	3× 80 Cu	(1934)	50	1947
Slovenija–Hrvatska	Kidričevo–Varaždin	3×240 Ač	1949	35	1952
Bosna–Hrvatska	Kraljevac–Mostar	3× 95 Cu	1952	35	1955
Bosna–Srbija	Lukavac–Zvornik	3×240 Ač	—	—	1955
Makedonija–Srbija	Skopje–Lipljan	3×150 Ač	1955	35	1960
Bosna–Hrvatska	Doboj–Brod	3×210 Ač	—	—	1956
Bosna–Crna Gora	Mostar–Nikšić	3×120 Cu	1956	35	1957
Bosna–Hrvatska	Split–Mostar II	3×360 Ač	—	—	1958
Bosna–Hrvatska	Jajce–Zagreb	6×240 Ač	—	—	1957
Bosna–Crna Gora	Goražde–Plevlje	3×150 Ač	—	—	1960
Crna Gora–Srbija	Pljevlje–Sevojno	3×150 Ač	—	—	1960

jak konzum malo hidroenergije i malo ugljena, dok su najbolje mogućnosti iskorištenja vodnih snaga u južnom obalnom pojasu. Ta činjenica, a i općenito poznate prednosti povezanog pogona tražile su stvaranje što jačih sistema i konačno potpuno povezivanje jugoslavenske mreže najvišeg napona. Jezgre budućih sistema počele su se stvarati, kako smo vidjeli, oko većih gradova i industrijskih centara. Opća privredna izgradnja međutim, tražila je proširenje distributivne i prijenosne mreže i tako su sistemi rasli i po teritoriju i po snazi. No u pojedinim sistemima nisu jednako rasli i elektroenergetski izvori, pa su zbog toga nastali energetski viškovi odnosno manjkovi pojačani još i raznovremenim proizvodnim mogućnostima hidroelektrana. Takova energetska situacija tražila je izgradnju međurepubličkih veza. Prije oslobođenja one su jedino postojale između Slovenije i zapadne Hrvatske i to na naponskom nivou 35 kV. Iz upotrebljenog se napona može zaključiti, da se nije radilo o velikim snagama prijenosa, ali su i potrebe bile tada manje, pa je tim vodovima u ondašnjim razmjerima ipak prenesena prilična energija. Poslije rata s obzirom na povećane potrebe forsirao se prijelaz na 110 kV, pa je tako formiran tzv. zapadni sistem u kojem su Slovenija i zapadna Hrvatska vezane sa tri voda 110 kV. U godini 1955. došlo je do povezivanja Srbije, Bosne i Dalmacije, pa je time nastao još jedan veliki elektroenergetski sistem, ali bez veze sa zapadom. Konačno je izgradnjom dvostrukog voda 110 kV Jajce — Zagreb 1957. i ta veza uspostavljena, ali je nekoliko mjeseci vođen asinhroni pogon i novi je vod odvojeno preuzeo opskrbu Zagreba. Tek u decembru 1957. počeo je stvarni paralelni rad, pa je time stvoren jedinstveni jugoslavenski sistem 110 kV, koji je povezivao sve narodne republike osim Makedonije. Preko voda 110 kV priključena je početkom 1960. i ona. Ulazak u pogon pojedinih međurepubličkih vodova 110 kV naveden je u tablici 3.

U prvom su stupcu navedene republike koje su povezane, a u drugom spojni vod. Posebno je zatim naznačena godina ulaska u pogon pod nižim naponom, a posebno pod naponom 110 kV. Efikasnost međurepubličkih veza najbolje se vidi iz količine prenesene energije, koja je u 1959. iznosila ukupno 1.334 GWh. Izmjena energije između pojedinih republika u postocima navedena je u tablici 4.

Prema tome Hrvatska je daleko najviše sudjelovala u razmjeni, razmijenivši na ukupno 8 trojki 110 kV, 1096,7 GWh ili prosječno 137 GWh po trojki. Nešto malo više od ovog prosjeka (146,7 GWh) preneseno je jednom trojkom između Bosne i Srbije. Sve ostale republičke veze bile su znatno manje iskorištene.

Tablica 4

Bosna — Hrvatska	44,0 %
Slovenija — Hrvatska	38,5 %
Bosna — Srbija	10,8 %
Bosna — Crna Gora	5,5 %
Srbija — Makedonija	0,7 %
Srbija — Crna Gora	0,5 %
Ukupno	100,0 %

Da se dobije uvid u gustoću jugoslavenske prijenosne mreže i odnos njene dužine prema proizvedenoj energiji sa stanjem 1959, učinjena je tabela 5, za Jugoslaviju i neke evropske zemlje. Uz ukupnu dužinu vodova (trojki) preko 100 kV [4], dana je površina zemlje, a zatim je izvedena dužina prijenosnih vodova po km². U daljnjim rubrikama navedena je dužina prijenosnih vodova po neto proizvedenom GWh. Prvi nam odnos ukazuje na gustoću mreže, a drugi približno na dužinu prijenosa. Iz usporedbe proizlazi, da je jugoslavenska mreža još rijetka i s prijenosima koji su razmjerno među najdužima u Evropi. Tome je svakako razlog spomenuto siromaštvo energetskih izvora na sjeveru zemlje i gradnja velikih elektrana podalje od centara konzuma.

Tablica 5

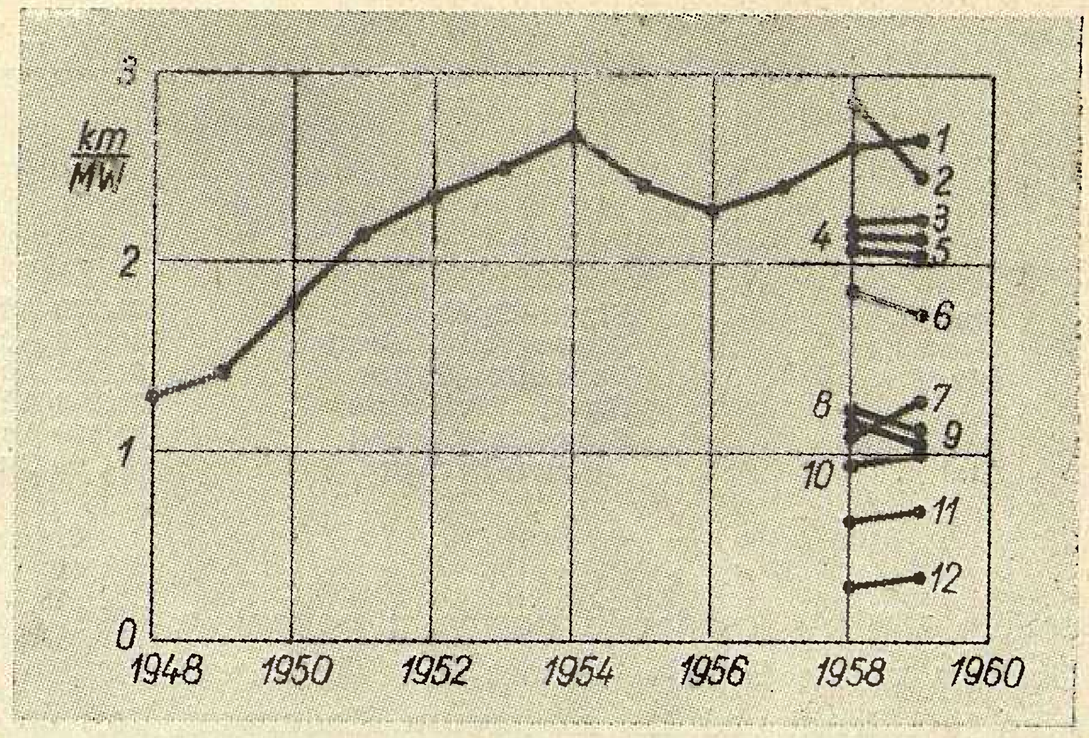
Država	Vodovi 100 kV i više km	Površina države km²	Vodova km/km²	Neto proizvodnja GWh	Vodova po neto-proizvodnji km/GWh
Jugoslavija	5.046	255.804	0,020	7.756	0,65
Austrija	5.872	83.868	0,070	14.400	0,40
Belgija	1.149	30.506	0,037	13.179	0,04
Danska	694	42.936	0,016	4.366	0,02
Francuska	21.907	550.986	0,040	64.613	0,34
Italija	31.500	301.026	0,105	49.060	0,64
Njemačka S. R.	28.575	248.239	0,116	96.471	0,30
Mađarska	2.756	93.011	0,029	6.428	0,43
Rumunjska	2.141	238.000	0,009	6.150	0,35
Švedska	15.193	448.439	0,034	31.992	0,48
Švicarska	5.500	41.295	0,133	18.181	0,30
V. Britanija	21.802	241.839	0,090	114.629	0,19
Turska	2.540	777.000	0,004	2.395	1,05
Jugoslavija 1965.	11.000	255.804	0,043	16.650	0,66

Tablica sličnog sastava učinjena je i za usporedbu među narodnim republikama (tablica 6), premda kod

manjih teritorija ti odnosi nisu toliko mjerodavni. Podaci su uzeti također prema 1959. Budući da je međurepublička razmjena vrlo velika, odnosi dužine vodova dani su prema potrošenoj i prema proizvedenoj energiji. Gustoća mreže, osim u Makedoniji i Crnoj Gori, približno je ujednačena, no veće su razlike u odnosima dužine prijenosnih vodova prema potrošenom, a još veće prema proizvedenom GWh.

Tablica 6

N R	km/km²	Prema potrošnji km/GWh	Prema proizvodnji km/GWh
Jugoslavija	0,020	0,75	0,65
Srbija	0,019	1,00	0,88
Hrvatska	0,020	0,63	0,87
Slovenija	0,035	0,40	0,30
BiH	0,024	1,25	0,69
Makedonija	0,006	0,47	0,41
Crna Gora	0,010	1,44	3,20



Sl. 5. Specifične dužine mreža km/MW u raznim državama
1 FNRJ, *2* Grčka, *3* Mađarska, *4* Turska, *5* Italija, *6* Švedska, *7* Rumunjska, *8* Francuska, *9* Njemačka, *10* Švicarska, *11* Velika Britanija, *12* Britanija

Prijenosna je mreža najgušća, a prijenosi najkraći u Sloveniji, dok je obrnuto u Crnoj Gori. Treba međutim ponovno naglasiti, da dužina vodova po neto proizvedenom GWh nije potpuno mjerodavna za dužinu prijenosa, jer na taj pokazatelj utječu i drugi faktori kao npr. vrijeme iskorištenja mreže.

Na koncu tablice 5 dani su odnosi za Jugoslaviju, prema neslužbenom planu za 1965. Planski podaci su približni, a uzeti su iz radova Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, koji su obrađivali mrežu. Predviđena će dakle mreža biti više nego dvostruko gušća, a specifična dužina po neto proizvedenom GWh ostat će nepromijenjena.

Dijagram sl. 5 daje promjenu dužine prijenosnih vodova po instaliranom MW u elektranama od 1948. do 1954. za Jugoslaviju, a za 1957. i 1958. za neke evropske zemlje. I ovdje dolazi do izražaja znatna dužina prijenosa iz prije spomenutih razloga.

U okviru različitih usporedbi karakteristika jugoslavenske prijenosne mreže s inozemstvom, interesantno je također promatrati i odnose godišnjih investicija za prijenosnu mrežu prema investicijama za elektrane i distributivnu mrežu. U tablici 7 dane su investicije za 1959. procentualno za Jugoslaviju i neke evropske zemlje. Da se izbjegne utjecaj investicija za distributivne mreže, gdje su podaci nesigurni zbog različitih kriterija, tablica 7 ima dva dijela. U prvome je dijelu distributivna mreža uzeta u račun, a u drugome je uzet samo postotak između investicija za elektrane i prijenosnu mrežu. Jedna godina sigurno nije potpuno mjerodavna za donošenje nekih definitivnih zaključaka, no ipak daje priličan uvid u odnose. Za Jugoslaviju su zato dani odnosi posljednje četiri godine, kako bi se izbjegli slučajni utjecaji. Kao i kod usporedbi koje su do sada izvedene, mreža je i u investicijama razmjerno jače zastupana nego u stranim elektroprivredama.

Osim porasta prijenosne mreže unutar zemlje, nastoji se također sve više povećati uloga jugoslavenskog elektrosistema u međunarodnoj razmjeni. S obzirom na političke odnose prije oslobođenja, mreža Istre i Slovenskog primorja bila je spojena na Italiju, a dravske elektrane na Austriju, pa je samim tim mreža nove Jugoslavije imala odmah dvije inozemne veze.

Prvih godina poslije rata električna mreža koja je bila prije pod Italijom radila je i dalje vezana na talijansku mrežu. Tek izgradnjom vodova 110 kV Doblar — Ljubljana (1949) i Vinodol — Matulji (1954) ta je veza toliko olabavila, da posljednjih godina više praktički i nije bilo međudržavnih razmjena.

Postojeća pak veza 110 kV između Dravograda i Austrije nije korištena do 1951. Tek tada je počeo prvi izvoz u Austriju. Daljn'a veza s inozemstvom uspostavljena je 1958. s Mađarskom preko Varaždina,

Tablica 7

Država	Procentualne investicije % u 1959.							
	Ukupno	HE	TE	Prijenos. mreža	Distribut. mreža	Ukupno	Elektrane	Prijenos. vodovi
Jugoslavija 1959	100	32,4	18,5	20,4	28,7	100	71	29
1958						100	79	21
1957						100	79	21
1956						100	78	22
Belgija	100	—	60,3	10,0	29,7	100	86	14
Finska	100	52,2	21,3	12,3	14,2	100	87	13
Francuska	100	27,8	23,6	9,8	38,8	100	84	16
Mađarska	100	1,3	58,4	11,8	28,5	100	83	17
Poljska	100	4,6	55,4	11,4	28,6	100	84	16
Turska	100	6,6	48,7	41,0	3,7	100	57	43
Velika Britanija	100	3,7	54,5	11,5	30,3	100	83	17

Tablica 8

Država	Vod	Presjek	Dužina km	Napon kV	Izmjena GWh u 1959. izvoz	uvoz
Italija	Plave–Općina	3×150 Ač	13	50	—	—
Austrija	Dravograd—Labud	3×240 Ač	8	110	52,2	10,5
Mađarska	Varaždin—Söjtör	3×150 Ač	69	120	66,3	9,2
Grčka	Bitolj—Ptolemais	3×150 Ač	77	150	u pogonu od 1960.	
Mađarska	Subotica—Szeged	3×150 Ač	54	120	u gradnji	
Italija	Općina–Divača	3× 80 Cu	14	130	u pripremi	

vodom 120 kV (mađarski normalni napon), a 1960. s Grčkom preko Bitolja, vodom 150 kV. Pred završetkom je i drugi vod 120 kV prema Mađarskoj, koji će biti priključen na Suboticu. Postojeće veze Jugoslavije s inozemstvom koncem 1960. dane su u tablici 8.

Kako se iz tablice vidi, izmjena energije prema tehničkim mogućnostima nije bila velika, što je svakako posljedica slabih hidroloških prilika. Treba međutim primijetiti, da do sada ipak nije došlo do stvarnog vezanog pogona s inozemstvom, jer je sva izmjena vršena asinhrono.

U daljnjem razvoju naše mreže sve će veću ulogu u prijenosu energije imati mreža superponiranog napona. U neposrednoj budućnosti predviđeno je znatno povećanje mreže 220 kV, stavljanjem postojećih vodova 220 kV pod njihov nominalni napon i izgradnjom novih vodova i stanica. Predviđa se, da bi 1965. bilo u Jugoslaviji oko 8500 km vodova 110 kV i oko 2500 km vodova 220 kV, čime bi se dužina prijenosne mreže podvostručila u odnosu na 1959. Plan konfiguracije superponirane mreže prihvaćen je do 1962. a načelno do 1967. dok je plan republičkih mreža 110 kV još u razradi. Crtež na sl. 6 prikazuje predviđenu mrežu u 1965. koja bi bila potrebna za ukupnu neto proizvodnju od 16.650 GWh. U planu je također pojačanje međudržavnih prijenosa na nivou 220 kV, jer su energetski odnosi Jugoslavije i susjednih zemalja takovi, da bi bez izgradnje posebnih izvoznih elektrana bilo moguće vršiti izmjenu s inozemstvom snagama 200 do 300 MW. Kako se dakle vidi, prijenosna mreža u Jugoslaviji ima naročito značajnu ulogu, a imat će je i u slijedećem deceniju, jer će se iskorištavati hidroenergetski izvori jadranskog pojasa i izgrađene velike termoelektrane na rudnicima. Tek izgradnjom manjih i manje ekonomičnih hidropostrojenja bližih konzumu, a naročito budućom izgradnjom nuklearnih elektrana, tempo izgradnje prijenosne mreže moći će se usporiti. Tada visoke napone neće tražiti prijenosne daljine već velike snage. Prijenosna će mreža imati manju ulogu kod prijenosa temeljne energije, već će služiti u prvom redu za izravnanje. U svakom će slučaju njena uloga ostati značajna.

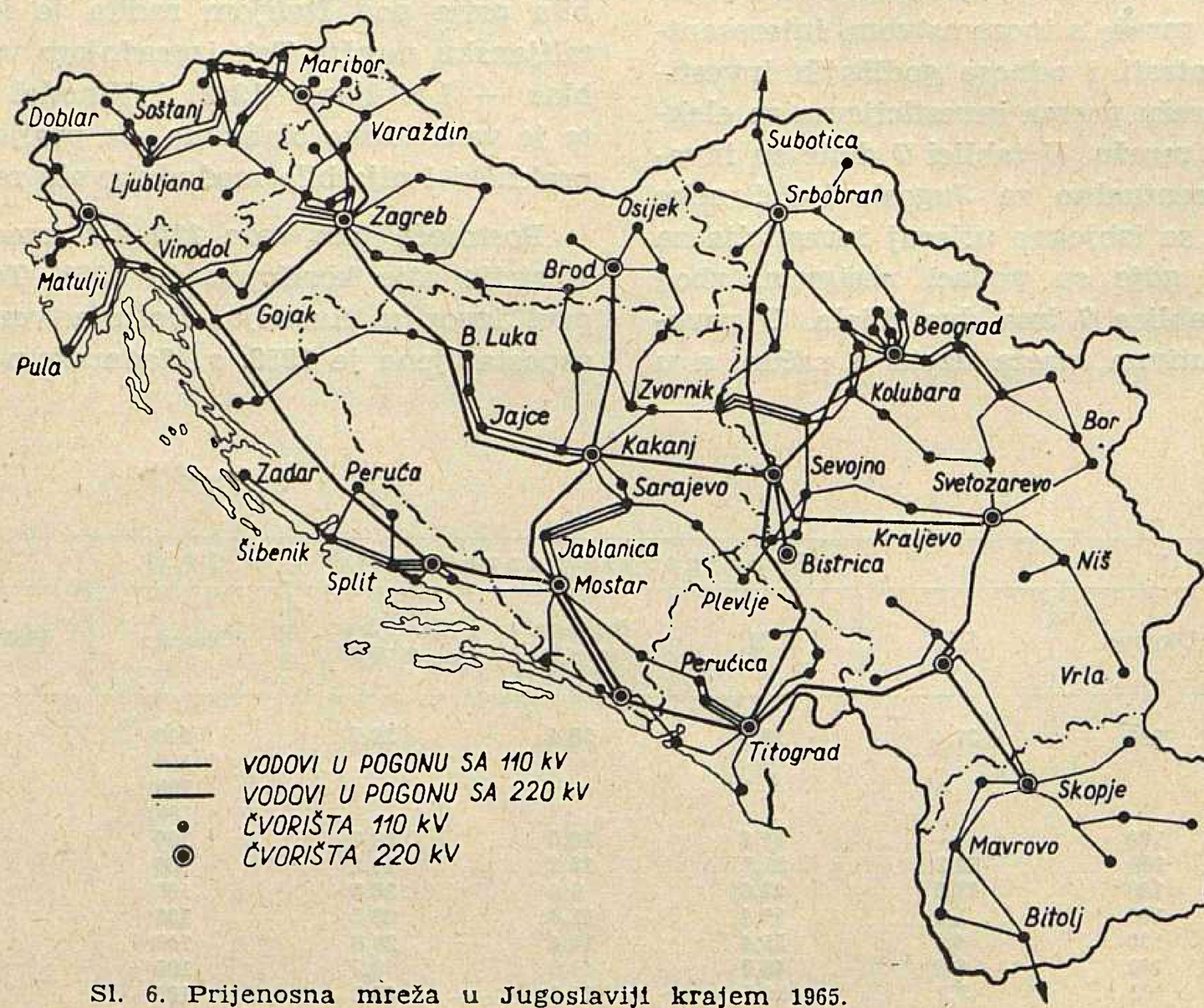
Literatura

[1] *Karta električnih centrala i dalekovoda Kraljevine Jugoslavije*, Beograd 1938.

[2] *Razvoj elektroprivrede Jugoslavije 1945—1955*, Beograd 1957.

[3] *Statistički godišnjak ZJE. za 1958. i 1959.*, Beograd.

[4] *La Situation de l'énergie électrique en Europe en 1958/1959 et ses perspectives d'avenir.* UN, Genève 1960.



Sl. 6. Prijenosna mreža u Jugoslaviji krajem 1965.

SUMMARY

The development of the power transmission system in Yugoslavia. The paper describes the development of the power transmission system on the territory of the present FPR of Yugoslavia from the beginning of its electrification. Considering the comparatively modest extent of the pre-war electricity supply branch, power lines for already 30 and 50 kV represented the transmission lines, and their part in the transmission of energy is set forth.

The first 110 kV power lines were constructed during the war, generally as final extensions of the German respectively Italian supply system. The construction of the system of transmission lines was started first in New Yugoslavia, so that already in 1950 1100 km, and in 1959 5050 km of 110 kV power lines were completed. In the year 1960 the 220 kV system reached a length of 600 km, although the majority of these power lines were formerly in operation with 110 kV.

In addition to the summary survey for Yugoslavia as a whole, the development of the power transmission system in each Republic has been described, indicating also the energetic part of inter-republic connections.

Since Yugoslavia grows the more and more important also in the international exchange of electric energy, the development of transmission lines towards Austria, Italy, Hungary and Greece is dealt with too. However, in order to get a true picture of the Yugoslav power transmission system in comparison with the systems in other countries, specific lengths of the system in other countries, specific lengths of the system in relation to country surface, to the net generation as well as to the installed power plant capacities have been calculated. The results showed, that Yugoslavia has 0,020 km of transmission lines per 1 km² surface, whereas e. g. in France, this ratio amount to 0,040 km/km², in Germany 0,116 km/km², in Rumania 0,009 etc. Viewing this ratio from the point of total net generation, Yugoslavia has 0,65 km per 1 GWh, i. e. the same as Italy, whereas this ratio in France is 0,34 km/GWh, in Germany 0,30 km/GWh etc. The length of the transmission system per 1 MW capacity installed in power plants is among the greatest in Europe.

Percentual investments in the Yugoslav power transmission system in relation to the total investments in the electricity branch, compared to that in other countries, are also rather high. However, this is understandable, since there are still areas where even the fundamental transmission system is not constructed as yet, and moreover, the northern areas with considerable consumption have no large energy sources, thus requiring comparatively long transmission lines.

Finally, the future development has been observed stating, that Yugoslavia, as far as it can be foreseen, should dispose in 1965 over approximately 8500 km 110 kV and 2500 km 220 kV transmission lines.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung des jugoslawischen Übertragungsnetzes. Die Anfänge und die Entwicklung des Übertragungsnetzes auf dem Gebiet der heutigen föderativen Volksrepublik Jugoslawien werden beschrieben und der Zustand dargestellt, als noch in der bescheidenen Elektrizitätswirtschaft vor dem Kriege die 30- und 50-kV-Leitungen als Übertragungsleitungen benutzt wurden.

Die ersten 110-kV-Leitungen wurden vor dem Kriege gebaut, hauptsächlich als Ausläufer des deutschen bzw. des italienischen Netzes. Der Ausbau des Übertragungsnetzes im grösseren Umfang begann erst im neuen Jugoslawien, um bei 110–kV-Leitungen im Jahre 1950 schon eine Länge von 1100 km und 1959 sogar 5050 km zu erreichen. Das 220-kV-Netz war 1960 600 km lang, obwohl sein grösster Teil noch mit 110 kV betrieben wurde.

Die Darstellung umfasst nicht nur Jugoslawien als Ganzes, sie behandelt auch einzelne Volksrepubliken, wobei besonders die energetische Rolle der Verbindungen zwischen den Republiken beachtet wird.

Die Bedeutung Jugoslawiens im internationalen Energieaustausch wird immer grösser. Deswegen wird die Entwicklung der Übertragungsleitungen nach Österreich, Italien, Ungarn und Griechenland dargestellt und das jugoslawische Übertragungsnetz mit den Netzen anderer Staaten verglichen. Eine Reihe von Vergleichen zeigt, dass in Jugoslawien 0,02 km des Übertragungsnetzes auf 1 km² Fläche entfallen, während dieses Verhältnis z. B. in Frankreich 0,04 km/km², in Deutschland 0,116 km/km², in Rumänien 0,009 usw. beträgt. Andererseits hat Jugoslawien, wie Italien, 0,65 km Übertragungsleitungen je 1 GWh Nettoerzeugung, während z. B. in Frankreich 0,34 km/GWh, in Deutschland 0,3 km/GWh usw. entfallen. Die Länge des Übertragungsnetzes je installiertes kW in Elektrizitätswerken gehört zu den grössten Europas.

Von dem in die gesamte jugoslawische Elektrizitätswirtschaft investierten Betrag entfällt im Vergleich zu anderen Staaten ein ziemlich hoher Prozentsatz auf Übertragungsleitungen. Das wird verständlich, wenn man bedenkt, dass in einigen Gebieten noch kein eigentliches Übertragungsnetz besteht und dass der Mangel an bedeutenden Energiequellen in nördlichen Gebieten, die gleichzeitig einen grossen Bedarf haben, relativ lange Leitungen bedingt.

Zum Schluss wird auch die zukünftige Entwichlung des Übertragungsnetzes besprochen. Die Länge der 110-kV-Leitungen im Jahre 1965 wird auf etwa 8500 km geschätzt und die der 220-kV-Leitungen auf ungefähr 2500 km.

Naslov pisca: Ing. Boris Markovčić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

ČASOPIS »ENERGIJA« KROZ 10 GODINA

Štampano primjeraka	47.800
Štampanih stranica	2.236
Umnoženih stranica	1.374
Štampano članaka i prikaza	806
Objavljeno oglasa	198
Članova redakcionog odbora	14
Članova izdavačkog odbora	4
Čitalaca oko	8.000

Broj pretplatnika	
pojedinaca iz elektroprivrednih poduzeća, Zajednice i Instituta	63 %
pojedinaca iz ostalih privrednih grana i ustanova	6 %
privrednih poduzeća i ustanova	24 %
inozemstvo	7 %
svega	100 %

METODA ZA ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI GUBITAKA PRIJENOSA U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU JUGOSLAVIJE

Hrvoje Požar, Zagreb

Analizirajući prilike u elektroenergetskom sistemu može se odrediti utjecaj gubitaka prijenosa na potrebu povećanja instalirane snage termoelektrana radi pokrića povećane potrošnje u kritičnom razdoblju, kao i potrebu povećane proizvodnje termoelektrana radi pokrića povećane potrošnje tokom cijele godine. Poznavajući utjecaj gubitaka mogu se odrediti troškovi, koje izazivaju gubici, pa prema tome i vrijednost gubitaka. Navedeni su izrazi za vrijednost gubitaka ako se radi o vodovima za koje se mogu zanemariti gubici praznog hoda, kao i za vodove i transformatore za koje treba uzeti u račun i gubitke praznog hoda.

DK 621.317.34 : 621.31

PRVI DIO

TEORETSKE POSTAVKE

1. Gubici snage i energije

Pretpostavimo da je u elektroenergetskom sistemu potrebno izgraditi vod određene duljine i po određenoj trasi za opskrbu nekog područja ili za povezivanje dvaju područja. Pretpostavimo, dalje, da je na kraju voda potrebno staviti na raspolaganje maksimalnu snagu P_m i godišnju količinu energije W.

Od svih veličina koje karakteriziraju vod, praktički jedino presjek vodiča ima utjecaja na prilike u elektroenergetskom sistemu. Tip i materijal stupova, tip izolatora i sl. nema utjecaja na ostale dijelove elektroenergetskog sistema, pa je postizavanje optimalnog rješenja za tip i materijal stupa, tip izolatora i sl. na određenoj trasi ujedno i optimalno rješenje za elektroenergetski sistem. Napon voda sigurno utječe na elektroenergetski sistem, ali, budući da kod nas postoje dosta veliki skokovi između nazivnih napona, moguće je, s nešto iskustva, unaprijed odrediti potrebni nazivni napon poznavajući duljinu voda i snagu koju treba prenijeti. Radi toga može se pretpostaviti da je napon unaprijed zadana veličina. Međutim ništa ne stoji na putu da se izvrši usporedba rješenja s različitim naponima, te da se izabere povoljnije rješenje.

Gubitak snage u vodu možemo u svim slučajevima prikazati izrazom

$$\Delta P_m = F \cdot \frac{P_m^2}{q} \text{ MW}, \qquad (1)$$

gdje je F konstanta ovisna o duljini voda (l), o vodljivosti materijala vodiča (λ), o naponu na kraju voda (U_2) i o faktoru snage na kraju voda ($\cos \varphi_2$), dok je P_m maksimalna djelatna snaga na kraju voda, a q presjek vodiča voda.

Za vodove male duljine, kad možemo zanemariti i utjecaj kapaciteta voda, veličina F ima vrijednost

$$F = \frac{l}{\lambda \cdot U_2^2 \cdot \cos^2 \varphi_2}. \qquad (2)$$

Za dulje i vrlo duge vodove možemo također upotrijebiti navedeni izraz (2) za F, u koji treba uvrstiti odgovarajuće vrijednosti za faktor snage.

Gubitke energije tokom godine određujemo iz izraza

$$W = \delta \cdot \Delta P_m \cdot t_0 \text{ MWh/god} \qquad (3)$$

gdje je $t_0 = 8760$ sati/god, δ faktor gubitaka, koji se može aproksimativno odrediti pomoću faktora opterećenja

$$m = \frac{W}{P_m \cdot t_0} \qquad (4)$$

a prema formuli

$$\delta = 0{,}3 \cdot m + 0{,}7 \cdot m^2. \qquad (5)$$

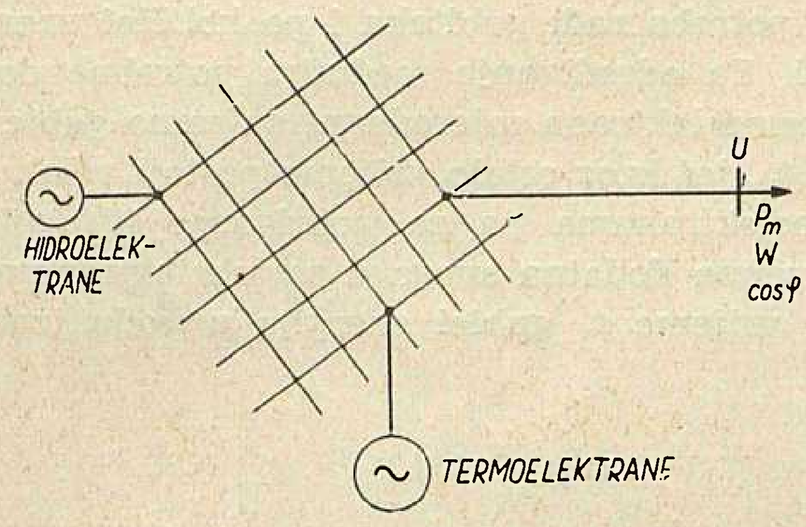
2. Prilike u elektroenergetskom sistemu

U elektroenergetskom sistemu u kojemu rade bilo samo termoelektrane, bilo termoelektrane i hidroelektrane, pojavljuje se kritično razdoblje koje je definirano kao razdoblje angažiranja najveće snage termoelektrana. U elektroenergetskom sistemu samih termoelektrana kritično razdoblje poklapa se s danom najvećeg opterećenja, jer je tada potrebna najveća snaga za zadovoljenje potražnje. Međutim kad u elektroenergetskom sistemu pored termoelektrana postoje i hidroelektrane, kritično razdoblje ne mora se poklapati s razdobljem najveće potrošnje već je ovisno u prvom redu o mogućnosti proizvodnje hidroelektrana, odnosno o razlic' između potrošnje i mogućnosti proizvodnje hidroelektrana. Najčešći je slučaj da kritično razdoblje pada u isto vrijeme s minimalnom proizvodnjom hidroelektrana, jer su tokom godine normalno oscilacije moguće proizvodnje hidroelektrana veće od oscilacija potreba.

Dopunsku snagu i energiju za zadovoljenje potreba u kritičnom razdoblju racionalnije je ostvariti izgradnjom termoelektrana, jer se za dopunu može koristiti puna snaga i maksimalna mogućnost proizvodnje dopunske termoelektrane. To se ne može ostvariti u slučaju dopune hidroelektranom, budući da je njezina moguća proizvodnja ovisna o raspoloživoj količini vode, koja je normalno malena u kritičnom razdoblju, pa bi znatan dio proizvodnog kapaciteta hidroelektrane u kritičnom razdoblju ostao neiskorišten. Radi toga bi, za postizavanje iste proizvodnje u kritičnom razdoblju, trebalo u slučaju izgradnje hidroelektrana utrošiti veća investiciona sredstva.

Povećane potrebe u kritičnom razdoblju treba dakle pokriti povećanjem izgradnje termoelektrana, pa pre-

ma tomu i povećanje gubitaka treba nadopuniti povećanjem izgradnje termoelektrana i povećanjem proizvodnje u termoelektranama.



Sl. 1. Shema elektroenergetskog sistema s promatranim vodom

S druge strane povećanje potreba odnosno povećanje gubitaka tokom godine — isključujući kritično razdoblje — ne traži povećanje izgradnje elektrana, već samo povećanje proizvodnje bilo hidroelektrana bilo termoelektrana, jer elektrane koje mogu zadovoljiti potrebe u kritičnom razdoblju mogu ih zadovoljiti i u razdobljima izvan kritičnog. Ako se povećanje potreba odnosno povećanje gubitaka pokriva povećanjem proizvodnje hidroelektrana, to povećanje ne izaziva novih troškova, a ako se povećanje pokriva povećanjem proizvodnje termoelektrana, to povećanje proizvodnje izaziva povećanje dodatnih troškova u termoelektranama.

Ako pretpostavimo da je potrebno u svakom slučaju osigurati potpunu opskrbu potrošača, što normalno nije racionalno, kritično razdoblje odgovara razdoblju u kojem je potrebna najveća snaga termoelektrana za zadovoljenje potreba. Međutim normalno je ekonomski opravdano računati s redukcijom potrošnje kroz prosječno t_r sati/god. Trajanje redukcije ovisno je o strukturi potrošača u promatranom elektroenergetskom sistemu. Tada se potrebna snaga termoelektrana određuje prema krivulji trajanja korištenja termoelektrana, pa maksimalno potrebna snaga termoelektrana odgovara trajanju t_r sati/god, pa je to ujedno i mjerodavni kritični period.

3. Potrebna dodatna snaga i dodatna proizvodnja za nadoknadu gubitaka

Na sl. 1 prikazana je shema elektroenergetskog sistema na koji će biti priključen promatrani vod. Sistem je prikazan termoelektranom i hidroelektranom koje zamjenjuju sve termoelektrane i hidroelektrane, te mrežom vodova, koji imaju — promatrani kao cjelina — zanemarivo malen djelatni otpor i s obzirom na promatrani vod vrlo veliku prijenosnu moć.

3.1 Potrebna dodatna snaga

Kao što je već naglašeno za određivanje potrebne dodatne snage u termoelektranama mjerodavne su prilike u kritičnom razdoblju odnosno u radnom danu tog kritičnog razdoblja. Radi toga polazimo od maksimalnog gubitka snage u kritičnom razdoblju (P_{mk}), koju određujemo iz izraza

$$\Delta P_{mk} = F \cdot \frac{P_{mk}^2}{q} \tag{6}$$

gdje je P_{mk} maksimalno opterećenje promatranog voda u kritičnom razdoblju.

Potrebnu dodatnu snagu u termoelektranama (ΔP_t) — kako ćemo vidjeti — možemo prikazati u ovisnosti o gubitku snage ΔP_{mk} izrazom

$$\Delta P_t = k \cdot \Delta P_{mk} \tag{7}$$

gdje je

$$k \leq 1 \tag{8}$$

veličina koja je ovisna o prilikama u sistemu obzirom na odnos hidroenergije i termoenergije u kritičnom razdoblju, te o istodobnosti maksimalnog opterećenja voda s maksimalnim opterećenjem sistema.

Promotrimo najprije prilike za slučaj (sl. 2) kad u elektroenergetskom sistemu postoje samo protočne hidroelektrane i termoelektrane odnosno kad u sistemu postoje samo termoelektrane. U tom slučaju, a kad je ispunjen i uvjet da se maksimalno opterećenje voda pojavljuje istodobno s maksimalnim opterećenjem sistema, veličina

$$k = 1, \tag{9}$$

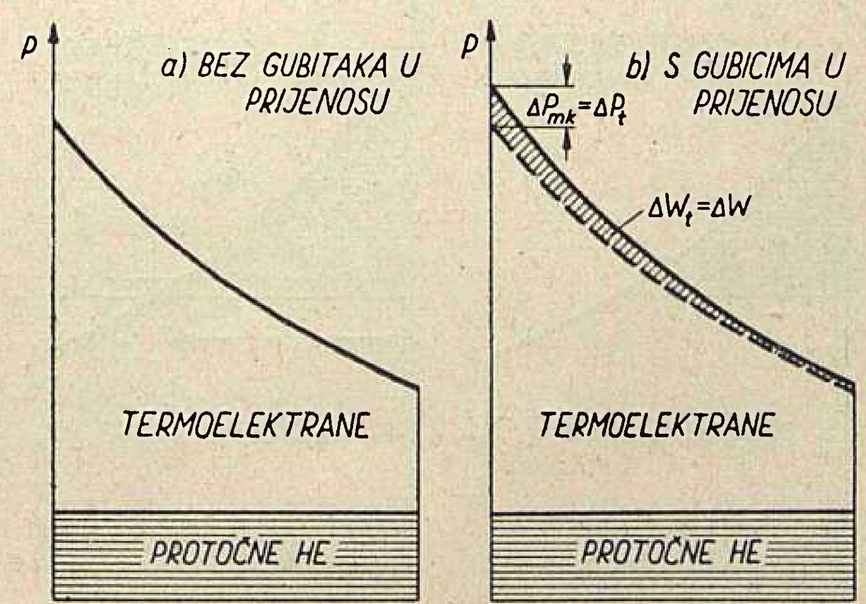
jer je — prema sl. 2

$$\Delta P_t = \Delta P_{mk} \tag{10}$$

Ako uvjet istodobnosti maksimalnih opterećenja voda i sistema nije ispunjen, te ako je opterećenje voda u momentu maksimalnog opterećenja sistema označeno s P'_{mk}, a gubici u vodu u istom momentu s $\Delta P'_{mk}$, veličina k dobiva vrijednost

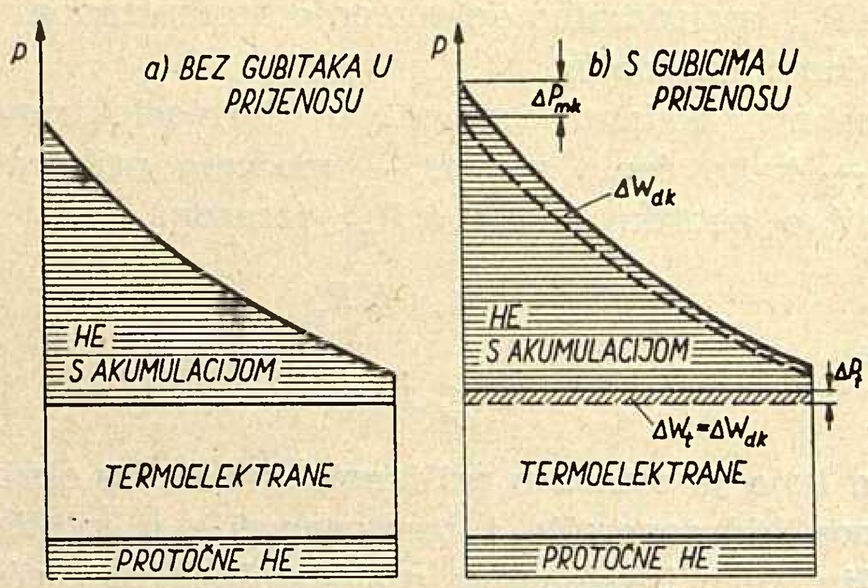
$$k = \frac{\Delta P'_{mk}}{\Delta P_{mk}} < 1. \tag{11}$$

Drugi krajnji slučaj obzirom na prilike u sistemu prikazan je na sl. 3. Radi se o slučaju kad je u kritičnom razdoblju moguća proizvodnja hidroelektrana s akumulacijama (koje su dovoljne za dnevno izravnanje) tolika, da se njihovom proizvodnjom može pokriti varijabilni dio dijagrama opterećenja u kritičnom razdoblju. Tada se povećanje potrebne proizvodnje radi gubitaka pokriva povećanjem proizvod-



Sl. 2. Prilike u kritičnom razdoblju u elektroenergetskom sistemu u kojemu postoje samo termoelektrane ili pored termoelektrana samo protočne hidroelektrane

nje termoelektrana, ali s konstantnom snagom tokom cijelog dana, jer se akumulacione hidroelektrane mogu prilagoditi novim potrebama i jer u kritičnom razdoblju u hidroelektranama postoji snaga, koja se ne može iskoristiti.



Sl. 3. Prilike u kritičnom razdoblju u elektroenergetskom sistemu u kojemu je moguća proizvodnja hidroelektrana s akumulacijama dovoljna za pokrivanje varijabilnog dijela dijagrama opterećenja

Gubitak energije u promatranom vodu tokom radnog dana u kritičnom razdoblju možemo odrediti iz izraza

$$\Delta W_{dk} = 24 \cdot \delta_{dk} \cdot \Delta P_{mk} \qquad (12)$$

gdje je δ_{dk} faktor gubitaka u promatranom vodu u radnom danu kritičnog razdoblja, koji možemo odrediti iz izraza analognom izrazu (5), ako u nj uvrstimo faktor opterećenja spomenutog radnog dana. Potrebna dopunska snaga ΔP_t jednaka je snazi koja može kroz 24 sata proizvesti energiju ΔW_{dk}, pa je

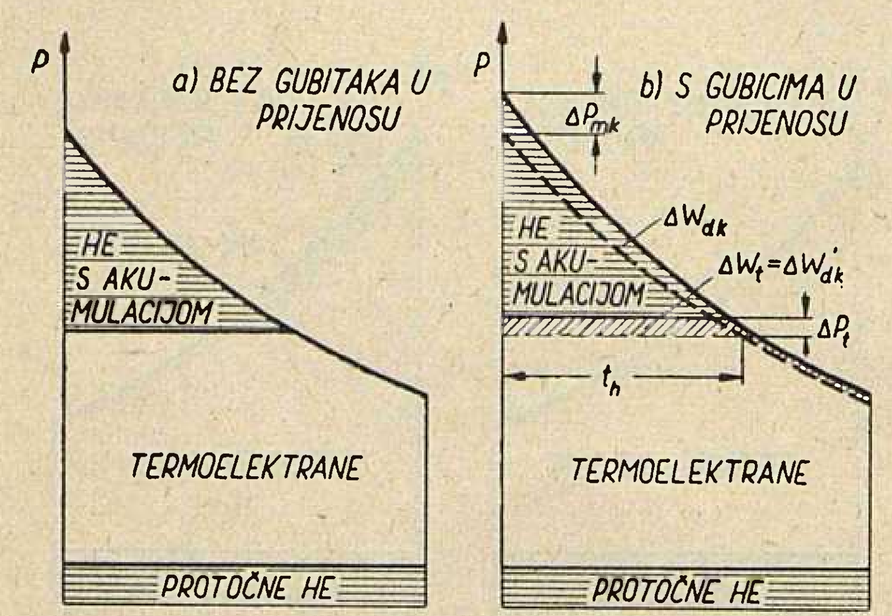
$$\Delta P_t = \delta_{dk} \cdot \Delta P_{mk} \qquad (13)$$

dakle je, prema (7)

$$k = \delta_{dk}. \qquad (14)$$

Relacija (14) vrijedi bez obzira da li postoji istodobnost maksimalnog opterećenja voda i maksimalnog opterećenja sistema.

Promotrimo sada slučaj (sl. 4) koji se nalazi između dva već opisana (sl. 2 i 3). Sada naime postoje akumulacione hidroelektrane, ali njihova proizvodnja u kritičnom razdoblju nije dovoljna da pokrije varijabilni dio dijagrama opterećenja. Radi povećanih gubitaka proizvodnja hidroelektrana smješta se u još viši dio dijagrama opterećenja, pa termoelektrane kroz vrijeme t_h (sl. 4) nadoknađuju gubitke proizvodnjom s konstantnom snagom, a izvan tog vremena povećanje proizvodnje termoelektrana odgovara povećanju potreba radi gubitaka i po količini energije i po snazi. Za određivanje međutim potrebne dodatne snage termoelektrana mjerodavni su samo gubici kroz vrijeme t_h, jer kroz ostalo vrijeme postoji višak snage u termoelektranama pa za pokrivanje tih gubitaka nije potrebna dodatna snaga u termoelektranama.



Sl. 4. Prilike u kritičnom razdoblju u elektroenergetskom sistemu u kojemu moguća proizvodnja hidroelektrana s akumulacijama nije dovoljna za pokrivanje varijabilnog dijela dijagrama opterećenja

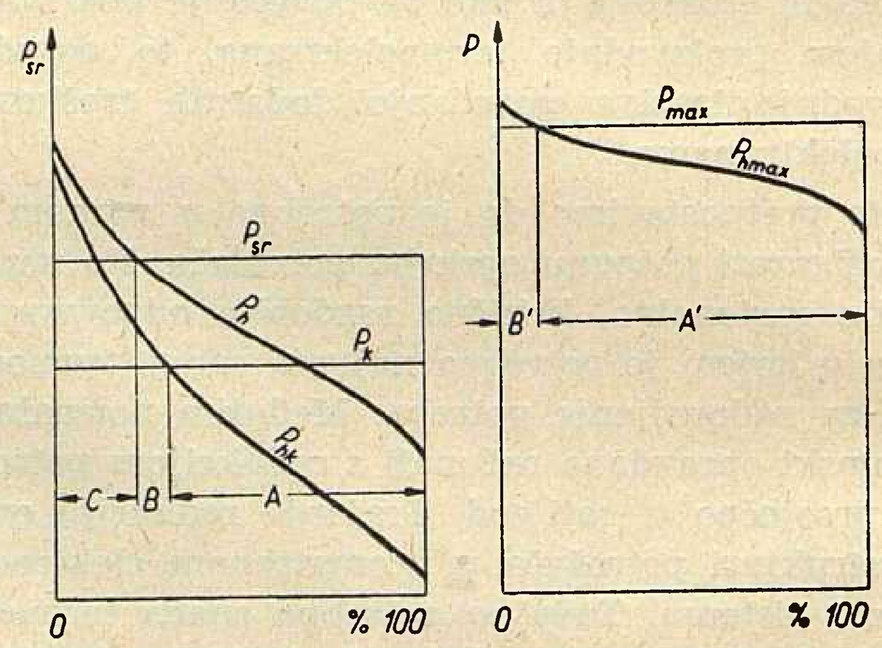
Kroz vrijeme t_h gubici energije u vodu iznose

$$\Delta W'_{dk} = \int_0^{t_h} \Delta P \cdot dt] \qquad (15)$$

pa je potrebna dodatna snaga

$$\Delta P_t = \frac{1}{t_h} \int_0^{t_h} \Delta P \cdot dt \qquad (16)$$

Tako određena dodatna snaga uvijek je manja od maksimalnog gubitka snage ΔP_{mk}. Osim toga dodatna snaga ΔP_t prema (16) praktički je uvijek veća od dodatne snage termoelektrana određene prema (13).



Sl. 5. Prilike u elektroenergetskom sistemu u nekom mjesecu

Prema tomu za slučaj na sl. 4 vrijedi

$$\delta_{dk} < k < 1. \qquad (17)$$

Mogao bi se zamisliti i slučaj kad je $k < \delta_{dk}$. To bi se dogodilo kad bi velika opterećenja voda pala istodobno s malim opterećenjima sistema, pa bi radi toga vrijedila nejednadžba

$$\frac{24}{t_h} \cdot \frac{\Delta W'_{dk}}{\Delta W_{dk}} < 1 \qquad (18)$$

gdje su $\Delta W'_{dk}$ i ΔW_{dk} gubici energije definirani izrazima (12) i (15).

Potrebno je međutim naglasiti da na određivanje potrebne dodatne snage za slučaj na sl. 4 nema utjecaja da li postoji istodobnost između maksimalnog opterećenja voda i maksimalnog opterećenja sistema.

Uvažujući dakle sve slučajeve uz ograničenje prema nejednadžbi (18) možemo za veličinu k postaviti granice

$$\delta_{dk} \leqq k \leqq 1. \tag{19}$$

Postavimo li još da je

$$\beta = \frac{\Delta P_{mk}}{\Delta P_m} \leqq 1, \tag{20}$$

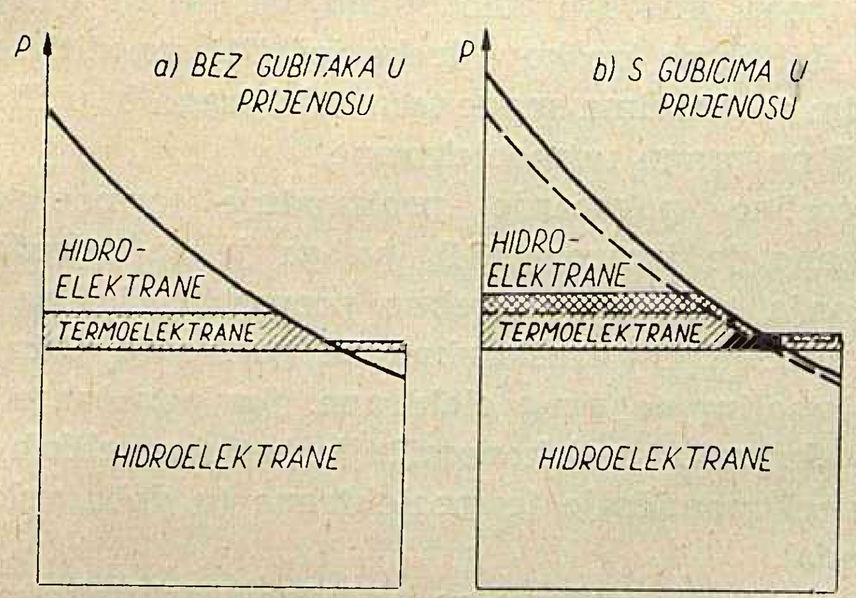
gdje je ΔP_m gubitak snage u vodu u momentu maksimalnog opterećenja voda, bez obzira kad se to maksimalno opterećenje pojavljuje, možemo izraz za dodatnu snagu pisati u obliku

$$\Delta P_t = k \cdot \beta \cdot \Delta P_m. \tag{21}$$

Budući da je veličina k ovisna o prilikama u elektroenergetskom sistemu i o dijagramu opterećenja promatranog voda u kritičnom razdoblju, ona je za promatrani dalekovod u promatranom elektroenergetskom sistemu konstantna veličina, što vrijedi i za veličinu β.

Prema tomu je

$$\Delta P_t = f(\Delta P_m). \tag{22}$$



Sl. 6. Prilike u elektroenergetskom sistemu kad je $P_{hk} > P_k$ i $P_h < P_{sr}$

3.2 Potrebna dodatna proizvodnja

Promotrimo prilike koje mogu nastupiti u nekom mjesecu, a koje su prikazane na sl. 5. Na lijevom dijagramu prikazana je krivulja vjerojatnosti moguće srednje snage hidroelektrana (P_h) i konstantne snage hidroelektrana (P_{hk}). Konstantna snaga hidroelekrana je ona snaga kojom hidroelektrana mora konstantno raditi da bi se spriječili preljevi. Na istom dijagramu ucrtana je i srednja snaga (P_{sr}) potražnje kao i konstantna snaga (P_k) potražnje. Na desnom dijagramu prikazana je krivulja vjerojatnosti maksimalne snage hidroelektrana ($P_{h\,max}$) kao i maksimalne dnevne potražnje (P_{max}).

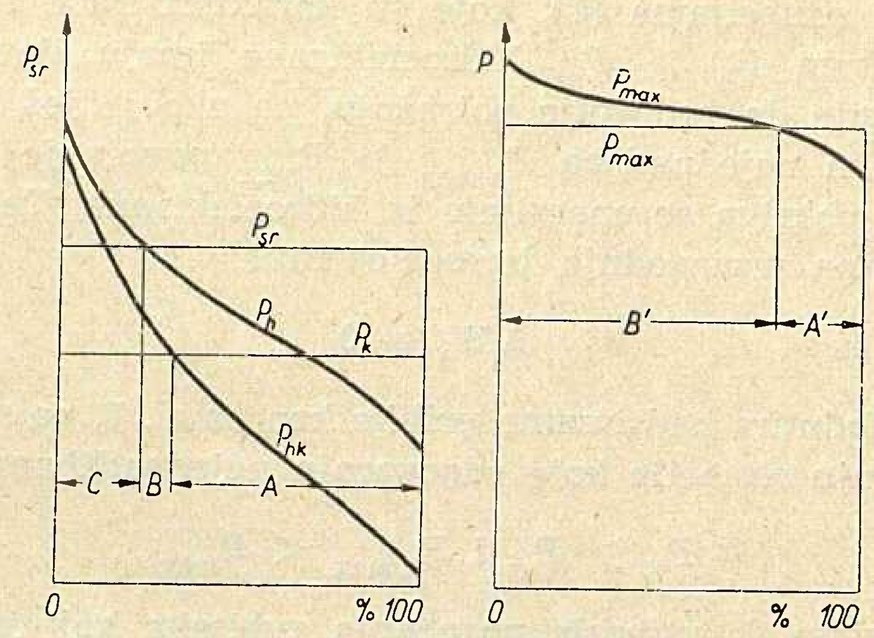
Obzirom na pokrivanje dodatnih gubitaka možemo razlikovati slijedeće situacije:

$$A: P_{hk} < P_k,\ P_h < P_{sr} \tag{23}$$

$$B: P_{hk} > P_k,\ P_h < P_{sr} \tag{24}$$

$$C: P_h > P_{sr} \tag{25}$$

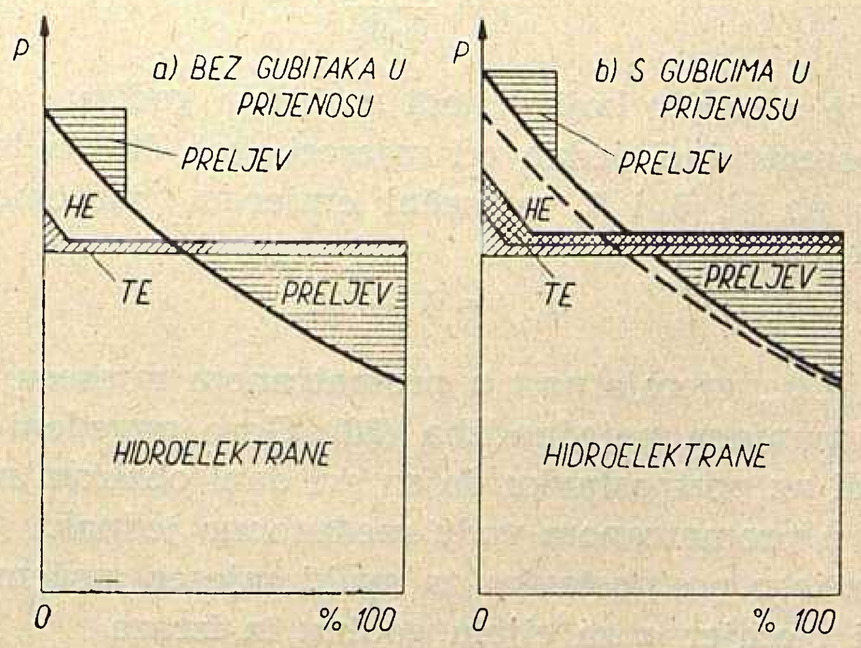
Prema prilikama na sl. 5. maksimalna snaga hidroelektrana manja je od maksimalnog opterećenja samo kad je $P_{hk} < P_k$ i $P_h < P_{sr}$. Tada je potrebno staviti u pogon termoelektrane radi dopune energijom, pa se na taj način ne javlja potreba da se termoelektrane stavljaju u pogon radi pomanjkanja snage.



Sl. 7. Prilike u elektroenergetskom sistemu u nekom mjesecu

U situaciji (A) koja je karakterizirana nejednadžbama $P_{hk} < P_k$ i $P_h < P_{sr}$ povećani gubici pokrivaju se povećanjem proizvodnje termoelektrana, pa je dodatna proizvodnja termoelektrana (ΔW_t) jednaka gubicima u promatranom dalekovodu (ΔW). Za navedene situacije u elektroenergetskom sistemu vrijede dijagrami na sl. 3 i 4.

Za prilike (B), kad je $P_{hk} > P_k$ i $P_h < P_{sr}$, dolazi do preljeva vode u hidroelektranama u doba malih opterećenja (sl. 6), ali je potrebno staviti u pogon termoelektrane radi pokrivanja manjka energije, jer je $P_h < P_{sr}$. Uz pretpostavku da se termoelektrane ne obustavljaju za vrijeme malih opterećenja povećat će se preljevi u hidroelektranama u tom razdoblju dana. S povećanjem gubitaka povećava se proizvodnja termoelektrana u razdoblju u kojem se ne pojavljuju preljevi i to povećanje proizvodnje jednako je povećanju gubitaka u tom razdoblju. U periodu malih opterećenja povećani gubici mogli bi biti pokriveni povećanjem proizvodnje hidroelektrana na račun smanjenja preljeva. Međutim ako se ne računa s obustavljanjem termoelektrana u periodu malih opterećenja, porast će proizvodnja termoelektrana u tom periodu radi povišenja tehničkog minimuma do kojeg dolazi jer je potrebno angažirati veću snagu u razdoblju ve-



Sl. 8. Prilike u elektroenergetskom sistemu kad je $P_h > P_{sr}$ i $P_{h\,max} < P_{max}$

ćih opterećenja. Radi toga može se dovoljno tačno postaviti da je i sada

$$\Delta W_t \cong \Delta W. \tag{26}$$

U situacijama (C), koje su karakterizirane nejednadžbom $P_h > P_{sr}$ hidroelektrane imaju dovoljno energije da zadovolje potražnju, pa ako je još zadovoljena nejednadžba $P_{h\,max} > P_{max}$ povećanje gubitaka pokriva se energijom iz hidroelektrana. Tada je dodatna proizvodnja termoelektrana

$$\Delta W_t = 0 \tag{27}$$

Međutim kad imamo prilike kao na sl. 7, pa se pojavljuju situacije koje odgovaraju nejednadžbama

$$P_h > P_{sr} \text{ i } P_{h\,max} < P_{max} \tag{28}$$

dolazimo do utjecaja povećanja gubitaka koji je prikazan na sl. 8. Angažirana snaga termoelektrana u ovom slučaju jednaka je razlici P_{max} i $P_{h\,max}$, pa angažiranje snage termoelektrana raste s povećanjem gubitaka. Povećanje gubitaka izaziva dakle povećanje proizvodnje u razdoblju najvećih opterećenja, a ako računamo s neobustavljanjem termoelektrana u razdoblju van najvećih opterećenja, povećanje gubitaka dovodi i do povećanja proizvodnje termoelektrana u tom razdoblju. Radi toga možemo i sada postaviti, da je

$$\Delta W_t \cong \Delta W \tag{29}$$

Na osnovu izloženog, a uzevši u obzir da se termoelektrane ne obustavljaju u razdobljima malih opterećenja, možemo kazati da se samo u slučaju kad je ispunjen uvjet

$$P_h > P_{sr} \text{ i } P_{h\,max} > P_{max} \tag{30}$$

dodatni gubici mogu nadoknaditi povećanom proizvodnjom u hidroelektranama odnosno smanjenjem preljeva u hidroelektranama, odnosno za sve slučajeve kad nisu ispunjene nejednadžbe (30) dodatni gubici u promatranom vodu nadoknađuju se povećanjem proizvodnje u termoelektranama.

Ako sa α označimo omjer između onog dijela gubitaka energije, koje treba pokriti povećanjem proizvodnje termoelektrana (ΔW_t), i ukupnih gubitaka energije (ΔW), taj omjer možemo prikazati izrazom

$$\alpha = \frac{\Delta W_t}{\Delta W}, \tag{31}$$

gdje je α omjer koji vrijedi za cijelu godinu.

Promatrajući jedan od mjeseci, kao što je to učinjeno na sl. 5 i 7, mjesečni omjer α_m možemo prikazati izrazom

$$\alpha_m = 1 - v_m \tag{32}$$

gdje je v_m vjerojatnost u promatranom mjesecu da će biti ispunjena nejednadžba (30). Gore navedeni izraz vrijedi uz pretpostavku da su svi dani obzirom na gubitke u promatranom vodu međusobno jednaki.

Uz istu pretpostavku za svaki mjesec možemo odrediti i omjer α za cijelu godinu iz izraza

$$\alpha = 1 - \sum_{m=1}^{12} v_m \cdot \mu_m \tag{33}$$

gdje je μ_m omjer gubitaka u promatranom mjesecu i ukupnih gubitaka u promatranom vodu.

Prema tomu potrebno povećanje proizvodnje termoelektrana radi gubitaka u vodu, koristeći relaciju (3), možemo odrediti iz izraza

$$W_t = \alpha \cdot \delta \cdot \Delta P_m \cdot t_0 \text{ kWh/god.} \tag{34}$$

u kojem su veličine α, δ i t_0 konstante za promatrani vod, pa je

$$\Delta W_t = f\,(\Delta P_m) \tag{35}$$

4. *Vrijednost gubitaka u vodu*

Vrijednost gubitaka u vodu definirana je troškovima koje gubici izazivaju u elektroenergetskom sistemu.

Vrijednost gubitaka možemo prema izloženom podijeliti u dva dijela: gubici koji izazivaju potrebu povećanja instalirane snage termoelektrana i gubici koji izazivaju povećanje proizvodnje termoelektrana.

Potrebno povećanje snage termoelektrana definirano je izrazom (21). Međutim ako želimo osigurati potrebnu snagu baš u kritičnom razdoblju, potrebno je računati i s izvjesnom rezervom snage odnosno množiti izraz (21) s faktorom rezerve r (npr. 1,15). Snagu ΔP_m treba smatrati kao snagu na pragu elektrana, pa da dobijemo troškove treba još (21) množiti sa specifičnim troškovima snage termoelektrane b_t u Din/god. po kW na pragu termoelektrane.

Potrebno povećanje proizvodnje termoelektrana prikazano je izrazom (24), pa ga je za određivanje povećanja troškova potrebno promotriti još sa srednjim specifičnim troškovima za gorivo (c_g Din/kWh) preračunatim na prag elektrane, jer povećanje gubitaka pokrivaju i najekonomičnije (u doba velikih voda) i najneekonomičnije termoelektrane (u doba vrlo malih voda).

Prema tomu možemo za vrijednost gubitaka u vodu pisati slijedeći izraz

$$V = \Delta P_m\,(r \cdot b_t \cdot k \cdot \beta + c_g \cdot \alpha \cdot \delta \cdot t_0) \text{ Din/god} \tag{36}$$

5. *Vrijednost gubitaka u transformatoru i u vodovima s gubicima praznog hoda*

Izraz (36) vrijedi za prijenosne vodove kod kojih možemo zanemariti gubitke praznog hoda. Međutim kad se radi o vodovima vrlo visokog napona te gubitke ne možemo zanemariti. Također gubitke praznog hoda ne možemo zanemariti kad razmatramo gubitke u transformatorima.

Za takove slučajeve treba gubicima, koje smo dosada razmatrali, dodati gubitke praznog hoda ΔP_0 (gubici radi korone ili gubici u željezu), jer su oni neovisni o opterećenju. Osim toga možemo pretpostaviti da je vod ili transformator u pogonu kroz cijelu godinu, što je normalno i slučaj.

Budući da se gubici praznog hoda ne mijenjaju tokom godine, možemo postaviti da je

$$\mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_{12}, \tag{37}$$

pa i (33) možemo pisati

$$\alpha_0 = 1 - \frac{1}{12} \sum_{m=1}^{12} v_m \cdot \tag{38}$$

REGULACIJA FREKVENCIJE I SNAGE U ELEKTROENERGETSKIM MREŽAMA I NJENA PRIMJENA U JUGOSLAVENSKOJ MREŽI

Milan Šodan, Zagreb

Posve općenito je prikazan zadatak regulacije frekvencije u mreži, a zatim je dana primjena niza principa i metoda regulacije uz osvrt na stanje u nekim evropskim zemljama. Posebno je razmotreno sadašnje stanje regulacije frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži i ukazano je na moguća rješenja kod buduće primjene automatske regulacije.

DK 621.3.072.6 : 621.51

I UVOD

U zadnje vrijeme češće se spominje problem regulacije frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži, kao i njihova automatizacija. Čuju se ponekad različita mišljenja o pogodnosti pojedinih principa buduće regulacije frekvencije i snage u našoj mreži. Ovaj članak ima stoga namjeru da dade kraći pregled raznih principa regulacije frekvencije i snage u elektroenergetskim mrežama, ulazeći usput i u probleme regulacije, kako bi o tom mogao zauzeti stav i onaj, koji se dosada nije pobliže time bavio.

Koristeći momentanu situaciju, kad se proučava i priprema primjena automatske regulacije frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži, autor iznosi i svoje poglede na ovaj problem u našim prilikama, koje je formirao u svom dosadašnjem radu o tom pitanju.

II PRINCIPI I PROBLEMI REGULACIJE FREKVENCIJE I SNAGE

1. Općenito o regulaciji frekvencije i snage

Potražnja električne energije mijenja se svakog časa tokom dana, ovisno o željama potrošača, te tako nastaje poznati dijagram opterećenja. Maksimalna snaga u takovom dnevnom dijagramu oko dva puta je veća od minimalne snage. Potrebno je da i proizvodnja bude u svakom momentu jednaka odgovarajućoj ordinati dijagrama opterećenja, kako bi se održala neophodna ravnoteža aktivnih i pasivnih momenata u mreži.

Budući da se potrošnja mijenja proizvoljno, spomenutu je ravnotežu moguće održati ako se proizvodnja mijenja, odnosno regulira u svakom momentu na iznos potrošnje, pa se stvarno radi o regulaciji snage proizvodnje na snagu potrošnje. Praktički nije moguće mjeriti ukupnu potrošnju da bi se onda snaga proizvodnje regulirala prema njoj, već se postupa indirektno na taj način što se regulira broj okretaja, odnosno frekvencije, da bude konstantna i time se postiže svrha, da snaga proizvodnje uvijek bude jednaka snazi potrošnje. Ako u nekom momentu ne bi postojala ravnoteža potrošnje i proizvodnje, broj okretaja odnosno frekvencija bi ili rasla ili padala, pa bi onda uređaj regulacije djelovao u smislu promjene proizvodnje na iznos potrošnje, i tako se opet uspostavila ravnoteža, a frekvencija ostala uglavnom stalno konstantna.

Dakle, ako bi se unaprijed poznavao tok promjene opterećenja bilo bi dovoljno da se onda i proizvodnja vremenski mijenja na isti način. Tu mogućnost uvelike i koriste dispečeri prilikom slaganja voznih redova elektrana za slijedeći dan. Predviđajući tok dijagrama opterećenja i zadajući pojedinim elektranama odgovarajući vozni red, izregulira se velik dio promjenljivosti opterećenja. Kod predviđanja opterećenja koriste se podaci prethodnog dana, sedmice i godine, zatim podaci o temperaturi, vidljivosti i slično. Na taj način iskusno osoblje može vrlo dobro predvidjeti tok opterećenja i zadati odgovarajuće vozne redove elektranama, ali će uvijek ostati izvjesne razlike, ne uzimajući za sada u obzir mogućnost kvarova i ispada pojedinih dijelova postrojenja u mreži.

Ovako postavljena regulacija trebat će da izregulira samo preostale razlike između predviđanja i ostvarenja, koje su samo jedan mali dio dnevnih promjena opterećenja u jednoj mreži.

Kod paralelnog spajanja dviju ili više mreža, odstupanja u jednoj mreži odrazit će se i u drugima, pa se kao zadatak regulacije uvodi uz održavanje frekvencije i održavanje stalne snage razmjene sa susjednim mrežama. No to se opet svodi na to da svaka mreža regulira svoju proizvodnju na iznos svoje potrošnje, uz uvažavanje voznog reda razmjene.

2. O automatskim regulatorima broja okretaja

Svrha im je da održavaju uglavnom konstantan broj okretaja turbine, a time i frekvenciju. Mjerni član regulatora utvrđuje odstupanja broja okretaja odnosno frekvencije od nominalne vrijednosti i djeluje na organ za privod pogonskog sredstva u smislu poništenja razlike broja okretaja sve dok te razlike ne nestane. Ovakav regulator uvijek regulira na isti broj okretaja pa kažemo da se radi o astatičnom regulatoru (sl. 1).

Uzevši u obzir (21) i (34), te ono rečeno u toč. 4, možemo napisati i izraz za vrijednost gubitaka, uvaživši i gubitke praznog hoda.

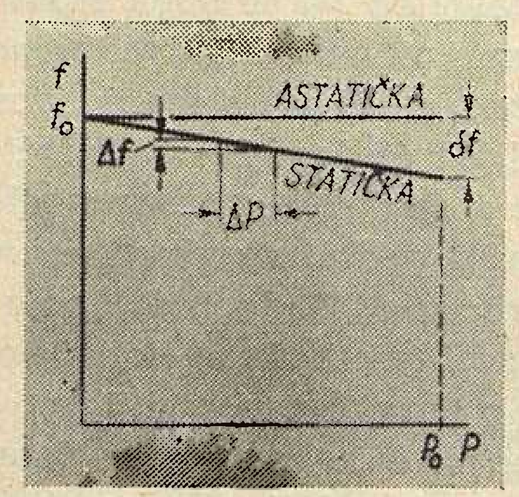
$$V = (k \cdot \beta \cdot \Delta P_m + \Delta P_0) \cdot r \cdot b_t + \\ + (\alpha \cdot \delta \cdot \Delta P_m + \alpha_0 \cdot \Delta P_0) \cdot c_g \cdot t_0 \qquad (39)$$

gdje je uzeto u obzir da je za gubitke praznog hoda faktor gubitaka $\delta = 1$, te da je omjer (20) $\beta = 1$. Osim toga je za konstantno opterećenje i omjer $k = 1$.

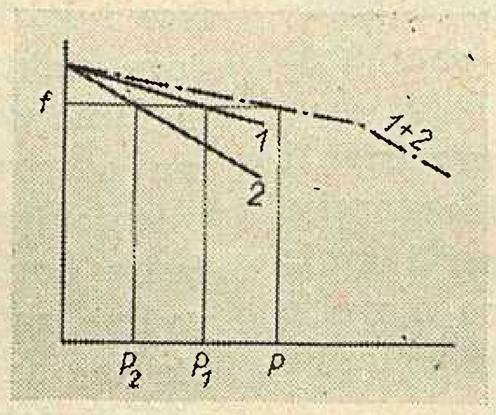
Nastavlja se.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Hrvoje Požar, Elektrotehnički fakultet Zagreb, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

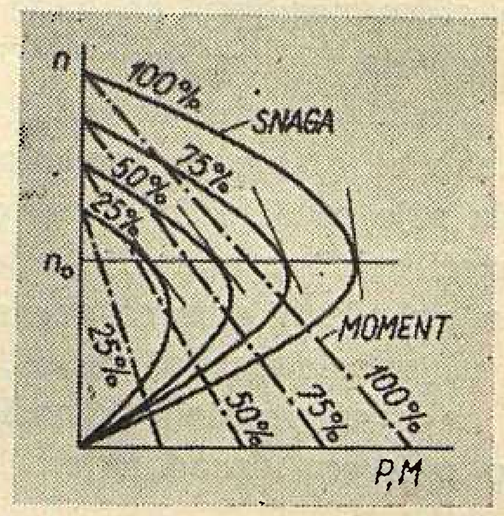
Međutim regulatorima se redovno ne daje astatička karakteristika, nego se ona učini statičkom tj. dade joj se određeni nagib (sl. 1). Ovo je potrebno da bi se kod paralelnog rada više agregata, opterećenje moglo raspodijeliti na određeni način, što nije moguće s astatičkim karakteristikama. Na sl. 2 prikazane su dvije statičke karakteristike kao i njihova sumarna karakteristika. Raspodjela opterećenja P slijedi u određenom iznosu za svaki agregat. Promjena raspodjele opterećenja među agregatima obavit će se spuštanjem ili dizanjem pojedinih karakteristika. Promjene opterećenja u mreži preuzimat će svi agregati, ali oni sa strujnom karakteristikom u manjem iznosu. Lako je zaključiti, da bi agregat s astatičkom karakteristikom preuzimao sve promjene opterećenja u intervalu raspoložive snage.



Sl. 1. Astatička i statička karakteristika



Sl. 2. Statičke karakteristike i sumarna karakteristika



Sl. 3. P-n i M-n karakteristike turbine uz konstantni otvor

Strmina karakteristika određuje se statičnošću, a ona je definirana izrazom

$$s = \frac{\partial f}{f_0} - 100\ \%, \qquad (1)$$

gdje znači

∂f — promjena frekvencije u Hz, ako se agregat opterećuje od praznog hoda do punog opterećenja,
f_0 — nominalna frekvencija u Hz, redovito 50 Hz.

Prema tome za nominalnu frekvenciju 50 Hz, statičnost je dana izrazom

$$s = 2 \cdot \partial f \qquad (2)$$

Strminu karakteristike moguće je, međutim, definirati i omjerom promjene snage ΔP i promjene frekvencije Δf (sl. 1) tj.

$$K = -\frac{\Delta P}{\Delta f} \qquad (3)$$

Omjer K je konstantan za svaku točku karakteristike, uzimajući da je karakteristika predstavljena pravcem. Točnija ispitivanja pokazuju da je karakteristika u stvari krivulja, koja se međutim može bez poteškoća aproksimirati pravcem.

Konstanta K ima dimenziju energije, tj. MWsek, ako se snaga računa u MW a frekvencija u sek^{-1}. Otuda dolazi njen uobičajeni naziv »regulaciona energija«, ali je i drukčije nazivana.

Za K se može pisati (sl. 1)

$$K = \frac{P_0}{\partial f}, \qquad (4)$$

gdje je P_0 nominalna snaga agregata, pa slijedi veza između regulacione energije i statičnosti

$$K = \frac{P_0}{s \cdot f_0} 100\ \% \quad \text{i} \qquad (5)$$

$$s = \frac{P_0}{K \cdot f_0} 100\ \% \qquad (6)$$

odnosno ako se za f_0 uvrsti 50 Hz imamo:

$$K = 2 \frac{P_0}{s}\ \% \quad \text{i} \qquad (7)$$

$$s = 2 \frac{P_0}{K}\ \%. \qquad (8)$$

Kod automatskih regulatora broja okretaja važan je iznos njihove neosjetljivosti, kao i vremenskih konstanti. I jedno i drugo je manje i prema tome povoljnije kod električnih regulatora, nego kod mehaničkih.

Unutar granica neosjetljivosti regulatora agregat će se vladati kao da nema regulatora. To će isto biti slučaj i u prvom momentu dok regulator ne proradi, kao i u slučaju preopterećenosti agregata. Stoga je interesantno poznavati vladanje agregata bez regulatora. Na sl. 3 prikazane su P-n i M-n karakteristike vodne turbine. Vidi se da i tu postoji statičnost, koja je znatno veća od one kod regulatora, odnosno regulaciona energija, koja je znatno manja od one kod regulatora. Ova tzv. »samoregulacija turbine« igra također svoju ulogu u zbivanjima regulacije.

3. *Karakteristike mreže*

Na prednji način moguće je nacrtati sumarnu karakteristiku za sve agregate u jednoj mreži, pa će sumarna regulaciona energija mreže biti

$$K = K_1 + K_2 + \ldots + K_n \qquad (9)$$

a statičnost

$$s = \frac{P}{K \cdot f_0} 100\ \% \qquad (10)$$

koja se može odrediti i iz izraza

$$\frac{P}{s} = \frac{P_1}{s_1} + \frac{P_2}{s_2} + \ldots + \frac{P_n}{s_n} \qquad (11)$$

odnosno

$$s = \frac{P}{\sum_{1}^{n} \frac{P_n}{s_n}} \qquad (12)$$

Ovo dosada se odnosilo na proizvodne jedinice u mreži. Što se tiče potrošača, njihova potrošnja ovisi također o frekvenciji mreže i to tako da je manja ako frekvencija padne i obrnuto, dakle suprotno nego kod proizvodnih jedinica. Tako će i potrošači u mreži imati karakteristiku s odgovarajućom statičnošću i regulacionom energijom, samo protivnog predznaka. Ovo se zove i »samoregulacija potrošnje«. Ovisnost pojedinih potrošača o frekvenciji je različita, a prikazana je na sl. 4 za neke skupine potrošača. Tako čisto omski potrošači vladat će se po karakteristici *1* i njihova potrošnja ne ovisi o frekvenciji. Karakteristika *2* predstavljat će sinhrone i asinhrone motore opterećene konstantnim momentom tereta (alatni strojevi). Krivulja *3* predstavljat će sinhrone i asinhrone motore opterećene momentom tereta koji raste s frekvencijom (centrifugalne pumpe i ventilatori). Skup ovako raznorednih potrošača bit će prikazan rezultantnom krivuljom (sl. 4 točka-crta), koja se može aproksimirati pravcem u području oko f_0, gdje se stvarno kreću promjene frekvencije u mreži. Regulaciona energija potrošnje je daleko manja od one koju ima proizvodnja, dok je statičnost proporcionalno veća.

Na sl. 5 prikazane su karakteristike proizvodnje i potrošnje. Za proizvodnju vrijedi — $K_g = \Delta P_g / \Delta f$ pa možemo pisati

$$\Delta P_g + K_g \cdot \Delta f = 0 \qquad (13)$$

dok za potrošnju vrijedi $K_p = \Delta P_p / \Delta f$ pa možemo pisati

$$- \Delta P_p + K_p \cdot \Delta f = 0 \qquad (14)$$

gdje indeks p označava potrošnju, a indeks g proizvodnju.

U izoliranoj mreži radna točka će se nalaziti u presjecištu karakteristika proizvodnje i potrošnje (sl. 5 točka *A*).

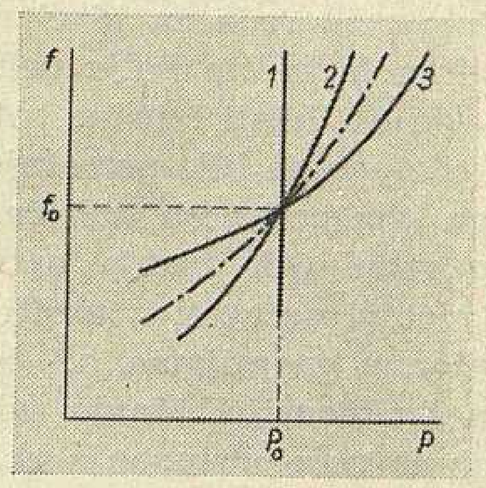
Da bi se dobila ukupna karakteristika mreže prema vani, npr. prema drugoj mreži, potrebno je zbrojiti karakteristiku proizvodnje i potrošnje. Kod toga treba imati u vidu predznak regulacione energije u jednom i drugom slučaju, odnosno promijeniti predznak u jednadžbi (13) ili (14), npr. u (14) pa imamo

$$\Delta P + K \cdot \Delta f = 0 \qquad (15)$$

gdje ΔP znači ukupnu promjenu snage proizvodnje i potrošnje, a K ukupnu regulacionu energiju. Ovo je grafički učinjeno na sl. 5. Ovakva karakteristika mreže može zgodno poslužiti za razmatranje rada pojedine mreže, bilo izolirano bilo paralelno vezane sa drugom mrežom.

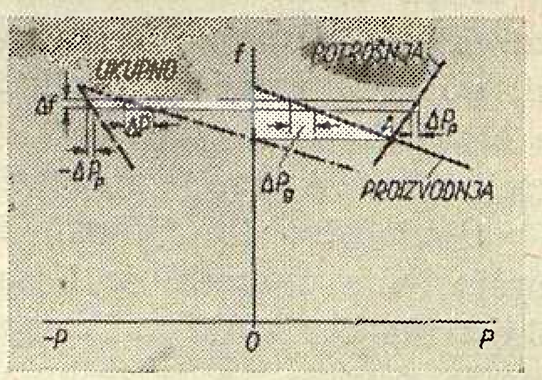
Regulacionu energiju proizvodnih jedinica teško je izračunati i izmjeriti, a još teže regulacionu energiju potrošača. Ukupna regulaciona energija mreže lako se mjeri, ali je poteškoća u tome što se ona mijenja tokom dana od 50 % do 100 % svog maksimalnog iznosa radi ulaska i izlaska iz pogona pojedinih proizvodnih jedinica kao i potrošača i drugih razloga. Mjerenje je moguće na više načina, ali u svakom se slučaju naglo poremećuje ravnoteža u mreži i mjeri se odstupanje frekvencije da bi se onda regulaciona energija izračunala kao omjer uzroka poremećaja i promjene frekvencije. Rezultate treba uvijek smatrati samo redom veličine.

Obavljena su mjerenja na razne načine u pojedinim mrežama i dobiveni su rezultati, koji se ispočetka nisu očekivali. Rezultirala je statičnost mreže oko 15 % pa i više, ma da u mreži rade agregati s najviše



Sl. 4. Karakteristike potrošnje

6 % statičnosti. Danas se to u nedotjeranoj mreži smatra normalnim, jer ima raznih uzroka koji povećavaju statičnost mreže, ako se ne odstrane ili umanje. Tu dolaze u prvom redu agregati koji rade s ograničenjem otvora turbine čija je statičnost za pad frekvencije praktički beskonačna, a često i za povećanje frekvencije. S druge strane regulaciona energija ovakvih agregata je jednaka nuli. Slično je s turboagregatima koji imaju regulatore koji reagiraju na pritisak u kotlu. Zatim tu dolaze agregati koji su potpuno opterećeni ili čak preopterećeni. U svim ovim slučajevima regulaciona energija može pasti na iznos samoregulacije turbine. Daljnji razlozi visokoj statičnosti mogu biti u neosjetljivosti regulatora kao i primjeni prigušenja u regulatorima hidroelektrana s visokim padom.



Sl. 5. Karakteristike mreže

Vrlo je važno da se ovi negativni utjecaji smanje kako bi se povećala regulaciona energija mreže, jer je to najjednostavniji način za prvo poboljšanje održavanja frekvencije u nekoj mreži. U tu svrhu treba isključiti uređaje za ograničenje otvora turbine, ukloniti čistu regulaciju u ovisnosti o tlaku u kotlu kod termoelektrana, starije regulatore kod većih jedinica dotjerati ili zamijeniti novima radi smanjenja neosjetljivosti i poboljšanja u pogledu rada s manjom statičnosti, paziti da agregati po mogućnosti ne budu maksimalno opterećeni ili čak preopterećeni.

Povećanje regulacione energije mreže od bitnog je značaja za poboljšanje regulacije frekvencije i snage. Ima nekoliko zemalja koje su poduzele radikalne zahvate u tom pogledu i na taj način uvelike eliminirale probleme oko regulacije frekvencije.

4. *Regulacija frekvencije*

Razmatrat ćemo jedinstvenu mrežu, koja nema nikakovih unutarnjih komercijalnih granica niti je spojena s drugom sličnom mrežom.

Kod izrade voznog reda za idući dan nastojat će se da proizvodnja bude što bolje prilagođena potrošnji, ali će se uvijek držati i jedna rotirajuća rezerva za pokrivanje odstupanja bilo potrošnje bilo proizvodnje. Eventualna grla prijenosa uzet će se u obzir kod izrade voznog reda. Odstupanja opterećenja tokom dana pokrivat će svi agregati u mreži proporcionalno svojim regulacionim energijama, ali će kod toga doći do odstupanja frekvencije. Manja odstupanja će se zanemariti, dok će veća odstupanja ukloniti elektrana, koju će dispečer unaprijed za to zadužiti pa kažemo da ta elektrana »regulira frekvenciju«.

a) Ručna regulacija

Najjednostavnije je da uklopničar te elektrane pazi na frekvenciju i, kad ustanovi odstupanje, promijeni opterećenje svoje elektrane u smislu poništavanja nastale razlike. Potrebno je voditi računa da ova elektrana uvijek ima dovoljno raspoložive snage ili da tokom dana mijenja ulogu s jednom drugom elektranom. Broj intervencija uklopničara obrnuto je proporcionalan s iznosom regulacione energije mreže i može se bitno mijenjati.

Može se postupiti i tako da se jednom regulatoru da astatička karakteristika i njegov će agregat preuzimati sve promjene opterećenja. Nezgoda je što dva agregata ne mogu imati istovremeno regulatore s astatičkim karakteristikama. Ako su agregati u jednoj elektrani, postoji mogućnost poligonalnog spajanja, inače je praktički neizvedivo.

Ručna regulacija frekvencije sa statičkim karakteristikama je najjednostavnije rješenje i s njim počinje svaka mreža, a u upotrebi je i kod mreža koje su veoma jake i rasprostranjene. Do poteškoća dolazi kad snaga mreže poraste pa je teško u jednoj elektrani skupiti potrebnu snagu, a poraste i broj intervencija uklopničara, pa se u tom slučaju pristupa automatskoj regulaciji frekvencije.

b) Automatska regulacija frekvencije

U ovom slučaju postavlja se dodatni sekundarni regulator koji utvrđuje odstupanje frekvencije od nominalne ($\Delta f = f - f_0$), i prema tome daje impulse uređaju za promjenu broja okretaja primarnog regulatora tj. regulatora broja okretaja onih agregata, koje on kontrolira. Princip djelovanja ovakovog regulatora dan je na sl. 7a. Na taj način frekvencija se uvijek regulira na nominalnu vrijednost. Ovakav regulator može nadzirati sve ili nekoliko agregata u jednoj elektrani. On može isto tako upravljati agregatima u nekoliko bližih elektrana, ali moraju postojati kabelske ili druge veze između sekundarnog regulatora i svakog agregata. To je isto moguće ako se radi i o udaljenijim elektranama, no i opet su potrebne navedene veze, ovaj put drugom, odgovarajućom tehnikom. Ovakva regulacija može potpuno zadovoljiti mreže srednje veličine. Obično se opreme dva ili više regulacionih centara, svaki sa svojim regulatorom i elektranama. Regulaciju provodi uvijek samo jedan prema energetskoj situaciji. Istovremeni rad dvaju regulatora nije moguć radi raspodjele opterećenja, jer imaju astatičke sekundarne karakteristike. Kod ovakvog rješenja elektrane koje reguliraju najčešće su koncentrirane na užem području pa to dovodi do nešto većih varijacija snage u prijenosnim vodovima oko ovih elektrana. Rasprostiranjem ovih elektrana na šire područje ovo se smanjuje, ali zahtijeva duge i manje sigurne kanale daljinske regulacije.

c) Regulacija snaga-kut

Postoje sekundarni regulatori frekvencije, i već su duže vremena u upotrebi, kojih može biti više u mreži i mogu da budu istovremeno u pogonu, a da kod toga raspodjela opterećenja među njima bude uvijek određena. To su integralni regulatori ili regulatori snaga-kut. Oni dovode u ovisnost integral promjene frekvencije i promjenu snage agregata kojima upravljaju, po jednadžbi

$$\alpha \int_0^t (f - f_0)\, dt + (P - P_0) = 0 \qquad (16)$$

gdje je

P — momentana snaga agregata ili elektrane,
P_0 — početna snaga od koje se počinje računati,
α — konstanta s dimenzijom snage, a nazvana je »regulaciona snaga«.

Budući da integral razlike frekvencije predstavlja zapravo kut napona mreže prema kutu napona izvora, koji ima stalno istu frekvenciju, može se pisati

$$\alpha\,(\varphi - \varphi_0) + (P - P_0) = 0, \qquad (17)$$

gdje je

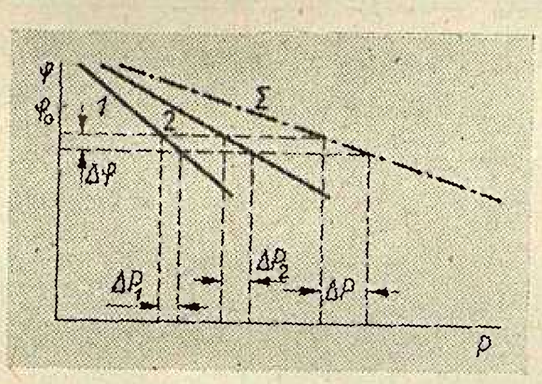
φ — kut napona mreže u odnosu na kut standardnog napona frekvencije f_0,
φ_0 — kut napona mreže od kojeg se počinje računati, odnosno što je isto

$$\alpha \cdot \Delta\varphi + \Delta P = 0. \qquad (18)$$

Na sl. 6 prikazane su karakteristike ovakvih dvaju regulatora i njihova sumarna karakteristika pa je jasna raspodjela opterećenja među njima. Ovime se postiže da su regulatori statični u odnosu na kut, ali vrše u neku ruku astatičku regulaciju frekvencije. Broj ovakovih regulatora u jednoj mreži je neograničen, a jedini je preduvjet da veličina f_0 bude za sve jednaka, što se danas uspješno postiže kvarcnim generatorima. Na taj način elektrane koje reguliraju mogu biti međusobno znatno udaljene i bez ikakovih veza između pojedinih regulatora.

5. *Regulacija snage*

Kad se spoje međusobno dvije izolirane mreže spojnim vodom, nije moguće da obje mreže nastave s regulacijom frekvencije, jer će snaga razmjene biti neodređena. Stoga je potrebno da samo jedna mreža regulira frekvenciju, a druga postane njen sastavni dio. Snaga razmjene će kod toga varirati u nekim granicama. Ako se želi, da ta snaga bude stalno konstantna, onda će druga mreža preuzeti tu ulogu, tj. odstupanje snage razmjene $\Delta p = p - p_0$ od predviđene vrijednosti bit će poticaj za promjenu proizvodnje u toj mreži u smislu poništenja tog odstupanja. To se može raditi ručno ili automatski, za što može poslužiti i svaki automatski sekundarni regulator frekvencije pa i integralni regulator, ali je uvijek neophodno da se snaga razmjene mjeri i daljinski prenese do uklopničara ili sekundarnog regulatora. Ovakva regulacija ima međutim jedan nedostatak. Ako u mreži *1*, koja regulira frekvenciju, dođe do pomanjkanja snage za regulaciju doći će do pada frekvencije i mreža *2*, koja ne regulira frekvenciju, pomoći će mreži *1* za iznos



Sl. 6. Karakteristike integralnih regulatora

snage $\Delta p_{21} = K_2 \cdot \Delta f$ i frekvencija će manje pasti. Regulacija snage ovu ispomoć sada ukida i dolazi do većeg pada frekvencije nego što bi trebalo. Ako je mreža *2* relativno malena to se može tolerirati, ali se ovakva regulacija ne primjenjuje kod paralelnog rada mreža istog reda veličine.

6. *Regulacija frekvencija-snaga*

Zbog prije iznesenog u mrežama, koje su istog reda veličine, u paralelnom pogonu se redovito pristupa regulaciji frekvencije i snage sa strane obiju mreža, što se naziva regulacija frekvencija-snaga. Princip je da svaka mreža sama pokriva promjene opterećenja na svom području. Tada će uvijek biti u stacionarnom stanju frekvencija jednaka nominalnoj vrijednosti ($f = f_0$) i snaga razmjene jednaka onoj prema voznom redu ($p = p_0$). Stoga svaka mreža kontrolira i odstupanja frekvencije i odstupanja snage razmjene pa u ovisnosti o tim odstupanjima daje naloge određenim agregatima svoje mreže za promjenu opterećenja u smislu poništavanja uzroka promjene, ako je uzrok u dotičnoj mreži.

Pođe li se od ravnotežnog stanja kad je $f = f_0$ i $p = p_0$, onda promjena opterećenja u bilo kojoj paralelnoj mreži izaziva promjenu frekvencije Δf i promjenu snage razmjene Δp. Ako se u mreži *A* poveća opterećenje za ΔP, odnosno smanji proizvodnja za isti iznos, zajednička frekvencija će se promijeniti za

$$\Delta f = -\frac{\Delta P}{K}, \tag{19}$$

gdje K predstavlja regulacionu energiju obiju mreža zajedno, tj. $K = K_A + K_B$. Promjenu snage ΔP kompenzirat će dijelom mreža *A*, u kojoj se je promjena opterećenja i dogodila u iznosu od

$$\Delta P_A = -\Delta f \cdot K_A = \Delta P \frac{K_A}{K}, \tag{20}$$

a dijelom mreža *B*, u kojoj se promjena nije dogodila, u iznosu od

$$\Delta P_B = -\Delta f \cdot K_B = \Delta P \frac{K_B}{K}. \tag{21}$$

Zbroj udjela pojedinih mreža daje ukupnu promjenu ΔP. Jer se u mreži *B* nije ništa dogodilo, snaga razmjene između dviju mreža promijenit će se upravo za iznos učešća mreža *B*, tj. bit će

$$\Delta p = \Delta P_B. \tag{22}$$

U konkretnom slučaju iznos snage Δp imat će smjer prema mreži *A*, pa ako je voznim redom bilo predviđeno da mreža *A* daje snagu mreži *B*, to će se snaga smanjiti za iznos Δp. Obrnuto ta će se snaga povećati za iznos Δp. Nazovemo li povećanjem snage razmjene tendenciju mreže da poveća izvoz odnosno da smanji uvoz, a smanjenjem snage razmjene tendenciju mreže da poveća uvoz a smanji izvoz, možemo uz razmatranje slično gornjem, napraviti nižu tablicu ovisnosti smisla promjena zajedničke frekvencije i snage razmjene dviju mreža, o mjestu uzroka tih promjena.

	Mreža *A*		Mreža *B*	
	Promjene frekvencije	Promjena na snage razmjene	Promjena frekvencije	Promjena na snage razmjene
Uzrok promjene u mreži *A*	+	+	+	−
	−	−	−	+
Uzrok promjene u mreži *B*	+	−	+	+
	−	+	−	−

Odmah se primjećuje, ako je promjena frekvencije i snage razmjene u jednoj mreži istog smisla odnosno predznaka, onda je uzrok promjene stanja u toj mreži, i u toj mreži treba djelovati na elektrane, koje su za to određene, u smislu poništavanja nastalih razlika. Ako je promjena frekvencije i snage u jednoj mreži različitog predznaka, onda uzrok promjene nije u toj mreži i elektrane određene za regulaciju te mreže ne treba da djeluju. Na taj način se postiže postavljeni cilj da svaka mreža snosi odgovornost za promjene na svom području.

Da bi se utvrdilo u kojoj je mreži nastao uzrok promjene frekvencije i snage razmjene, može se postupiti i na slijedeći način, koji se u praksi zapravo i upotrebljava. Ako se prvi dio jednadžbi (20) i (21) piše u obliku

$$\Delta P_A + \Delta f \cdot K_A = 0 \tag{20'}$$

$$\Delta P_B + \Delta f \cdot K_B = 0 \tag{21'}$$

i ako se u njih uvrsti jednadžba (22), one prelaze u izraze

$$\Delta p + \Delta f \cdot K_A = - \Delta P \qquad (23)$$

$$\Delta p + \Delta f \cdot K_B = 0 \qquad (24)$$

Slijedi zaključak da će iznos $\Delta p + \Delta f \cdot K_n$ za bilo koju mrežu biti jednak nuli ako u toj mreži nije uzrok promjena stanja.

a) Ručna regulacija frekvencija-snaga

Na temelju prethodne tabele moguće je da uklopničar elektrane koja regulira dotičnu mrežu, ustanovi da li je uzrok poremećaju u njegovoj mreži ili u susjednoj te da promijeni proizvodnju svoje elektrane ili ne.

b) Automatska regulacija frekvencije-snaga

Prije opisana ručna regulacija može se dozvoliti uglavnom samo u nuždi, a redovito se rad povjerava automatskom regulatoru. Taj automatski regulator mogao bi postupati na isti način kao uklopničar u prethodnom slučaju tj. da na temelju predznaka promjene frekvencije i snage daje impulse za promjenu opterećenja elektrana kojima upravlja.

Kad bi se promjene u jednoj mreži događale odvojeno od promjene u drugoj mreži ne bi bilo nikakovih poteškoća. Međutim promjene se događaju istovremeno u raznim mrežama s istim ili različitim predznakom i intenzitetom. Zbog toga kod ovakovih sekundarnih regulatora frekvencija-snaga dolazilo bi do izvjesnog čekanja jednog regulatora na drugi pa bi dolazilo do nešto većih prolaznih promjena frekvencije i snage razmjene. Osim toga ne bi bio određen intenzitet djelovanja pojedinih regulatora. Da bi regulator znao točno kolika je promjena u njegovoj mreži i prema tome koliko treba da promijeni proizvodnju podređenih agregata, potrebno je da se osloni na izraz $\Delta p + k \cdot \Delta f$, gdje je K prirodna ili primarna regulacija energija dotične mreže. Na taj će način sekundarni regulator svake pojedine mreže djelovati određenim intenzitetom, ovisnim o veličini promjene snage, samo u svojoj mreži. Ako se npr. u mreži A promijeni opterećenje za ΔP, doći će do promjene zajedničke frekvencije za $\Delta f = - \Delta P/K$. Uslijed pada frekvencije mreža B će učestvovati u nadoknadi promjene sa snagom $P_B = \Delta P \cdot K_B/K$. Budući da se u mreži B nije ništa dogodilo, bit će $\Delta p = - \Delta P_B = - \Delta P \cdot K_B/K$, pa će izraz $\Delta p + K \cdot \Delta f$ za mrežu A glasiti

$$\Delta p + K_A \cdot \Delta f = - \Delta P \frac{K_B}{K} - K_A \frac{\Delta P}{K} =$$

$$= - \Delta P \frac{K_A + K_B}{K} = - \Delta P. \qquad (25)$$

Kako se vidi regulator će mjeriti upravo nastalu promjenu u svojoj mreži. Sličan bi se rezultat dobio kad bi pošli od pretpostavke istovremenih promjena u obje ili u više mreža. Prema tome regulator frekvencija-snaga treba da ima karakteristiku istog oblika kao izraz $\Delta p + K \cdot \Delta f$, s tim da ga održava jednakim nuli, tj.

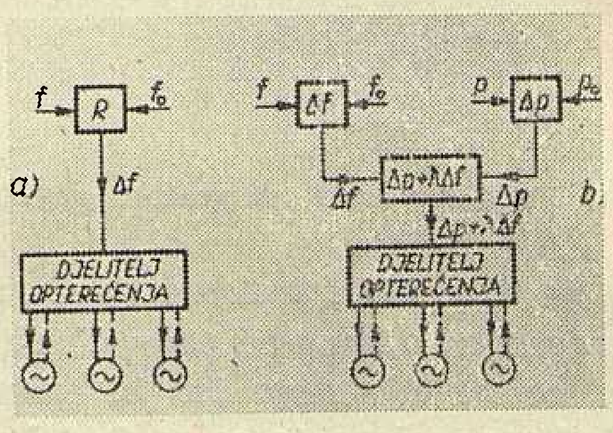
$$\Delta p + \lambda \Delta f = 0 \qquad (26)$$

Konstanta λ je regulaciona energija sekundarnog regulatora, koja se može po volji udesiti. Ako se λ izjednači sa K, vidi se iz prednjeg da će regulator djelovati uvijek ispravno tj. samo u slučaju kad je uzrok promjene stanja u njegovoj mreži, a intenzitet njegovog djelovanja će ovisiti samo o intenzitetu uzroka.

Budući da nije moguće stalno točno poznavanje primarne regulacije energije mreže, jer se ona mijenja tokom vremena, potrebno je poznavati vladanje ovakovog regulatora kad je $\lambda \neq K$. U tu svrhu dovoljno je da se u izraz (25) stavi λ_A umjesto K_A pa imamo za rezultat:

$$- \Delta P \frac{\lambda_A + K_B}{K}. \qquad (28)$$

Ovaj izraz predstavlja zapravo nalog regulatora za koliko treba promijeniti opterećenje, tj. regulator će djelovati nešto manje ili više intenzivno ovisno o tome da li je $\lambda < K$ ili je $\lambda > K$. Drugim riječima regulator će u prvom momentu nešto podregulirati ili nadregulirati, ali na kraju će ravnoteža biti normalno



Sl. 7. Princip djelovanja automatskih regulatora frekvencije i frekvencija-snaga
a — regulator frekvencije *b* — regulator frekvencija-snaga

uspostavljena. Praksa je pokazala da odstupanja vrijednosti sekundarne regulacije energije od primarne i u priličnim iznosima, nemaju loših posljedica na kvalitet regulacije. Štaviše pokazalo se je da je u velikim mrežama povoljnije ako je $\lambda < K$.

Ovakav automatski sekundarni regulator frekvencija-snaga, vrši u krajnjoj liniji astatičku sekundarnu regulaciju frekvencije i snage razmjene, uz uslov da sve mreže koje rade paralelno vrše također regulaciju frekvencija-snaga. U protivnom regulator ima statičnost u odnosu na snagu razmjene, koja je određena sekundarnom regulacionom energijom λ, dotične mreže.

Napokon treba napomenuti uz regulaciju frekvencija-snaga da je pitanje ispomoći mreži koja ostane bez regulacije definirano sada sekundarnim regulacionim energijama mreža.

Na sl. 7b prikazan je princip djelovanja automatskog regulatora frekvencija-snaga. Tok djelovanja se može zaključiti iz slike.

Ima raznih izvedbi regulatora frekvencija-snaga, koji su dali zadovoljavajuće rezultate, ali se ovdje neće razmatrati.

c) Regulacija snaga-kut-energija

Regulacija snaga-kut može se prilagoditi da bude ekvivalentna regulaciji frekvencija-snaga. U tu svrhu treba pod integral iz jednadžbe (16) staviti i član $(p - p_0)/\lambda$, pa će rezultirati integral ovog člana u obliku $(W - W_0) / \lambda$, tako da će jednadžba (18) izgledati

$$\alpha \left(\Delta \varphi + \frac{\Delta W}{\lambda} \right) + \Delta P = 0. \qquad (23)$$

Stavi li se za $\Delta \varphi + \Delta W/\lambda, = \Delta \psi$, što znači neki fiktivni kut, imamo

$$\alpha \cdot \Delta \psi + \Delta P = 0,$$

tj. jednadžbu istog oblika kao (18). Djelovanje ovakvog regulatora je isto kao onog snaga-kut, samo je veličina koja izaziva promjenu opterećenja agregata drukčije formirana, jer se integrira i snaga razmjene. U ovom slučaju potrebno je da postoje daljinski prijenosi mjerenja snage razmjene od mjesta razmjene do svakog pojedinog regulatora. Druge veze među regulatorima nisu potrebne.

7. *Regulacija frekvencije i snage u velikim spojenim mrežama*

U daljnjem izvađanju bit će iznesena neka općenita zapažanja.

a) Tok regulacije

Kada u jednoj mreži spojenoj s ostalim mrežama dođe do nagle promjene opterećenja u nekoj njenoj točki, u prvom momentu se promjena opterećenja raspodjeljuje na najbliže agregate, a zatim na sve udaljenije. Raspodjela opterećenja je određena impedancijama mreže pa veći dio promjene opterećenja preuzmu bliži agregati. Rotori agregata se zakreću pa počinju djelovanjem sinhronizirajućih sila želeći da ih vrate u prvobitni položaj. Sad se opterećenje raspodjeljuje na agregate prema prirodnim karakteristikama turbina tj. uglavnom proporcionalno nominalnim snagama jer su njihove karakteristike slične. Do ovakove raspodjele će doći u slučaju da je promjena opterećenja bila malena, pa su primarni regulatori ostali unutar neosjetljivosti. Inače će proraditi regulatori broja okretaja i raspodjela će se izvršiti u ovisnosti o statičnosti pojedinih regulatora. Nakon svega ovoga slijedi rad sekundarnog regulatora one mreže u kojoj je nastupila promjena pa se na kraju raspodjela vrši na elektrane kojima upravlja sekundarni regulator.

Prema tome imamo četiri uzastopne raspodjele promjene opterećenja. To vrijedi za idealan slučaj, a zapravo se pojedine raspodjele prekrivaju, a neke na nekim agregatima mogu i izostati. Konačna raspodjela je uvijek određena sekundarnom regulacijom, izuzevši ako je promjena ostala unutar neosjetljivosti.

b) Varijacije opterećenja u mreži

Opterećenje jedne mreže oscilira, gledano u kraćem periodu, oko neke prosječne vrijednosti. Da bi se definirala prosječna vrijednost opterećenja, treba napomenuti da se dnevni dijagram može razviti u Fourier-ov red. Članovi tog reda s većim periodima npr. reda $^1/_2$ sata ili više, mogu se ispustiti jer ih je lakše predviđati i slijediti voznim redom elektrana. Članove s manjim periodima teže je predviđati i slijediti voznim redovima i oni će predstavljati oscilacije opterećenja oko srednje vrijednosti. U praksi je ta srednja vrijednost predviđeni dijagram opterećenja.

Ove oscilacije opterećenja rezultat su ustrojstva svake mreže, a pokazalo se je da one ovise o industrijskom razvoju zemlje. U mrežama u kojima je učešće industrije veće i oscilacije su veće. Osim toga porastom ukupne snage mreže, rastu i promjene opterećenja. Teoretska ispitivanja su pokazala da promjene opterećenja rastu sporije nego što raste snaga mreže. Ako se ima na umu da su promjene opterećenja jedne mreže rezultat velikog broja parcijalnih promjena u mreži, logično je, ako je broj potrošača veći, da će i relativne promjene biti manje iz jednostavnog razloga što je vjerojatnost međusobne kompenzacije pojedinih parcijalnih promjena veća. Praksa je potpuno potvrdila ova zapažanja i prema nekim autorima izgleda da promjene opterećenja rastu s drugim korijenom porasta snage mreže. Ovo potvrđuje i činjenica da je frekvencija sama od sebe daleko stabilnija u većim mrežama.

Ako se jedna mreža spoji s drugim spojnim dalekovodom, oscilacije u jednoj i drugoj mreži odrazit će se jednim dijelom na spojnom vodu. Precizna mjerenja snage razmjene su pokazala da zapravo imamo varijacije snage razmjene raznih perioda trajanja. Tako ona s periodom ispod jedne sekunde rezultat su djelovanja sinhronizirajućih sila u mrežama i njih nije moguće, a niti je potrebno eliminirati. Osim toga amplituda ovakovih promjena snage i kod velikih mreža ne prelazi 10 MW. Oscilacije snage s periodom od nekoliko sekunda nešto su većeg intenziteta, ali zbog svog kratkog trajanja ne ugrožavaju sigurnost veze s obzirom na preopterećenje. Ove promjene snage rezultiraju iz rada primarnih regulatora turbina. Spore promjene opterećenja s periodom od jedne ili više minuta imaju veći intenzitet i mogu poprimiti znatne iznose i njih treba da eliminira sekundarna regulacija. U vezi s tim danas se smatra da sekundarni regulator zadovoljava s vremenskom konstantom reda 1 minute. Na taj način brze promjene snage u spojnom vodu se toleriraju, jer one bitno olakšavaju rad regulacije i u jednoj i u drugoj mreži, zahvaljujući s jedne strane kompenzaciji promjena u obje mreže, a s druge strane ispomoći primarnih regulatora. Kao primjer iz prakse može poslužiti uobičajeni pogon zapadnoevropske mreže gdje se na spoju s jednim vodom 220 kV toleriraju redovite oscilacije od $\pm$ 20 MW, a one iznimno dosižu $\pm$ 55 MW. Vremenska konstanta dalekovoda reda 10 minuta omogućava da se uz odgovarajuće udešenje distantne zaštite izbjegnu isključivanja spojnog dalekovoda zbog preopterećenja.

Vjerojatne varijacije snage u spojnom dalekovodu moguće je približno i unaprijed odrediti na temelju karakteristika mreže kao i uvjeta rada i kvaliteta postojećih regulacija. Ako u mreži *A* dođe do promjene

opterećenja za ΔP, udio mreže B u promjeni opterećenja iznosit će $\Delta P_B = \Delta P \cdot K_B/(K_A + K_B)$ i to će ujedno biti promjena snage razmjene Δp. U slučaju da mreže nisu bile vezane, u mreži A bi došlo do promjene frekvencije

$$\Delta f_A = \frac{\Delta P}{K_A}. \tag{30}$$

Uvrsti li se ovaj izraz u prijašnju formulu, dobije se:

$$\Delta p = \Delta f_A \frac{K_A \cdot K_B}{K_A + K_B} = \Delta f_A \cdot \gamma_k \tag{31}$$

Faktor γ_k naziva se faktor korelacija, a omogućava da se iz prilika u odvojenom pogonu mreža dobiju vjerojatne prilike u paralelnom pogonu i obrnuto.

c) Potrebna snaga regulacije jedne mreže

Kolika će biti slobodna snaga elektrana koje reguliraju, posebno je pitanje za svaku konkretnu mrežu, a ovisi o tome kakav se kvalitet želi postići i pri kojoj sigurnosti. U principu snaga regulacije mreže u uskoj je vezi s promjenama opterećenja u toj mreži i uglavnom će od toga ovisiti.

U praksi se je pokazalo da snaga regulacije raste sa snagom mreže, ali sve sporije tako da neki nalaze kvadratičnu ovisnost između ove dvije veličine. U sl. 8 uneseno je u dijagram nekoliko iskustvom dobivenih iznosa pa se može aproksimirati jedna krivulja koja će predstavljati iznos snage regulacije u ovisnosti o snazi mreže. Bez obzira da li je ova krivulja više ili manje dobro položena, jedno je sigurno, da je tendencija njenog toka jasno izražena.

d) Održavanje frekvencije i snage razmjene u velikim mrežama

Ako se sada prodiskutira dijagram na sl. 8, vidimo da bi se promjene frekvencije povećale kad bi u jednoj mreži uklonili sekundarnu regulaciju, jer bi u pojedinim momentima mreži nedostajala snaga P_r. Promjena frekvencije bila bi određena i iznosila bi:

$$\Delta f = \frac{P_r}{K} \tag{32}$$

Budući da regulaciona energija mreže raste proporcionalno sa snagom mreže, uz prosječnu statičnost mreže od 15 %, regulaciona energija K će biti prosječno 13,3 % od snage mreže. Ucrta li se u sl. 8 krivulja koja će pokazivati razlike frekvencije dobivene na ovaj način vidi se da odstupanja frekvencije opadaju sa snagom mreže. Ako toleriramo odstupanja frekvencije od 0,1 Hz tj. ± 0,05 Hz, vidimo da negdje oko 30.000 MW snage mreže, nema potrebe za sekundarnom regulacijom u pogledu održavanja frekvencije. Kod tako velikih mreža dakle mogla bi se frekvencija održavati u snošljivim granicama putem samih voznih redova i primarnih regulatora.

Iskustva s pogonom velikih mreža stvarno su dala ovakove rezultate. U zapadnoevropskoj mreži koja se kreće iznad 30.000 MW stvarno je frekvencija uvijek stabilna bez obzira na bilo kakove trzaje u mreži. Slično je u sistemu od 50.000 MW u SAD.

Drukčiji je slučaj sa snagama razmjena na spojenim dalekovodima. S porastom snage mreže rastu, kako je rečeno, promjene opterećenja i regulaciona energija mreže, a skupa s njima i promjene snage razmjene tako da se u velikim mrežama problem regulacije svodi u stvari na problem regulacije snage razmjene.

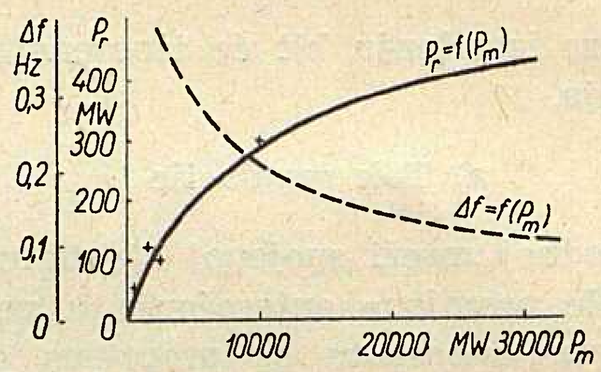
Kako smo prije vidjeli, veličina koja izaziva djelovanje sekundarnog regulatora jedne mreže određena je izrazom $\Delta p_n + K_n \cdot \Delta f$. Omjer drugog člana, koji je određen promjenom frekvencije, i prvog člana, koji je određen promjenom snage razmjene iznosi

$$\frac{K_n \cdot f}{\Delta p_n} = \frac{K_n}{K - K_n} = \frac{1}{K/K_n - 1} \tag{33}$$

Budući da je K redovito znatno veće od K_n npr. x puta, onda je i prvi član, određen snagom, znatno veći, i to za (x—1) puta, od drugog člana, koji je određen frekvencijom.

e) Izbor sekundarne regulacije energije

Kod povezivanja dviju ili više mreža ovo pitanje se uvijek postavlja kao veoma važno. Bitan će utjecaj na izbor ove veličine imati ustrojstvo mreža, kao:



Sl. 8. Ovisnost potrebne snage regulacije o snazi mreže

prijenosna snaga spojnog dalekovoda, raspoložive snage regulacija jedne i druge mreže, veličina mreža itd. No odmah se može reći da na temelju formule (32) neće postojati ograničenja sa stanovišta održavanja frekvencije, uz pretpostavku da izbor pada unutar realnih granica. Na temelju prijašnjih izlaganja slijedi da bi zapravo varijacije snage u spojnom dalekovodu bile manje ako bi se sekundarna regulaciona energija odabrala ispod iznosa primarne regulacione energije. Pobliži izbor može se izvršiti naravno na temelju konkretnih prilika u mreži i dogovorno među partnerima. Praksa iz pogona zapadnoevropske mreže potvrdila je ove nalaze jer se pokazalo da se mogu osjetno smanjiti varijacije snage razmjene ako se sekundarna regulaciona energija smanji ispod primarne. Kod toga sekundarna regulacija nije bitno opterećena češćim proradama.

III PRIMIJENJENI PRINCIPI REGULACIJE FREKVENCIJE I SNAGE U NEKIM EVROPSKIM ZEMLJAMA

1. Regulacija u Švedskoj i skandinavskim zemljama

Instalirana snaga elektrana u Švedskoj dosiže danas oko 8500 MW. Švedska mreža je paralelno pove-

zana s dijelom danske mreže snage 1000 MW. Isto tako je paralelno vezana s finskom mrežom snage 2200 MW. S glavnom mrežom Norveške zasada ne postoji veza, ali se predviđa u skoroj budućnosti.

Karakteristično za regulaciju švedske mreže je to da je uvela u sve važnije elektrane nove primarne električne regulatore broja okretaja velike točnosti i osjetljivosti, koji rade s niskim statičnostima tako da regulaciona energija dosiže vrijednost od 4000 MW/Hz. Ovo osigurava izvanredno dobro održavanje frekvencije.

U paralelnom pogonu s danskom mrežom uobičajeno je da danska mreža vrši regulaciju snage. Nedavnim paralelnim vezivanjem sa finskom mrežom, koja ima iste primarne regulatore i isto tako relativno veliku regulacionu energiju (800 MW/Hz), prišlo se sa strane finske mreže regulaciji frekvencija-snaga, dok se švedska mreža upravo priprema da postupi na isti način.

2. *Regulacija u francuskoj mreži*

Snaga elektrana u Francuskoj kreće se danas oko 20.000 MW. Postoje veze sa susjednim mrežama Španije, Italije, Švicarske, Njemačke i Belgije. Kad francuska mreža radi odvojeno, ona vrši regulaciju snaga-kut, što odgovara regulaciji čiste frekvencije. Postoje 4 regulaciona centra koji u tom slučaju nemaju nikakovih međusobnih veza. U paralelnom vodu s jednom ili više susjednih mreža francuska mreža vrši regulaciju snaga-kut-energija, što odgovara regulaciji frekvencija-snaga. Mjerna mjesta snaga razmjene nalaze se u pograničnim postrojenjima.

3. *Regulacija u belgijskoj mreži*

Instalirana snaga se kreće oko 3.600 MW. Primijenjena je regulacija snaga-kut, odnosno snaga-kut-energija, jer mreža radi paralelno s francuskom i s njemačkom mrežom. Postoji jedan regulacioni centar mada je elektroprivreda sastavljena od dvanaestak poduzeća. Snage razmjene se mjere na nacionalnim granicama.

4. *Regulacija u zapadnonjemačkoj mreži*

Instalirana snaga se kreće oko 25.000 MW, a elektroprivreda se sastoji od tri poduzeća od kojih je najveće RWE. Primijenjena je regulacija frekvencija-snaga u sva tri poduzeća i svako ima po jedan centar regulacije. Veze postoje sa svim susjednim zemljama i između pojedinih poduzeća. Mjerenje snaga razmjena se vrši na granicama pojedinog poduzeća bilo prema drugom poduzeću ili prema susjednoj zemlji.

5. *Regulacija u švicarskoj mreži*

Instalirana snaga elektrana kreće se oko 5.400 MW. Postoji nekoliko elektroprivrednih poduzeća od kojih su četiri glavna: EOS, BWK, ATEL i NOK. Primijenjena je regulacija frekvencija-snaga u svakom pojedinom poduzeću, sa svojim regulatorom i centrom regulacije. Veze postoje sa susjednim mrežama. Mjerenje snaga razmjene vrši se na granicama poduzeća.

6. *Regulacija u austrijskoj mreži*

Instalirana snaga elektrana iznosi oko 4.000 MW. Od tri poduzeća daleko je najveće Ö. *Verbundnetz.* Postoje veze sa susjednim zemljama. Dvije manje mreže TIWAG i VIW dosada su vršile ručnu regulaciju snage prema njemačkoj mreži, ali sada se opremaju automatskim regulatorima frekvencija-snaga. *Verbundnetz* je imala automatsku regulaciju frekvencije, ali sada ide na automatsku regulaciju frekvencija-snaga. Mjerenje snage razmjene ostvaruje se na granicama poduzeća.

7. *Regulacija u talijanskoj mreži*

Instalirana snaga elektrana kreće se oko 15.000 MW. Postoji oko dvanaestak poduzeća, a granična poduzeća su vezana sa susjednim zemljama. Većina poduzeća je već danas ugradila automatske regulatore frekvencija-snaga kao npr. SIP, EDISON, SADE, FALK, SME. Neka poduzeća kao AEM, MONTECATINI i TERNI pripremaju postavljanje automatskih regulatora frekvencija-snaga, a ostala imaju namjeru da to učine u skoroj budućnosti. Svako poduzeće dakle vrši regulaciju frekvencija-snaga za svoju mrežu mjereći snage razmjene na svojim granicama.

8. *Regulacija u Velikoj Britaniji*

Instalirana snaga elektrana prelazi danas 30.000 MW. Ne postoje veze sa susjednim zemljama. Provodila se je ručna regulacija frekvencije time, što su pojedina područja mreže, koja je bila slabe prijenosne moći, obavljala ručnu regulaciju frekvencija-snaga po formuli $\Delta p = -(P/20) \cdot \Delta f$, gdje je P snaga dotičnog područja u maksimalnom opterećenju. Priprema se primjena automatske regulacije frekvencije.

IV SADAŠNJE STANJE REGULACIJE FREKVENCIJE I SNAGE U JUGOSLAVENSKOJ MREŽI

1. *Dosadašnji način regulacije*

Instalirana snaga elektrana u jugoslavenskoj mreži kreće se oko 2.300 MW, a vršno opterećenje oko 1.400 MW. Potrošnja energije u 1960. iznosila je oko 9 milijardi kWh. Cijela zemlja je povezana u jedan elektroenergetski sistem, koji je nastao spajanjem pojedinih područja. Redovito cijela mreža radi paralelno, a eksploatacija je predviđena kao jedinstvena, što se tiče ekonomike proizvodnje i raspodjele električne energije.

Frekvencija se regulira ručno u jednoj elektrani. Redovito je to HE Jablanica (144 MW) ili HE Vinodol (75 MW) već prema hidrološkim prilikama. Obično danju regulira Vinodol, a noću Jablanica. Povremeno prihvaćaju regulaciju i druge elektrane naizmjence

kao: Mariborski otok, Doblar, Gojak, Jajce I, Zvornik, Vlasina, Vrutok itd.

Održavanje frekvencije bilo je veoma različito. U nekim periodima odstupanja su iznosila + 0,1 Hz od nominalne vrijednosti, a u drugim ± 0,3 Hz i više, ne računajući iznimne slučajeve kod ispada većih snaga ili raspada mreže, kao i perioda nestašice energije. Posebno je loše održavana frekvencija u noćnim satima kada obično ima izobilje energije, što je u vezi sa željom protočnih hidroelektrana da ostvare što veću proizvodnju.

Stječe se utisak da je u periodima dobrog održavanja frekvencije, tj. kad je postojalo primirje u mreži, bila dovoljna snaga regulacije od 60 MW. Varijacije frekvencije nisu tada prelazile ± 0,1 Hz.

U pogledu održavanja snage unutar nekih granica na dalekovodima koji su povremeno predstavljali grlo, problem je rješavan usklađivanjem voznih redova i njihovom naknadnom korekcijom. Pojedina grla su nestajala bilo zbog izmjene energetske situacije bilo zbog izgradnje novih vodova. Ponekad je dolazilo do ispada tih pojedinih vodova, ali je konstatirano da je uzrok velikog dijela ispada bio ili u udešenju zaštite ili u slabom dimenzioniraju pojedinih elemenata kao strujnih transformatora, strujnih mostova i sl.

Jugoslavija je povezana s mrežama Italije, Austrije, Mađarske i Grčke, ali se razmjena vrši isključivo u odvojenom pogonu.

2. *Mogućnosti neposrednog poboljšanja*

Prvo treba otkriti uzroke lošem održavanju frekvencije. Poznavajući karakteristike elektrana i energetske prilike tokom godine, može se konstatirati da je uvijek, ili gotovo uvijek, moguće osigurati potrebnu snagu regulacije, koja iznosi, kako smo rekli, danju oko 60 MW, a noću će biti polovica tj. 30 MW. Činjenica je da do većih odstupanja frekvencije dolazi u vrlo vlažnim i vrlo sušnim periodima. Što se tiče vlažnog perioda može se govoriti o nešto manjem ili većem preljevu, a drugih problema ne bi trebalo biti. Za sušni period treba isključiti regulaciju potrošnje promjenom frekvencije tj. reducirati kroz frekvenciju i tada ne bi bilo problema. Posebno je pitanje kolika se pažnja posvećuje izradi voznih redova i kolika se kontrola, bar povremeno, vrši o njihovom izvršenju.

Analizirajući sva ova pitanja dolazi se do zaključka da se mogu očekivati znatna poboljšanja održavanja frekvencije bez ikakovih ulaganja, ako se pogodno organizira regulacija frekvencije. Isto bi tako nešto tehničke propagande na temu regulacije frekvencije kod pogonskog osoblja dalo pozitivne rezultate.

Od zahvata u mreži trebalo bi pristupiti povećanju regulacione energije mreže. Po nekim procjenama — mjerenja nisu obavljena — regulaciona energija jugoslavenske mreže iznosi oko 100 MW/Hz, što odgovara statičnosti od 25 %. To je svakako premalo i trebalo bi poduzeti mjere da se regulaciona energija povisi bar na 200 MW/Hz u prosjeku.

Uz ove mjere ne bi bilo nekih drugih razloga da se frekvencija ne održava u granicama ± 0,1 Hz oko nominalne vrijednosti.

V KAKO RIJEŠITI BUDUĆU AUTOMATSKU REGULACIJU FREKVENCIJE I SNAGE U JUGOSLAVENSKOJ MREŽI

1. *Aktuelnost uvođenja automatske regulacije*

Na temelju prethodnih tačaka može se reći da uvođenje automatske regulacije u jugoslavenskoj mreži ne predstavlja hitan problem, jer postoje mogućnosti da se sadašnja situacija poboljša na drugi način. S druge strane, mreže niza zemalja bile su ili su i danas i veće i rasprostranjenije, a ipak uspješno rade bez automatske regulacije. Kod toga ne mislim da to pitanje treba zapustiti, već naprotiv da ga treba odmah početi izučavati i primijeniti rješenje koje će biti najpogodnije za naše prilike i kod kojeg se neće pojaviti nelogičnosti koje su nastale sa slučajem uzemljenja nul-točke 110 kV i standarda srednjeg napona 30—35 kV.

Dakle problem automatske regulacije frekvencija i snage u jugoslavenskoj mreži je aktuelan, ali ga ne treba rješavati bez neophodnih predradnji.

Kada jugoslavenska mreža bude trebala raditi paralelno s nekom jačom susjednom mrežom, trebat će raspolagati automatskom regulacijom. Za izoliranu mrežu ne postoji naročita hitnost, ali treba vršiti pripreme. Realno gledana realizacija kompletne automatske regulacije frekvencije i snage kod nas moći će uslijediti u roku od 2 godine.

2. *Principi regulacije*

Uzimajući u obzir veličinu Jugoslavije i snagu sistema, a na temelju iskustva u drugim zemljama, može se zaključiti da buduća automatska regulacija u Jugoslaviji treba da bude po principu regulacije frekvencija-snaga s obzirom na snagu razmjene sa inostranstvom. Za podjelu Jugoslavije na zone regulacije nema nikakovih argumenata. Jugoslavenska elektroprivreda je jedinstvena, a vjerojatno će takova i ostati. Izgradnja elektrana i pogon sistema vrši se sa stanovišta najveće ekonomičnosti za Jugoslaviju. Mreža 110 kV ima tu i tamo regionalno obilježje, ali mreža 220 kV to ne poznaje. Jugoslavija je relativno mala zemlja, a i elektroenergetski sistem nije, niti će biti posebno jak, bar u dogledno vrijeme. Stoga Jugoslaviju treba promatrati kao jednu cjelinu i ne treba bar za duži period praviti unutarnjih granica. Što se tiče grla u prijenosu na pojedinim vodovima, njih treba rješavati na poznati način, a nema razloga da se prigodno ne upotrebi i regulacija snage na nekom vodu i automatskim putem po jednoj od bližih elektrana, ako za to bude dovoljno razloga.

3. *Izvedba regulacije*

U prvom redu bit će potrebno odabrati elektrane, koje će povremeno učestvovati u regulaciji. Hidroelektrane u pogonu i izgradnji daju velike mogućnosti

za izbor. Posebno se treba pozabaviti potrebom uključenja termoelektrana u regulaciju. Nakon toga moguće je prići izradi osnovne sheme regulacije. Prema prije rečenom u obzir dolazi postavljanje mrežnog regulatora frekvencija-snaga ili regulatora snaga-kut-energija što je u krajnjoj liniji ekvivalentno. Broj, vrsta i mjesta postavljanja regulatora, stvar je detaljnog projekta U pogledu veza s inozemstvom trebat će predvidjeti mogućnost paralelnog voda sa svim susjednim mrežama. Treba imati u vidu da se je u zapadnoj Evropi formirao jaki kontinentalni sistem, a da se slično predviđa u istočnoj Evropi. Možemo očekivati paralelan rad s oba supersistema, ali ne istovremeno, ili bar ne preko naše mreže.

4. Prijedlog za daljnji rad

Kao prvo trebalo bi donijeti zaključak u pogledu principa regulacije tj. da li bi Jugoslaviju smatrali jedinstvenom u pogledu regulacije ili bi je dijelili u zone. Zatim bi trebalo da postoji forum koji će se brinuti o daljnjem radu na ovom problemu i privresti ga kraju. Njegov bi zadatak bio da se permanentno brine o zahvatima u mreži, o ispitivanjima, rekonstrukciji, izmjeni pojedinih regulatora i određuje uvjete kod nabave novih regulatora itd. Na taj način bi se moglo očekivati da se uvede automatska regulacija frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži u nekom razumnom roku, a da to bude i uzorno rješenje.

SUMMARY

Frequency and power control in electricity supply systems and its application in the Yugoslav grid. Frequency and power control actually represents the generation control to the consumption level in any moment. The consumption varies independently of our will, thus compelling us to control the generation. The control of balance between the generation and the consumption represents the stability of frequency in a closed system, thereas in allied systems also the stability of exchange power is required simultaneously.

The part of primary speed governors of each single set is of a great importance. Their proper and precise operation, as well as their proper use, considerably influence the amount of control energy in the system. In a closed and rather wide spread system a satisfactory stability of frequency can be achieved in the easiest way by keeping the amount of control energy above a certain limit which should not be less than 15 % of the system capacity per one c/s. In parallel operation, the part of the natural control energy of the system is somewhat reduced, but even then it should not be neglected.

The higher the natural control energy amount, the simpler the means to be applied with automatic frequency control.

With automatic frequency-power control or whichever equal control, arises the problem of choosing the secondary control energy in the system. Since the compensating effect caused by load variations in different parallel systems is used, the secondary control may act with some delay, with a time constant of about 1 minute. Having this fact in view, the secondary control energy in most cases will be kept below the amount of the natural control energy, which, however, will depend from case to case on the constitution of each individual system and that of the neighbouring ones.

The principle of frequency-power control suits the best for parallel operation of systems, whereat under one system the area of one, private or public, company is to be understood. If smaller companies are concerned, there will be reasons to desist from the above cited rule.

In the Yugoslav grid, representing to-day a unique system, the frequency control, for the moment, is effected manually, since there is usually no parallel operation with the neighbouring systems of Italy, Austria, Hungary and Greece, to which our system is connected by power lines.

The first intervention in the Yugoslav system should be the increase of control energy, which is to be achieved by total or partial cancellation of operation with limited turbine blade opening, by overhauling and replacing the older speed governors, by adapting the steam turbine governors for frequency dependent operation etc. This will suffice to stabilize the frequency mainly within the range of $\pm$ 0,1 c/s about the minimum value instead of the existing $\pm$ 0,3 c/s and above.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Frequenz-Leistungs-Regulierung in Verbundnetzen und ihre Anwendung im jugoslawischen Netz. Die Regelung der Leistung ist eigentlich eine ständige Anpassung der Energieerzeugung an den Verbrauch, wobei die Erzeugung geregelt werden muss, da sich der Verbrauch unabhängig von unserem Willen ändert. Das Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch wird in einem isolierten Netz durch die Frequenz kontrolliert, während in Verbundnetzen gleichzeitig die Stabilität der Übergabeleistung notwendig ist.

Primäre Drehzahlregler der einzelnen Maschinensätze haben eine wichtige Rolle, da von ihrer zuverlässigen Arbeitsweise und richtiger Anwendung weitgehend der Betrag der Netz-Regulierleistungskonstante abhängt. In einem isolierten Netz kann man eine zufriedenstellende Frequenzstabilität am leichtesten erreichen, wenn die Regulierleistungskonstante auf einer Höhe gehalten wird die 15 % der Netz-Regulierleistungskonstante je 1 Hz nicht unterschreitet. Im Parallelbetrieb spielt die natürliche Netz-Regulierleistungskonstante eine geringere Rolle, sie darf aber auch dann nicht vernachlässigt werden.

Je grösser die natürliche Regulierleistungskonstante, umso einfachere Regeleinrichtungen können bei der automatischen Frequenzregelung angewendet werden.

Bei der automatischen Frequenz-Leistungs-Regulierung oder bei irgendeiner gleichwertigen Regelung wird die Frage der Auswahl der sekundären Netz-Regulierleistungskonstante gestellt. Die Sekundärregelung kann etwas langsamer wirken, mit einer Zeitkonstante in der Grössenordnung von 1 Minute, da die Kompensationswirkung der Laständerungen in verschiedenen parallelen Netzen ausgenutzt wird. In Zusammenhang damit wird die gewählte sekundäre Regulierleistungskonstante meistens kleiner als die natürliche, was von Fall zu Fall von der Gestaltung jedes einzelnen Netzes und seiner Nachbarnetze abhängen wird.

Die Frequenz-Leistungs-Regulierung ist am besten für Parallelarbeit der Netze geeignet, wobei das Gebiet einer privaten oder staatlichen Unternehmung als e i n Netz betrachtet wird. Bei kleineren Unternehmungen kann von dieser Regel Abstand genommen werden.

Im jugoslawischen Netz, das heute ein einheitliches System bildet, wird die Frequenz von Hand reguliert, da es mit benachbarten durch Fernleitungen gekuppelten Netzen Italiens, Österreichs, Ungarns und Griechenlands nicht parallel arbeitet.

Als erste Massnahme im jugoslawischen Netz soll die Vergrösserung der Regulierleistungskonstante sein. Zu diesem Zwecke soll der Betrieb mit Öffnungsbegrenzung der Turbinen ganz oder teilweise aufgegeben werden, die veralteten Drehzahlregler sollen repariert und ausgetauscht, die Regler in Wärmekraftwerken dem frequenzabhängigen Betrieb angepasst werden usw. Das wird genügen um die Frequenzen hauptsächlich in den Grenzen von $\pm$ 0,1 Hz des Kleinstwertes zu stabilisieren statt des bisherigen 0,3 Hz und mehr.

Die automatische Regelung muss vorbereitet werden um das Parallelarbeiten des jugoslawischen und des europäischen

For introduction of automatic control it is necessary to approach the preparatory works, since it will obligatory step into force as soon as the Yugoslav system will operate in parallel with the European system, which can be expected within next few years.

The principle of this control should also correspond to the frequency-power control, whereat under power the exchange with abroad is to be understood, i. e. as far as the control is concerned, the Yugoslav system should be considered as a unity. At this, the decentralization of the control should be kept in mind.

Netzes zu ermöglichen was wohl in einigen Jahren geschehen wird.

Grundsätzlich soll die Frequenz-Leistungs-Regulierung angewendet werden, wobei unter dem Begriff Leistung der Austausch mit dem Ausland zu verstehen ist, d. h. das jugoslawische Netz ist regelungstechnisch als eine Einheit zu betrachten. Dabei soll eine Dezentralisierung der Regelung nicht ausser Acht gelassen werden.

Naslov pisca: Ing. Milan Šodan, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

NORVEŠKA ELEKTROPRIVREDA

Daniel Feöcze, Zagreb

Planinski karakter norveške zemlje s mnoštvom jezera, čvrstom strukturom stijenja kaledonskog sistema i s duboko usječenim dolinama, kroz čije strmine teku mnoge rječice, te oceanska klima s mnogo padavina i topli utjecaj Golfske struje, omogućuju jedan od najmoćnijih hidroenergetskih potencijala Evrope. Ekonomski korisna izgradnja je procijenjena sa 22.000 MW, odnosno sa 110 milijardi kWh godišnje. Do kraja 1958. izgrađeno je 5.400 MW. Specifični troškovi izgradnje su izvanredno niski, pa je zato i električna energija jedna od najjeftinijih na svijetu. 75 % elektroprivrede je u rukama državnih i općinskih poduzeća. Država daje velike dotacije za elektrifikaciju, pa je već 99 % stanovništva elektrificirano. Na svojoj hidroenergetici Norveška je izgradila jaku elektrometalurgijsku i elektroaluminijsku industriju. U toku je elektrifikacija željeznica.

DK 621.311.1 (481)

Geografski položaj

Norveška se proteže duž uskog sjevero-zapadnog pojasa Skandinavskog poluotoka na površini od 323.916 km². Norveški dio poluotoka je valovita visoravan izgrađena od stijena kaledonskog sistema, koje ne propuštaju vodu, i zato su u uvalama nastala brojna jezera i močvare. Mnoge rječice imaju strmi pad i teku dubokim dolinama prema moru. Iako se nalazi u hladnom pojasu između 57° i 71° sjeverne širine, Norveška je uslijed zagrijavanja Golfskom strujom najtoplija zemlja sjeverne Evrope (toplija od Švedske, Finske i Danske), što povoljno utječe na iskorišćenje njenog hidroenergetskog potencijala. Klima je oceanska s mnogo padavina.

Norveška sliči nekom putu na dužini od 1760 i širini od 150 do 300 km, pa je zato i dobila svoj sadašnji naziv »Norwegen«, što znači put prema sjeveru.

Energetska osnova

Energetska osnova industrijske revolucije* je ugljen. On je služio za proizvodnju pogonske pare, a parni pogon je revolucionirao i suhozemni i pomorski promet i tražio povećanje proizvodnje željeza i čelika, dakle brži razvitak crne metalurgije i još veću potražnju ugljena kao sirovine za dobivanje koksa, važnog sredstva redukcije u visokim pećima. Norveška međutim nije imala vlastitog ugljena, a nema ni zemnog ulja. Ugljenih naslaga ima samo na otočju Spitzberga, no kako je Svalbardski arhipelag došao u posjed Norveške tek 1920, ona je na svojem području razvijala jedan drugi oblik energije — svoje vodne snage. Spitzberški ugljen ima visoku kalorijsku moć, no proizvodnja ugljena ne zadovoljava potrebe. Godišnja proizvodnja je iznosila 1938. oko 299.000 tona, 1957. oko 390.000 tona a zadnjih godina oko 400.000 tona, od čega najveći dio pripada ruskim poduzećima. Norveška je iz ovih razloga bila upućena na svoje vodne snage i na termoenergiju drveta iz svojih šuma. Još daleko prije industrijske revolucije i »električnog doba«, Norvežani su se u znatnoj mjeri koristili obiljem svojih vodnih snaga za pogon mlinova i pilana, dok su pomoću drvenog ugljena proizvodili željezo visoke kvalitete iz vlastitih željeznih rudača.

Norvešku privredu je mogla revolucionirati tek električna energija, proizvedena u njenim hidroelektranama. Planinski karakter zemlje s mnoštvom jezera (koja pokrivaju 5 % površine norveškog područja i akumuliraju velike količine vode) i s duboko usječenim dolinama (djelom negdašnjih ledenjaka), kroz koje teku mnoge rječice čineći slapove, te obilne padavine do 5 metara, a u prosjeku 2 metra godišnje, izvanredno su povoljni uvjeti za proizvodnju hidroelektrične energije u toku cijele godine. Osim toga, suprotno Švedskoj, bogati se hidroenergetski potencijal Norveške ne nalazi daleko na sjeveru, odakle treba električnu energiju po cijeni velikih gubitaka u vodovima prenositi u južna područja, gdje se nalazi težište konzuma, već na jugozapadnoj strani zemlje između luka Stavanger i Bergen.

* ... prevrat u proizvodnoj tehnici, do kojeg je došlo oko polovine XVIII. i u drugoj polovini XIX. stoljeća, kada su pronađeni i primijenjeni novi radni i pogonski strojevi. Ručna proizvodnja ustupa mjesto strojnoj proizvodnji, dakle modernoj industriji. Industrijska revolucija je započela u Engleskoj u prvoj polovici XVIII. stoljeća, a odavde se proširila tokom XVIII. i prve polovice XIX. stoljeća na Evropu, Sjevernu Ameriku i cijeli svijet.

Elektroenergetska izgradnja

Ekonomski korisna izgradnja hidroenergetskog potencijala Norveške je proračunata na 22.000 MW. Ovaj proračun je izveden na temelju višegodišnjeg prosjeka moguće proizvodnje od 110 milijardi kilovatsati. Do 1938. bilo je izgrađeno 2.000 MW, do 1945. ova snaga je usprkos ratu porasla na 2.500 MW, dok na kraju 1958. ukupna snaga iznosi 5.400 MW.

Proširenje proizvodnje u razdoblju od 1953. do 1957. bilo je skoro dvostruko u odnosu na 1948 — 1952. i skoro desetorostruko u odnosu na 1935 — 1939. U gradnji se nalazi daljnjih 2.200 MW i bit će stavljeni u pogon do kraja 1963. Prema tome će u godini 1964. stajati na raspolaganju još neizgrađenih 14.400 MW.

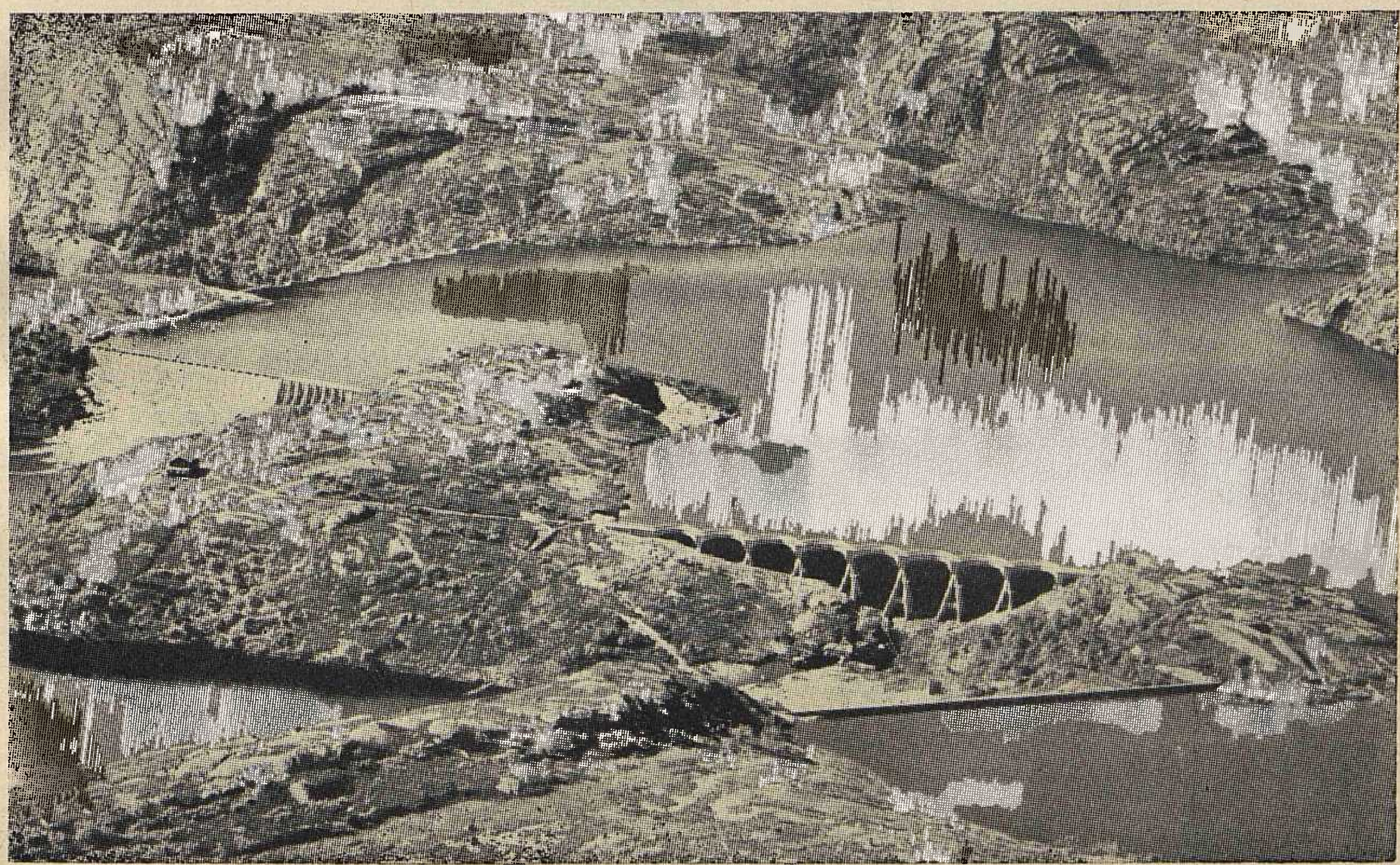
U Norveškoj su troškovi izgradnje izvanredno niski, iako se sve značajnije hidroelektrane grade podzemno, duboko u planinskim stijenama, gdje će biti zaštićene i od razaranja hidrogenskih bombi. Po nekoliko kilometara dugi dovodni tuneli spajaju udaljena jezera sa strojarnicama. U izgradnji hidroelektrana Norvežani su stekli mnogo iskustava i vještine, pa njihovi inženjeri rade u zadnje vrijeme i na mnogim sličnim projektima u inostranstvu. Njihova organizacija za izvoz projektantskih usluga NORENO = *the Norwegian engineering export organisation* sklopila je nekoliko ugovora za projektiranje izgradnje elektroenergetskih objekata s Brazilijom, a osim toga i s Australijom za izradu projekata oko izgradnje prve glavne etape hidroelektrana velike snage na Snježnim Alpama Australije.

Prosječni specifični investicioni troškovi hidroelektrana u Norveškoj iznosili su prije drugog svjetskog rata 20 Lst (engleskih funti) po kilovatu. Pri razmatranju ovih troškova treba uzeti u obzir padanje vrijednosti novca u tom razdoblju. Danas su specifični troškovi izgradnje, računati u engleskim funtama, mnogo viši. Oni su npr. za zadnje tri u pogon stavljene velike hidroelektrane iznosili:

Naziv elektrane	Instalirana snaga kW	Troškovi izgradnje milijuna Lst	Specifični troškovi izgradnje	
			Lst/kW	Din/kW
Aura	280.000	13,50	48,2	101.220
Rössaga	240.000	11,35	47,3	99.330
Tokke	400.000	19,00	47,5	99.750

Sve nove hidroelektrane izgrađene zadnjih godina su visokotlačne. Iznimku čini projektirana rusko-norveška granična elektrana na rijeci Pasvik. Međudržavne projekte za izgradnju dvovlasničkih elektrana Norveška ima i sa Švedskom. Mnoge švedske vode s istočnog obronka graničnog gorja mogu se daleko ekonomičnije iskoristiti, ako se prevedu na zapadne obronke, dakle na teritorij Norveške. Tako se npr. za ekonomičnije iskorišćenje švedskih voda planira jedna elektrana od 1000 MW na fjordu Rombaks kod Narvika. Potencijal mogućih prevođenja tokova švedskih voda s istočnih obronaka graničnog gorja na zapadne obronke norveškog područja nije uzet u obzir u inventuri hidroenergetskog potencijala Norveške od 22.000 MW.

Brana Stolsvann



Iako su troškovi izgradnje i u Švedskoj vrlo niski,* cijenu električne energije povisuju relativno visoki troškovi transporta radi gubitaka energije u prijenosu iz sjevernih područja hidroenergetskog potencijala u južne krajeve zemlje, gdje se nalazi razvijeni konzum električne energije. Iz ovih razloga Švedska nastoji uvesti što više energije iz Norveške, a teži i za kooperacijom u izgradnji, koja opet pogoduje Norveškoj, jer ona oskudijeva na kapitalu. Elektroenergetska izgradnja nije privlačno područje za plasman slobodnog stranog kapitala. Zato se on nudi pod kondicijama nepovoljnim za elektroprivredu.

Tri četvrtine norveške elektroprivrede u državnim je rukama odnosno u rukama gradskih elektroprivrednih poduzeća. Uslijed politike niske cijene električne energije akumulativnost kapitala u elektroprivredi Norveške je vrlo uska, pa se veći dio njene elektroenergetske izgradnje financira sredstvima budžetskih dotacija (koje su djelomično pokrivene prihodima posebno uvedenog energetskog poreza) i dugoročnim zajmovima. Domaće tržište kapitala je dosta ograničeno, jer norveška vlada teži da nisko reguliranim kamatnim stopama u zemlji održi svoju politiku »jeftinog novca«. Stoga je elektroprivreda Norveške primorana uzimati zajmove na inostranom tržištu kapitala. U razdoblju od kraja drugog svjetskog rata pa do 1958. za elektroenergetsku izgradnju je zaključeno 103,8 milijuna USA dolara** ili 77,9 milijardi dinara inostranog kapitala i to u prvom redu kod »Svjetske banke«***, a zatim i kod američkih, švedskih i švicarskih privatnih banaka. No ova sredstva nisu jeftina. Dok je Amerika još prije 10 do 12 godina tražila tek 3,5 % kamata, a kasnije već i 4,5 %, dotle kamatna stopa zaključenog zajma u godini 1959. na rok od 15 godina iznosi čak 5 %.

Razumljivo je stoga, što Norveška nastoji pronaći jeftinija financijska sredstva. Tu mogućnost joj upravo pruža kooperacija izgradnje sa Švedskom, pa je u 1955. uzet u obzir jedan od projekata ovakve međudržavne kooperacije u izgradnji za hidroelektranu »Gornja Nea« od 140 MW, koji se objekt nalazi između Trondheima i švedske granice. Šveđani daju zajam na 15 godina u visini od 90,7 milijuna norveških kruna (9.520 milijuna dinara) s godišnjim anuitetom (otplata i kamati) od 8,5 milijuna norveških kruna (894,2 milijuna dinara), što odgovara ukamaćenju od oko 2,5 %. Od normalne godišnje proizvodnje ove elektrane od 650 GWh Švedska će primati prosječno 380 GWh godišnje po cijeni od 2,57 öre po kilovatsatu (270 Din po kWh). Od prosječne godišnje proizvodnje tog objekta Norveškoj će ostati prema tome 270 GWh, dok će za izvezenu energiju primati kasnije još 9,6 milijuna norveških kruna (1.009,6 milijuna dinara) godišnje, odnosno do kraja tekućeg perioda ukupno 96 milijuna norveških kruna. Izgleda, da je ovaj ugovor vrlo povoljan za Norvešku. Njena vlada nastoji po sličnoj osnovi pribaviti financijska sredstva i od Danske i Savezne Republike Njemačke, pa čak i od Škotske, s kojima bi se energetski vezala podmorskim kabelima.

Ako se uzme u obzir perspektiva norveškog konzuma električne energije i njen golemi još neizgrađeni hidroenergetski potencijal, zatim niski troškovi izgradnje, a s time u vezi i niske cijene električne energije, moglo bi se zaključiti, da izgradnja ovih vodnih snaga ne bi trebala čekati na budući razvoj vlastitog konzuma, već da bi se trebalo odmah pristupiti gradnji za podmirenje postojećeg konzuma drugih zemalja. Proračunato je npr., da bi kapital uložen u izgradnju vodnih snaga donio kroz prihode od izvezene električne energije veću rentu, nego što ju donosi posredstvom proizvedenog i izvezenog aluminija ili posredstvom neke druge tom energijom proizvedene robe. Norvežani imaju međutim drugo stanovište, koje je suprotno ovoj računici. Oni se protive principu čistog izvoza električne energije, jer bi se time smanjila zaposlenost. Kod ulaganja istog kapitala još i u industriju, adekvatna zaposlenost je potpuna. Izgleda da Norvežani smatraju, da moraju za sebe sačuvati svoju najveću prirodnu postojanu rentu tj. svoje jeftine vodne snage.

Norveška vlada pomaže priliv onog inostranog kapitala, koji se ulaže u izgradnju njene nove industrije kao i u izgradnju elektrana potrebnih ovoj industrijskoj grani, ali ne i za financiranje onih elektrana, koje misli graditi isključivo za izvoz energije. Stalni izvoz električne energije dolazi u obzir tek u slučaju, ako se radi o elektranama, kod kojih bi troškovi transporta radi predugog prijenosa električne energije bili nepodnošljivi za norvešku industriju, a njihova proizvodnja bi još uvijek mogla biti konkurentno sposobna za potrebe poljoprivrede Danske i za potrebe kućanstva Savezne Republike Njemačke.

Čudno je međutim, da se inostrani kapital pod ovim okolnostima ne zanima više toliko kao do sada za proširenje norveške metalurgije i elektrokemije, iako ta industrija ima jeftinu domaću električnu energiju. Međutim neke kanadske američke i švicarske firme počele su se u zadnje vrijeme zanimati za stanovite industrijske objekte Norveške.

Elektrifikacija

Pored razduljenosti norveškog teritorija i njegove rijetke naseljenosti (11 stanovnika na km²) ipak je 99 % od 3,540.000 stanovnika priključeno na električnu mrežu (1945. je bilo elektrificirano tek 80 %, no 1957. elektrificirano je već 98 % norveškog stanovništva). Tek na krajnjem sjeveru u Laponiji živi još 45.000 Norvežana bez električne energije. Norveška vlada pomaže elektrifikaciju svoje zemlje velikim dotacijama i u zadnjih 20 godina elektroprivredi je dotirano 335 milijuna norveških kruna (preko 35 milijardi dinara). S ovom dotacijom je za 650.000 Norvežana omogućena upotreba električne energije. Za još nedovršenu elektrifikaciju sjevernih područja vlada je nedavno dotirala daljnjih 30 milijuna norveških kruna (oko 3.150 milijuna dinara). Pored države elek-

* Troškovi izgradnje najmodernije hidrocentrale u Švedskoj kreću se između 112 i 138 USA dolara po kW ili 84.000 i 103.800 Din/kW.

** 1 USA dolar = 7,14286 norveških kruna ili 0,357143 engleskih funti.

*** Vidi »Energiju« 1961, br. 1—2 »Financiranje elektroenergetske izgradnje u Austriji« (D. Feöcze)

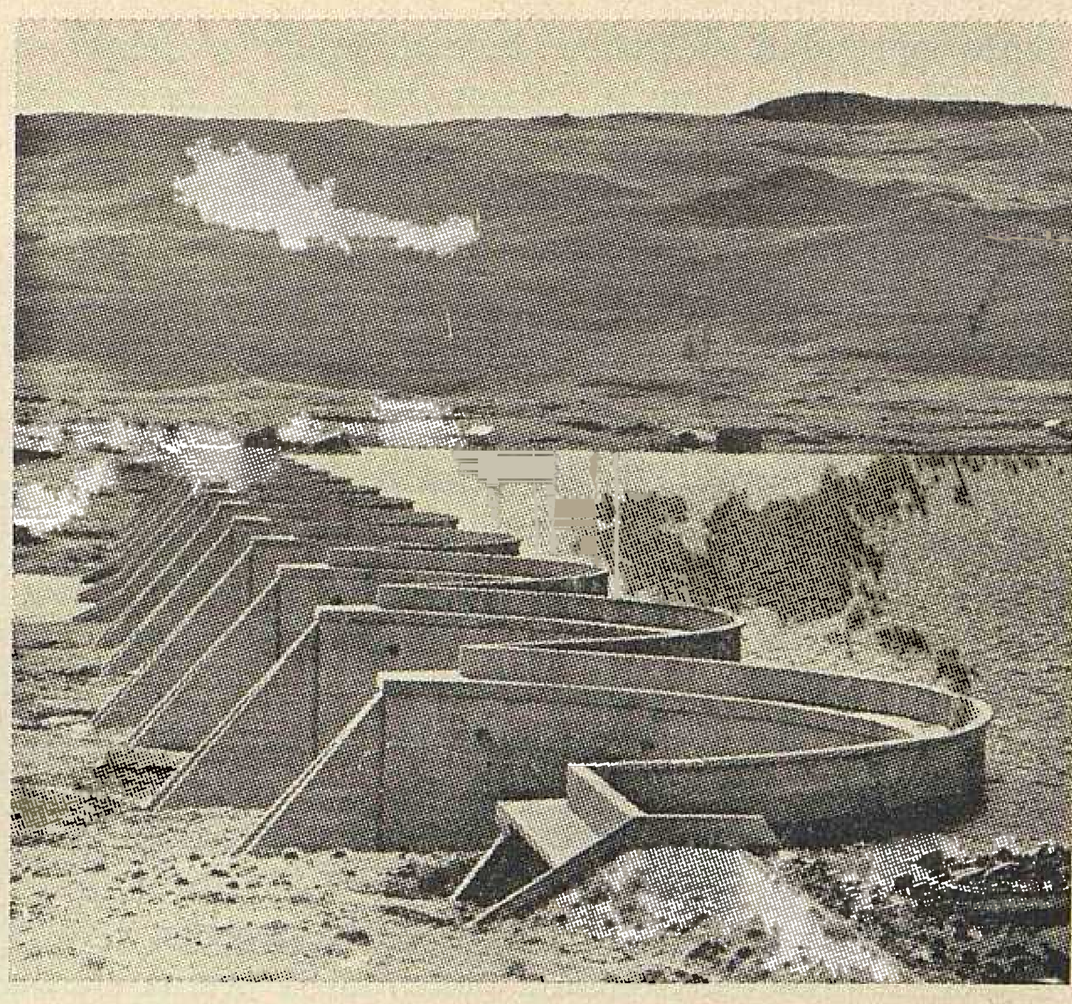
troenergetska postrojenja izgrađuju još i lokalne vlasti i industrija. Iz godine u godinu odnos vlasništva raste u korist države i općinskih elektroprivreda. Tako je 1945. bilo 46 % elektroenergetskih kapaciteta u javnim rukama, a u privatnim rukama 54 %, dok je 1957. u javnim rukama bilo 67 %, a u privatnim rukama samo 33 % elektroenergetskih kapaciteta Norveške. Danas se u državnim i općinskim rukama nalazi već oko 75 % elektroprivrede. I pored ove raznolikosti u vlasništvu jako je razvijena kooperacija, koordinacija i standardizacija u norveškoj elektroprivredi kao cjelini.

Norveška ima najvišu »per capita« kvotu proizvodnje i potrošnje električne energije. U 1959. u Norveškoj je s instaliranom snagom od 1,61 kW po stanovniku proizvedeno 8.050 kWh po stanovniku (prema 50 kWh potrošnje u 1905. i prema 5.370 kWh potrošnje po stanovniku u 1955). Odmah iza Norveške dolazi 1959. godine USA s kvotom proizvodnje od 4.460 kWh, a onda slijede ostale evropske države. Jugoslavija je te godine proizvela i nabavila 439 kWh/stanovniku.

Iako je današnja proizvodnja električne energije više nego dvostruka od predratne, a specifični potrošak po stanovniku najveći na svijetu, proizvodnja ipak ne zadovoljava sve potrebe kućanstva i industrije. Cijene svih oblika goriva rastu, pa je kuhanje, grijanje i rasvjeta električnom energijom u kućanstvima mnogo ekonomičnija. Međutim norveška industrija traži sve veće količine električne energije; uslijed toga se danas ne stimuliraju kućanstva na grijanje prostorija električnom energijom. U budućnosti međutim, kad elektroenergetska izgradnja potpuno zadovolji potrebe industrije, stimulirat će se potrošači kućanstva i na grijanje prostorija električnom energijom, kako bi se reducirao uvoz ugljena i nafte. Osim toga želi se reducirati i potrošak gorivog drva u kućanstvu, jer se ono može mnogo korisnije upotrebiti za proizvodnju pulpe (drvene kaše — papirštine), a i za druge kemijske i drvne industrijske procese. Uvoz ugljena i koksa se ipak znatno smanjuje. On je posljednjih godina pao daleko ispod polovine predratnih količina, ali je zato potrošak nafte porastao za nekih 60 %. U cilju smanjenja uvoznih troškova nafte Norvežani su 1958. počeli s izgradnjom velike rafinerije sirove nafte na istočnoj obali Oslo-fjorda s godišnjim kapacitetom prerade od 2 milijuna tona. To je najveća rafinerija nafte u Skandinaviji.

Cijene električne energije i razvoj industrije

Ni jedna zemlja na svijetu nema tako jeftinu električnu energiju za svoju elektrometalurgiju i elektrokemiju kao Norveška. Tehnološki procesi ovih industrijskih grana troše vrlo velike količine električne energije, pa cijena te energije ima presudni značaj za njihovu egzistenciju i prosperitet. Prirodno (ne administrativno) nisku cijenu električne energije u Norveškoj omogućuju izvanredno povoljni uvjeti izgradnje obilnih vodnih snaga. Ovisnost pojedinog proizvoda tih industrijskih grana o veličini cijene električne energije najbolje će pokazati pregled potro-



Brana na jezeru Nåvann

ška energije po jedinici mjere tih proizvoda, odnosno tzv. specifični potrošak:

	kWh/t
aluminij	17.000
magnezij iz morske vode	16.000
dušik (čisti)	14.000
ferosilicij	10.000
elektrolitski cink	4.150
kalcijev karbid	4.000
elektrolitski nikalj	3.750
feromangan	3.500
elektrolitski bakar	2.200

Kod razlike u cijeni od 0,81 USA dolarskih centi za 1 kilovatsat električne energije troškovi proizvodnje za jednu tonu aluminija u Norveškoj su za 138 USA dolara jeftinij od troškova te proizvodnje u drugim zemljama, što kod prodajne cijene aluminija od 500 USA dolara po toni čini 27,6 %.

Od ukupne potrošnje električne energije u Norveškoj, otpada na

1. kućanstvo, obrt i poljoprivredu, odnosno na tzv. potrošače po tarifi	35 %
2. gradski i međugradski saobraćaj	2 %
3. industriju	63 %
od toga na:	
a) elektrokemiju i elektrometalurgiju — 43 %	
b) industriju papira i celuloze — 9 %	
c) rudarstvo, mašinogradnju i ostalu industriju — 11 %	
	100 %

Napadno je mali udio saobraćaja u ukupnoj potrošnji električne energije, jer je elektrifikacija željeznica još u toku. Elektrificirano je tek 50 % željezničkog saobraćaja. Troškovi konverzije od klasičnog parnog na suvremeni električni pogon pokrit će se uštedama tekućih troškova klasičnog pogona, koje su znatne. Na relacijama s malim prometom, koji ne

može opravdati potrebne investicije za prijelaz na električni pogon, parne lokomotive će se zamijeniti dizelskim lokomotivama.

Najvažnija grana norveške industrije je proizvodnja ferolegura. Proizvodnja ferosilicija iznosi 175.000 tona godišnje, a proizvodnja feromangana i ferokroma ukupno 180.000 tona godišnje. Kromove i manganove rudače Norveška uvozi djelomično iz Rusije, dok svoje finalne proizvode izvozi uglavnom u Englesku.

Druga po važnosti je proizvodnja aluminija sa 160.000 tona u 1959. Predviđa se porast ove proizvodnje do 1962. na 215.000 tona. Sirovine se uvoze iz Kanade i Jamaike, a veći dio proizvodnje se izvozi u Englesku, Kanadu i USA. Pojedine tvornice proizvode najčišći aluminij s garantiranim minimumom od 99,99 %. Prosječna cijena električne energije za aluminijsku industriju u Norveškoj iznosi 0,115 USA dolarskih centi za kilovatsat, odnosno 0,86 Din/kWh.

Nikalj se proizvodi svega u jednoj tvornici i to iz kanadske sirovine. Godišnja proizvodnja prema stanju 1959. iznosi 25.000 tona. Od toga je izvezeno 85 % i to uglavnom u USA. Bakar proizvode tri tvornice s godišnjom proizvodnjom od oko 17.000 tona, koja se gotovo u cijelosti izvozi. Godišnja proizvodnja cinka — — u svega jednoj tvornici — iznosi između 40.000 i 50.000 tona, a od toga se veći dio izvozi u razne evropske zemlje. Izvezeni silicijev karbid pokriva jednu trećinu evropske potrebe.

Jeftina cijena električne energije omogućuje norveškoj industriji željeza i čelika primjenu električnih topioničkih peći u najvećoj mjeri. Time je Norveška postala nezavisna od koksa. Godišnja proizvodnja sirovog željeza iznosi prema stanju 1958. oko 240.000 tona, proizvodnja čelika 360.000 tona, a nakon daljnjeg proširenja kapaciteta predviđa se povišenje proizvodnje na 420.000 tona, pri čemu se potreba za željeznom rudačom pokriva uglavnom iz domaće proizvodnje. Manji dio se uvozi iz Švedske. U 1958. je izvezeno 55.000 tona sirovog željeza, nadalje oko 40.000 tona sirovog i 55.000 tona prerađenog čelika.

Za Norvešku je pored elektrometalurgije nemalo važna elektrokemijska industrija. Prvu tvornicu umjetnog gnojiva na svijetu, na temelju sintetičkog dušika, izgradila je poznata firma *Norsk Hydro-elektrisk*. Ona je još i danas najveće industrijsko poduzeće Norveške, kojeg je djelomični vlasnik država. Imovina ovog poduzeća iznosi 138,5 milijuna USA dolara (oko 103,9 milijardi dinara) s godišnjim prometom od 69,2 milijuna USA dolara (51,9 milijardi dinara). Pored 200.000 tona godišnje proizvodnje umjetnog gnojiva, kao finalnog proizvoda, ona proizvodi još i kalcijeve, natrijeve i amonijeve nitrate, nadalje tešku vodu, magnezij i plastičnu masu (PVC). Sama proizvodnja dušikovih spojeva iznosi godišnje 230.000 tona, a za ovu je bilo potrebno 3.500 GWh električne energije. Ova tvornica proizvodi potrebnu joj električnu energiju u šest vlastitih (tzv. industrijskih) elektrana s ukupno 650 MW instalirane snage. Dvije druge tvornice proizvode godišnje 120.000 tona superfosfata (umjetno gnojivo).

Proizvodnja kalcijevog karbida dosegla je 1930. svoj maksimum od 100.000 tona. Nakon 1938. proizvodnja nešto opada, no unatoč tome Norveška se još uvijek nalazi među vodećim proizvođačima karbida u svijetu. Djelomično i tvornice karbida posjeduju svoje vlastite industrijske elektrane. Jedna se polovina proizvodnje karbida izvozi, a druga se troši u zemlji, među ostalim i za proizvodnju cijanamida, acetilena i plastičnih masa.

Perspektiva elektroenergetike

Predviđa se, da će ukupna potrošnja električne energije iz 1958. od 27.600 GWh (zajedno s gubicima) porasti do 1965. na 36.000 GWh, što odgovara potrošnji od 10.000 kWh po stanovniku. Potrošak električne energije u elektrometalurškoj i elektrokemijskoj industriji prema ovom bi predviđanju porastao od 11.500 GWh u 1958. na 17.000 GWh u 1965, čime bi udjel te industrije u ukupnoj potrošnji električne energije porastao od 43 % na 47 %.

Prema ovim predviđanjima proširivat će se elektroenergetski kapaciteti u narednih pet godina za prosječno 400 MW godišnje. Ovo povećanje elektroenergetskih kapaciteta zahtijeva prilično velika financijska sredstva. Za izgradnju samih elektrana treba godišnje oko 55,8 milijuna USA dolara (41,8 milijardi dinara), a za potrebnu dogradnju, odnosno proširenje električne mreže, daljnjih 42,3 milijuna USA dolara (31,7 milijardi dinara) ili ukupno godišnje 98,1 milijun USA dolara (73,5 milijardi dinara), što predstavlja 2,3 % nacionalnog dohotka Norveške u 1958. Norvežanima neće biti lako namaknuti ovolika financijska sredstva. Treba naime imati u vidu, da osim ovih investicionih sredstava za elektroenergetsku izgradnju treba još daljnjih 57,7 milijuna USA dolara (43,3 milijardi dinara) godišnje za investicije u industriji i brodogradnji. Norveška je međutim članica organizacije EFTA (*European Free Trade Association* — Evropsko udruženje za slobodnu trgovinu), pa bi se prema tome mogla očekivati i strana financijska ulaganja u norvešku privredu.

Norveška proučava također i mogućnost proizvodnje atomske energije. Prvi eksperimentalni reaktor je izgrađen 1951, a 1959. je kompletiran prvi reaktor za proizvodnju pare u Haldenu. I ovaj će reaktor prvenstveno služiti za eksperimentalne svrhe, međutim vodena para koju proizvodi prenosit će se cjevovodom u mlin za drvenjaču (papirštinu). Od ovog se reaktora očekuju i važni podaci za primjenu atomske energije u moreplovstvu. Iako Norveška ulaže znatna sredstva u rješavanje problema za primjenu atomske energije ne može se očekivati, da će atomska energija u dogledno vrijeme moći svojom cijenom konkurirati hidroelektričnoj energiji.

Literatura

Water Power, London, dec. 1959. i jan. 1960.
Graber V., OZE, Wien, br. 10, 1960.
UNIPEDE, statistički podaci.

SUMMARY

Electroeconomy in Norway. Norway is an undulating table-land with firm structure of Caledonian system rocks which are impervious for water, 5 % of the total Norwegian area is covered with lakes storing huge quantities of water. Down the deeply notched valleys many rivulets are flowing, forming waterfalls. The climate is oceanic with rich precipitation.

These conditions of hydroenergetic potential still supported by the warm Golf stream, render Norway the richest hydro-power country in Europe. The economically utilizable hydroenergetic potential in Norway is estimated to 110 milliard units yearly, respectively to 22.000 MW. Up to the end of 1958. 5.400 MW generating capacity has been installed. Specific construction expenses are very low, although at present all the important hydro-power plants are installed underground. Before the World War II, the average specific construction costs for hydro-power plants in Norway amounted to 20 Lstg/kW. Today, these costs are more than dobled. For the last three power stations put into operation (HPS Aura, HPS Rössaga, HPS Tokke) the average specific construction costs amount to 47,5 Lstg/kW.

Norway also constructs doble ownership power plants i. e. with Russia on the Pasvik river, and particularly with Sweden, since many of the Swedish waters at eastern side of the watershed mountains can be utilized far more economically if transducted to the western mountain side on Norwegian teritory. With this view the construction of a 1000 MW power station is planned on the Rombax fjord at Narvik. At present, 75 % of Norwegian electroeconomy is in hands of governmental or communal electricity boards. The government assists in large scale financing the electroenergetic construction, since the home capital market is rather unactive because of low settled interest rates, in accordance with the »cheap money« policy in the country. The Norwegian economic policy does not promote the afflux of foreign capital interested in construction of power plants for export of electric energy. In order to ensure full employment, the Norwegians approve the afflux of only that foreign capital which is invested in the energetic base of the industry manufacturing for export of goods. In Norway, 99 % of population use electricity. The electrification of the farest north area with 45.000 Laps is under construction. Based on cheap electric energy, a strong electrometalurgical and electrochemical industry has been built up. The railway traffic is electrified only as far as 50 %. The change from steam to electric or Diesel traction is going on. The most important branch of Norwegian industry is the manufacture of ferroalloys, silicon and manganese steel; further aluminium, electrolythic zinc, nickel and copper. The exported silicon carbyde covers one thirth of European demands. Cheap electric energy enables the application of electric blast furnaces in steel and iron industry. Very important is also the electrochemical industry with the production of fertilizers, potassium, sodium and amonium nytrates, magnesium, plastics and heavy water. As far as the production of potassium carbyde is concerned, Norway can be considered as one of the leading manufacturers in the world. The possibility of generating nuclear energy is being studied. First reactor for steam generation has been completed in Halden. Large investments are made for solving problems of application of nuclear energy, but it hardly can be expected that in near future, it will be able to compete in price to hydroelectric energy.

ZUSAMMENFASSUNG

Norwegische Elektrizitätswirtschaft. Norwegen ist ein gebirgiges Hochland in der kaledonischen Zone mit festem wasserundurchlässigen Felsgrund. Fünf Prozent der Gesamtfläche bilden die Seen, in denen grosse Wassermengen gespeichert sind. Viele kleine Flüsse stürzen über Wasserfälle durch tief eingeschnittene Täler. Das Klima ist ozeanisch mit vielen Niederschlägen. Der warme Golfstrom übt eine günstige Wirkung auf die Bildung der Wasserkräfte aus. Norwegen ist in Europa das reichste Land an Wasserkräften. Wirtschaftlich nützlicher Ausbau der norwegischen Wasserkräfte wird auf 110 Mia kWh jährlich, bzw. auf 22 000 MW geschätzt. Bis Ende 1958 waren 5400 MW ausgebaut. Die spezifischen Ausbaukosten sind sehr niedrig, obwohl jetzt alle wichtigeren Wasserkraftwerke unterirdisch untergebracht werden. Durchschnittliche spezifische Ausbaukosten der norwegischen Wasserkraftwerke betrugen vor dem zweiten Weltkrieg 20 L/kW, heute sind sie mehr als zweimal so gross. Bei den drei zuletzt in Betrieb gesetzten Wasserkraftwerken (Aura, Rössaga, Tokke) betragen spezifische Ausbaukosten durchschnittlich 47,5 L/1cW. Norwegen baut auch gemeinsame Kraftwerke zusammen mit Nachbarstaaten aus, so mit Russland am Fluss Pasvik, aber insbesondere mit Schweden, da viele schwedische Gewässer vom östlichen Abhang des Grenzgebirges viel besser ausgenutzt werden können wenn sie auf die westlichen Abhänge des norwegischen Gebiets verlegt werden. In diesem Sinne wird auch der Bau eines 1000 MW Elektrizitätswerkes am Rombaks-Fjord bei Narvik geplant. Heute bilden elektrizitätswirtschaftliche Staats- bzw. Gemeindeunternehmen 75 % der norwegischen Elektrizitätswirtschaft. Der Staat unterstützt mit grossen Zuschüssen die elektrizitätswirtschaftlichen Investitionen, da der in Übereinstimmung mit der Politik des »billigen Geldes« im Inland niedrig gesetzter Zinsfuss den inländischen Kapitalmarkt ziemlich begrenzt. Die norwegische Wirtschaftspolitik begünstigt nicht den Zufluss desjenigen Auslandskapitals, das am Ausbau der Kraftwerke für die Energieausfuhr interessiert ist. Um eine grössere Beschäftigung sicherzustellen unterstützen die Norweger den Zufluss desjenigen Auslandskapitals das in die energetische Grundlage der inländischen Ausfuhrindustrie investiert wird. In Norwegen sind 99 % der Einwohner elektrifiziert. Die Elektrifizierung der 45 000 Lappländer im hohen Norden ist im Gange. Der billige elektrische Strom bildete die Grundlage für den Ausbau einer grossen elektrochemischen und elektrometallurgischen Industrie. Die Eisenbahn ist nur 50 % elektrifiziert, der Übergang vom Dampf auf Elektrizität bzw. Erdöl ist im Gange. Der wichtigste Zweig der norwegischen Industrie ist die Erzeugung von Eisenlegierungen – Silizium – und Manganstahl, ferner von Aluminium, Elektrolytzink, Nickel und Kupfer. Die Ausfuhr von Siliziumkarbid deckt ein Drittel des europäischen Bedarfs. Billige elektrische Energie ermöglicht die Anwendung elektrischer Schmelzöfen. Nicht weniger wichtig ist die elektrochemiche Industrie welche Kunstdünger, Kalzium–, Natrium– und Ammoniumnitrate, Magnesium, Kunststoffe und schweres Wasser produziert. Norwegen gehört zu den führenden Produzenten des Kalziumkarbids der Welt. Die Möglichkeit der Kernenergieerzeugung wird erwogen. Der Reaktor für die Dampferzeugung in Halden ist fertiggestellt. Norwegen wendet bedeutende Mittel für die Forschungen auf dem Gebiete der Anwendung der Kernenergie auf, es besteht jedoch keine Aussicht, dass diese in absehbarer Zeit kostenmässig der Wasserkraft erfolgreich konkurrieren kann.

Naslov pisca: Dipl. ec. Daniel F e ö c z e, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

STIMULATIVNO NAGRAĐIVANJE RADNIKA U ELEKTROPRIVREDNIM TERMOELEKTRANAMA

Zvonimir Milonja, Zagreb

Obrađen je postojeći sistem nagrađivanja radnika i njegove slabosti, te suvremeni sistem stimulativnog nagrađivanja po efektu izvršenog rada. Razmatra dva osnovna oblika ovog sistema: nagrađivanje po jedinici proizvoda i po efektu sniženja troškova cijene koštanja, te aplikaciju na proizvodne karakteristike elektroprivrede, pri čemu razgraničava efekt individualnog rada temeljnih elektroprivrednih poduzeća od efekta polučenog u koordiniranoj kooperaciji proizvodnje u zajednici poduzeća. Detaljnije obrađuje obračun zarada radnika termoelektrana u zavisnosti od ostvarenog sniženja troškova cijene koštanja. Daje dvije alternative za podjelu termoelektrana na ekonomske jedinice, te način planiranja zadataka, troškova i obračuna ostvarenog rezultata.

DK 621.311.22.007

UVOD

Nagrađivanje radnika po efektu izvršenog rada je aktuelno pitanje, pa se iznalaženjem i aplikacijom njegovih najprikladnijih oblika bave radni kolektivi svih privrednih grana. Elektroprivreda, međutim, ne može jednostavno primijeniti tipske projekte ovog sistema. Ona mora na temelju općih principa pronaći takove oblike stimulativnog nagrađivanja, koji odgovaraju njenom načinu istovremene kooperacije proizvodnje električne energije.

Svaki način nagrađivanja, manje ili više stimulativan, u određenim društvenim uvjetima proizvodnje, u određenom vremenu i u određenim društvenim odnosima mora riješiti dva osnovna zadatka:

osigurati stalan i ravnomjeran porast fizičkog obujma proizvodnje, tj. sve veću količinu proizvoda i

ostvarivati relativno niže ukupne troškove za ostvarenje određenog obujma proizvodnje [1].

Da bi se mogao riješiti ovaj problem (u konkretnom slučaju problem stimulativnog nagrađivanja radnika u elektroprivredi, odnosno u termoelektranama) potrebno je prije svega iznijeti postojeći način nagrađivanja.

POSTOJEĆI NAČINI NAGRAĐIVANJA

Najčešće upotrebljavani način nagrađivanja (osobito u elektroprivredi) je plaćanje po vremenu, a sastoji se u tome, da se »radniku isplaćuje zarada za vrijeme provedeno u poduzeću«. Učin radnika je manje-više ovisan o disciplini u radu i o efikasnosti nadzora. Kod ovog načina dolazi do plaćanja jednake zarade za nejednaki rad. Iako je poznato, da se kod plaćanja po vremenu učinak kreće oko donje granice produktivnosti, ipak postoje i postojat će takovi poslovi u poduzeću, koji se neće moći, ili ih se ne isplati normirati, pa će se njihovo izvršenje i dalje plaćati po vremenu. Na prvom mjestu su to kratkotrajni poslovi, koji se ne ponavljaju ili se veoma rijetko ponavljaju, zatim poslovi koji zahtijevaju visoku stručnost i veliku točnost i slično. Takovi se poslovi neće moći stimulirati oblicima osobne stimulacije, ali se mogu primijeniti oblici grupne stimulacije, koje stimulativni način nagrađivanja i predviđa.

Akord i norma su načini stimulativnog nagrađivanja pojedinog radnika ili grupe radnika. Akord se sastoji u tome, da »zarada pojedinog radnika ili grupe radnika ovisi o izboru primjerene tarife i o učinku živog rada«. Učinak se kod akorda mjeri određenom veličinom. Iz definicije akorda uočljivo je, da on sadrži tri osnovna načela, na temelju kojih se i vrši podjela akorda:

sa stanovišta načina,

sa stanovišta broja ljudi,

sa stanovišta funkcionalne ovisnosti akordne zarade u odnosu na izrađene količine proizvoda.

Sa stanovišta načina, akordi se dijele na:

1. komadne i pogodbene akorde i
2. vremenske akorde.

Ljudi, koji učestvuju u akordu, stvaraju:

1. pojedinačne ili individualne akorde i
2. grupne akorde.

Funkcionalna ovisnost akordne zarade u odnosu na učin, dijeli akorde na:

1. proporcionalni akord
2. degresivni akord
3. progresivni akord i
4. diferencijalni akord.

U praksi se događa, da se pojam akorda i pojam norme dovoljno ne razlikuju. Akord je širi pojam, te se samo u jednom svojem vidu poklapa s normom i to u slučaju vremenskog akorda. »Norma je vrijeme, koje prosječan radnik uz određene uvjete i normalan intenzitet rada utroši za izvršenje nekog točno definiranog posla.« Iz prednjeg proizlazi, da je kod norme preciziran zadani učinak i vremensko mjerenje učinka, dok je visina zarade drugostepene važnosti. Norma postaje istovjetna s vremenskim akordom tek kada se norma poveže s plaćanjem po njezinom učinku.

»Premijom se smatra svaki dodatak na osnovnu zaradu, koji se daje pojedincu kao naknada za ekonomično trošenje ili rukovanje sredstvima poduzeća.« Iz prednjeg proizlazi da premijski osnov mora biti mjerljiva količina, koja se može izraziti u vrijednosnoj veličini, jer ako nema vrijednosnog rezultata, onda se ne može odrediti ni premija, niti se ona može podijeliti u obliku dodatka na zaradu. Primjena premijskog sistema u praksi poduzeća, zahtijeva točno utvrđene zadatke, mjerljivost rezultata, predviđanje financijskog uspjeha i izračunavanje visine premije. Neobično je važno, zbog toga, da se osnova premijske strukture precizno ustanovi, jer premija može postati i destimulativna, ako se promijene startni uvjeti, koji su određivali visinu predviđenog financijskog rezultata i visinu premije [2].

U sistemu obračuna dohotka između društvene zajednice i poduzeća, utvrđeni su principi za raspodjelu. Međutim, raspodjela ostatka čistog prihoda unutar poduzeća ostala je do sada nedovoljno razrađena. Princip raspodjele postoji, ali on ne zadovoljava u cijelosti socijalistički princip nagrađivanja. Raspodjela ostvarenih osobnih dohodaka u poduzeću temelji se na tarifnom pravilniku i vremenu provedenom na radu. Odnosi unutar tarifnog pravilnika rješavani su u pojedinim poduzećima na razne načine. U većini slučajeva oni su rješavani na temelju iskustva i na temelju ocjene o važnosti pojedinog radnog mjesta. U pomanjkanju neke naučne metode (analitičke procjene radnih mjesta) radni kolektivi su s manje ili više uspjeha odabirali i usvajali pojedine metode, da bi se približili najpravilnijim odnosima unutar poduzeća, korigirajući ih normom i premijama [3].

Ovakav način raspodjele diktiran je bio i s postojećim načinom obračuna dohotka i izračunavanjem (ustanovljavanjem) jedinstvenog financijskog rezultata za čitavo poduzeće. Kod metode obračuna financijskog rezultata samo za poduzeće kao cjelinu, nije moguće ustanoviti, koji su dijelovi poduzeća postigli pozitivan financijski rezultat, a prema tome i dobro radili, a koji su pak dijelovi poduzeća postigli negativne rezultate. Rezultati pojedinih dijelova poduzeća nestaju u jedinstvenom rezultatu i dolazi do prebijanja pozitivnih s negativnim rezultatima. Ovakve unutarnje kompenzacije kompromitiraju socijalistički princip nagrađivanja, jer svi organizacioni dijelovi poduzeća dobivaju dobru ili lošu ocjenu rada, ne u ovisnosti o svojem radu, već o radu poduzeća u cjelini. I pod pretpostavkom da su tarifni stavovi pojedinih radnih mjesta najidealnije ocijenjeni i pravilno postavljeni u odnosima između radnih mjesta, jedinstvena raspodjela ostvarenog dohotka dovodi do nepravilnog nagrađivanja, jer su svi jednako nagrađeni bez obzira na rezultate njihovog rada.

STIMULATIVNI NAČIN NAGRAĐIVANJA

U uvodu je naglašeno, da svaki način nagrađivanja treba omogućiti stalni i ravnomjerni porast fizičkog obujma proizvodnje uz relativno niže ukupne troškove. Međutim može se reći, da se na sam način nagrađivanja postavljaju veliki zahtjevi. Veliki u tome, što on mora biti dovoljno stimulativan i što mora osigurati odogovarajuće povećanje osobnih dohodaka na temelju povećanog fizičkog obujma proizvodnje i ostvarenih nižih troškova po jedinici proizvoda.

Dosadašnji način nagrađivanja ne može — iz razloga, koji su već izneseni — udovoljiti ovim principima, jer nisu ispunjavali osnovne uvjete nagrađivanja, budući da za uloženi napor i za postignute rezultate nisu osiguravali odgovarajuću zaradu.

Stimulativno nagrađivanje veže, bilo poduzeće u cjelini, bilo pojedine dijelove poduzeća u jednu čvrstu zajednicu interesa usmjerenu na ostvarenje što većeg učinka i financijskog rezultata, pa prema tome i na ostvarenje veće mase osobnih dohodaka. Suština stimulativnog nagrađivanja sastoji se u tome, da omogući i onima, koji nisu radili u normi (zbog prirode posla) da osjete efekat svojeg rada u ovisnosti od postignutih rezultata. Prema tome stimulativno nagrađivanje na prvom mjestu eliminira jednake nagrade za nejednaki rad [4].

U našoj praksi primjenjuju se uglavnom dva vida stimulativnog nagrađivanja s raznim varijantama i to: nagrađivanje po jedinici proizvoda i stimuliranje sniženja cijene koštanja.

Nagrađivanje po jedinici proizvoda je takav način unutarnje raspodjele ostvarenih osobnih dohodaka u kojem kao temelj služi unaprijed utvrđena jedinica proizvoda. Za razliku od plaćanja po učinku-normi (bilo da je norma pojedinačna ili grupna) plaćanje se vrši svim članovima jedne cjeline po ostvarenom učinku. Ta cjelina može biti, ako se radi o manjem poduzeću, čitavo poduzeće, a ako se radi o većem poduzeću pojedini njegovi dijelovi. Nadalje, plaćanje po normi se vrši za sve dijelove jednog proizvoda (poluproizvodi, sklopovi itd.), dok se kod plaćanja po jedinici proizvoda obračun vrši samo na temelju gotovih, odnosno realiziranih proizvoda. Prednost i pozitivnost nagrađivanja po jedinici proizvoda očituje se u tome, što su napori i djelovanje svakog člana cjeline točno određeni, kanalizirani na što veći broj proizvoda. Međutim, u ovom nastojanju radnika za povećanje fizičkog obujma proizvodnje leži i opasnost, da se taj zahtjev postigne i bez obzira na ostale elemente racionalne i ekonomične proizvodnje, to znači uz povećanje troškova, povećanje škarta, promjene asortimana i sl. Ova opasnost iskrivljavanja i diskreditiranja plaćanja po jedinici proizvoda nastoji se ukloniti korekcionim faktorima i to: faktorom asortimana i faktorom cijene koštanja. Potrebno je naglasiti, da plaćanje po jedinici proizvoda pretpostavlja rješenje dvaju problema, koja su neobično važna za njegovo uspješno primjenjivanje i to: pitanje određivanja jedinice proizvoda i pitanje određivanja mase živoga rada u jedinici proizvoda. U određivanju jedinice proizvoda potrebno je sve jedinice poduzeća svesti na jedan zajednički nazivnik, jednu jedinicu, da bi se proizvodnja mogla mjeriti (što je uvjet za ovaj način nagrađivanja). To se u poduzećima sa velikim brojem proizvoda rješava svođenjem na tzv. uvjetne pokazatelje (ENS - ekvivalentni norma-sati). Visina učešća mase osobnog dohotka, živoga rada u jedinici proizvoda je također jedno od centralnih problema, jer je masa osobnog dohotka, koju treba podijeliti među radnicima u poduzeću, ovisna o količini proizvedenih ili realiziranih jedinica proizvoda. Nagrađivanje po jedinici proizvoda, kao i svako drugo stimulativno nagrađivanje, u svojoj se primjeni akomodira konkretnim uvjetima proizvodnje i poslovanja pojedinog poduzeća, tako da u razvoju njegovu ima niz praktičnih rješenja i varijanti.

Stimuliranje na sniženje cijene koštanja s obračunom po ekonomskim jedinicama je savršeniji oblik stimulativnog nagrađivanja, jer registrira proizvedene količine i ostvarenje mase osobnih dohodaka po ekonomskim jedinicama. Osobni dohoci članova ekonomske jedinice ovisni su o rezultatu njihove ekonomske jedinice, tj. od ostvarenog sniženja ili povećanja cijene koštanja. Prema tome, svaki je radnik zainteresiran na ukupnom rezultatu ekonomske jedinice, što znači

da će svako rasipanje materijala, neiskorištenje kapaciteta, povećanje režijskih troškova, netočno registriranje učinka imati utjecaj na smanjenje primanja svih članova ekonomske jedinice. Iz prednjeg je očito, da stimuliranje na sniženje cijene koštanja obuhvaća svaku pozitivnu djelatnost radnika (povećanje učinka, smanjenje škarta, potpuno iskorištenje kapaciteta, potpuno iskorištenje radnog vremena) u pravcu da se rezultat takve djelatnosti očituje u sniženju cijene koštanja, a time i u povećanju osobnih dohodaka [5].

Kod stimuliranja na sniženje cijene koštanja u obračunu po ekonomskim jedinicama, potrebno je također utvrditi neke osnovne postavke od kojih zavisi uspješna primjena stimuliranja. Na prvom mjestu treba utvrditi osnovicu-etalon prema kojoj će se određivati rezultat i uspjeh ekonomske jedinice. U praksi se pojavljuju dva rješenja za izbor osnovice: cijena koštanja i prodajna cijena. Samim tim što je stimuliranje na sniženje cijene koštanja, odnosno prodajne cijene vezano uz obračun po ekonomskim jedinicama, lako je uočiti da njegovo uvođenje u poduzeće zahtijeva organizaciju i knjigovodstvenu sređenost poduzeća i da se na poduzeća u tom pogledu postavljaju mnogo veći zahtjevi, negoli pri uvođenju nagrađivanja po jedinici proizvoda.

ELEKTROPRIVREDA I STIMULATIVNO NAGRAĐIVANJE RADNIKA

Stimulativno nagrađivanje ovisi o konkretnim uvjetima u pojedinom poduzeću, pa o njima treba voditi računa, jer inače postoji opasnost da ono promaši svoju svrhu i ne omogući stimulaciju na povećanje proizvodnje i niže troškove po jedinici proizvoda. Konkretne uvjete treba razmatrati ne samo u poduzeću već i unutar privrednih grana, među kojima se pojavljuje i elektroprivreda s jako naglašenim posebnim načinom organizacije proizvodnje i u odnosu na ostale industrijske grane.

Potrebno je dakle detaljno razmotriti specifične uvjete proizvodnje, raspodjele i predaje električne energije, da bi se primjena stimulativnog nagrađivanja u elektroprivredi mogla u potpunosti svrsishodno ostvariti.

Osnovna karakteristika elektroprivrede, koja nameće niz problema, kako metodološkog, tako i organizacionog karaktera je istodobnost proizvodnje i potrošnje električne energije. Povezivanjem odvojenih elektroprivrednnih područja u elektroenergetski sistem, pojavljuje se istodobni proces proizvodnje za sva elektroprivredna poduzeća u sistemu. U razvijenoj elektroprivredi nastaje kvalitetno novi način proizvodnje i raspodjele električne energije, jer su proizvodnja i raspodjela produkt »kolektivno-kooperativnog« rada svih poduzeća u sistemu. Povezujući »kolektivno-kooperativni« rad sa fizičkim uključivanjem potrošača u tehnološki proces proizvodnje pojavljuju se dvije vrste učina elektroprivrednog poduzeća: »učin snage« i »učin rada«. Ove karakteristike elektroprivrednog procesa proizvodnje i raspodjele utječu na ekonomska svojstva elektroprivrede, a time i na sistem nagrađivanja. Učinak snage mjeri se stupnjem spremnosti elektroprivrednog poduzeća, dok se učinak rada mjeri i volumenom ostvarene proizvodnje, tj. kilovatsatom (kWh) [6,7].

Druga karakteristika elektroprivrednih poduzeća, koja ima utjecaj na primjenu stimulativnog nagrađivanja je nemogućnost mjerenja učina količinom kilovatsati u svim ekonomskim jedinicama poduzeća. Proces proizvodnje u elektroprivrednim poduzećima je takve prirode, da samo jedna ekonomska jedinica isporučuje »učin rada«, tj. kilovatsate. Ostale ekonomske jedinice mogu mjeriti samo »učin snage«, tj. mogu ustanovljavati za njih stupanj spremnosti.

Ova karakteristika elektroprivrednih poduzeća je važna, jer se u poduzećima može samo djelomično uvesti nagrađivanje po jedinici proizvoda, tj. stimulirati samo dio učina. U pojedinim vrstama elektroprivrednih poduzeća (termoelektrane, hidroelektrane, prijenosna i distributivna poduzeća) je taj dio učina različit i prema učešću učina snage može se šire ili uže primijeniti način nagrađivanja po učinu.

Kod uvođenja stimulativnog načina nagrađivanja u elektroprivredna poduzeća, treba voditi računa i o visini troškova osnovnih sredstava. U cijeni koštanja elektroprivrednog poduzeća oni predstavljaju čak oko 2/3 troškova. Radni kolektiv na te troškove ima minimalan utjecaj. Ova karakteristika je važna sa stanovišta stimulativnog načina nagrađivanja, jer ako i pored najvećih zalaganja ostvareni financijski rezultat, odnosno ostvareni novčani stimulans, nije adekvatan veličini uloženog truda, ne mogu se ni očekivati neki osobiti rezultati stimulativnog nagrađivanja.

METODA NAGRAĐIVANJA PO JEDINICI PROIZVODA U ELEKTROPRIVREDI, ODNOSNO TERMOELEKTRANAMA

Način rada (proizvodnja) elektroprivrednog poduzeća očituje se u dva pravca i to u:

individualnom radu i

zajednički u koordiniranom radu s ostalim elektroprivrednim poduzećima u elektroenergetskom sistemu (Zajednici).

Primjena metode nagrađivanja po jedinici proizvoda u elektroprivredi (respektirajući iznesene karakteristike proizvodnje) dolazi do izražaja u dva vida: 1. nagrađivanje po jedinici proizvoda u poduzećima i 2. nagrađivanje po jedinici proizvoda iz zajednički ostvarenog dohotka, kao rezultata zajedničkog — koordiniranog rada.

Spomenuto je, da se u elektroprivrednim poduzećima može mjeriti učin snage po ekonomskim jedinicama, te da se ovaj može ocijeniti stupnjem ostvarene spremnosti. Metoda nagrađivanja po jedinici proizvoda u poduzeću unutar ekonomskih jedinica, može se primijeniti kroz stimuliranje na što veću spremnost pojedinih ekonomskih jedinica i to na isti način kako se već prakticira unutar Zajednice, a u odnosu na pojedina poduzeća. Primjena ovoga iziskuje na prvom mjestu utvrđivanje »realne spremnosti«, tj. utvrđivanje norma — zastoja pojedinih ekonomskih jedinica. Drugim riječima metoda nagrađivanja po jedinici proizvoda kroz stimuliranje spremnosti ekonomskih jedi-

nica omogućuje ostvarenje većeg stupnja spremnosti poduzeća u zajedničkom — koordiniranom radu i veće učešće u nagradama za spremnost, pa je opravdano da oni dijelovi u poduzeću, koji su tu spremnost ostvarili učestvuju i u novčanom izražaju te ostvarene spremnosti poduzeća. Određivanje i učešće pojedinih ekonomskih jedinica proizvodnje u spremnosti poduzeća ne predstavlja poteškoću na temelju njihovih ostvarenih zastoja, a niti učešće onih ostalih ekonomskih jedinica, koje osiguravaju radne uvjete (rukovođenje, radna disciplina, osiguranje financijskih i materijalnih sredstava), jer se njihovo učešće u ukupnoj masi nagrada za spremnost može utvrditi na temelju prosječno ostvarene spremnosti poduzeća. Masa nagrada za spremnost pojedine ekonomske jedinice izračunava se na temelju mase njezinih ostvarenih osobnih dohodaka, međutim to bi trebali biti planirani a ne ostvareni osobni dohoci, kako bi sva sniženja, odnosno prekoračenja osobnih dohodaka imala odraza i na masu nagrada za spremnost pojedine ekonomske jedinice. Primjena metode nagrađivanja po jedinici proizvoda mjerene norma-zastojima moguća je samo u kasnije iznijetoj alternativi »B«, podjela termoelektrane na ekonomske jedinice, i treba je primijeniti samo kao dopunsko stimuliranje uz stimuliranje sniženja cijene koštanja. Ovim prijedlogom nagrađivanja po jedinici proizvoda dat je ujedno i prijedlog za raspodjelu mase nagrada za spremnost unutar poduzeća, realizirane kao osobni dohodak za rad u sinhroniziranoj kooperaciji.

Zajednički dohodak, kao rezultat zajedničkog rada treba raspodijeliti onim poduzećima, koja su u njem učestvovala. Raspodjela zajedničkog dohotka na pojedina poduzeća, vrši se danas u dva vida i to kao:

premija za spremnost i

sudjelovanje u ostatku zajedničkog dohotka (ristorno).

Premija za spremnost elektroenergetskih postrojenja je izraz spremnosti poduzeća za sudjelovanje u kooperaciji, i mjeri se ostvarenim zastojima u odnosu na norma-zastoje.

Ristorno se raspodjeljuje na pojedina poduzeća koncem godine, a njegova se veličina određuje na temelju posebnih kriterija. Ristorno bi trebalo raspoređivati u kraćim vremenskim razdobljima, jer je to izraz, kako je već rečeno, učešća u zajedničkom radu, te poduzećima treba dati rezultat njihovog rada po isteku svakog obračunskog perioda. Važno je, međutim, da se kriteriji za raspodjelu ristorna utvrde unaprijed. Bez unaprijed određenih kriterija, poduzeća nisu u stanju usmjeriti svoje napore i svoja zalaganja na one elemente, koji doprinose stvaranju zajedničkog dohotka. Kriteriji, po kojima bi se vršila raspodjela zajedničkog dohotka, trebali bi na prvom mjestu uvažiti stupanj spremnosti pojedinog poduzeća, zatim pogonske sate zajedničkog rada, pa proizvedenu količinu kilovatsati i eventualno osobne dohotke za radnike s kojima su poduzeća učestvovala u zajedničkom radu. Bez primjene u praksi i bez uvida u posljedice spomenutih kriterija, teško je unaprijed utvrditi veličinu utjecaja pojedinog kriterija. Primjena metode nagrađivanja po jedinici ostvarene proizvodnje u zajedničkom radu elektroprivrednih poduzeća stimulira na veću proizvodnost rada, tj. na povećanje proizvodnje električne energije. Električna energija na mjestima predaje je produkt svih poduzeća u Zajednici, pa se nagrađivanje po jedinici proizvoda može primijeniti i riješiti samo unutar Zajednice za što već i postoji prijedlog rješenja u članku D. Feöcze, *Elektroprivreda i novi sistem plaća u industriji* (Elektroprivreda 1, 1959).

STIMULIRANJE NA SNIŽENJE CIJENE KOŠTANJA KROZ OBRAČUN PO EKONOMSKIM JEDINICAMA U TERMOELEKTRANAMA

Pojam ekonomske jedinice

Ekonomska jedinica je ekonomski samostalni organizacioni dio poduzeća, čiji se zadatak i uspjeh posebno evidentiraju i obračunavaju pa prema tome ona predstavlja jednu interesnu cjelinu.

Izračunavanjem uspjeha svake ekonomske jedinice omogućuje se pravilniji način nagrađivanja, te raspodjela financijskog rezultata na one, koji su ga i ostvarili.

Ekonomska jedinica mora ispuniti slijedeće uvjete:

da predstavlja izdvojenu ekonomsku cjelinu,

da posjeduje potrebna sredstva za rad (strojevi, materijal, alat),

da omogućuje mjerenje svojeg učina u naturalnim i vrijednosnim veličinama i

da osigurava jedinstvo interesa svojih radnika.

Za uspješno funkcioniranje ekonomske jedinice veoma je važan broj radnika, koji djeluju homogeno u zalaganju na uštedi materijala, racionalnog korištenja sredstva za rad i u izvršenju radnih zadataka. Kod velikih ekonomskih jedinica (broj ljudi) postoji opasnost kompenzacije pozitivnih i negativnih rezultata. Optimalan broj radnika u jednoj ekonomskoj jedinici teško je odrediti, ali se smatra, da su dobre ekonomske jedinice u pogledu homogenosti one, koje broje 10 — 20 radnika, dopuštene ekonomske jedinice sa 20 — 50 radnika i nehomogene jedinice s preko 50 radnika.

Funkcionalna podjela ekonomskih jedinica poznaje:

proizvodne ekonomske jedinice,

ekonomske jedinice organizatora proizvodnje (pomoćne ekonomske jedinice) i

administrativno — upravne ekonomske jedinice.

Ova podjela ekonomskih jedinica važna je kako za utvrđivanje osnovice za obračun, tako i za sam obračun uspjeha pojedine ekonomske jedinice.

Principi i osnovica za obračun uspjeha po ekonomskim jedinicama

Za obračun po ekonomskim jedinicama potrebne su planske veličine ostvarenog zadatka ekonomske jedinice s kojima se mogu usporediti ostvareni troškovi. Upoređenjem planskih sa stvarnim troškovima za ostvareni volumen proizvodnje dolazi se do rezultata ekonomske jedinice, odnosno ustanovljava se sniženje ili prekoračenje planiranih troškova. Ostvareni rezultat pokazuje da li je ekonomska jedinica dobro ili loše

radila. Cjelokupni ostvareni financijski rezultat pripada u principu njenim članovima (nakon djelovanja instrumenata raspodjele dohotka) i ne bi trebalo biti nikakvog ograničenja za njegovu raspodjelu. Međutim, u svakoj privrednoj djelatnosti postoji izvjestan rizik, da se u nekim obračunskim razdobljima ne ostvari pozitivan rezultat. Naprotiv, događa se, da se ostvari i negativni financijski rezultat. Za osiguranje pokrića eventualnih negativnih rezultata potrebno je izvjestan dio pozitivnog financijskog rezultata odvajati. Takav rezervni fond osobnih dohodaka ekonomske jedinice, popunjavao bi se do izvjesnog iznosa, zavisno od broja radnika ekonomske jedinice, visine ostvarenih pozitivnih financijskih rezultata, mogućnosti i veličine ostvarenja negativnog financijskog rezultata i dr. Kada se ocijenjeni potrebni iznos za rezervni fond osobnih dohodaka ekonomske jedinice ostvari, prestala bi potreba napajanja fonda i on bi mirovao do konca godine, kada bi se mogao raspodijeliti među radnike ekonomske jedinice.

Kod obračuna uspjeha ekonomske jedinice trebalo bi sve one rezultate, koji su nastali izvan utjecaja ekonomske jedinice (povećanje ili smanjenje cijene materijala, odstupanja uslijed lošeg planiranja nekih vrsta troškova i sl.) izlučiti i obračunati s dohotkom poduzeća.

Usluge između pojedinih ekonomskih jedinica treba u principu obračunavati na bazi planskih (ugovorenih) cijena.

Realnost obračuna pojedine ekonomske jedinice ovisi o dva osnovna elementa:

o realnosti unaprijed utvrđene osnovice (planske cijene) i

o točnosti evidentiranih troškova.

Kod izvora osnovice i njenog točnog određivanja, problem se nameće u dva vida i to: što izabrati za osnovicu i kako utvrditi njezinu visinu.

U dosadašnjoj praktičnoj primjeni stimulativnih načina nagrađivanja kao osnovice se primjenjuju:

planska prodajna cijena i

planska cijena koštanja.

Ne ulazeći u razloge izbora jednog ili drugog rješenja u ostalim industrijskim granama, pozitivni propisi formiranja dohotka u elektroprivredi omogućuju, da se sa uspjehom primijeni kao osnovica obračuna i prodajna cijena i cijena koštanja.

U slučaju izbora planske prodajne cijene kao osnovice potrebno je u troškove ekonomske jedinice ukalkulirati i jedan dio dobitka. Postavlja se međutim pitanje, koji dio dobitka treba ukalkulirati, odnosno prepustiti ekonomskim jedinicama? Na prvom mjestu taj dio dobitka ovisi o vladajućim odnosima u poduzeću i o stupnju samostalnosti ekonomskih jedinica, pa će stoga u pojedinim poduzećima biti i različite veličine tog dijela dobitka.

Kod upotrebe planske cijene koštanja kao osnovice pojavljuje se problem raspodjele ostatka dohotka po isteku obračunskog perioda. Međutim taj problem nije direktno vezan za izbor osnovice, te će se razmotriti kasnije.

Pri današnjim uvjetima formiranja dohotka u elektroprivredi, kao i načina ugovaranja potrebnih troškova rada i snage elektroprivrednih poduzeća sa Zajednicom, ugovoreni troškovi (ekonomsko-opravdani troškovi) su kroz dugi niz godina postali tako reći društveno potrebni troškovi rada i snage svakog pojedinog poduzeća, tako da određivanje visine osnovice na relaciji Zajednica — poduzeće ne predstavlja nikakav problem. Razrada osnovice (visine troškova) po ekonomskim jedinicama unutar poduzeća, predstavlja dalje samo stvar odmjeravanja troškova pojedinim ekonomskim jedinicama.

Bilo da se prodajna cijena ili cijena koštanja prihvati za osnovicu obračuna uspjeha ekonomskih jedinica, potrebno je razmotriti visinu ugovorenih troškova za planirani volumen proizvodnje.

Kako je već naglašeno, visina planiranih troškova je kroz iskustvo i tzv. »objektivnim mjerilima« već prilično objektivizirana i oni se mogu u toj visini i usvojiti u primjeni stimulativnog načina nagrađivanja.

Potrebno je, međutim, da se i oni elementi troškova, koji su do sada bili izvan ingerencije radnih kolektiva, stave u ovisnost i pod utjecaj poduzeća i da poduzeća sama snose posljedice odstupanja od ugovorenih veličina. To su: premija za osiguranje kod DOZ-a, amortizacija, kamati na fond osnovnih sredstava, kamati na kredite za osnovna sredstva, kamati na fond obrtnih sredstava, kamati na kredite za obrtna sredstva, te zemljarina.

Financijski rezultat troškova osnovnih sredstava po dosadašnjoj praksi nije obračunavan direktno s financijskim rezultatom poduzeća, već s rezultatom Zajednice. U uvjetima stimulativnog načina nagrađivanja nema potrebe, a ni opravdanja, da se i ti troškovi ne stave na upravljanje radnom kolektivu. Istina je, da je utjecaj kolektiva na visinu troškova osnovnih sredstava minimalan, ali je ipak izdvajanje rezultata ovih troškova iz ukupnog rezultata poduzeća, sasvim otupilo borbu za ekonomiziranje osnovnim sredstvima. Slobodno se može zaključiti, da u poduzećima postoje uvjeti za stimuliranje sniženja troškova osnovnih sredstava (ovo se najviše odnosi na osnovna sredstva pomoćnih i sporednih djelatnosti u poduzećima).

U tom slučaju trebalo bi revidirati i metodiku njihova ugovoranja sa Zajednicom. Treba naime razmotriti pitanje ostvarenih sniženja zbog neispunjenja plana nabavke osnovnih sredstava, kako vrijednosno, tako i vremenski, pa bi ova trebalo i nadalje obračunavati sa Zajednicom.

Kamate na fond obrtnih sredstava i kamate na kredite za obrtna sredstva, također treba staviti potpuno pod utjecaj poduzeća. Ugovaranje ovih troškova sa Zajednicom ne bi trebalo da predstavlja neku poteškoću. Kamate na fond obrtnih sredstava treba priznati u troškove kako ih poduzeće predloži u planu, s tim da se sniženja radi neispunjenja radnog programa bilo u vrijednosti, bilo uslijed vremenskog pomaka, obračunavaju u korist, odnosno na teret Zajednice. Kamati na kredite za obrtna sredstva također se mogu objektivizirati određivanjem razlike između postojećih izvora obrtnih sredstava i stvarnih potreba za obrtnim sredstvima. Takvo ustanovljavanje potrebnih obrtnih sredstava pojedinih poduzeća izvršeno je prije kratkog vremena za sva poduzeća u okviru Zajednice NRH.

Zemljarina po svojoj veličini i iznosu ne predstavlja trošak, koji bi imao znatniji utjecaj na ostvareni financijski rezultat poduzeća, pa bi se uključivanjem i ovog elementa troškova, stavili svi troškovi u ovisnost od poduzeća.

U određivanju visine ugovorenih troškova, najdelikatnije pitanje je određivanje broja i kvalifikacija potrebne radne snage. U sadašnjoj situaciji ne može se govoriti o objektivno određenoj veličini troškova radne snage. Sa stanovišta poduzeća, međutim, baš elemenat radne snage ima velik značaj u uvjetima obračuna po ekonomskim jedinicama, jer su troškovi radne snage elemenat na koji se može možda najviše utjecati od strane članova ekonomskih jedinica. Potrebno je provesti ponovno sistematizaciju radne snage, i voditi računa o svim onim elementima, koji utječu na njezin broj i kvalifikaciju. Takav zadatak je u toku, a radi svoje opsežnosti vjerojatno će trajati i izvjestan duži period pa se može uzeti sadašnji broj sistematiziranog osoblja.

Podjela termoelektrane na ekonomske jedinice i obračun njihova uspjeha

Pri podjeli termoelektrane na ekonomske jedinice, treba poći od općih načela, dakle, svaka ekonomska jedinica mora ispuniti osnovne uvjete. Kod usitnjavanja termoelektrane u ekonomske jedinice, mora se također voditi računa o specifičnostima proizvodnje i organizacije, kao i o mogućnostima obuhvatanja svih troškova, koji nastaju u jednoj termoelektrani.

Funkcionalna podjela ekonomskih jedinica u termoelektrani mogla bi biti slijedeća:

1. Proizvodne ekonomske jedinice
   a) ekonomske jedinice eksploatacije,
   b) ekonomske jedinice održavanja
   c) ostale proizvodne ekonomske jedinice;
2. Ekonomske jedinice organizatora proizvodnje;
3. Administrativne ekonomske jedinice.

Podjela proizvodnih ekonomskih jedinica na dalnje podgrupe, uvjetovana je karakterom troškova i procesom proizvodnje termoelektrane. Kao što će se vidjeti, podgrupe proizvodnih ekonomskih jedinica pojavljaju se u obim alternativama za podjelu termoelektrana na ekonomske jedinice. U alternativi A pošlo se sa stanovišta da se u jednim proizvodnim ekonomskim jedinicama (ekonomske jedinice eksploatacije) obuhvate troškovi rada, a u ostalim proizvodnim ekonomskim jedinicama troškovi snage. U alternativi B ekonomske jedinice eksploatacije obuhvaćaju troškove snage, dok su ekonomske jedinice održavanja čisto uslužnog karaktera. Troškovi rada u ovoj alternativi izlučeni su iz troškova ekonomskih jedinica i obuhvaćeni su u stimulaciji posebnim pravilnikom o premiranju sniženja varijabilnih troškova.

A l t e r n a t i v a A. Ova alternativa predviđa organizaciju termoelektrane u kojoj je osoblje održavanja potpuno izdvojeno iz odjeljenja i od osoblja pogonske posade.

1. Proizvodne ekonomske jedinice
   a) ekonomske jedinice eksploatacije
      smjena A
      smjena B
      smjena C
   b) ekonomske jedinice održavanja
      mehanička radionica
      elektro-radionica
      stolarsko-tesarska radionica
      grupa za održavanje zgrada i kruga elektrane, te ostalo
   c) ostale proizvodne ekonomske jedinice
      istovar energetskog goriva
      kemijski laboratorij
      autopark;
2. Ekonomske jedinice organizatora proizvodnje
   tehnička uprava (uprava pogona);
3. Administrativne ekonomske jedinice
   uprava (opći sektor)
   privredno-računski sektor
   nabavna služba sa skladištem.

Ovdje je dana tipična shema ekonomskih jedinica, dok će konkretno formiranje ekonomskih jedinica zavisiti od konkretnih uvjeta u pojedinim poduzećima. U velikim poduzećima, gdje smjene obuhvaćaju velik broj osoblja može se smanjiti broj smjena izdvajanjem osoblja dopreme i pripreme ugljena i njegovim pripajanjem ekonomskoj jedinici »istovar energetskog goriva«. Tako formirana ekonomska jedinica imala bi zadatak istovara, sortiranja, pripreme i dopreme ugljena u bunkere iznad kotlova. Ako bi smjene i u tom slučaju bile nehomogene i prevelike, može se izvršiti daljnje cijepanje smjena na dva dijela. Prvi dio smjene (jedna ekonomska jedinica) obuhvatio bi proces proizvodnje od skladišta energetskog goriva (ili od vaga nad kotlovima) do predaje pare strojarnici uključivši odvoz pepela i drozge. Drugi dio smjene (druga ekonomska jedinica) obuhvatila bi strojarnicu s kondenzacijom, uređajima za hlađenje i rasklopni uređaj.

U srednjim i manjim termoelektranama, gdje ne bi bilo opravdanja za postojanje malih ekonomskih jedinica, moglo bi se izvršiti spajanje nekih ekonomskih jedinica. Tako npr. ekonomska jedinica »kemijski laboratorij« mogla bi se uključiti u ekonomsku jedinicu »tehnička uprava«, dok bi se ekonomska jedinica »autopark«, ukoliko raspolaže samo s jednim ili s dva vozila, mogla obuhvatiti u ekonomskoj jedinici »uprava«. Također bi se ovisno od broja radnika mogle spojiti i ekonomske jedinice održavanja u jednu, dvije ili tri.

Ekonomske jedinice eksploatacije obuhvatile bi osoblje pogonske posade od dopreme i pripreme ugljena do uklopničara rasklopnog postrojenja. Rukovodilac ekonomske jedinice je vođa smjene. Ekonomska jedinica se zadužuje sa stvarnim troškovima materijala prerade (energetsko gorivo fco skladište, pojna i rashladna voda, analiza goriva i vode), vlastitim potroškom električne energije i osobnim dohocima pogonske posade. Za navedene troškove nije problem izračunati i planske elemente za ostvarenu količinu

proizvodnje pojedine ekonomske jedinice. Uspjeh ekonomske jedinice se iznalazi uspoređivanjem planskih i stvarnih troškova. Homogenost ekonomskih jedinica je uvjet iznad svega i radnici moraju imati čvrsti domicil u svojoj ekonomskoj jedinici, tako da posuđivanje pojedinih radnika ostalim smjenama (ekonomskim jedinicama eksploatacije), kao i ekonomskim jedinicama održavanja za vrijeme godišnjih revizija i remonata pojedinih tehničkih jedinica, treba obračunati onim ekonomskim jedinicama, kojima su bili posuđeni.

Ekonomske jedinice održavanja obuhvatile bi osoblje održavanja u pojedinim radionicama, te bi svaka radionica predstavljala posebnu ekonomsku jedinicu, kojoj bi rukovodilac bio poslovođa odnosne radionice. Plan održavanja (tekućeg i investicionog) pojedinih mjesta troškova pogona, bio bi u isti mah i planski zadatak ekonomskih jedinica održavanja. Vrijednost bi se izračunavala na temelju planske cijene radioničkog sata sa svim elementima cijene. Naručilac usluga tekućeg i investicionog održavanja, a također i radova na rekonstrukcijama bio bi rukovodilac eksploatacije (proizvodnje), čiji je domicil u ekonomskoj jedinici »tehnička uprava«. Rukovodiocu eksploatacije podređeni su svi rukovodioci ekonomskih jedinica eksploatacije (vođe smjena), i oni su prvi zainteresirani, da postrojenja budu u ispravnom stanju radi omogućavanja što ekonomičnije eksploatacije, a time i ostvarenja što većih ušteda.

Ekonomska jedinica »istovar energetskog goriva« bila bi terećena za sve troškove istovara, dok bi joj planski zadatak izražen u vrijednosnom obliku bio zadan u veličinama, koje nije teško postaviti, jer se istovar i do sada tretirao kao posebna djelatnost, pa su njegovi troškovi bili posebno evidentirani.

Ekonomska jedinica »kemijski laboratorij« bi određivala svoje mjesečne planske troškove na temelju izvršenih usluga i analiza, te njihove planske cijene. Broj analize i usluga, koje kemijski laboratorij treba izvršiti u pojedinom obračunskom razdoblju, određivala bi uprava pogona na temelju potreba pogona.

Autopark, kao ekonomska jedinica je u posebnom položaju, s obzirom na karakter i funkciju autoparka u termoelektrani. Planski zadatak autoparka nije teško postaviti, kako u naturalnim, tako i u vrijednosnim veličinama. Međutim, česti je slučaj, da uslijed pomanjkanja potreba ili provođenja štednje u ekonomskim jedinicama, koje koriste usluge autoparka, ovaj ne izvrši planski zadatak u naturalnim veličinama. Troškovi autoparka su fiksnog karaktera (osim goriva i maziva, te otpisa autoguma) pa uslijed neispunjavanja planiranog broja kilometara i t/km, te sati čekanja, ostvarena jedinična cijena će biti veća od planirane, bez krivice osoblja autoparka. Prekoračenje troškova nastupa kao posljedica manjih potreba na uslugama autoparka i uspješno sprovođenje štednje u ostalim ekonomskim jedinicama, pa je time u poduzeću kao cjelini ostvaren pozitivni financijski rezultat. Zbog iznesenih karakteristika autoparka njegovo osoblje bi se premiralo uštedom materijala za preradu (gorivo i mazivo), uštedom na autogumama, te uštedama na ostalim elementima cijene koštanja u slučaju prekoračenja naturalnog plana. U slučajevima neostvarenja planiranog broja km i t/km, te sati čekanja trebala bi se osigurati stimulacija osoblja autoparka u ostatku dohotka poduzeća i to u recipročnom odnosu s neizvršenjem planskog zadatka, i u odnosu na ostvarene uštede usluga autoparka u ostalim ekonomskim jedinicama.

Ekonomske jedinice organizatora proizvodnje (tehnička uprava) i administrativno-upravne ekonomske jedinice osiguravaju svoj prihod (time i planiranu visinu troškova) kroz doprinose svih proizvodnih ekonomskih jedinica.

Razlika između planiranih i ostvarenih troškova predstavlja stimulaciju osoblja navedenih ekonomskih jedinica. Poznato je da se uštede na troškovima tehničke uprave i upravnim troškovima ne mogu ostvarivati u toj mjeri da one budu dovoljno stimulativne. Stimulaciju osoblja navedenih ekonomskih jedinica treba osigurati izdvajanjem iznosa za stimulaciju iz ostatka dohotka poduzeća, a u ovisnosti od ostvarenog sniženja troškova svih ekonomskih jedinica.

A l t e r n a t i v a B. Ova alternativa prihvatljiva je za one termoelektrane, kod kojih služba održavanja nije potpuno odvojena od eksploatacije pogona. To znači, da takve termoelektrane u pojedinim dijelovima postrojenja imaju osim osoblja pogonske posade i osoblja održavanja. Okvirna podjela termoelektrane na ekonomske jedinice bila bi slijedeća:

1. Proizvodne ekonomske jedinice

   A. Ekonomske jedinice eksploatacije
      a) doprema i priprema ugljena
      b) priprema pojne vode (eventualno s crpnom stanicom)
      c) kotlovnica
      d) odvoz pepela i drozge
      e) strojarnica s uređajima za hlađenje
      f) elektrouređaj;

   B. Ekonomske jedinice održavanja
      a) mehanička radionica
      b) elektro-radionica
      c) stolarsko-tesarska radionica
      d) grupa za održavanje zgrada i kruga elektrana;

   C. Ostale proizvodne ekonomske jedinice
      a) istovar energetskog goriva
      b) kemijski laboratorij
      c) autopark.

Ekonomske jedinice organizatora proizvodnje i administrativno-upravne, ostaju iste kao i u alternativi A. Sužavanje, odnosno proširivanje ekonomskih jedinica može se vršiti prema konkretnim organizacionim i ostalim uvjetima svakog pojedinog poduzeća, kao i u alternativi A. Opis rada navedenih ekonomskih jedinica nije potreban, jer se skoro potpuno poklapaju s dosadašnjim mjestima troškova, prema kontnom planu za elektroprivredu.

I u jednom, i u drugom prijedlogu za podjelu termoelektrane na ekonomske jedinice može se formirati

i ekonomska jedinica pod nazivom »zajednički troškovi«. Polazeći od principa da svaki trošak treba pri planiranju i evidentiranju biti obuhvaćen u jednoj od ekonomskih jedinica, pojavljuje se potreba formiranja takove ekonomske jedinice, koja bi služila za evidentiranje i obračunavanje svih onih troškova, koji iz bilo kojih razloga ne mogu biti obuhvaćeni u jednoj od stvarnih ekonomskih jedinica. Naime, ova ekonomska jedinica ne bi imala u svojem sastavu niti jednog radnika. Također bi se u ovoj ekonomskoj jedinici obuhvaćali i obračunavali svi oni troškovi, koji se (do rješenja predloženih promjena ugovaranja troškova sa Zajednicom) obračunavaju sa Zajednicom.

Za obračun uspjeha pojedinih ekonomskih jedinica treba provesti odgovarajuće akomodacije kod evidencije onih troškova, koji su se do sada snimali na mjestu zajedničkih troškova. To je na prvom mjestu amortizacija. Potrebno je da se osnovna sredstva točno razluče po ekonomskim jedinicama, kako bi se i odgovarajuće zaduženje za troškove amortizacije moglo provesti. Veću poteškoću će, međutim, činiti troškovi »otpis sitnog inventara i alata«, te »HTZ sredstava« i to stoga, što se u dosadašnjoj praksi knjiže putem alatnice, odnosno priručnog skladišta na »opću pogonsku režiju«. Postoje dva rješenja za knjiženje navedenih troškova, kako bi bili prilagođeni uvjetima obračuna po ekonomskim jedinicama. Prvo je rješenje manje prihvatljivo u sistemu obračuna po ekonomskim jedinicama, a sastoji se u tome, da se sa ovim troškovima tereti ekonomska jedinica »zajednički troškovi«, pa ih ovdje treba i planirati. Rezultat između planiranih i ostvarenih troškova bi se obračunao s dohotkom poduzeća. Ovo rješenje nije najlogičnije, jer se rezultat ne obračunava u ekonomskoj jedinici, gdje je nastao, pa ekonomske jedinice niti ne snose u cijelosti posljedice svojeg rada. Drugo rješenje je, da se način poslovanja alatom i sitnim inventarom, kao i sredstvima HTZ-e izmijeni u tom smislu, da se navedeni troškovi direktno obuhvate u pojedinim ekonomskim jedinicama.

Svi ostali troškovi poslovanja, kao i osobni dohoci mogu se planirati točno po ekonomskim jedinicama i na taj se način može za svaku ekonomsku jedinicu utvrditi planska cijena koštanja odnosnog dijela postrojenja za planirani volumen proizvodnje. Jasno je, da zbroj planiranih cijena koštanja snage pojedinih ekonomskih jedinica ne može biti veći od planirane cijene koštanja snage cijele termoelektrane u odnosu na Zajednicu. U ovim razmatranjima upotrebljen je izraz »cijena koštanja snage« (koja kategorija sadržava praktično fiksne troškove elektrane) i prema tome varijabilni troškovi ne ulaze, niti se evidentiraju u ekonomskim jedinicama. Varijabilni troškovi proizvodnje električne energije (materijal za preradu) predmet su posebnog premiranja, koje već i danas postoji u poduzećima, jer niti jedna ekonomska jedinica eksploatacije ne obuhvaća cjelokupno osoblje, koje ima utjecaja na troškove materijala za preradu.

Ekonomske jedinice održavanja donekle mijenjaju svoju ulogu u ovoj alternativi i to u tom smislu, da one nisu nosioci troškova održavanja pogona, jer u pogonu postoje ekipe održavanja u pojedinim ekonomskim jedinicama. Ekonomske jedinice održavanja postaju ekonomske jedinice uslužnog karaktera i vrše radove na temelju narudžbe ekonomskih jedinica eksploatacije. Obračun međusobnih usluga i obračun uspjeha, ostaju isti kao i u alternativi A.

Principi planiranja, terećenja stvarnim troškovima i obračuna uspjeha ekonomskih jedinica, kao i stimuliranje osoblja u ostalim proizvodnim ekonomskim jedinicama, ekonomskim jedinicama organizatora proizvodnje, i administrativno-upravnim ekonomskim jedinicama su isti kao u alternativi A.

Obračunati uspjeh ekonomskih jedinica nakon izvršenog obračuna s društvenom zajednicom, pripao bi ekonomskoj jedinici u cijelosti.

Ostatak dohotka poduzeća nakon napajanja fondova poduzeća može se raspodijeliti po pojedinim ekonomskim jedinicama na dva načina: 1. po ostvarenim rezultatima ekonomskih jedinica, tj. da kao osnovica služi ostvareno sniženje troškova ekonomskih jedinica i 2. po ostvarenom sniženju i planiranim osobnim dohocima ekonomskih jedinica, čime se ujedno garantira učešće ekonomske jedinice u ostatku dohotka barem s ukalkuliranim osobnim dohocima.

ZAKLJUČAK

Iznesena razmatranja su samo idejna rješenja za uvođenje i primjenu stimulativnnog nagrađivanja radnika u elektroprivredi s detaljnijom razradom za termoelektrane, dok će njihova primjena zavisiti od konkretnih uvjeta pojedinog poduzeća.

Potrebno je uočiti proizvodnu karakteristiku elektroprivrednih poduzeća, koja se očituje u individualnom radu i u istovremenom zajedničkom koordiniranom radu s ostalim elektroprivrednim poduzećima. Obje djelatnosti elektroprivrednog poduzeća mogu se stimulirati na povećanje produktivnosti rada i na ekonomičnije poslovanje, postojećim načinima stimulativnog nagrađivanja.

Metoda nagrađivanja po jedinici proizvoda može se primijeniti u individualnom radu poduzeća i u zajedničkom radu. Primjena metode nagrađivanja po jedinici proizvoda u individualnom radu poduzeća treba da ostvari pravedniju raspodjelu ostvarene nagrade za spremnost poduzeća, tj. da stimulira na viši stupanj spremnosti, kao izraza za ostvareni učin snage pojedinih dijelova poduzeća. Metoda nagrađivanja po jedinici proizvoda u zajedničkom radu elektroprivrednih poduzeća treba da stimulira povećanje proizvodnje električne energije na mjestima predaje kroz stimuliranje na povećani učin snage, nagrađivanje stupnja spremnosti i kroz stimuliranje na povećanje učina rada, raspodjelom ristorna. Efikasnost primjene stimuliranja na veći učin rada bila bi tek onda postignuta kada bi se učešće u zajedničkom dohotku-ristornu unaprijed definiralo i po isteku obračunskog perioda (mjesečnog ili tromjesečnog) stavljalo na raspolaganje radnim kolektivima.

Stimuliranje na sniženje cijene koštanja je svrsishodno samo u uvjetima obračuna po ekonomskim jedinicama. Obračun po ekonomskim jedinicama i sti-

muliranje na sniženje cijene koštanja, pretpostavlja izvjesne promjene kod ugovaranja troškova sa Zajednicom, tako da svi elementi cijene budu ovisni o utjecaju radnih kolektiva.

Uvođenje obračuna po ekonomskim jedinicama zahtijeva izvjesnu organizacionu i knjigovodstvenu sređenost poduzeća. Ažuran obračun rezultata ekonomskih jedinica kao i rezultata poduzeća je uvjet za uvođenje stimulativnog nagrađivanja radnika.

Obračun po ekonomskim jedinicama unosi u radne kolektive kvalitetno novi odnos radnika prema sredstvima i troškovima kako pojedine jedinice, tako i poduzeća. Članovi ekonomskih jedinica postaju upravljači u pravom smislu riječi i punopravno odlučuju o ekonomici poduzeća.

Literatura

[1] Dušan Puđa: *Nagrađivanje po jedinici mjere i stimuliranje za sniženje cijene koštanja.* Ekonomika preduzeća, 1, 59.

[2] Ing. Ivo Jerman, Josip Gašpert, ing. Ervin Semljak: *Metoda nagrađivanja po jedinici proizvoda.* Zagreb 1958.

[3] Milenko Šoškić: *Obračun po ekonomskim jedinicama.* Knjigovodstvo, 4, 1958.

[4] Dr. Kosta Vasiljević: *Potreba razjašnjenja nekih pojmova* (Ekonomske jedinice — jedinice proizvoda — cijena koštanja). Ekonomika preduzeća 3, 1959.

[5] Dr. Kosta Vasiljević: *Nagrađivanje i stimuliranje u obračunu po ekonomskim jedinicama.* Ekonomika preduzeća 2, 1960.

[6] D. Feöcze: *Privredni račun samoupravnih pogona u elektroenergetskom sistemu.* Zagreb.

[7] D. Feöcze: *Elektroprivreda i novi sistem plaća u industriji.* Elektroprivreda 1, 1959.

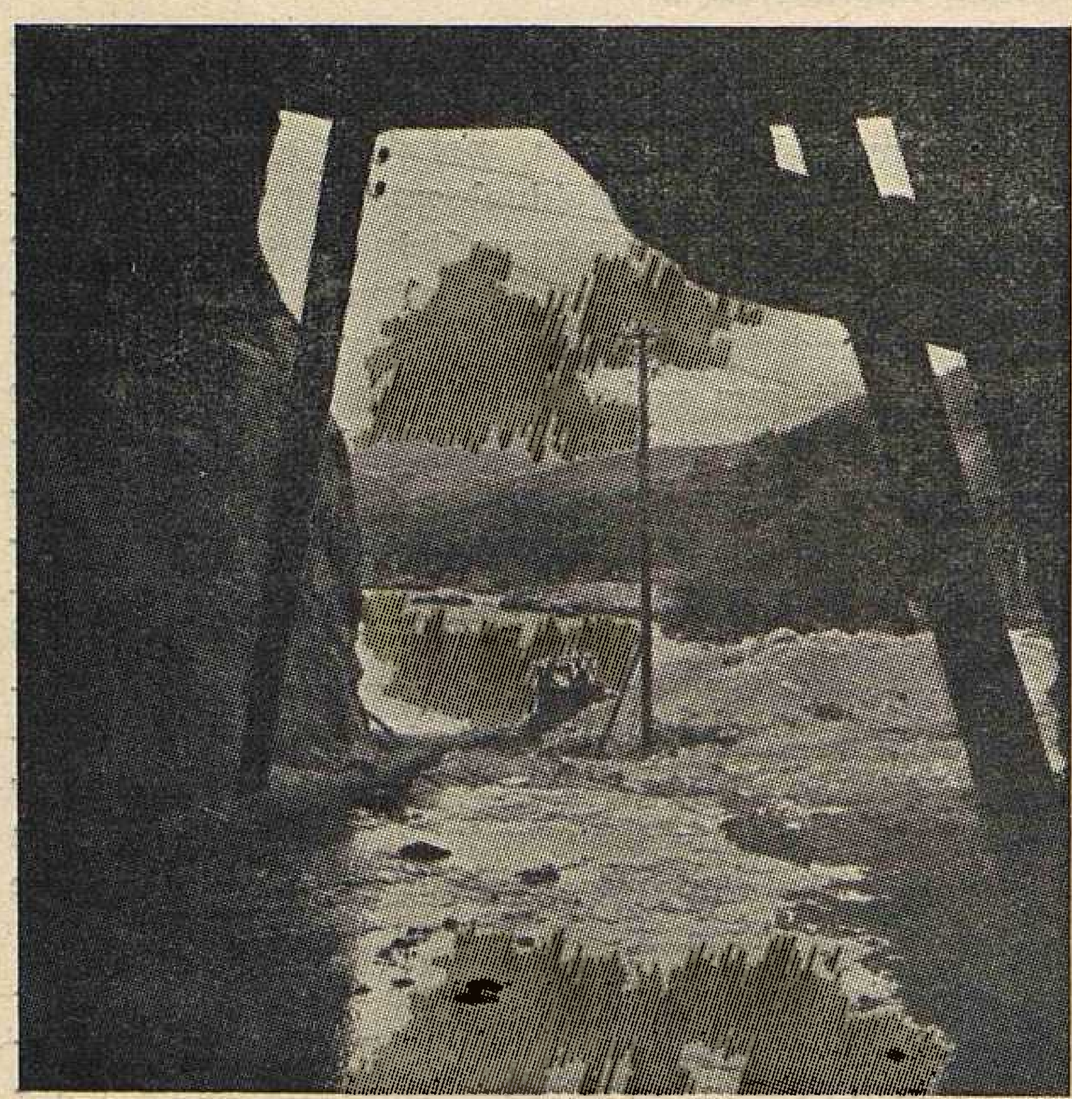
Naslov pisca: Dipl. ec. Zvonimir Milonja, Elektrane Zagreb, Zagreb, Zagorska 1

Hidroelektrana »Dubrovnik«

Ima tome skoro pedeset godina, otkako je u Beču bilo osnovano društvo za iskorištavanje vodnih snaga jedne od najkarakterističnijih kraških ponornica — Trebišnjice.

Slom centralnih vlasti i propast Austro-Ugarske spriječili su daljnje kombinacije bečkih poslovnih krugova i o Trebišnjici se više nije govorilo. Tu i tamo pojavile bi se neke interesantne zamisli, ali o njihovu se oživotvorenju nije ozbiljnije govorilo.

Pristupni tunel strojarnici



Istom nakon oslobođenja u općem programu obnove zemlje pristupilo se ozbiljnoj izradi osnovnih projekata za izgradnju sistema hidrocentrala koje će koristiti snage rijeke Trebišnjice. Taj bi hidroenergetski sistem osim proizvodnje ogromnih količina električne energije omogućio i navodnjavanje velikih površina plodne zemlje, koje su danas veći dio godine neobradive, jer su skoro devet mjeseci u godini pod vodom.

Prema glavnim projektima u prvoj bi etapi izgradnje godišnja proizvodnja električne energije premašila 2 milijarde kilovatsati.

Poduzeće HE Trebišnjica

Rješenjem Saveznog Izvršnog vijeća od 23. XII 1958. osnovano je poduzeće za proizvodnju električne energije HE Trebišnjica — u izgradnji.

Poduzeće ima dva samostalna pogona: HE Grančarevo u Trebinju i HE Dubrovnik u Dubrovniku.

Sjedište poduzeća kome je na čelu generalni direktor imenovan po SIV-u je u Trebinju. Direktore samostalnih pogona postavljaju Republička Izvršna vijeća BiH i NRH.

Rad poduzeća i njegovih organa nadzire poseban odbor u kome su: jedan predstavnik sekretarijata SIV za industriju, po jedan predstavnik NO Dubrovnik i NO Trebinje, te dva predstavnika Jugela.

Rješenjem SIV-a od 9. XII 1960. izvršene su u rješenju o osnivanju poduzeća i pogona neke izmjene.

Kompetencije samostalnih pogona kreću se u okviru republičkih granica tako da su sva gradilišta na području jedne republike pod kompetencijom odnosnog pogona.

Pogon HE Dubrovnik

HE Dubrovnik ima strojarnicu u Platu. To je u neposrednoj blizini tzv. izletišta »Robinzon« između Mlina i Cavtata, kraj izvora »Duboka Ljuta«, gdje je vodovod za Cavtat. Sada se koristi za gradilište.

Do sada su izgrađene prilazne ceste za vodostan i strojarnicu. Polovicom 1960. kolaudiran je pristupni put do vodostana, a u jesen pristupni put do strojarnice.

Izgrađeno je i privremeno radničko naselje, a počelo se i izgradnjom stalnog naselja, koje bi po ugovoru trebalo biti gotovo do sredine 1961.

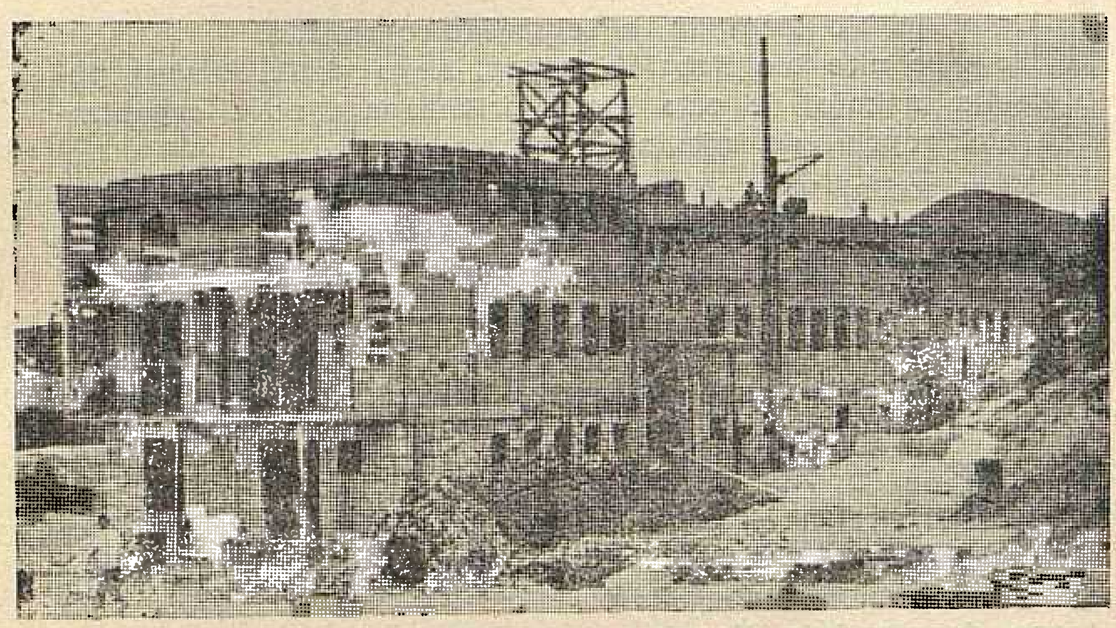
Za oba gradilišta tj. za gradilište »Strojarnica« i za gradilište »Vodostan« izveden je vodovod iz već postojećeg na izvoru »Duboke Ljute«. Vodovod naselja Plat je već kolaudiran, a dovršeno je i stambeno naselje Plat za samce. Do konca godine bile su u gradnji 4 troetažne i 3 prizemne zgrade. Dovršena je i telefonska linija za vezu uprave u Srebrenom s gradilištima.

U gradnji se nalazi dalekovod 35 kV Mlini – Bileća. Taj će dalekovod napajati sva gradilišta u HE Dubrovnik i HE Grančarevo. On je priključen s jedne strane na TS 110/35 kV Bileća, a s druge strane na HE Zavrelje u Mlinima.

(U ovome izvještaju iznosimo samo podatke o gradilištima na području HE Dubrovnik, dok ćemo se na stanje i radove na području HE Grančarevo osvrnuti drugom zgodom).

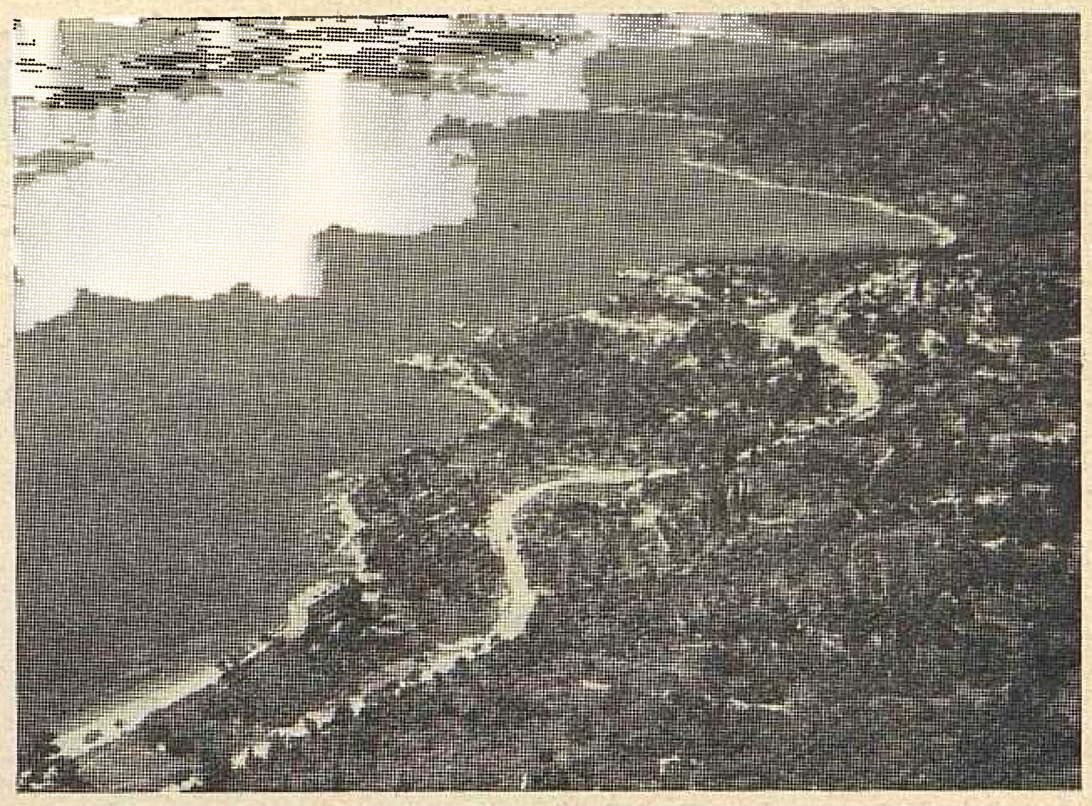
»Tunelogradnja« iz Beograda pristupila je izvedbi glavnih građevnih radova i to na pristupnom dijelu strojarnice, na dovodnom tunelu (dionica Dubrovnik 4 km) i na vodostanu.

Radove u strojarnici izvodi poduzeće »Konstruktor« iz Splita. Na tlačnom cjevovodu izvršeno je smjerno bušenje u tri (od ukupno četiri) cjevovoda. Pristupni tunel iskopan je u dužini od 435 metara. U kolovozu 1960. započelo se i s iskopom na odvodnom tunelu.



Stambena zgrada broj 2. Stanje lipanj 1960.

Radnička naselja i prilaznu cestu strojarnici izvodi poduzeće »Konstruktor« iz Sarajeva. Prilaznu cestu vodostanu izgradilo je poduzeće »Dubac« iz Dubrovnika.



Naselje Plat, opći pogled

S obzirom na velike količine cementa koji je potreban za izgradnju objekta, podignut će se u Gružu silosi za cement, koji će se odvoziti u rinfuznom stanju, što će biti mnogo jeftinije nego u vrećama. U najskorije će se vrijeme pristupiti i rekonstrukciji ceste Dubrovnik – Trebinje te ceste Dubrovnik – Plat, koja je dio Jadranske magistrale.

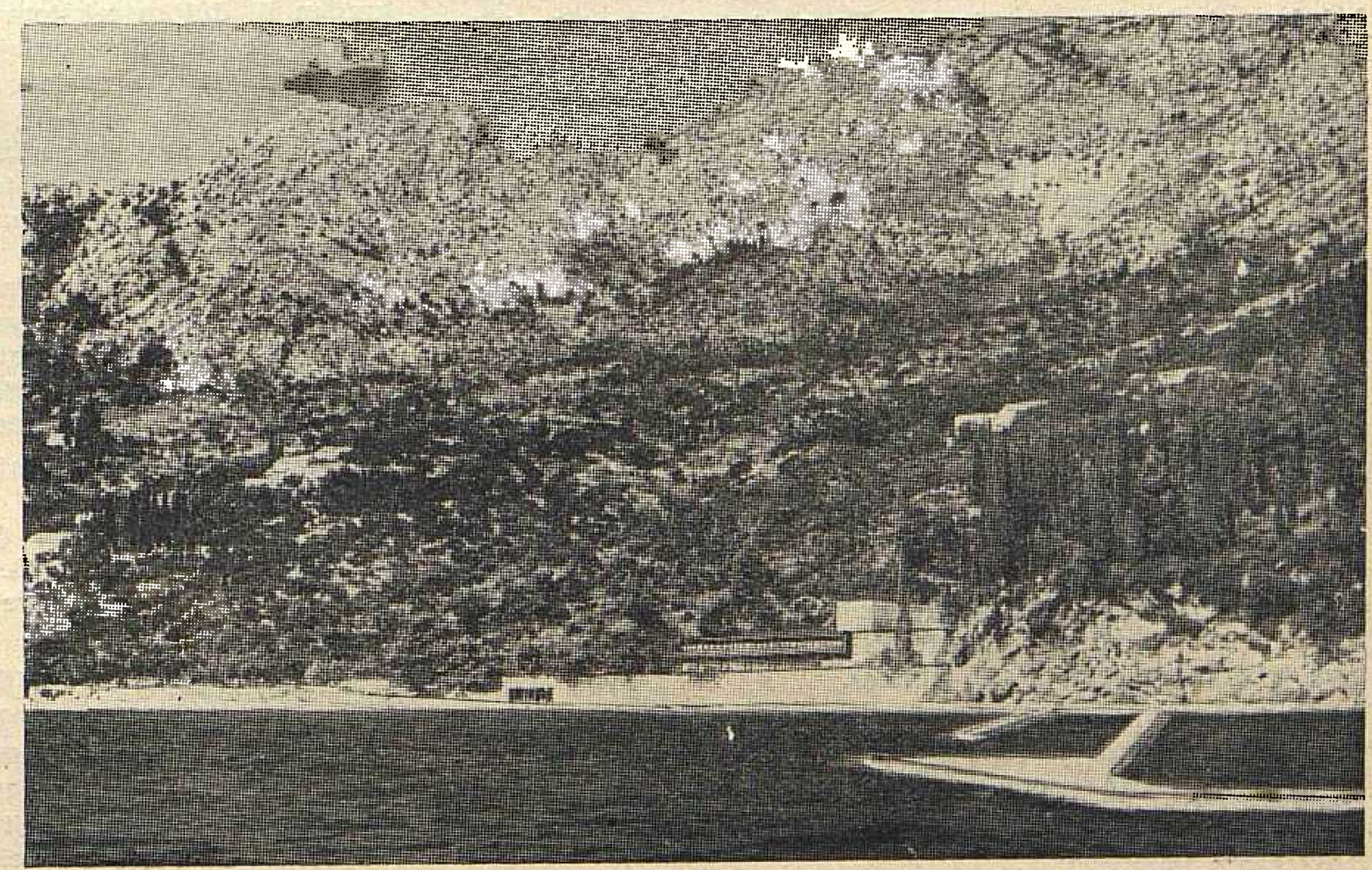
Ove godine započet će i radovi na izgradnji luke i valobrana Plat.

Radništvo na gradilištima, kojeg ima oko 500, hrani se u restoranima na gradilištima. Ti restorani nisu menze u nekadašnjem smislu, već su to stvarno restorani, gdje se mogu jela birati (ima na izbor po 10 raznih jela) uz umjerene i radništvu pristupačne cijene.

Smještaj je udoban. Oženjeni s obitelju mogu stanovati u posebnim kućicama. Predviđene su i stalne nastambe, koje će biti u solidnim zgradama po četiri stana. U stambenom naselju predviđen je »Dom kulture«, ambulanta, restoran i dr. Predviđena izgradnja obuhvatila je objekte za stanovanje i to: 4 troetažne stambene zgrade s ukupno 48 dvosobnih stanova, 6 prizemnih zgrada sa ukupno 12 jednosobnih stanova, komunalnu zgradu (za administraciju naselja, poštu, trgovine), higijensko kupalište i javne nužnike. Sve su ove zgrade uglavnom već dovršene.

Oprema se financira iz američkog zajma DLF (Development Loan Fund). Zaključeni su ugovori za oba pogona, a za generatore i transformatore se još pregovara. Isto je tako u stadiju pregovaranja i hidromehanička oprema za oba pogona.

Ernest Radetić



Strojarnica HE Dubrovnik. Konačni izgled nakon izgradnje (fotomontaža)

Deset godina »Energije«

Skromni počeci i prvi pokušaji

Godinu 1952. smatramo godinom osnutka *Energije*. Te je naime godine list izložio svoj program, dobio svoj stalni stručni redakcioni odbor, utvrdio pravac pisanja i počeo s redovitim izlaženjem — korak se po korak sve više penjući, sve se više usavršujući da konačno postigne današnji renome, renome jednog od najboljih časopisa te struke u zemlji.

Ne možemo međutim tvrditi, da i prije toga nije bilo pokušaja, da se osnuje jedno glasilo, koje bi bilo odraz stremljenja, rada i života radnih kolektiva elektroprivrede. Već je u 1950. dok je još postojala Generalna direkcija za elektroprivredu, izašao u svibnju prvi broj *Biltena Generalne direkcije za elektroprivredu NRH* s uvodnim riječima tadašnjega generalnog direktora Stjepana Šercla »O ulozi Biltena«, gdje se kaže:

»U našoj zemlji postoji nekoliko časopisa iz oblasti elektroprivrede i elektrotehnike, koji uz suradnju izvjesnog broja tehničara i inženjera, obrađuju uglavnom stručna pitanja iz ove široke oblasti nauke i privredne djelatnosti naše zemlje«.

»Unatoč postojanja spomenutih časopisa — kaže Stjepan Šercl — *pokazuje se potreba stvaranja jednog organa, koji će u vidu »Biltena« biti odraz rada i života radnih kolektiva elektroprivrede i njihove svakodnevne borbe za izvršenje planskih zadataka u izgradnji elektrifikacije naše zemlje. Taj organ treba da u vidu »Fabričkih novina« postane mobilizator svih trudbenika elektroprivrede i da bude moćno oruđe svakodnevne agitacije među kolektivima u borbi za plan . . .«*

Kako se iz tih riječi razabire, namjera je izdavača bila da to budu neke vrsti *Fabričke novine* tadanje Generalne direkcije.

Zadatak se je tadašnjeg redakcionog odbora sastojao u tome, da osigura što veći broj suradnika iz redova radnika i službenika kolektiva, koji će organizirano sudjelovati u *Biltenu* svojim dopisima. — *»Članci mora da živo zahvate našu svakodnevnu problematiku na radilištima i u uredima...«* što znači da je list ipak bio zamišljen na nešto širim osnovama, nego obične *Fabričke novine.*

Te su godine izašla u svemu tri broja *Biltena.* S brojem 3–4 kao dvobrojem list je završio svoj kratkotrajni vijek. Bilo je to u eri administrativnog upravljanja privredom i to u njenoj posljednjoj fazi, jer su iste godine ukinute Generalne, a malo zatim i Glavne direkcije. Upravljanje poduzećima predano je u ruke radnih kolektiva.

Iz bivše Glavne direkcije formirana je 20. VII 1952. Uprava elektroenergetskih sistema NR Hrvatske sa zadatkom da do konačnog rješenja elektroprivredne organizacije djeluje kao obračunski i dispečerski centar elektroprivrednih poduzeća, te centar za izgradnju elektroprivrednih postrojenja.

Godine 1952. počinje redovito izlaženje »Biltena«

Institut za elektroprivredu, koji je isprva bio odjeljenje Generalne direkcije elektroprivrede Hrvatske, u tim je previranjima zadržao kontinuitet rada obrađujući u značajnim studijama problematiku elektroprivrede Hrvatske. (U 1952. izdao je 17 vrijednih i zapaženih studija sa preko 800 stranica teksta, 250 slika i 140 tablica).

Među ostalim zadacima preuzeo je 1952. i zadaću da izdaje *Bilten elektroprivrede NRH.*

List je trebao redovito izlaziti svaki mjesec i donositi prikaze energetskih, tehničkih i ekonomskih zbivanja u elektroprivredi Hrvatske.

Formiran je novi redakcioni odbor u koji su ušli:

Ing. Božidar Filipović iz Instituta za elektroprivredu kao glavni urednik;

Alojzije Ščap, iz Tehničkog odjela Elektroprivrednog sistema — za pogonsko-tehničku rubriku;

ing. Zdenko Sakar iz Dispečerskog odjela Elektroprivrednog sistema — za rubriku o zadovoljenju konzuma;

ing. Lovro Radičević iz Ekonomsko-komercijalnog odjela Elektroprivrednog sistema — za ekonomsku rubriku;

ing. Radoslav Planić iz Odjela za elektrifikaciju Elektroprivrednog sistema za rubriku o izgradnji i

ing. Borivoj Baranović iz Instituta za elektroprivredu — za rubriku o institutskom radu.

U godini 1952. izašao je samo jedan broj, koji je sa 52 stranice teksta, 27 tablica i 7 dijagrama obuhvatio cijelu godinu 1952.

Omot je bio štampan, a tekst šapirografiran.

To više nije bio *Fabrički bilten,* nego visokostručna publikacija u kojoj je vrlo lijepo prikazana i nova organizacija elektroprivrede, njezin rad i razvoj.

Ni u godini 1953. nije se izlaženje *Biltena* još pravo uhodalo. U toj je godini i opet izišao samo jedan broj i to deveterobroj (1–9) na 52 strane, od čega 22 stranice teksta i 27 strana statističkih tablica.

Opravdavajući oblik i zakašnjenje Uredništvo izražava nadu, da će uskoro postići i željeni sadržaj i oblik *Biltena* tj. da on bude mjesečna informativna publikacija elektroprivrede.

Ujedno poziva elektroprivredna poduzeća da Institutu redovito dostavljaju statističke podatke, jer da je u tom pogledu do sada bilo znatnih poteškoća. Istodobno poziva i čitaoce, da surađuju člancima i dopisima.

Godine 1954. velik preokret na bolje

Godina 1954. znači zaista velik preokret na bolje. Te je naime godine list počeo redovito izlaziti — još uvijek umnažan šapirografom — pa je tako izašlo tačno 12 brojeva s kraćim ili duljim tekstom i redovitim statističkim podacima.

List se uređuje i izdaje u Institutu, u čiju je izdavačku djelatnost ušao, a naslov mu je *Bilten Elektroprivrednog sistema Hrvatske.*

Već prvi broj te godine ocrtava konture buduće organizacije elektroprivrede i to člankom: »Elektroprivredna poduzeća Hrvatske predlažu osnivanje jedne elektroprivredne zajednice«.

Ta je Zajednica stvarno i osnovana dne 6. IV 1954. i list počevši od broja 4 dobiva naslov *Bilten Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.*

U uvodnom članku objavljen je prikaz osnutka Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i njezina organizacija.

Danom registracije Zajednice prestaje radom Elektroprivredni sistem NRH.

I sadržajno list je iz dana u dan bolji.

Redakcioni odbor ulaže velike napore da se list afirmira, pa su članci u njemu sve kvalitetniji, a izlaženje sve redovitije.

Direktor Zajednice Miloš Damjanić izlaže u broju 6/1954. neke smjernice o svrsi i zadacima *Biltena:*

»Bilten ZEPH je glasilo u kome se kroz članke i statističke analize prati tok događaja u elektroprivredi. On je priručnik drugovima, koji rade u elektroprivredi Hrvatske, tako da se mogu koristiti raznim podacima iz njega: o

kretanju proizvodnje, prijenosa, prodaje i potrošnje električne energije, o toku izgradnje, o zaključcima sjednica Upravnog odbora i ostalih sjednica, koje su od općeg značaja za elektroprivredu . . .«.

»U do sada štampanim brojevima Biltena nije se osjetila suradnja drugova iz poduzeća« – kaže direktor Damjanić – te poziva drugove iz poduzeća da pišu članke o događajima u svom poduzeću, a naročito o onim problemima, za koje su uvjereni, da će pisanje o njima biti od koristi za cijelu Zajednicu.

»Naše energetsko područje je veliko« – nastavlja direktor Damjanić – *»poduzeća su na velikim udaljenostima jedno od drugog – Osijek – Pula – Dubrovnik. Uslijed tako velike udaljenosti većina drugova nije u mogućnosti da se pobliže osobno upozna s poteškoćama ili uspjesima drugog kolektiva, koji s njime čini jednu zajednicu«.*

»Upravni odbor vodi elektroprivrednu politiku na području poduzeća Zajednice. A da bi svoje planove mogao voditi pravilno i što korisnije za svako pojedino poduzeće, on treba imati pregled o najvažnijim problemima svih poduzeća, a to je moguće postići putem Biltena . . .« završava Damjanić.

Izgleda, međutim, da apel direktora Damjanića nije u poduzećima naišao na jači odaziv. Iz poduzeća ima i nadalje vrlo mali broj suradnika. Članci su uglavnom visokostručnog karaktera, a autori su im stručnjaci iz Elektroprojekta, Instituta i Zajednice.

Zato se u broju 11/1954. redakcija ponovno obraća čitateljima posebnim pozivom na suradnju.

»Interes za izdanje Biltena u zadnje je vrijeme znatno porastao u svim elektroprivrednim krugovima« – konstatira se u pozivu i nastavlja:

»Redakcioni odbor obraća se stoga na sve svoje sadanje i buduće suradnike i poziva ih da ga pomoću članaka i dopisa pomognu u nastojanju oko uzdizanja nivoa ove publikacije.«

»Preko članka Biltena« – kaže se u toj poruci redakcije – *»pomažete razvoju naše elektroprivrede, prenašate svoje iskustvo i znanje na drugoga i olakšavate rad upravnim tijelima u elektroprivredi.«*

Iz toga poziva saznajemo, da *Bilten* izlazi u nakladi od 350 primjeraka i da ga dobivaju, osim svih poduzeća u Zajednici elektroprivrede, također i srodna poduzeća i ustanove koje rade za elektroprivredu kao i zainteresirani organi državne uprave.

Listajući sadržaj toga godišta razabiremo da je objavljeno veoma mnogo značajnih članaka iz područja studija, pogonske i ekonomske problematike, elektroprivrede te mnogi prikazi o izgradnji elektroenergetskih objekata.

Časopis te godine još uvijek nema vijesti iz poduzeća, unatoč nastojanjima i uprave Zajednice i redakcije časopisa. U svemu su bile samo dvije vijesti i to o dvjema smrtnim nesrećama od udara električne struje.

List je međutim izlazio redovito i izdao svih 12 brojeva.

U 1955. prvi broj *Biltena* izašao je 12. svibnja, ali je ubrzanim tempom (br. 2–3 izašao je već 20. svibnja) nadoknađen zastoj, tako da je do kraja godine uspjelo izdati svih dvanaest brojeva.

Počevši od br. 7. list dobiva novi štampani omot sa slikama pojedinih elektroprivrednih objekata. Bilten nosi na naslovnoj strani i naglašenu napomenu *»Za internu upotrebu«*. Znači nije još imao ambicija da bude list za široku publiku. Opsegom je broj sve veći, te dosiže 88 strana, od čega 28 strana statističkih podataka.

Tekstovni je sadržaj sve bolji i sve stručniji. Navodimo nekoliko najznačajnijih naslova članaka:

Elektrifikacija Baranje. – Magistrala 110 kV Matulji – Vinodol – Gojak – Zagreb – Konjščina – Varaždin. – Kritično stanje zagrebačke mreže. – Prikaz razvoja elektroprivrede Hrvatske od 1945 – 1955. – Elektroprivreda i privredni razvoj Hrvatske. – Gradnja HE Peruča na Cetini. – Elektrifikacija željeznice kroz Gorski Kotar. – Rekonstrukcija HE Miljacka. – Studija za vod Mostar – HE Kraljevac. – Hidroelektrana Rijeka. – Stečena iskustva investitora izgradnje DV 35 kV Bileća – Dubrovnik. – Razvoj mreže visokog napona u Istri. – Završetak radova na HE *Nikola Tesla*. – Izgradnja dalekovoda 220 kV Jajce – Zagreb. – Prijenos energije iz Bosne u Slavoniju – itd.

U 1956. list se već štampa

Godina 1956. značila je daljnji korak proširenju i usavršavanju lista. Dvobroj 1–2 ima 56 stranica stručnih članaka Redakcioni je odbor donekle izmijenjen. Otvorene su nove rubrike: *Tarifna pitanja* – ing. Ivan Lučev; *Opća problematika* – Ivan Medvedec i Držislav Šutej; *Analiza pogonsko-tehničkog i statističkog materijala* – ing. Ivan Lučev; *Statistika* – Krešimir Lang; Tehnički urednik – ing. Vlado Štengl. Rubriku *Financijsko-komercijalni problemi* preuzimaju Anđelko Marušić i Danijel Feöcze. Glavni urednik je i nadalje ing. Božidar Filipović, koji tu dužnost obavlja od prvog dana; rubriku *Studije i istraživanja* uređuje kao i do sada ing. Borivoj Baranović, *Tehničku i pogonsku problematiku* ing. Alojzije Ščap, a *Izgradnju postrojenja* ing. Radoslav Planić.

S brojem 3 – 1956. nastupa značajna promjena. Hidroelektrana Miljacka – Manojlovac te je godine potpunoma rekonstruirana, tako da je to zapravo bila više izgradnja jedne nove elektrane, nego rekonstrukcija.

Poštarina plaćena u gotovom.

BILTEN

Generalne direkcije za elektroprivredu N.R.H., Zagreb

Broj 1 mjesec V. 1950. God. I.

Stjepan Šerd:

O ulozi „Biltena"

U našoj zemlji postoji nekoliko časopisa iz oblasti elektroprivrede i elektrotehnike koji uz suradnju izvjesnog broja tehničara i inženjera obrađuju uglavnom stručna pitanja iz ove široke oblasti nauke i privredne djelatnosti naše

»Bilten« treba da doprinese organiziranju i razvijanju takmičenja i objavljivanju rezultata takmičenja, da bi takmičenje kao takovo dobili širi zamah i kvalitet.

»Bilten« treba da učešćem širokog kruga

To je ujedno bila i proslava 50. godišnjice te elektrane, koja je prvi put puštena u pogon 1906.

Broj 3 *Biltena* bio je stoga u cijelosti posvećen tome događaju i iznimno štampan, ovaj put bez tablica i bez statističkih podataka.

Tom je prilikom zaključeno, da se od umnožavanja »Gestetnerom« prijeđe na redovito štampanje i da se izdavanje postavi na drugu bazu.

Iz Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske prelazi u Institut drug Ernest Radetić, koji je zadužen da organizira štampanje i redovito izlaženje lista, da mu osigura što jaču financijsku podlogu i proširi broj pretplatnika, čitača i oglašivača, kako bi časopis mogao dostojno reprezentirati elektroprivredu Hrvatske u zemlji i izvan nje.

Zadatak nije bio lagan. Jer slog *Biltena* nije takav, da bi se za nj tiskare otimale. Naklada je bila niska, a sadržaj pun matematskih znakova, formula i tabela. Zagrebačke su tiskare redom otklanjale štampanje, a tako isto i one iz pokrajine na koje smo se obraćali. Konačno je *Grafička škola* u Zagrebu pristala da se na *Biltenu* vježbaju i uče njezini učenici.

I tako je i dobrim sadržajem, lijepim tablicama, pa čak i jednim prilogom u bojama (Energetski tok NRH za 1953) izašao br. 4–5, prvi redoviti štampani broj *Biltena Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.*

Odmah zatim, da se nadoknade zaostaci izlazi i br. 6–7, pa br. 8–9, pa 10 i konačno 11–12.

List dobiva svoju određenu fizionomiju.

Napravljena je velika akcija za stjecanje novih pretplatnika, organizirana je služba povjerenika u poduzećima, utvrđena visina pretplate i cijene oglasa, kartoteka pretplatnika i uredna administracija.

Od 350 primjeraka u koliko se prije toga umnažao šapirografirani *Bilten*, naklada se popela na 1500 komada.

U prvom broju (1—2) glavni je urednik ing. Božidar Filipović, koji je s mnogo upornosti radio na održanju i proširenju lista, ponovno apelirao na suradnju poduzeća.

»Redovita opskrba potrošača električnom energijom traži velika naprezanja radnih kolektiva u proizvodnim, prijenosnim i distributivnim poduzećima. Događaji kojima takva naprezanja obiluju, od interesa su ne samo za poduzeća, u kojima su se odigrali, već i za ostalu elektroprivredu, a često i za same potrošače električne energije.«

»Imajući pred očima važnost razmjene, često čak upornom borbom stečenih iskustava, otvaramo u Biltenu novu rubriku:

Vijesti iz elektroprivrednih poduzeća, *s prvenstvenim ciljem, da se tim putem olakša radniku i namješteniku elektroprivrede, da se upozna sa svakodnevnom problematikom, koju nameće opskrba potrošača električnom energijom«.*

»Redakcija poziva stoga sve drugove iz elektroprivrednih poduzeća na suradnju u novo otvorenoj rubrici i moli ih, da daju prikaze o dnevnim događajima u svom poduzeću, o poteškoćama s kojima se bore i o pomoći, koja bi im bila potrebna i korisna u njihovom radu«.

Water Power

INTERNATIONAL DEVELOPMENT OF HYDRO-ELECTRIC POWER

PRICE 2/6 MARCH 1961

LOWER DRAVA DEVELOPMENT

The lower stretch of the Drava, between Ormož and Botovo, presents favourable conditions for power development, and it is estimated that, if combined with a lateral diversion canal on which would be a series of five installations, it has a potential mean annual output of 1,400 GWh. A canal diverting part of the Drava waters into the Sava is also contemplated as an alternative to this project, and these possibilities are now under consideration. The Drava-Sava scheme would utilise seven installations and could produce about 1,600 GWh per annum. This article discusses both schemes and gives an account of the present phase of the preliminary studies. (A. Stepinac, Zagreb, Elektropejekt. Energija, Zagreb, Vol. 9, No. 5—6, May—June 1960, p. 141, 7 pp., 11 ff.)

Izgleda da je koordinirana akcija uredništva i uprave donijela povoljne rezultate.

Već u broju 7—8 uredništvo javlja:

»U posljednje vrijeme broj se je pretplatnika našega časopisa povećao iznad očekivanja.

Na naš poziv na pretplatu prijavilo se samo iz redova radnika i službenika elektroprivrede u Hrvatskoj njih preko pet stotina, a taj se broj penje svakog dana.

Isto su se tako odazvala skoro sva industrijska i privredna poduzeća, industrijske i lokalne elektrane, razne ustanove te velika većina narodnih odbora.

Iz inozemstva se do sada javilo blizu dvjesta raznih firma i ustanova te redakcija stručnih časopisa . . .«

»Naša je želja — nastavlja ta vijest redakcije — *»da se naši pretplatnici ne ograniče samo na primanje lista i plaćanje pretplate, nego da s nama i aktivno surađuju. Nama treba što više izvornih vijesti iz elektroprivrednih poduzeća, iz naše industrije, iz naših komuna« . . .*

»Elektroprivreda je najuže i najneposrednije povezana sa svom ostalom privredom. Problemi izgradnje i proširenja postrojenja, problemi elektrifikacije zemlje, problemi organizacije, sve su to naši zajednički problemi i mi očekujemo od svojih pretplatnika suradnika, koji su se tako spremno odazvali našem pozivu, da nam daju konstruktivne sugestije i inicijativne prijedloge za rješenje pojedinih pitanja s njihovih područja.«

Iz godišnjeg sadržaja priloženog zadnjem broju (11—12-1956) razabiremo, da je te godine objavljeno:

17 članaka studija, 5 članaka pogonske problematike, 15 članaka o izgradnji, 8 iz ekonomsko-financijske problematike, 14 raznih prikaza, te 13 vijesti iz poduzeća.

U 1957. list dobiva novi naziv »Energija«

Ulazeći u šestu godinu izlaženja *Bilten* upotpunjuje svoj naziv.

Od broja 1—2/1957 puni je naslov časopisa *Energija — Bilten Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.*

Objavljujući tu nadopunu naslova redakcija kaže da je *»časopis sadržajem i problematikom, koju obrađuje, prerastao okvir, koji mu je bio namijenjen prigodom njegova osnivanja.«*

»U elektroprivredi se — kaže se u objavi »Naš Bilten u novom ruhu« — *kao rijetko gdje isprepliću već po njenoj naravi, razni oblici energije: električna energija, termoenergija, hidroenergija, atomska energija, sa njihovim mnogostrukim primjenama . . .«*

»Obrada najsuvremenijih problema s tih područja o energetskim izvorima, o proizvodnji, prijenosu, razdiobi i potrošnji energije, te razmatranja o energetskom i elektroenergetskom gospodarstvu, sve je to tražilo, da se listu dade jedan određeniji i cjelovitiji naziv, nego što je Bilten«.

»Naziv Energija, *koji unosimo u naslov našega časopisa* — poručuje dalje uredništvo — *držimo da je sretno izabran, jer obuhvaća cjelokupnu materiju, koju list u bilo kojem obliku obrađuje«.*

Međutim, kaže redakcija: *»... iako povećani broj suradnika i raznovrsnost gradiva imaju za posljedicu veći broj interesenata i čitatelja i u drugim granama privrede u zemlji i u inozemstvu, list će se — jer je Energija glasilo Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu u Zagrebu — prvenstveno i najintenzivnije baviti osnovnom problematikom elektroprivrede Hrvatske. Obrađivat će studijska i energetska, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja elektroprivrede, te izgradnju novih postrojenja i novih kapaciteta, a pratiti će i život i rad elektroprivrednih poduzeća u Hrvatskoj . . .«*

Time je uglavnom, bio utvrđen i program daljnjega rada lista.

Godine 1958, 1959. i 1960. pokazuju neviđeni zamah

Pojedine rubrike dobivaju svoju ustaljenu formu s člancima visokokvalitetnog sadržaja. Među brojnim studijama odabiru se najaktuelnije. Naročito su zapažene studije iz elektroprivredne ekonomike, te studije o elektrifikaciji pojedinih područja, koje su vrlo savjesno obrađene. Posebna se pažnja posvećuje i toplinskoj energiji. Kako su u tom razdoblju pale i neke značajne godišnjice *Energija* im je posvetila dužnu pažnju. Br. 9/1958 posvećen je u cijelosti dovršenju termoelektrane Konjščina i taj broj izdan u bojama predstavlja pravi almanah elektroprivrednih nastojanja Hrvatske.

Broj 10 iste godine posvećen je 50-godišnjici elektrifikacije grada Zagreba. I on je prava riznica historijskih i stručnih podataka o elektroprivredi Hrvatske, a štampan je u 2500 primjeraka.

Godine 1959. list ostvaruje često ponavljanu želju povezivanja s radnim kolektivima poduzeća. U elektroprivrednim se poduzećima, proizvodnim i distributivnim, osniva služba povjerenika, koji članove radnih kolektiva povezuju s redakcijom, odnosno administracijom lista.

Redakcija uvodi službu reportaže. Jedan član redakcije obilazi poduzeća i na licu mjesta uspostavlja kontakt s predstavnicima kolektiva, uprave, radničkih savjeta i sindikata. Rezultat je čitav niz vrlo iscrpnih reportažnih prikaza o životu i radu elektroprivrednih poduzeća, njihovim poteškoćama i uspjesima, naporima, problemima i planovima, pa su tako obrađena poduzeća: Buje, Pula, Rijeka, Zadar, Šibenik, Split, Dubrovnik, Kraljevac i Osijek, što predstavlja popularan prikaz prvoga reda — o elektroprivredi Hrvatske — tokom zadnjih 10 godina.

Energija postaje sve zanimljiviji i sve traženiji stručni list. Dok se je prvih dana administracija borila za nove pretplatnike, sada novi pretplatnici traže nju. Javljaju se poduzeća i ustanove, strani je časopisi citiraju i traže zamjenu. Pojedina poduzeća, kojima je stalo da se za njih čuje u privrednim, napose elektroprivrednim stručnim krugovima, osiguravaju sebi mjesto za oglas, na određenoj stranici omota ili teksta.

I vanjskom se obliku, grafičkoj opremi i tekstovnom sastavu počinje posvećivati veća pažnja i *Energija* je već davno prestala biti objekt za učenje mladih grafičkih učenika.

Danas, nakon deset godina, *Energija* se ubraja među najbolje stručne časopise te vrste u zemlji i njena se stručna riječ cijeni i uvažava, ponekad kao konačno autoritativno mišljenje.

Za sve to treba odati puno priznanje svima, koji su je, da se tako izrazim, odnjegovali na svojim rukama, upravljali joj prvim koracima i vodili je do današnjeg uspona i uspjeha.

Energija nije još završila svoj životni put. Pred njom su svijetle perspektive, usko povezane s perspektivama razvoja naše zemlje. Ona će biti glasonoša novih koncepcija, inicijator novih programa, vjerno ogledalo svih napora i svih uspjeha radnih kolektiva — historijski dokumenat jednoga od najznačajnijih razdoblja u povijesti naše zemlje.

Ernest Radetić

Jubilarna izložba »Elektroprivreda Jugoslavije«

U Zagrebu je, u Umjetničkom paviljonu, održana od 23. do 31. svibnja, velika jubilarna izložba »Elektroprivreda Jugoslavije« i to u okviru proslave 20-godišnjice ustanka naroda Jugoslavije.

Organizator izložbe u Zagrebu je Jugoslavensko društvo za širenje i unapređenje nauke i tehnike »Nikola Tesla«, Odbor za Hrvatsku. Sama izložba koja je otvorena u Beogradu, a nastavljena u Zagrebu, uređena je uz pomoć i suradnju Zajednice jugoslavenske elektroprivrede te zainteresiranih projektantskih i elektroindustrijskih poduzeća.

Izložba će, prema planu, obići pored Beograda i Zagreba, još 19 gradova u svim našim republikama, a posebno će, u okviru centralne proslave, biti prikazana u Titovom Užicu.

Prostorije Umjetničkog paviljona u Zagrebu, za tu su izložbu kao stvorene, tako da je ona mogla doći do punog izražaja. Posjet je bio vrlo dobar, iako joj možda nije bio dan publicitet, kakav takova izložba zaslužuje.

Električna energija je duboko ušla u privredni i javni život i predstavlja osnovu savremene civilizacije.

Moćne elektrane, mreža visokonaponskih dalekovoda, mnogobrojne transformatorske stanice i razgranata mreža u naseljima predstavljaju složen energetski sistem.

Razvitkom i radom energetskih sistema rukovodi Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, koja nastoji da se osigura sigurna ekonomična proizvodnja i raspodjela električne energije.

Prirodne energetske mogućnosti naše zemlje su vrlo velike i pružaju povoljne uslove za izgradnju novih elektrana.

Ovim nas i sličnim napisima izlagači uvode u samu izložbu, koja je zapravo pregled niza izgradjenih objekata: hidroelektrana i termoelektrana, transformatorskih stanica, vodova visokog, srednjeg i niskog napona, te brojne domaće industrije, koja je u razvoju elektroprivrede Jugoslavije odigrala ogromnu ulogu i zajedno s njome rasla i jačala.

Na mnogobrojnim panoima nižu se karakteristični podaci kao:

Procijenjene rezerve u Jugoslaviji:

vodnih snaga	*65 milijardi kWh*
ugljena	*35 milijardi kWh*
svega	*100 milijardi kWh*

od toga je iskorišteno do konca 1960.

9 milijardi kWh

ili

Zadnjih 10 godina pušteno je u pogon 30 novih hidroelektrana i oko 20 novih termoelektrana

ili

Proizvodnja	*1939. godine: 17 elektrana 1,173 mil. kWh*
	1960. godine: 43 elektrane 8,870 mil. kWh

Zanimljivi su i podaci o potražnji električne energije u industriji i domaćinstvu, o izvozu u druge države itd.

Tako je *industrija* Jugoslavije trošila:

u 1939. godini 635 mil. kWh
u 1951. godini 1,598 mil. kWh
u 1959. godini 6,582 mil. kWh

Potrošak električne energije u *domaćinstvima* bio je:

u 1939. godini 130 mil. kWh
u 1951. godini 259 mil. kWh
u 1955. godini 514 mil. kWh
u 1959. godini 1,348 mil. kWh

Ovakvi kratki i lapidarni podaci govore o razvoju naše zemlje i životnom standardu naših naroda jače, više i dokumentarnije nego sve knjige i rasprave.

Šteta je samo, što nije uz izložbu izdan i kratak vodič u kom bi bili izneseni i svi ovakvi podaci, koji rastreseni po raznim panoima širom prostranih dvorana gube na efektu.

Izložba je, prema općoj ocjeni, vrlo lijepo uspjela. Prvi put je kod nas istaknut značaj i uloga elektroprivrede kao krvotoka suvremene privrede, a posebno moderne industrije, poljoprivrede, saobraćaja itd.

Plastično je prikazana i funkcija Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, kao i republičkih zajednica, u organiziranju proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije na tehnički naprednoj i ekonomski povoljnoj osnovi.

Moderno komponiranim eksponatima i maketama istaknuta je uloga elektroprivrede u izgradnji industrije, modernizaciji komunalnih usluga, zdravstva, kulturnog života, naučno-istraživačkih radova itd.

Kao kuriozitet naše elektroprivrede i možda jedinstven primjer u svijetu istaknuta je na izložbi i izgradnja elektroenergetskih postrojenja u kraškim krajevima, gdje su naročitim uređajima iskorišćeni tokovi i padovi ponornica i rijeka u kraškom planinskom sistemu. Hidrosistem na Cetini (Hidroelektrane Split I i Split II), na Trebišnjici (Hidroelektrana Dubrovnik, koja se gradi), na Lici i Gackoj (Hidroelektrana Senj, koja treba da bude gotova do kraja 1965.) predstavljat će nova i snažna dostignuća naše elektroprivrede, koja će obogatiti našu proizvodnju električne energije milijardama kilovatsati.

Snažan utisak izložbe je i prikaz potencijalnih rezervi naših rijeka, gdje se naročito ističe Drina sa svojim pritocima, na kojoj se planira 20 elektrana sa oko 11 milijardi kilovatsati električne energije. Druga rijeka po svojim mogućnostima je Dunav, gdje je predviđeno da će se podići jedna od najvećih hidroelektrana u Evropi sa 8,5 milijardi kilovatsati. Zatim dolaze Neretva s Trebišnjicom sa oko 7 milijardi kilovatsati, pa Drava, koja je do sada sa svojih 6 elektrana najviše iskorišćena naša rijeka, ali je to tek jedna trećina njenih mogućnosti . . .

Ovu vrlo interesantnu izložbu upotpunjavali su naučno-tehnički filmovi, koji su se projicirali non-stop u posebnoj dvorani, za cijelo vrijeme trajanja izložbe.

Izložbu je bilo zaista vrijedno posjetiti.

Re

Iz Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju

Izvještaj o radu Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske podnesen skupštini Udruženja održanoj dana 14. i 15. II 1961. u Splitu

Nijesu protekle još ni pune tri godine otkako je ovo Udruženje osnovano (7. lipnja 1958. godine u Šibeniku, a Statut je odobrilo Vijeće proizvođača Sabora NR Hrvatske 11. VII 1958), a već se nalazimo pred njegovim ukidanjem. Dana 21. IV 1961. treba da prestane radom, prema odredbi čl. 192 novog Zakona o udruživanju i poslovnoj suradnji u privredi (Sl. list FNR Jbr. 28/60). Ovu je okolnost potrebno istaći odmah na početku izvještaja, jer je ona uslovila nejasnu situaciju u cijeloj elektroprivredi, uključivši tu i distribuciju, budući da ni do danas nije razjašnjeno kakovi će biti ekonomsko-financijski odnosi među elektroprivrednim djelatnostima proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije. Stupanjem na snagu ovog Zakona objavljenog 13. VII 1960. iskrsli problemi u mnogome su angažirali cijelu elektroprivredu, utjecali su i na rad Stručnog udruženja, tim više što odredbama Zakona o elektroprivrednim organizacijama od 15. I 1958. odvajanjem distribucije od proizvodnje i prijenosa, nisu bili sasvim raščišćeni njihovi međusobni ekonomsko-financijski odnosi, a novim Zakonom o udruživanju, koji uslovljava izmjenu odredaba Zakona o elektroprivrednim organizacijama još više ostaje nejasan položaj ovih poduzeća u odnosu na njihovu organizacionu ovisnost i ekonomsko-tehnološku povezanost.

U ovakvoj je situaciji Upravni odbor Stručnog udruženja raspravljao o slijedećim osnovnim pitanjima:

1) Ekonomsko-organizacioni odnosi između Zajednice jugoslavenske elektroprivrede i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, te poduzeća za distribuciju električne energije.

2) Egaliziranje ostvarenih financijskih rezultata između udruženih distributivnih poduzeća.

3) Tehnološki problemi kod postojećih kapaciteta distribucije.

4) Koordinacija s ostalim republičkim Stručnim udruženjima poduzeća za distribuciju električne energije.

5) Nagrađivanje po učinku.

6) Uzdizanje kadrova u suradnji sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Kao što je istaknuto, pitanje ekonomsko-organizacionih odnosa sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede i Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske do danas nije potpuno riješeno. Priznavanje troškova distribucije i formiranje dohotka u distribuciji dirigira Zajednica jugoslavenske elektroprivrede preko republičkih Zajednica elektroprivrednih poduzeća, pa ugovorna ravnopravost između udružene elektroprivrede u Jugelu i Zajednicama i poduzeća za distribuciju električne energije nije mogla ni postojati. Energetski plan i konačni obračun distributivna su poduzeća bila prisiljena prihvatiti onako kako im je dirigiran. Ovo sve zato, što do danas nisu donijeti odgovarajući normativi, odobreni po Saveznom Izvršnom Vijeću, kako u pogledu investicionog uzdržavanja tako i u pogledu ostalih materijalnih troškova, a naročito u pogledu potrebne radne snage.

Dohodak elektroprivrede koji se realizira u distribuciji raspoređuje se u udruženoj elektroprivredi putem ristorna bez prava učešća distribucije. Tako Jugel odobrava distribuciji sredstva za investiciono uzdržavanje po propisanim stopama u odnosu na vrijednost osnovnih sredstava, s proizvoljnim umanjenjem od 15 %, a ostale materijalne troškove sa stopom od 2,5 % na vrijednost osnovnih sredstava, ne obrazlažući ničim zašto je ova metoda prihvaćena i ne tražeći mišljenje distributivnih poduzeća, da li će ona ovim sredstvima biti podmirena.

U pogledu proizvoljnog normativa radne snage Jugel je odbacio korekcioni faktor koji je predložila distribucija, izjednačavajući potrebe radne snage za sva poduzeća, bez obzira na specifične uslove rada (raštrkanost, prirodni elementi, brdovitost, močvarnost, snijeg, vjetar i sl.). Međutim korekcioni faktor za radnu snagu u prijenosnim poduzećima Jugel priznaje.

Za stimulativno nagrađivanje ušteda u gubicima električne energije Jugel određuje distributivnim poduzećima u nekim republikama maksimalne dozvoljene stope, dok za druge republike stope ne postoje. Osim toga kod obračuna ušteda u gubicima električne energije Jugel propisuje prosječnu jugoslavensku cijenu realizacije, uključivši u cijenu direktne potrošače, koji s distribucijom nemaju nikakove veze, ukalkuliravši još i međurepubličku razmjenu. Tako je propisano da se distribuciji plaća za ušteđeni kWh u gubicima 8,77 Din, iako bi taj trebao biti oko 11 Din, koliko ga realiziraju distributivna poduzeća.

U Hrvatskoj je konkretno plan za 1960. prema razradi ZEPH-a iznosio za distribuciju 1,202.670 MWh s realizacijom 14.326,480.000 Din, odnosno prosječna cijena realizacije 11,91 Din. Dakle u Hrvatskoj je distribucija zakinuta za 3,14 Din po ušteđenom kWh u gubicima.

Rješenje ovog pitanja nije donijeto ni do danas uza sve intervencije, jer se kod Jugela ne nailazi na razumijevanje.

Iz ovog naslova ostvarena sredstva ne vraćaju se više distribuciji, već se unose u ukupni dohodak udružene elektroprivrede i dio se u vidu ristorna vraća udruženoj elektroprivredi.

Sada kada se razrađuju novi ekonomski instrumenti po prijedlogu SIV-a, Jugel kao i u svim dosadašnjim pitanjima, raspravlja pitanje tarifa i tarifnog sistema za prodaju električne energije bez učešća predstavnika distribucije, iako je bezbroj puta na to upozoren.

Na II sjednici Upravni je odbor raspravljao o ugovornim elementima postavljenim po Jugel-u za 1960. Po novim postavkama Jugel-a, ukidanjem korekcionog faktora radne snage, distribucija u Hrvatskoj zakinuta je u dohotku za Din 126,135.000. Do ukidanja korekcionog faktora došlo je, prema dopisu Sekretarijata za industriju SIV-a br. 2881 od 20. VI 1960., na prijedlog Jugel-a.

S obzirom na novi Zakon o udruživanju UO je raspravljao i o položaju distribucije te je zaključeno da distribucija treba da se učlani u Republičku komoru, budući da poduzeća djeluju na području više kotara.

Na VI sjednici Upravnog odbora raspravljano je o prijedlogu Jugel-a, u vezi s organizacijom elektroprivrede, te je ustanovljeno da se u tom prijedlogu poduzeća za distribuciju električne energije smatraju odvojenima od ostale elektroprivrede.

I ovdje se je Jugel pokazao nezainteresiran za distribuciju iako ona ima odlučujuću riječ u realizaciji proizvedene električne energije.

Na toj je sjednici razmotreno i pitanje »Normativa troškova poslovanja i dohotka elektroprivrednih organizacija« koje je Jugel donio u studenom 1960., te je ustanovljeno da su i ovi normativi donijeti bez učešća predstavnika poduzeća za distribuciju električne energije.

Na VII sjednici raspravljan je prijedlog Statuta Republičke Zanatsko-komunalne komore i dane su primjedbe, kako da se razmatraju i rješavaju istaknuti problemi poduzeća za distribuciju električne energije, kao specifične djelatnosti udružene u toj komori.

Razmotren je i prijedlog Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske o novoj ekonomsko-organizacionoj formi elektroprivrede i ponovno je data primjedba na izuzimanje distribucije iz ostale elektroprivrede.

Osvrt na rad komisija Udruženja o ekonomsko-organizacionim pitanjima

Komisija za organizaciju, normative, osobne dohotke i unapređenje kadrova u izvještajnom periodu imala je šest sastanaka. Na tim sastancima raspravljani su i razrađeni slijedeći problemi:

a) Normativi radne snage sa razradom prijedloga za cijelu distribuciju Jugoslavije.

b) Normativ za ostale materijalne troškove, na bazi 2,6 % od vrijednosti osnovnih sredstava poduzeća za distribuciju električne energije, a ne 2,5 % kao što je Jugel predložio.

c) Normativ za investiciono uzdržavanje na bazi postotka vrijednosti osnovnih sredstava bez odbitka 15 %.

d) Normativ gubitaka električne energije uz korekciju stimulativnog postotka na ostvareni prosjek za 1959. i 1960., time da se gubici iznad 25 % ne stimuliraju.

U pogledu organizacione forme elektroprivrede komisija je na zahtjev poduzeća razradila iscrpan prijedlog organizacije elektroprivrede s prikazom situacije distributivnih poduzeća u ekonomsko-organizacionoj povezanosti o ostalom elektroprivredom.

Komisija je razradila i teze o unutarnjoj organizaciji u poduzećima za distribuciju električne energije.

Ekonomsko-financijska komisija imala je 4 sastanka na kojima je raspravljala osnovna ekonomsko-organizaciona pitanja s osvrtom na financijske rezultate u poduzećima kad bi došlo do promjene prijedloga Jugel-a u vezi predložene reorganizacije tj. do potpunog izdvajanja distribucije sa prodajom na visokom naponu.

Egaliziranje ostvarenih financijskih rezultata između udruženih distributivnih poduzeća

Kod ovako nesređenih ekonomsko-organizacionih odnosa unutar elektroprivrede i po Jugelu dirigiranog administrativnog rada elektroprivrednih djelatnosti, bez samostalnog stvaranja i mogućnosti trošenja sredstava u poduzećima (izuzevši ostvarena sredstva iz sporednih djelatnosti) moralo je doći do toga da po Jugel-u jednostrano postavljeni ekonomski instrumenti nisu mogli zadovoljiti potrebe poduzeća za distribuciju električne energije.

Zahvaljujući međusobnom razumijevanju naših udruženih distributivnih poduzeća s jedne strane, a nailazeći i na razumijevanje u Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske s druge strane, u izvještajnom periodu uspjeli smo da sporazumno riješimo više pitanja koja bi ekonomsko-financijski bila pogodila pojedina poduzeća.

Tako smo uspjeli da se distributivnim poduzećima priznaju ostvareni troškovi bez podjele na 10 % prosječnih i 90 % individualnih troškova, iako je revizija društvenog knjigovodstva na ovo stavila prigovor ZEPH-u.

Tehnološki problemi u postojećim kapacitetima distribucije

Iako je rad Udruženja uglavnom bio angažiran na ekonomsko-organizacionim problemima, ipak su u granicama mogućnosti razmatrani i tehnološki problemi u vezi postojećih kapaciteta postrojenja distribucije.

U suradnji sa Institutom za elektroprivredu u Zagrebu razrađeni su elaborati:

a) Plan mreže 35 kV NR Hrvatske s osnovnim rješenjima elektrifikacije područja Istre, Gorskog Kotara, sjevernog Zagorja, Međimurja, Dalmacije i Prigorja (uže okolice Zagreba). Plan je već razrađen i predan na upotrebu distributivnim poduzećima.

b) Osvrt na specifično opterećenje i razvoj potrošnje u domaćinstvima grada i sela.

c) Elektrificiranost i struktura potrošača pojedinih područja Hrvatske.

d) Problemi izravnanja dnevnog dijagrama opterećenja. Elaborat se razrađuje i bit će predat na upotrebu svim distributivnim poduzećima.

Na prijedlog Energetske komisije Upravni odbor Udruženja je o trošku Udruženja dao izraditi u Institutu za elektroprivredu elaborat »Zaštita od dodirnih napona u niskonaponskim distributivnim mrežama«. Isto je tako odobreno da se u okviru Udruženja razrade i elaborati:

a) Značenje gubitaka u distributivnim mrežama,

b) Stanje distributivnih mreža u periodu 1960—1961.

Konačna izrada ovih dvaju elaborata je u pitanju zbog likvidacije našeg Udruženja.

Stimulativno nagrađivanje radnika

Zbog specifičnosti poduzeća za distribuciju električne energije s obzirom na njihovu privrednu djelatnost i njihovu ekonomsku ovisnost o Jugelu-u, koji određuje godišnji plan distribuciji kroz postavljene normative čime ih ograničava u slobodnom raspolaganju sredstvima, pristupanje ovom vidu nagrađivanja vrlo je teško uslijed pomanjkanja osnovnih elemenata na kojima bi se razradili principi koji imaju služiti kao baza za postizavanje određenog faktora učina koji se ima nagraditi. Ipak uza sve ove razloge u okviru ovog Stručnog udruženja razrađene su osnovne teze za pristupanje ovom obliku nagrađivanja barem u onim djelatnostima koje se po postignutom učinu mogu stimulirati, odnosno nagraditi.

U daljnjoj razradi ovog pitanja ustanovljeno je po razrađenim elaboratima, da su osnovni elementi u ovakovom nagrađivanju: ustanoviti jedinicu proizvoda i učinak, te samostalnu ekonomsku jedinicu koja ostvaruje učinak. Naravski da je i u ovim elaboratima istaknuto pitanje organizacione strukture poduzeća, raspoloživa sredstva iz kojih bi se moglo vršiti nagrađivanje, ocjena vrijednosti pojedinog učina, a sve to opet gledano u okvirima ekonomsko-organizacionih zadataka u okviru elektroprivrede kao cjeline.

Po razrađenim tezama i elaboratima u okviru ovog Stručnog udruženja u mnogome se je pomoglo rasvijetliti u poduzećima osnovne postavke ovakovog nagrađivanja, i dati metodu razrade po specifičnim uslovima rada, tako da se može danas kazati da sva udružena naša poduzeća već imaju jasne konture za uvođenje ovog sistema.

Uzdizanje kadrova

U cilju postizavanja što kvalitetnijeg i sigurnijeg rada u specifičnoj djelatnosti distributivnih poduzeća, u kojoj uslijed naravi posla predstoji stalna opasnost po život i imovinu, problemu osposobljavanja deficitarnog stručnog kadra pristupilo se je u suradnji sa ZEPH-om.

Ovo prvenstveno zato što su sredstva u distributivnim poduzećima za ovu svrhu prema odredbama po kojima se ona izdvajaju iz dohotka vrlo neznatna, dok su naprotiv u udruženoj elektroprivredi neuporedivo veća. Tako je u ZEPH-u osnovan Centar za obrazovanje kadrova u Zagrebu, dok su predloženi i posebni podcentri u Osijeku, Splitu i Rijeci.

Iako Udruženje likvidira 21. IV 1961. jedinstveni problemi u distribuciji i dalje će ostati, te će ih biti potrebno riješiti u onoj organizaciji ili ustanovi koja će za to biti nadležna i koja će preuzeti osnovna sredstva Stručnog udruženja.

Novi Upravni odbor treba imati u vidu ovu okolnost i nastojati riješiti slijedeće zadatke kao neobično važne za distribuciju:

1) Daljnja razrada sistema nagrađivanja po učinku, uz razradu tipske organizacije poduzeća po ekonomskim jedinicama.

2) Usavršavanje metode obračuna i naplate električne energije.

3) Primjena tarifa električne energije sa prijedlozima tarifnih oblika i propisa Općih dobavnih uvjeta.

4) Uvođenje mehanizacije u administrativno-knjigovodstvenom poslovanju.

5) Osiguranje potrebnih deviznih sredstava.

6) Osiguranje kod DOZ-a

7) Usklađivanje privrednog plana u odnosu na kupnju i prodaju električne energije.

8) Dorada normativa za radnu snagu i gubitke u mreži.

9) Razrada sistema unapređenja kadrova.

10) Tipizacija postrojenja, opreme i materijala.

11) Analiza kvarova na mreži i potrebne mjere za njihovo uspješnije otklanjanje.

12) Primjena Al i Alčel vodiča u mreži.

13) Osvrt na nove proizvode električnih kabela (PVC i GN).

14) Primjena visokofrekventnog uređaja i uređaja UKV u distributivnim mrežama.

15) Mehanizacija i automatizacija pogona i dr.

Vinko Depolo

Poslovna i organizaciona problematika »Elektrodalmacije«

Zanatsko-komunalna komora kotara Split u Splitu održala je svoju godišnju skupštinu 17. ožujka 1961. u Splitu, u prostorijama Društva inženjera i tehničara. Tom prilikom podneseni »Izvještaj za godišnju skupštinu« sadrži, između ostaloga, i prikaz komunalne privrede na području komore (str. 21–28), tako da je u izvještaju iznesena i poslovna problematika poduzeća »Elektrodalmacija« (str. 22–24) kako slijedi:

Elektrodalmacija

Problemi ovoga poduzeća bitno su izmijenjeni posljednjih godina. Dok je ranije postojao problem nabavke električne energije, danas se kao problem javlja mogućnost prodaje energije. Taj problem javlja se zbog toga, što poduzeće ne raspolaže dovoljnim materijalnim sredstvima da bi moglo razviti mrežu snabdijevanja na način, da bi se uspješno plasirale raspoložive snage električne energije i podmirile potrebe potrošača u onim granicama, koje bi bile identične realnim potrebama.

Promatrajući elektrificiranost na području kotara Split u odnosu na broj stanovnika dolazimo do zaključka da je područje kotara elektrificirano sa 63 %. Kada pak imamo u vidu, da je područje grada Splita elektrificirano sa 100 %, onda nam na ostalo područje otpada 51 %.

Elektrificiranost po općinama izgleda ovako:

100 % Split, Vis i Šolta
97 % Brač
70 % Kaštela i Omiš
64 % Hvar
61 % Solin
41 % Sinj
36 % Trogir i
6 do 12 % Muć, Trilj i Vrlika.

Potrebno je naglasiti, da problem nije riješen ni na onom području, gdje je postignuta potpuna ili visoka elektrificiranost, a to iz razloga što se razvodna mreža na tom području nalazi u stanju, koje dovodi u pitanje redovito snabdijevanje energijom. Ovo posebno vrijedi za područje grada Splita, na kojem se području već sada javlja oštar problem mogućnosti snabdijevanja energijom, a da se i ne govori o teškoćama koje nailaze podizanjem novih stambenih naselja i osnivanjem novih privrednih organizacija. Poduzeće nastoji da mnoga otvorena pitanja rješava vlastitim snagama, ali je teško i pomisliti, da će poduzeće do kraja problem moći riješiti vlastitim sredstvima jer ulaganja koja su potrebna daleko nadilaze mogućnosti poduzeća.

Poduzeće raspolaže godišnje sa oko

240 milijuna amortizacije,
40 milijuna ustupljenog doprinosa iz dohotka i
180 milijuna iz dijela povećane cijene električne energije (misli se na 3.– Din po 1 kWh uključena u tarifi od 7.– Din, za domaćinstvo, a koji iznos ide u općinski investicioni fond za elektrifikaciju).

Na kraju potrebno je istaknuti, da je za uspješno rješavanje svih problema vezanih za unapređenje distribucije električne energije potrebno riješiti odnose između elektrodistributivnih poduzeća i Zajednice elektroprivrede. Prema sada postojećim propisima Zajednice elektroprivrede ostaju i dalje, time da će poslovati kao udružena poduzeća za proizvodnju električne energije. Što se pak tiče distributivnih poduzeća određeno je, da se ona, kao komunalne privredne organizacije, imaju učlaniti u Zanatsko-komunalne komore. Međutim i ova poduzeća u mnogočemu ovisna su i dalje o Zajednici elektroprivrede, uslijed čega ne uživaju onu samostalnost u odlučivanju, koja je priznata svim ostalim privrednim organizacijama. Što je pak najteže, ova poduzeća nemaju nikakovu neposrednu ingerenciju na zaključke elektroprivredne Zajednice, već tu ingerenciju mogu da ostvaruju jedino posredstvom svojih sekcija u komorama šireg područja.

Ova komora smatra, da je ovakovo stanje neodrživo i da bi trebalo čim skorije omogućiti distributivnim poduzećima električne energije punu samostalnost u odlučivanju o svim pitanjima, a pogotovo o onima koja zadiru u ekonomsko-financijsko poslovanje poduzeća.

Skupštini su prisustvovali i delegati poduzeća »Elektrodalmacija« (poduzeće je član komore), među kojima je drug ing. Vidović, rukovodilac tehničkog sektora »Elektrodalmacije«, učestvovao u diskusiji osvrnuvši se na povezanost elektroprivrede, nastalu situaciju nakon ukidanja Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije putem koga su distributivna poduzeća rješavala svoje probleme zajedničkim nastupima kod nadležnih foruma. Obzirom na to istakao je potrebu da se i unaprijed nađu oblici zajedničkog rješavanja zajedničkih pitanja među elektrodistributivnim poduzećima osnivanjem poslovnog udruženja ili članstvom u republičkim komorama.

Nakon toga je ing. Vidović govorio o programu gradiva iz koga radnici polažu ispite u Komori za kvalifikaciju i za majstora, pledirajući da se dotični programi usklade sa zahtjevima postojećih propisa, a sami ispiti da budu stroži, jer on smatra, da našoj privredi trebaju sposobni radnici, a ne samo oni koji imaju svjedodžbu, a u radu ne zadovoljavaju svojim stručnim znanjem.

Na skupštini su doneseni, prema najavljenom dnevnom redu, slijedeći akti:

a) Statut Zanatsko-komunalne komore kotara Split;
b) Poslovnik o radu skupštine;
c) Pravilnik o postupku pri izboru i opozivu organa Komore;
d) Pravilnik o organizaciji i radu Suda časti;
e) Pravilnik o naknadama za usluge Komore.

U organe Komore izabrana su dva člana iz kolektiva »Elektrodalmacije« od kojih jedan u Upravni i jedan u Nadzorni odbor Komore.

Antun Alajbeg

Savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE

U Zagrebu je, u prostorijama Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, održano 10. I 1961. savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje, na kome je učestvovalo 11 članova komiteta. Savjetovanje je otvorio sekretar komiteta ing. Edvard Höfler, a učesnike je u ime domaćina pozdravio tehnički direktor ZEP Hrvatske ing. Vinko Horvat.

Nakon toga je na prijedlog sekretara komiteta prihvaćen slijedeći

DNEVNI RED

1) *Zemljospojna zaštita transformatora.* Diskusija o referatu ing. N. Plavšića (ZEP Srbije, Beograd) od lipnja 1960.

2) *Prijedlog jedinstvene zaštite transformatorskih stanica.* Diskusija o referatu ing. V. Hangi-a od prosinca 1960.

3) *Problem vođenja statistike o kvaliteti distantnih releja.* Diskusija o referatu ing. Ž. Zlatara od siječnja 1961.

4) *Dogovor o načinu sakupljanja statističkih podataka za 1960.*

5) *Organizaciona pitanja.* Izbor novog predsjednika i sekretara komiteta, te dopuna članstva.

6) *Smjernice za daljnji rad komiteta.*

Diskusija je vođena o pojedinim točkama, a nakon toga su donešeni zaključci. Ovdje će biti izložene osnovne konstatacije iz diskusije, te navedeni zaključci.

KONSTATACIJE I ZAKLJUČCI

1) Zemljospojna zaštita transformatora

Zemljospojna zaštita u NR Srbiji našla je u međuvremenu još širu primjenu, te je do danas montirana na ukupno 11 transformatora, prije svega u stanicama 110/35 kV. Prijelazom mreže 35 kV na uzemljenje zvjezdišta preko malog otpora (omskog ili induktivnog) ova zaštita još više dobiva na značaju. Njena primjena omogućila je uštedu strujnih transformatora u transformatorskim poljima u svim stanicama 110/35 kV kao i kod interkonekcionih transformatora na strani 220 i 110 kV. Međutim, još ima slučajeva, gdje diferencijalni relej, koji svakako predstavlja tehnički bolja rješenja, ostaje u upotrebi i u novim postrojenjima (pogotovo u elektranama). Prema tome postoje 3 vrste postrojenja: samo s diferencijalnim relejem, s kombiniranom zaštitom i samo sa zaštitom kotla, o čemu odlučuju ekonomski momenti. Struje udešenja već su utvrđene, no definitivni podaci se očekuju od novih mjerenja na analizatoru Instituta »Nikola Tesla«. S time u vezi predstavnici ZEP Srbije saopćuju da su sada u mreži 110 kV svi transformatori uzemljeni, jer još ne postoji bojazan, da bi struja zemljospoja bila prevelika.

Zaključci

a) Konstatira se da je diferencijalna zaštita s teoretske strane potpunija i pouzdanija, ali je primjena zaštite kućišta (tzv. zemljospojna zaštita) opravdana, gdje za to postoje ekonomski razlozi i tehnički preduvjeti.

b) ZEP Srbije će pripremiti »Tehničke preporuke« za primjenu zemljospojne zaštite, te taj prijedlog (u 20 primjeraka) dostaviti sekretarijatu zbog davanja mišljenja članova komiteta. Prijedlog će biti dostavljen početkom veljače o. g.

c) Preporuča se primjena zemljospojne zaštite kao rezervne odnosno dopunske zaštite kod svih novih postrojenja zajedno s bloktransformatorima u mreži 110 kV s kruto uzemljenim zvjezdištem. Sekretarijat preuzima obavezu da će o ovoj preporuci obavijestiti sve zainteresirane organe elektroprivrede.

2) Prijedlog jedinstvene zaštite transformatorskih stanica

U uvodnoj diskusiji doc. ing. Golubović izvještava o novom sistemu gašenja transformatora komprimiranim dušikom, što bi trebalo spomenuti u predloženom referatu. Zatim je pregledan tekst referata i utvrđene primjedbe pojedinih diskutanata.

Zaključci

a) Tekst pod t. 2. 143 »Protupožarna zaštita« će se upotpuniti novim sistemom gašenja pomoću komprimiranog dušika (vidi časopis »Elektroprivreda« 1960. br. 7–8, str. 411).

b) Usvaja se predloženi referat time da će se dopuniti modifikacijama prihvaćenim tokom diskusije.

c) Poželjno je, da se vodi evidencija o kvarovima na transformatorima. Ovo pitanje će se obraditi u posebnom referatu koji će obuhvatiti evidenciju kvarova na generatorima i transformatorima.

3) Problem vođenja statistike o kvaliteti distantnih releja

Predstavnik ZEP Srbije ing. Golubović podijelio je prisutnima uzorak tablice, sastavljene po novim uputama *CIGRE* za statistiku rada zaštite mreže i ponovnog ukapčanja. Diskusija je pokazala, da je ispunjavanje tablica za evidenciju rada zaštite mreže u nekim točkama otežano zbog nejasnoća u formulacijama odnosno definicijama. Tablica za evidenciju ponovnog ukapčanja nije uzeta u razmatranje, jer će biti predmet posebne rasprave na jednom od idućih sastanaka.

Zaključci

a) Sekretarijat će kod svih elektroprivrednih organizacija koje vode evidenciju o radu zaštitnih releja u mrežama napona 110 i 220 kV zatražiti dokumentaciju o dosadašnjem načinu sakupljanja statističkih podataka. Ova će se zatim dostaviti referentu ing. Zlataru na upotrebu.

b) Referent ing. Zlatar će izraditi prijedlog nove tablice s komentarom do 15. III 1961.

4) Dogovor o sakupljanju statističkih podataka

S obzirom na nejasnoće u vezi uvođenja nove statistike o radu zaštitnih releja u mrežama 110 i 220 kV, ova za statistiku za 1960. još ne dolazi u obzir.

Zaključci

a) Statistika o kvalitetu rada distantnih releja u mreži 110 kV FNRJ za 1960. sastavit će se po metodi, koja je bila korištena za 1959.

b) Statističke podatke sakupljene u smislu zaključaka pod a) trebala bi sva tangirana poduzeća, odnosno organizacije, dostaviti sekretarijatu Studijskog komiteta do kraja veljače. Sekretarijat će pravovremeno uputiti odnosno obavještenje.

5) Organizaciona pitanja

Raspravi o ovoj točki dnevnog reda prisustvovao je generalni sekretar Jugoslavenskog nacionalnog komiteta *CIGRE* drug ing. Herman Mattes. Sekretar komiteta izvijestio je prisutne, da je prošlo već više od godinu dana otkako je komitet bez predsjednika i da je sadašnji sekretar na dužnosti već više od 3 godine. Prema poslovniku komiteta pred-

sjednik i sekretar mogu biti zamijenjeni poslije 2 godine od dana izbora pa prema tome postoji mogućnost novog izbora, za što je prisutan dovoljan broj članova (11 od 16 registriranih odn. oko 70 %). Na prijedlog člana komiteta ing. Željka Zlatara jednoglasno su bili izabrani za predsjednika dosadašnji sekretar ing. Edvard Höfler, a za novog sekretara dr ing. Anton Ogorelec. S obzirom na ovaj izbor sjedište sekretarijata, odnosno njegov naslov, bit će od sada u *Ljubljani, Rimska cesta 23 (TELA)*. Izabrani predsjednik, zahvaljujući na povjerenju obećao je podršku novom sekretaru kako sa svoje strane, tako i sa strane *Instituta za elektriško gospodarstvo* u Ljubljani, pa će uspješan rad sekretarijata biti i nadalje osiguran. Novi izbor mora još potvrditi Upravni odbor Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE.

U vezi revizije i dopune članstva komiteta zaključeno je:

a) da se u članstvo komiteta uključi ing. Velimir Hangi kao delegat ZEP Hrvatske umjesto odsutnog ing. Vešligaja;

b) da se pozove »Energoinvest« da delegira drugog člana u komitet, ukoliko sadašnji član ing. Kornicer neće moći i nadalje surađivati.

c) da se pozovu Eles, Ljubljana, ZEP BiH, Sarajevo i »Elektrojug«, Skopje, da delegiraju svog stručnjaka po liniji zaštite u komitet, kako bi ovaj imao neposredni kontakt sa svim organizacijama koje su zainteresirane za pitanja relejne i prenaponske zaštite.

d) da se pozove Jugel, Beograd, da imenuje člana u ovaj komitet, jer je ova problematika od značenja za čitavu elektroprivredu FNRJ.

6) Smjernice za daljnji rad komiteta

U vezi smjernica za dalji rad komiteta zaključeno je, da će se, osim već prije navedenih zadataka, u okviru komiteta obraditi još slijedeća pitanja:

a) Evidencija o kvalitetu rada uređaja za ponovno ukapčanje

To zaduženje o ovom pitanju preuzeo je član komiteta ing. Vojislav Narančić već na sastanku komiteta dne 22. III 1960. u Beogradu. Prijedlog će biti izrađen do 15. V 1961.

b) Evidencija o kvalitetu rada zaštitnih releja generatora i transformatora

Ovo vrijedi za sva veća postrojenja koja su priključena neposredno na mrežu 110 ili 220 kV. Prijedlog će razraditi član komiteta ing. Albin Kurnik, u istom roku kao pod a). Podaci za izradu statistike potražit će se kod republičkih elektroprivrednih zajednica.

c) Prijedlog jedinstvene zaštite generatora i bloka generator-transformator

Ovaj prijedlog izradit će član komiteta dipl. tehn. Antun Šaler do kraja travnja o. g.

d) Problematika relejne i prenaponske zaštite u mreži 220 kV

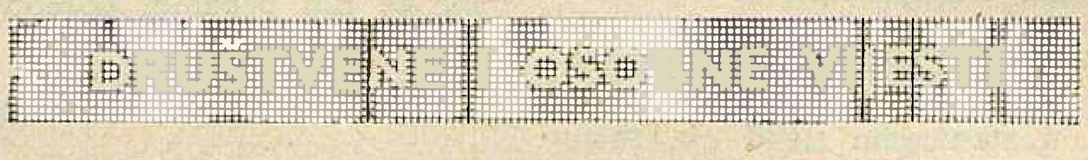
Referat kao podlogu za diskusiju na slijedećem sastanku komiteta pripremit će ing. Edvard Höfler.

e) Ponovno ukapčanje velikih elektromotora

Problem obrađuje dr ing. Jurković, te će o tome pripremiti izvješaj do 15. V 1961.

Na kraju je zaključeno, da se naredni sastanak Studijskog komiteta održi u drugoj polovini lipnja 1961. u Ljubljani.

V. Hangi



Trideset godina u elektroprivredi

Jubilarac Anđelko Marušić

Kada je prvi hrvatski prisjednik općine u Omišu, rudarski poduzetnik Danijel Marušić, oko 1908., predložio da se iskoriste slapovi Gubavice za proizvodnju električne energije i sklopio ugovor sa »Sufidom«, osiguravši Omišu besplatnih 1 000 kW, nije ni slutio da će jedan od njegovih sinova sav svoj život provesti u službi te iste tajanstvene snage, koja je preporodila njegov rodni kraj, njegov uži zavičaj, a preporađa – svi smo mi svjedoci – i čitavu našu zemlju.

Anđelko Marušić, sin Danijelov, u službi je elektroprivrede ravno trideset godina. Od 1. srpnja 1931. neprekidno do danas.

Njegov život u elektroprivredi tipičan je primjer našeg čovjeka, upornog, radišnog i izdržljivog, koji ne teži za nekim visokim položajima, koji ne mijenja namještenja često seleći iz poduzeća u poduzeće, iz jedne struke u drugu, uvijek u lovu za boljim materijalnim uvjetima, – nego postojano vrši svoju dužnost u struci, koju je odabrao, koju je zavolio i kojoj se posvetio, bez obzira na prilike i neprilike oko sebe, pa i na udarce, koji su ponekad neminovni.

Anđelko Marušić – naš jubilarac – rodio se 11. siječnja 1911. u Omišu. Već je zarana bio prisiljen da sam zarađuje kruh, pa se tako zaposlio u tupinolomu »Garma« u Omišu. Godine 1929. došao je u Split i dobio namještenje u Okružnom uredu za osiguranje radnika. Od najmlađih dana bavio se sportom i igrao u nogometnom klubu »Komita« u Omišu. Njegove su sportske kvalitete ubrzo zapažene, pa ga je u Split zapravo doveo i tamo zaposlio nogometni klub »Hajduk«, s kojim je potkraj 1930. krenuo na 5-mjesečnu turneju po Južnoj Americi, gdje je »Hajduk« odigrao čitav niz uspješnih utakmica i bio među našim iseljenicima dočekan s velikim oduševljenjem.

Po povratku iz Južne Amerike Marušić se 1. VII 1931. zaposluje u Električnom poduzeću u Splitu. U tom je poduzeću, kome je tada bio na čelu naš poznati elektroprivredni stručnjak ing. Jerko Jerić, Marušić radio na svim radnim

mjestima: na očitanju brojila, obračunu potroška električne energije, na likvidaturi, na obračunu plaća, u skladištu materijala, u materijalnom knjigovodstvu, u financijskom knjigovodstvu, od saldakontiste do knjigovođe i knjigovođe-bilanciste. Prošavši rad u elektroprivredi u svim njegovim fazama, stekao je dragocjeno znanje i iskustvo, koje mu je odlično poslužilo, kada je 1. II 1959. bio pozvan u Zagreb, da preuzme dužnost komercijalnog direktora tadanje Generalne direkcije elektroprivrede.

U svim daljnjim fazama razvoja elektroprivrede Marušić je kao iskusan stručnjak-praktičar zauzimao vidne i važne položaje, gdje je njegovo znanje i bogato iskustvo moglo doći do izražaja. Danas se nalazi na dužnosti pomoćnika direktora ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Zagrebu.

Anđelko Marušić nije samo elektroprivredni stručnjak. On je rodoljub, on je borac, on je istaknuti sportski radnik, a što treba naročito na svakom koraku istaknuti — Anđelko Marušić je u prvom redu i u svakoj prilici č o v j e k u svoj punini te velike riječi.

Kao činovnik Električnog poduzeća u Splitu on je od prvoga dana član napredne organizacije SBOTIĆ — Saveza bankovnih osiguravajućih, trgovačkih i industrijskih činovnika.

Za vrijeme talijanske okupacije Splita on je i milom i silom kao proslavljeni nogometaš, pozivan da nastupi u novoformiranom klubu FC Spalato, što je on najenergičnije odbijao, te 1943. odlazi s velikom većinom igrača Hajduka u partizane. U narodnooslobodilačkoj vojsci vrši funkcije intendanta mosorskog odreda i intendanta srednjedalmatinskog partizanskog odreda. Prvoga maja 1944., kada je na oslobođenom Visu ponovno formiran klub »Hajduk NOVJ«, Marušić je u njemu, ali više ne nastupa na zelenom polju, jer je nedugo prije toga u šestoj ofenzivi, bio teško ranjen u desnu nogu.

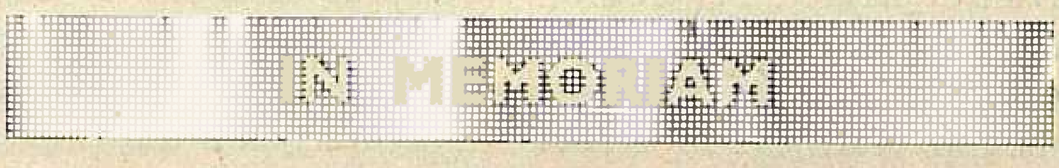
Kao istaknuti nogometaš sudjelovao je u reprezentaciji Jugoslavije 6 punih godina, od 1930 — 1935, kao reprezentativni half. A i kasnije kao odličan igrač, imao je prilike da obiđe najveće centre Evrope i Južne Amerike.

Svoje interesantne utiske objavio je Marušić u knjizi *Moje sportske uspomene*, koja je zbog svoje neposrednosti i iskrenosti naišla na vrlo topao prijem naše sportske javnosti.

Kao elektroprivredni stručnjak Anđelko Marušić javio se u više navrata i u našem časopisu svojim vrijednim i solidnim člancima o elektroprivrednim financijskim problemima.

Vrijednom drugu, istaknutom stručnjaku i zaslužnom javnom radniku naša redakcija čestita jubilarnu t r i d e s e t u godinu u elektroprivredi, u uvjerenju da će joj istim elanom, istom požrtvovnošću i ljubavlju služiti još dugi niz godina.

Redakcija *»Energije«*



Koloman Jurdik

U Općoj bolnici u Puli umro je 26. svibnja dugogodišnji tehnički rukovodilac poduzeća »Elektroistra«, viši pogonski tehničar, drug Koloman J u r d i k.

Prije 2 godine bila mu je djelomično paralizirana desna strana, tako da je teško radio desnom rukom i teško govorio. Čim mu se stanje malo poboljšalo nastavio je radom, ne htijući ni čuti o penziji, jer je smatrao da bi mu prestanak rada značio kraj. Jaka volja za životom i neiscrpiva radna energija, pomogli su mu da istraje na radnom mjestu do kraja. Napadu angine pectoris nije mogao odoljeti i tri dana iza napada, umro je.

Rođen 1899. u Rožnjavi u Slovačkoj došao je još prije drugog svjetskog rata u Hrvatsku, gdje je radio u Državnom električnom poduzeću u Zagrebu. U Istru je došao nakon oslobođenja, godine 1947. Kao iskusan i praktičan stručnjak dao se je pun zanosa na posao oko obnove elektroprivrede Istre. Nema mjesta u Istri, gdje on nije sudjelovao na obnovi, osposobljenju postrojenja ili proširenju elektrifikacije.

Kada su poduzeća predana na upravljanje radnim kolektivima i organizirani radnički savjeti, Koloman Jurdik bio je izabran prvim predsjednikom radničkog savjeta poduzeća »Elektroistra«.

Prigodom desetgodišnjice radničkog upravljanja radni mu je kolektiv »Elektroistre« odao puno i zasluženo priznanje i nagradu.

Prerana smrt prekinula mu je nit života u času kad je još mogao da svojim znanjem i bogatim stručnim iskustvom koristi elektroprivredi Istre.

Liječnici i osoblje Opće bolnice u Puli uložili su mnogo truda da mu olakšaju zadnje časove.

Kolektiv »Elektroistre«, kao i kolektivi brojnih drugih poduzeća u Puli, te mnogi znanci i prijatelji, koje je stekao tokom svog skoro petnaestogodišnjeg boravka u Istri, ispratili su ga u velikom broju na zadnji počinak.

Njegovoj porodici kao i kolektivu »Elektroistre« naše iskreno saučešće.

Redakcija »Energije«

STUDIJSKI, LABORATORIJSKI I MJERNI RADOVI INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU U GODINI 1960.

Rad Instituta za elektroprivredu u Zagrebu u 1960. odvijao se u skladu s osnovnim zadacima Instituta, a to su: naučna i eksperimentalna obrada problema elektroenergetike, toplinskog gospodarstva, elektrotehničke i toplinske opreme te ispitivanja u energetskim pogonima. Ova široka djelatnost obuhvaća niz užih specijalističkih područja za koja Institut uglavnom pronalazi buduća rješenja tehničke i ekonomske naravi, a u pojedinim slučajevima predlaže i neposredne mjere koje treba poduzeti.

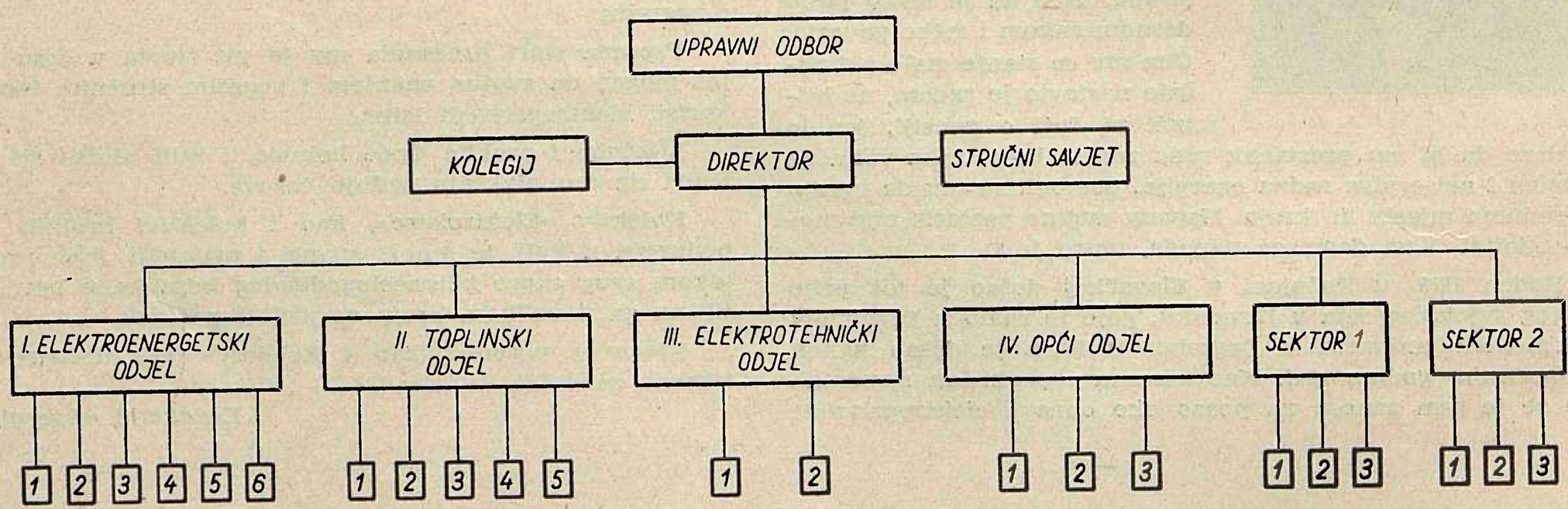
Na polju elektroenergetike u Institutu se prvenstveno rješavaju elektroprivredni zadaci među kojima su najvažniji studij elektroenergetskih sistema, energetskih osnova termoelektrana, hidroelektrana i nuklearnih elektrana, studij mreža visokog napona i razvodnih mreža, te proučavanje privrednih problema i statistike. Zadaci se nameću iz žive elektroprivredne problematike izrazito naglog razvoja jugoslavenske energetike, pa u mnogim slučajevima treba razvijati originalne metode obrade i pronalaziti ispravan pristup suštini zadatka.

Na polju toplinskog gospodarstva Institut u prvom redu rješava probleme toplinskog gospodarenja, racionalizacije topline, toplinskih procesa, termoenergetskog bilanciranja, obavlja toplinska mjerenja u pogonima, razvija tehniku toplinskih mjerenja i vrši ispitivanja u laboratoriju. Gotovo svi radni zadaci proizlaze iz neposrednih ili predstojećih potreba jugoslavenske termoenergetike koje katkada zahtijevaju smjela rješenja različita od poznatih klasičnih.

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 itd. 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, mjerenja u institutskim laboratorijima i rad na razvoju uređaja zaokružuju djelatnost Instituta i predstavljaju svakodnevnu vezu između energetskih postrojenja na terenu, proizvođača, potrošača, državnih inspekcija i naučnih ustanova s jedne strane i Instituta s druge. Ovo djelovanje obuhvaća niz raznovrsnih radova od primopredajnih ispitivanja energetskih postrojenja do laboratorijskih atestiranja naprava, instrumenata, materijala i razvoja specijalnih uređaja.

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 Jugoslavije, te od raznih državnih i društvenih ustanova. Pri tom se primjenjuju dva načina ugovaranja. Prvi je u obliku dugoročnih okvirnih ugovora (pretežno petogodišnjih), gdje se Institut obavezuje da će stanovitu oblast problema obraditi u nizu studija koje se vremenski i tematski nadovezuju jedna uz drugu. Unutar tog ugo-



Sl. 1. Organizaciona shema Instituta za elektroprivredu u Zagrebu

I ELEKTROTEHNIČKI ODJEL: *1* – Grupa za studij energetskih sistema, *2* – Grupa za studij energetskih osnova hidroelektrana, *3* – Grupa za studij mreža visokog napona, *4* – Grupa za studij razvodnih mreža, *5* – Grupa za studij privrednih problema i statistiku, *6* – Grupa za studij energetskih osnova termoelektrana i nuklearnih elektrana; II TOPLINSKI ODJEL: *1* – Grupa za toplinsko gospodarstvo, potrošnju i racionalizaciju topline, *2* – Grupa za termoenergetske bilance i toplinske procese, *3* – Grupa za mjerenja u pogonima, *4* – Grupa za unapređenje toplinske opreme, *5* – Laboratorij za toplinska mjerenja; III ELEKTROTEHNIČKI ODJEL: *1* – Laboratorij za jaku struju i tehniku visokog napona, *2* – Laboratorij za elektroniku i telekomunikacije; IV OPĆI ODJEL: *1* – Organizaciono-kadrovski odsjek, *2* – Komercijalni odsjek, *3* – Računovodstvo; Sektor 1 za naučno-tehničku suradnju, izdavačku djelatnost i dokumentaciju: *1* – Redakcije publikacija, *2* – Dokumentacija i knjižnica, *3* – Tehnika za umnažanje; Sektor 2: Laboratorij za prototipsku obradu: *1* – Bravarija i limarija, *2* – Elektromehanička radionica, *3* – Strojna obrada

vornog perioda na taj način nastaju »stalne teme«, koje pružaju kompleksno i uvijek najnovije rješenje načelnih ili specijaliziranih problema. Time se postiže optimum korisnosti studijskih istraživanja. Petogodišnje ugovore u tom smislu Institut ima sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede, a teme se uglavnom odnose na razvoj u budućnosti.

Drugi način ugovaranja poslova klasičnog je tipa, a odnosi se na konkretan studijski zadatak, na mjerno ili laboratorijsko ispitivanje ili na razvoj nekog uređaja. Naručitelji takvih radova vrlo su različiti po svom karakteru, od tvornica, brodogradilišta i rudnika pa sve do manjih radionica. Djelomični uvid u strukturu usluga Instituta može se steći tablicom 1 koja procentualnim udjelom bruto-prihoda od pojedinih naručitelja u godini 1960. pokazuje koliki je dio poslova Institut obavio za privredne organizacije i ustanove.

Tablica 1

Udio pojedinih organizacija i ustanova u bruto-produktu Instituta 1960.

	%
Privredne i industrijske organizacije	38
Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske	32
Zajednica jugoslavenske elektroprivrede	10
Političko-teritorijalne jedinice	10
Sekretarijat za industriju SIV	4
Savezna komisija za nuklearnu energiju	3
JNA i JRM	8

Unutrašnja organizacija prilagođena je opisanim djelatnostima Instituta. Obzirom na stručne specifičnosti Institut je razdijeljen na tri stručna odjela, elektroenergetski, toplinski i elektrotehnički, koji ujedinjavaju niz specijaliziranih grupa.

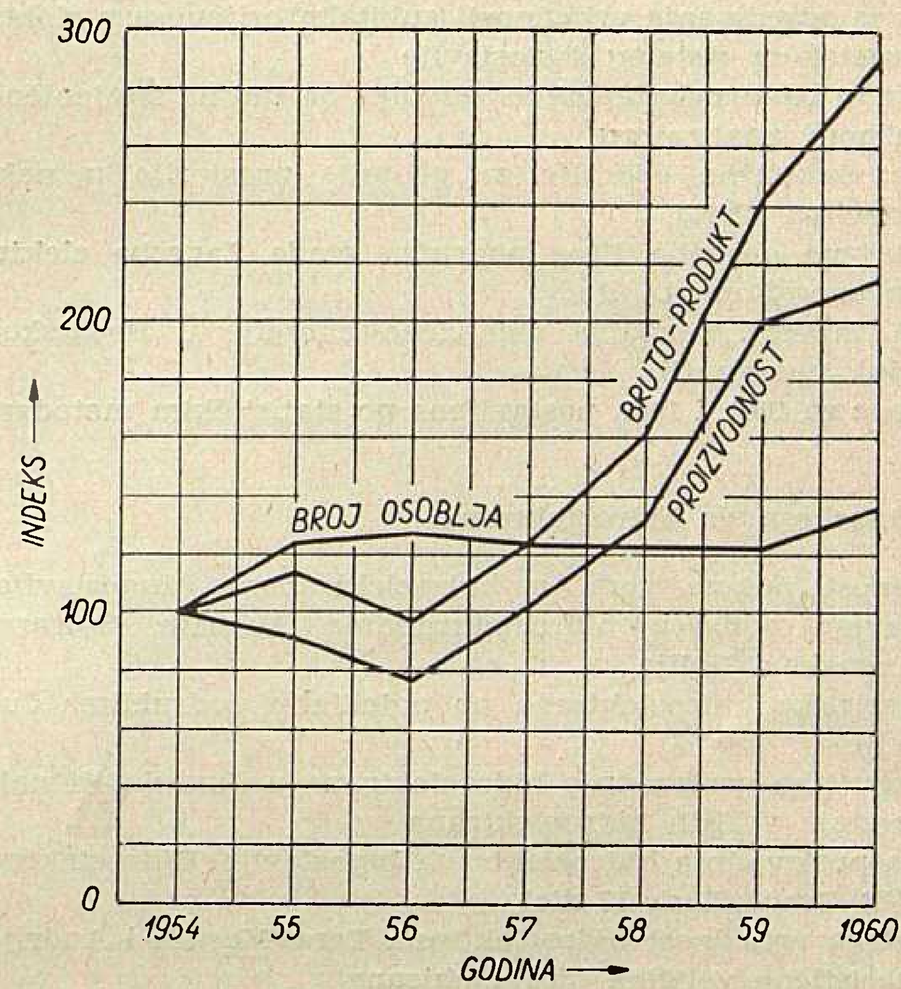
Rad ovih odjela dopunjuju dva sektora, što se vidi iz organizacione sheme na slici 1. Institutom upravlja Upravni odbor, a u neposrednom upravljanju direktoru pomažu Stručni savjet s nizom stručnih komisija, Stručni kolegij i Opći odjel. I sastav osoblja prilagođen je specifičnim radnim zadacima Instituta, što se vidi iz tablice 2.

Tablica 2

Sastav osoblja Instituta po kvalifikacijama

Inženjeri i ostali službenici s visokom školskom spremom	35 %
Tehničari i ostali službenici sa srednjom školskom spremom	38 %
Službenici s nižom školskom spremom, visokokvalificirani i kvalificirani radnici	27 %

Snažan razvoj djelatnosti Instituta i njegova utjecaja na jugoslavensku energetiku osjeća se od 1954. kada je popunjena stručna jezgra Instituta i stvorena čvrsta osnova za današnju unutrašnju organizaciju. Od tada uz manja kolebanja Institut pokazuje neprekidni napredak, što se može razabrati iz dijagrama na slici 2, gdje za godinu 1954. vrijedi indeks 100. U tih šest godina broj osoblja neznatno je povećan, dok je bruto-produkt u 1960. postigao indeks 290. Ako možemo proizvodnost iskazati bruto-produktom po jednom službeniku, onda tako definirana proizvodnost pokazuje porast od 100 godine 1954. na 214 godine



Sl. 2. Broj osoblja, bruto-produkt i proizvodnost Instituta za elektroprivredu u Zagrebu od godine 1954. do 1960. izraženi relativnom mjerom

1960. Sredstva ostvarena povećanom proizvodnošću ulagana su i ulažu se neprekidno u nabavu nove laboratorijske opreme, u daljnju specijalizaciju stručnih kadrova i u razvoj prototipova.

* *

U daljnjem tekstu objavljujemo sažetke niza studijskih laboratorijskih, mjernih i razvojnih radova obavljenih tijekom godine 1960. Navedeni su samo veći radovi, a propušteno je mnoštvo sitnijih, ali nimalo manje važnih ispitnih radova na terenu i u laboratoriju, a isto tako i niz radova stručnjaka Instituta na domaćim i međunarodnim savjetovanjima, kongresima, konzultacijama, revizionim komisijama itd.

Pregled kratkih sadržaja

Proizvodnja i potrošnja električne energije

Prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije u godini 1959.
Prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije (1961—1965)
Mogućnost izvoza i potreba uvoza električne energije u FNR Jugoslaviju
Stanje i perspektiva proizvodnje električne energije u Jugoslaviji kao i njene mogućnosti u opskrbi velikih elektrotermičkih i elektrokemijskih potrošača
Karakteristike potrošnje električne energije u Jugoslaviji
Metoda za određivanje vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije
O pripremi elektroenergetskih podataka za rad na izmjeničnom mrežnom analizatoru
Potrebe električne energije za grijanje prostorija u nekim gradovima FNRJ
Perspektivna opskrba šireg područja grada Zagreba električnom energijom, II dio
Analiza razvoja konzuma električne energije u Hrvatskoj i cijeloj Jugoslaviji
(Prognoze za 1960. i 1961. postavljene po statističkim metodama)

Energetske osnove hidroelektrana

Istodobnost pojave voda u hidroelektranama Jugoslavije s pojavom voda u hidroelektranama Austrije, Švicarske, Francuske i Italije
Karakteristike hidroelektrana po pojedinim područjima Jugoslavije
Karakteristike proizvodnje hidroelektrana u Jugoslaviji nakon izgradnje velikih hidroelektrana
Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije (Hidroelektrane u NR Crnoj Gori, II dio)
Energetska vrijednost hidroelektrana Tara—Morača i Andrijevo
Karakteristične veličine hidroelektrana
Korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana
Visina uspora u akumulacijskom bazenu pribranske elektrane
Razrada neto-potencijala vodnih snaga po novim projektima za slivna područja Drave, Une, Kupe, Rječine, Like i Gacke, Krke i Zrmanje, Cetine i kraških polja, Neretve i Trebišnjice i za neposredni sliv Jadranskog mora

Prijenos električne energije

Proračun kratkog spoja u 110 i 220 kV mreži Jugoslavije
Proračun kratkog spoja u HE Senj
Proračun kratkog spoja u TS 110/30 kV Vrbovsko (provizorij)
Metode proračuna kratkog spoja
Proračun nadoknadnih shema transformatora za svrhe određivanja jednopolnog kratkog spoja
Proračun jediničnih konstanata nadzemnih vodova s osobitim osvrtom na proračun nultih konstanata
Uklapanje TE Bakar u elektroprivrednu mrežu
Potrebna pojačanja na postojećem vodu 110 kV Vinodol—Matulji
Kritički osvrt na konstrukcije stupova za vodove 110 kV
Mjerenje konstanata vodova
Organizacija rada i suradnja na izradi propisa za gradnju i projektiranje nadzemnih vodova
Snaga vjetra na području NR Hrvatske
Izvještaj o prikupljanju i sređivanju podataka o atmosferskim prilikama. II dio: Izokeraunička karta NR Hrvatske
Regulacija frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži
Statička stabilnost sistema kao granica prijenosnih mogućnosti dalekovoda
Kompenzacija na vodovima visokog i najvišeg napona
Razvoj prijenosne mreže Jugoslavije
Analiza postojeće mreže 110 kV NRH
Prijenos istosmjernom strujom, stanje u svijetu

Distribucija električne energije

Tendencija razvoja snaga kratkog spoja u našim distributivnim mrežama
Osvrt na novi urbanistički plan i njegov utjecaj na daljnji razvoj mreže Zagreba
Energetsko opravdanje i izbor lokacije za novu TS 110/30 kV u zapadnom dijelu Zagreba
Osnovno rješenje elektrifikacije područja gornjeg Pokuplja
Osnovno rješenje elektrifikacije područja donjeg Pokuplja
Osnovno rješenje elektrifikacije Istre
Osnovno rješenje elektrifikacije sjevernog Zagorja i Međimurja
Investicioni program za Diesel-elektranu Plitvice

Ekonomska problematika i statistika elektroprivrede

Usporedba ekonomičnosti transporta ugljena i električne energije s osvrtom na današnje prilike Jugoslavije
Cijene prijenosa električne energije u našim današnjim uslovima
Valorizacija električne energije za potrebe studija hidroelektrana
Sistem prikupljanja statističkih podataka za izradu studijskih radova i operativu
Indeksni brojevi i njihova primjena u elektroprivredi
Razvoj cijena električne energije
Statistika široke potrošnje električne energije po konzumnim područjima elektroprivrednih poduzeća NRH za razdoblje 1948. do 1959.
Statistički podaci za elektroprivredni Godišnjak 1959.
Definicije pojmova u elektroprivredi

Toplinsko gospodarstvo, potrošnja topline i toplinski procesi

Elaborat o orijentaciji TE Zagreb na optimalno gorivo
Elaborat o racionalizaciji topline TE Vlaška
Elaborat o racionalizaciji topline TE Rijeka
Elaborat o korištenju plinske turbine
Vatrotehničko podešavanje i ispitivanje kotla u tekstilnoj industriji *Varteks*
Ispitivanje sušare u Kombinatu *Borovo*
Ispitivanje kaupera u Željezari Vareš
Izrada energetske bilance TE Banovići
Investicioni program Željezare Sisak, energetski dio
Ispitivanje tankera *Petar Zoranić*
Ispitivanje kotla poduzeća *Velebit*, Goli
Izrada računala za ekonomsku raspodjelu opterećenja za rad dispečera
Perspektivni razvoj opskrbe toplinom grada Zagreba

Toplinska mjerenja u pogonima

Ispitivanje rashladnih tornjeva u pogonu Termoelektrane Jertovec
Ispitivanje turboagregata AEG u Termoelektrani Zenica
Elaborat o uštedama uslijed promjene režima pogona turboagregata
Primopredajna ispitivanja turboagregata u energani Fabrike celuloze Banja Luka
Primopredajno ispitivanje na dva kotla *Đuro Đaković* u Tvornici šećera i kandita Osijek
Primopredaja ispitivanja na kotlu TPK u energani Tvornice šećera u Branjinom Vrhu
Ispitivanje kotla za centralno grijanje u Hotelu Metropol u Beogradu
Ispitivanje kotla za centralno grijanje u Institutu *Boris Kidrič* u Vinči
Ispitivanje plamenocijevnog kotla u mljekari *Srem*, Beograd
Ispitivanje plamenocijevnog kotla u tvornici *Rade Končar*, Zagreb
Mjerenje temperature na kotlu u pogonu tvornice *Chromos*, Zagreb
Ispitivanje kotla TPK u Fabrici šećera u Bitolju
Ispitivanje sadržaja prašine u grotlenom plinu u Željezari Vareš
Primopredajna ispitivanja kotlova Cail — Steinmueller u toplani Fabrike celuloze Banja Luka
Određivanje potroška pare pojedinih pogona u Kombinatu *Borovo*

Ispitivanje kotla VII u Elektrani Rijeka
Ispitivanje filtera za dimne plinove na kotlovima broj 3 i 4 u Termoelektrani Jertovec
Razno

Laboratorijska toplinska mjerenja

Analiza izolacije domaće proizvodnje
Toplinske izolacije
Problemi brzog smrzavanja namirnica
Ispitivanje građevinskih objekata
Kontrola automatike i mjerne tehnike
Ispitivanje toplinske izolacije
Ispitivanje štednjaka i kuhala *EKA – Goran*

Električka mjerenja u pogonima

Mjerenja na blindiranim transformatorskim stanicama
Ispitivanje električnog postrojenja toplane Šećerane Vrbas
Mjerenje otpora uzemljenja i nulovanja

Laboratorijska elektrotehnička mjerenja

Ispitivanja za znak kvalitete
Ispitivanja za tržnu inspekciju
Ispitivanje odvodnika prenapona
Ispitivanje TRA/K sklopki
Ispitivanje mjernih instrumenata, uređaja, releja i transformatora
Ispitivanje izolatora, kabela i izolacionih materijala
Ispitivanje visokoučinskih osigurača

Elektrotehnički razvojni radovi

Razvoj elektroencefalografa
Razvoj audiometra
Uređaj za ispitivanje releja
Selenski ispravljači
Pokazivač redoslijeda faza PRF-60
Indikator polariteta IP-60

Izdavačka djelatnost Instituta

Proizvodnja i potrošnja električne energije

Prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije u godini 1959

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u srpnju 1960.

U elaboratu su dijagramima prikazane prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije na osnovu dnevnih izvještaja dispečerske službe Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Prikazane su proizvodnje hidroelektrana i termoelektrana, izvoz i uvoz energije, redukcije, izmjena među republikama, maksimalna opterećenja, te stanje u akumulacijama.

Opseg: 5 stranica teksta, 45 stranica dijagrama.

Prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije (1961 — 1965)

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u listopadu 1960.

U elaboratu su analizirane prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije na osnovu predviđanja Zajednice jugoslavenske elektroprivrede kako u pogledu godišnjih potreba energije, tako i u pogledu rokova stavljanja u pogon hidroelektrana i termoelektrana. Analiza se osniva na metodama koje su razvijene u Institutu za elektroprivredu, a na podacima o proizvodnji hidroelektrana u tridesetogodišnjem razdoblju (1926–1955).

Za svaku razmatranu godinu u petogodišnjem periodu određene su potrebe angažiranja snaga termoelektrana, proizvodnja termoelektrana za pokrivanje varijabilnog opterećenja, prilike u godinama najveće proizvodnje termoelektrana, utjecaj minimalne proizvodnje termoelektrana, neiskorištena snaga hidroelektrana, preljevi u hidroelektranama, ukupne redukcije potrošnje i redukcije po grupama potrošača.

U zaključnom dijelu analizirana je eventualna potreba izgradnje daljnjih elektrana pored predviđenih za smanjenje, odnosno eliminiranje redukcija potrošnje.

Opseg: 447 stranica (tekst i tablice).

Mogućnost izvoza i potreba uvoza električne energije u FNR Jugoslaviju

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno o ožujku 1960.

U elektroenergetskom sistemu u kojem hidroelektrane predstavljaju osnovicu proizvodnje električne energije pojavljuju se u mnogo slučajeva neiskorišteni proizvodni kapaciteti, koje nije moguće angažirati za pokrivanje potreba unutar elektroenergetskog sistema. Zbog toga se je pojavila ideja o izvozu energije radi boljeg korištenja kapaciteta, ali bez novih elektroenergetskih objekata koji bi se gradili radi omogućenja i garantiranja izvoza. Osim toga u susjednim zemljama, pogotovo u zemljama sa znatnim postotkom hidroenergije, pojavljuju se iste prilike, pa radi toga postoji mogućnost i uvoza električne energije također bez posebne gradnje elektroenergetskih izvora.

Na osnovu utvrđenih polaznih podataka o konzumu i o stanju izgradnje, u elaboratu su određene mogućnosti izvoza (količine, struktura energije prema izvorima, sigurnost izvoza u pojedinim mjesecima), te potrebe uvoza (količine i vjerojatnost po mjesecima) za dvije razmatrane godine (1963. i 1966.), te za dvije alternative korištenja termoelektrana (angažiranje svih termoelektrana i angažiranje samo većih novih termoelektrana za izvoz).

Opseg: 161 stranica (tekst i prilozi).

Stanje i perspektiva proizvodnje električne energije u Jugoslaviji kao i njene mogućnosti u opskrbi velikih elektrotermičkih i elektrokemijskih potrošača

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u lipnju 1960.

Dosadašnji razvoj elektroprivrede pokazuje slijedeće tendencije razvoja: nagli porast potrošnje, polagani porast udjela hidroenergije i udjela velikih elektrotermičkih i elektrokemijskih potrošača. U daljnjem razvoju ne treba očekivati tako nagli razvoj potrošnje, dok u daljnjih deset godina treba računati s daljnjim porastom udjela hidroenergije, a zatim polagano opadanje tog udjela. Osim toga treba očekivati da će udio velikih elektrokemijskih i elektrotermičkih potrošača ostati na istom nivou.

Proizvodnja električne energije u Jugoslaviji je karakterizirana varijabilnošću moguće proizvodnje hidroelektrana, pa i potrebna dopuna varira u širokim granicama, te se radi toga i postavlja pitanje, da li je ekonomski opravdano osigurati opskrbu potrošača u svakoj situaciji koja se može pojaviti.

Uspoređujući štete koje nastaju kod potrošača radi smanjenja dobave električne energije i koristi koje nastaju radi smanjenja potrebne izgradnje termoelektrana i smanjenja proizvodnje u termoelektranama, dolazimo do zaključka da postoji optimalni opseg redukcije potrošnje kod koje se postiže optimalna korist za narodnu privredu. Da se to ilustrira, u elaboratu su prikazani rezultati analize, koja se osniva na prilikama u Jugoslaviji nakon izgradnje velikih postrojenja.

Takav način pogona zahtijeva nekontinuirani rad potrošača, pa to ima za posljedicu i varijabilnost godišnje proizvodnje. Da se eliminiraju te varijacije, potrebno je povećati kapacitet takvih potrošača. To povećanje u MW međutim znatno je manje od povećanja (također u MW) u elektranama da bi se postigao isti cilj.

Opseg: 23 stranice teksta, 16 stranica slika.

Karakteristike potrošnje električne energije u Jugoslaviji

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u lipnju 1960.

Elaborat prikazuje metodu pomoću koje je moguće, polazeći od ukupne godišnje proizvodnje, porasta potrošnje i potreba konstantnih potrošača, odrediti sve ostale potrebne karakteristične veličine, kojima je karakterizirana potrošnja električne energije (podjela potrošnje po mjesecima, potrošnja u radnim danima, podjela na konstantnu i varijabilnu energiju, određivanje maksimalnog opterećenja i konstantne snage). Svi odnosi i faktori za preračunavanje osnivaju se na karakteristikama potrošnje u Jugoslaviji u razdoblju od 1956–1959.

Rezultati elaborata mogu se upotrebiti za razradu podataka o karakteristikama potrošnje električne energije u budućnosti, jer su prikazane i tendencije razvoja. Tako određeni podaci mogu služiti kao osnova za mnogobrojne elektroenergetske analize.

Opseg: 177 stranica (tekst i prilozi).

Metoda za određivanje vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u listopadu 1960.

Analizirajući prilike u elektroenergetskom sistemu može se odrediti utjecaj gubitaka prijenosa na potrebu povećanja instalirane snage termoelektrana radi pokrića povećane potrošnje u kritičnom razdoblju, kao i potrebu povećane proizvodnje termoelektrana radi pokrića povećane potrošnje tokom cijele godine. Poznavajući utjecaj gubitaka mogu se odrediti troškovi koje izazivaju gubici, pa prema tomu i vrijednost gubitaka. Navedeni su izrazi za vrijednost gubitaka, ako se radi o vodovima za koje se mogu zanemariti gubici praznog hoda, kao i za vodove i transformatore za koje treba uzeti u račun i gubitak praznog hoda.

U izrazima za vrijednost gubitaka dolaze veličine koje su ovisne o prilikama u sistemu i o prilikama u promatranom vodu. Prilike u elektroenergetskom sistemu karakterizirane su postotkom hidroenergije u sistemu, jer se može pretpostaviti da se nakon izgradnje velikih hidroelektrana neće bitno daljnjom izgradnjom hidroelektrana mijenjati osnovne karakteristike hidroenergetske proizvodnje. Da se uzmu prilike u promatranom vodu, određene su karakteristične veličine za pojedine vodove s tipičnim opterećenjima (vod koji opskrbljuje veće područje, vod koji opskrbljuje konstantne potrošače, vod koji spaja termoelektranu sa sistemom, vod koji spaja hidroelektranu sa sistemom).

Za sve promatrane slučajeve određene su brojčane vrijednosti karakterističnih veličina, što omogućuje praktičnu upotrebu prikazane metode za određivanje optimalnog presjeka voda i omjera gubitaka u transformatoru.

Opseg: 36 stranica teksta, 26 stranica slika.

O pripremi elektroenergetskih podataka za rad na izmjeničnom mrežnom analizatoru

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u srpnju 1960.

Prije prijelaza na rad na mrežnom analizatoru potrebno je izvršiti opsežne pripremne radove pogotovo ako želimo proučavati prilike u mreži u kojoj hidroelektrane igraju značajniju ulogu. U momentu pristupanja radu na analizatoru potrebno je naime imati podatke o djelatnom opterećenju svih elektrana i o opterećenju svih čvorišta mreže djelatnom i jalovom snagom, te o mogućnostima proizvodnje jalove snage za zadano djelatno opterećenje. Osim toga potrebno je odrediti jednu ili više elektrana, koje imaju još neiskorištene snage i koje će svojom povećanom proizvodnjom pokriti gubitke u mreži.

U elaboratu su prikazane metode pomoću kojih se mogu odrediti sve potrebne spomenute veličine za pripremu elektroenergetskih podataka za rad na izmjeničnom mrežnom analizatoru.

Opseg: 11 stranica teksta, 5 stranica tablica, 9 stranica slika.

Potrebe električne energije za grijanje prostorija u nekim gradovima FNRJ

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Balling; dovršeno u travnju 1960.

Na temelju potreba grijanja ustanovljenih za 13 gradova Jugoslavije određene su potrebe električne energije. U slučaju da se za grijanje primjenjuje električna energija, izlazi da se potrebe električne energije za dvosobni stan 180 m³ (60 m²) kreću između 2.500 do 6.000 kWh godišnje u ovisnosti o klimatskim zonama.

Opseg: 7 stranica teksta.

Perspektivna opskrba šireg područja grada Zagreba električnom energijom, II dio

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. J. Jerić i ing. J. Keglević; dovršeno u prosincu 1960.

Elaborat pod gornjim naslovom izrađen je kao prilog elaboratu *Perspektivni razvoj opskrbe toplinom grada Zagreba*, a predstavlja nastavak istoimenog elaborata, u kojemu je bilo određeno postojeće stanje potrošnje električne energije u Zagrebu. U ovom drugom dijelu obrađeni su podaci o dosadašnjem razvoju potrošnje električne energije i ostalim razvojnim tendencijama u porastu stanovništva i drugim popratnim pojavama privredne djelatnosti u gradu Zagrebu radi predviđanja vjerojatnog budućeg konzuma električne energije u godini 1970.

Predviđanja su izrađena na temelju dosadašnjeg razvoja i na temelju urbanističkog plana razvoja grada Zagreba. Predviđa se da će ukupna potrošnja šireg područja grada Zagreba 1970. iznositi oko 900 GWh. U elaboratu je dana i predvidiva struktura potrošnje po glavnim grupama: domaćinstvo, industrija i ostale djelatnosti, zatim je dana predvidiva raspodjela glavnih grupa potrošnje po urbanističkim organizacionim jedinicama i po općinama, te procjena maksimalnih opterećenja pojedinih jedinica i općina 1970.

U prilozima su dani trendovi porasta potrošnje pojedinih rajona i općina, te prikaz potrošnje i razvoja za neke evropske zemlje.

Opseg: 31 stranica teksta, 19 tabelarnih prikaza, 8 slika i 9 priloga, koji ukupno sadrže 19 stranica teksta, 93 tablice i 34 dijagrama.

Analiza razvoja konzuma električne energije u Hrvatskoj i u cijeloj Jugoslaviji

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Leskovar; dovršeno u lipnju 1960.

Analiza razvoja konzuma u Hrvatskoj pokazuje da godišnji porast varira u vrlo širokim razmjerima. Unatoč toga zona vjerojatnog kolebanja konzuma oko linije trenda nije široka, ona iznosi $\pm$ 3,2 %. Navedene su mjere koje bi trebalo poduzeti da bi se ostvarili preduslovi za ravnomjerniji razvoj konzuma električne energije. Analiza razvoja konzuma u cijeloj Jugoslaviji dovela je do rezultata i zaključaka analognih onima za Hrvatsku.

Prognoze su postavljene na osnovu dosadanjeg razvoja, primjenom statističkih metoda, bez obzira na mogućnost da

nastupe izvanredno velike promjene u momentima koji uslovljuju tempo razvoja konzuma. Konzum električne energije će, po tome, u Hrvatskoj vjerojatno postići 1960. neku veličinu iz intervala od 1978. do 2106 GWh/god., a u 1961. iz intervala između 2206 i 2482 GWh/god. Neto-proizvodnja električne energije u Jugoslaviji, tj. konzum s gubicima u mreži, vjerojatno će doseći tokom 1960. neku vrijednost iz intervala od 8901 do 9495 GWh/god. a tokom 1961. neku vrijednost između 10152 i 11580 GWh/god.

Opseg: 42 stranice teksta i 5 slika.

Energetske osnove hidroelektrana

Istodobnost pojave voda u hidroelektranama Jugoslavije s pojavom voda u hidroelektranama Austrije, Švicarske, Francuske i Italije

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u kolovozu 1960.

Za određivanje mogućnosti dopune među elektroenergetskim sistemima, u kojima proizvodnja hidroelektrana predstavlja značajan dio ukupne proizvodnje, od osnovnog je značenja poznavati istodobnost pojave voda u hidroelektranama pojedinih promatranih elektroenergetskih sistema. Poznavanjem tih odnosa moguće je barem ocijeniti kakvi su izgledi da se u nekom promatranom mjesecu istodobno s malim vodama u jednom od promatranih sistema pojave srednje ili velike vode u drugom sistemu. U takvom slučaju postojat će izgledi za dopunu među hidroelektranama dvaju sistema.

Da bi se odredili izgledi za energetsku dopunu među elektroenergetskim sistemom Jugoslavije s jedne strane i elektroenergetskim sistemima Austrije, Švicarske, Francuske i Italije s druge strane, provedena je analiza, čiji su rezultati prikazani u ovom elaboratu.

Opseg: 12 stranica teksta, 29 tablica, 37 slika.

Karakteristike hidroelektrana po pojedinim područjima Jugoslavije

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u ožujku 1961.

U elaboratu su određene osnovne karakteristike hidroelektrana po pojedinim područjima Jugoslavije na osnovu kojih je moguće provoditi elektroenergetske analize za daljnju budućnost, za koju u današnjem momentu nisu definirani svi parametri hidroelektrana, i za koje još ne postoje razrađene hidrološke podloge.

Osim toga razrađena su kritična razdoblja u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije kao i proizvodnja u tim razdobljima. Podaci o kritičnim razdobljima treba da posluže za određivanje vrijednosti hidroelektrana, pa se mogu upotrebiti i za ocjenu hidroelektrana koje već sutra treba graditi, dok podaci o mogućoj proizvodnji u kritičnom razdoblju treba da posluže za ocjenu hidroelektrana, koje će se tek kasnije graditi, a za koje danas nema sigurnih podataka.

Opseg: 35 stranica teksta, 72 tablice, 44 stranice dijagrama.

Karakteristike proizvodnje hidroelektrana u Jugoslaviji nakon izgradnje velikih hidroelektrana

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u ožujku 1960.

Na temelju podataka iz elaborata *Moguća proizvodnja hidroelektrana u Jugoslaviji*, kojim su obuhvaćene sve hidroelektrane koje su danas u pogonu, koje se grade, kao i one za koje je početak gradnje predviđen unutar slijedećih par godina, prikazani su neki od rezultata analize, kako bi se dobio uvid u karakteristike proizvodnje hidroelektrana. Karakteristike su prikazane za dva stanja izgradnje, kako bi se mogao ocijeniti utjecaj daljnjega razvoja. Osim toga prikazan je utjecaj korišćenja akumulacija.

U dodatku su uspoređeni rezultati dobiveni analizom u naslovnom elaboratu s rezultatima do kojih se dolazi analizom na osnovu sintetičke srednje i sintetičke sušne godine.

Opseg: 20 stranica teksta, 24 tablice, 28 dijagrama.

Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije

(Hidroelektrane u NR Crnoj Gori, II dio)

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u prosincu 1960.

Ovaj elaborat predstavlja dodatak elaboratu istog naslova. U ovom dodatku obrađene su hidroelektrane Andrijevo, Tara–Morača, te hidroelektrana Andrijevo nakon izgradnje HE Tara–Morača.

Upotrebljene metode kao i način prikazivanja isti su kao i u osnovnom elaboratu.

Opseg: 90 stranica (tekst, tablice i dijagrami).

Energetska vrijednost hidroelektrana Tara — Morača i Andrijevo

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Crne Gore, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u prosincu 1960.

U elaboratu su energetski prikazane hidroelektrane na Morači kao i hidroelektrana Tara–Morača, koja se ostvaruje prevođenjem voda Tare u sliv Morače.

U prvom dijelu prikazan je utjecaj izgradnje HE Tara–Morača na hidroelektrane na Morači i to posebno prva etapa izgradnje HE Tara–Morača, a posebno utjecaj konačne izgradnje.

U drugom dijelu promotren je utjecaj izgradnje HE Tara–Morača i HE Andrijevo na elektroenergetski sistem Jugoslavije. Uspoređivan je utjecaj izgradnje spomenutih hidroelektrana s obzirom na smanjenje potrebne izgradnje termoelektrana kao i s obzirom na smanjenje potrebne proizvodnje termoelektrana, pa je usporedba izvršena prema investicijama, prema zbroju investicija i pogonskih troškova i prema proizvodnim cijenama.

Konačno su u trećem dijelu uspoređene HE Tara–Morača i HE Andrijevo s protočnom hidroelektranom u centralnom području Jugoslavije i s akumulacionom hidroelektranom u jadranskom području. Usporedba daje specifične investicije protočne i akumulacione hidroelektrane, koje mogu imati te hidroelektrane, da bi bile ekonomski izjednačene s HE Tara–Morača i HE Andrijevo.

Opseg: 472 stranice (tekst, tablice i dijagrami).

Karakteristične veličine hidroelektrana

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Leskovar; dovršeno u kolovozu 1960.

Napredak životnog standarda i tehnike odrazuje se po četiri razvojne linije kod izgradnje hidroelektričnih postrojenja: 1) Akumulacijskim se elektranama pridaje sve veća vrijednost, te se ova vrst hidroelektrana izgrađuje gdjegod za to postoje preduvjeti; 2) Akumulacijske elektrane grade se sa sve višim stepenom izgradnje; 3) U zemljama koje imaju i vodne snage i rezerve fosilnih goriva, obje vrsti proizvodnje električne energije razvijaju se uglavnom uporedo, tako da bi se omjer između hidrauličke i termičke proizvodnje održao što dulje u intervalu od 1 : 1 do 2 : 1; 4) Procjene neto-potencijala vodnih snaga u Evropi još uvijek rastu.

U elaboratu se navode najvažniji napretci u građevinskom i elektrostrojarskom dijelu tehnike izgradnje hidroelektričnih postrojenja, i u elektroenergetskoj tehnici uopće. Navode se i primjeri na kojima se očito odrazuju gornje četiri razvojne tendencije. Tako je npr. pokazano da procjene neto-potencijala vodnih snaga zadnjih godina u Evropi rastu još uvijek za oko 1 % na godinu.

U elaboratu su iznijete mogućnosti primjene izloženih novih dostignuća u Jugoslaviji, reperkusije navedenih tendencija na daljnju izgradnju hidroelektrana i na način kako i čime ih treba opremati. Napose su dane neke karakteristike opreme, s vrijednostima koje nalaže predviđeni razvoj elektroprivrede Jugoslavije.

Opseg: 84 stranice teksta i 6 slika.

Korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. H. Požar; dovršeno u siječnju 1961.

Elaborat predstavlja pokušaj da se odredi način korištenja akumulacije, koji bi uzimao u obzir i hidrološke prilike i raspored potreba tokom godine u elektroenergetskom sistemu. Osim toga nastojalo se je doći do te metode koja bi vrijedila za analizu prilika u daljnjem razvoju, za potrebe projektiranja hidroelektrana, kao i za određivanje korištenja akumulacija za vrijeme eksploatacije.

Takva metoda može bazirati samo na pojavama registriranim u prošlosti, dok se budućnost može sagledati samo pomoću vjerojatnosti. Radi toga je postavljen i zahtjev da za praktično korištenje spomenute metode nije potrebno unaprijed poznavati protoke, jer oni ni u eksploataciji nisu poznati.

Uspoređena su četiri kriterija za korištenje akumulacije: izravnanje protoka u akumulacionim hidroelektranama, sprečavanje preljeva u hidroelektranama, sprečavanje redukcije potrošnje i izravnanje proizvodnje termoelektrana. Ekonomski ima najviše opravdanja četvrti kriterij. U drugom dijelu studije prikazana je primjena četvrtog kriterija na elektroenergetski sistem Jugoslavije, pa je određeno najvjerojatnije stanje u akumulacionim bazenima pomoću posebnog postupka sa sumarnim krivuljama potrebne proizvodnje hidroelektrana. Konačno je prikazan utjecaj primjene tog kriterija na potrebnu izgradnju i proizvodnju termoelektrana.

Opseg: 39 stranica teksta, 138 stranica priloga.

Visina uspora u akumulacijskom bazenu pribranske elektrane

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Leskovar; dovršeno u travnju 1960.

U elaboratu se razmatra energetski efekt od povišenja usporne kote iznad one visine, kojom je postignuta dovoljna rezerva vode za omogućenje reguliranja protoka u toj mjeri da se može iskoristiti praktički sav dotok kod pregradnog profila u hidrološkoj godini prosječnoj po njegovoj sezonskoj raspodjeli. Kod toga se računalo samo s proizvodnjom u pribranskoj elektrani. Pretpostavljeno je da je teren doline umjetnog jezera nepropustan, tako da nema gubitaka vode iz akumulacije. Konstatirano je, da s povišenjem pada rastu: visina korisnog sloja akumulacije razmjerno padu, volumen korisne akumulacije i proizvodnost nešto više nego razmjerno, dok energetski ekvivalent korisnog sloja akumulacije raste znatno brže negoli razmjerno padu. Dani su intervali variranja ovih odnosa kod povišenja pada za 5 %, i za slučaj Francisovih turbina u elektrani.

Budući da je veličina energetske rezerve u korisnom sloju akumulacije naročito važna u godinama s abnormalno neredovitom sezonskom raspodjelom protoka, pa je tada veoma povoljno imati na raspoloženju povećanu energetsku rezervu u korisnom sloju akumulacije, to je iz gornjih konstatacija zaključeno, da treba težiti što višoj uspornoj koti, do granice koja se ekonomski može opravdati pod datim topografskim okolnostima pregradne doline.

Opseg: 25 stranica teksta.

Razrada neto-potencijala vodnih snaga

po novim projektima za slivna područja Drave, Une, Kupe, Rječine, Like i Gacke, Krke i Zrmanje, Cetine i kraških polja, Neretve i Trebišnjice i za neposredni sliv Jadranskog mora

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Leskovar; dovršeno u prosincu 1960.

U djelu *Vodne snage Jugoslavije I* izdanom 1956. procijenjen je neto-potencijal vodnih snaga Jugoslavije po stanju razrade studije i projekata krajem 1954. U međuvremenu, do kraja 1960. za mnoga slivna područja znatno su napredovale studije i izrađeni su novi projekti, pa je potrebno staviti stvari na mjesto koje im daje sadašnjost. U tom duhu razmotreno je devet slivnih područja, navedenih u naslovu, koja su napose važna za elektroprivredu Hrvatske.

Neto-potencijal ovih devet područja, s efektivnom hidrauličkom neto-proizvodnjom od 20 TWh/god. kod pune izgradnje njihovih vodnih snaga, predstavlja oko trećinu ukupnog neto-potencijala vodnih snaga Jugoslavije. Pokazalo se da je zbirno za tih devet područja današnja procjena neto-potencijala vodnih snaga za 2,7 % niža od odnosne procjene iz navedenog djela izdanog godine 1956. ali su procentualne razlike znatno veće za pojedina slivna područja, tu na više tamo na niže. U elaboratu su dani pregledi po pojedinim područjima s glavnim tehničkim i ekonomskim parametrima za izgrađene i za buduće hidroelektrane — po sadanjem stanju izgradnje, projekata i studija.

Opseg: 29 stranica teksta s 2 tablice u tekstu i 9 tabelarnih priloga.

Prijenos električne energije

Proračun kratkog spoja u 110 i 220 kV mreži Jugoslavije

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor ing. M. Jung; dovršeno u listopadu 1960.

Nastavljajući rad na proučavanju razvoja struja kratkog spoja ispitivane su početne i trajne struje tropolnog i jednopolnog kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV Jugoslavije, za stanje koje se očekuje između godine 1965. i 1967. Ispitivana mreža sadrži 65 velikih hidroelektrana i termoelektrana instalirane snage iznad 10 MVA koje se danas nalaze u pogonu, izgradnji ili planu ZJE s rokom ulaska u pogon do kraja godine 1965. Ukupna instalirana snaga ovih elektrana iznosi 4 870 MVA.

Zadatak elaborata bio je utvrditi struje kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV za neposrednu budućnost, na osnovu čega je moguće poduzeti mjere za eventualnu zamjenu ugrađenih aparata jačim fabrikatima, ili se odlučiti za mjere koje smanjuju struju kratkog spoja, pa tako zaštićuju postrojenja jake struje od eventualnih razaranja, te istodobno smanjuju perturbacije u telekomunikacionim vodovima. Za navedenu konfiguraciju mreže 110 i 220 kV izračunate su početne i trajne struje kratkog spoja u svim postrojenjima u slučaju kada su sve hidroelektrane i termoelektrane u pogonu, te kada su u pogonu samo hidroelektrane bez termoelektrana, i kada je u pogonu oko 50 % agregata u hidroelektranama i svi agregati u termoelektranama. Sve to jedanput za slučaj kada obje mreže rade paralelno, i drugi put kad je mreža 110 kV otvorena tako da ne povezuje direktno stanice gornjeg napona 220 kV.

Opseg: 19 stranica teksta, 28 tablica formata A4, tablica A3, 60 slika A4, 3 slike A3 i 4 slike A1.

Proračun kratkog spoja u HE Senj

Narudžba Hidroelektrane Senj, autor ing. M. Jung; dovršeno u svibnju 1960.

Proračun kratkog spoja u mreži 110 i 220 kV Jugoslavije, za stanje koje se očekuje oko godine 1975. obavljen je u Institutu godine 1958. Budući da je u međuvremenu promijenjena osnovna shema HE Senj, koja se izvodi tako da dva agregata rade u bloku na sabirnice 110 kV, a jedan agregat na sabirnice 220 kV, s međusobnom vezom između obih sabirnica preko autotransformatora s pomoćnim namotom — dok se 1958. predviđalo da će sva tri agregata raditi direktno na supermrežu. Uslijed toga ukazala se potreba, da se revidira proračun kratkog spoja u čvoru elektrane.

Kratki spoj proračunan je uz nove uslove, jedanput uvažujući utjecaj mreže prema rezultatima za godinu 1975. a drugi put uz pretpostavku da će rasklopna snaga na sabirnicama 220 kV porasti, uslijed povezivanja s mrežom 220 kV Italije, na 5.000 MVA. Rezultati su dani tabelarno po naponskim nivoima u elektrani: od 0,4 do 220 kV, za tropolni i jednopolni početni, prijelazni i trajni kratki spoj.

Opseg: 5 stranica teksta, 2 tablice rezultata, 11 slika, 18 stranica proračuna.

Proračun kratkog spoja u TS 110/30 kV Vrbovsko (provizorij)

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Jung; dovršeno u travnju 1960.

Prikazani su rezultati proračuna početnog, prijelaznog i trajnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja u TS 110/30 kV Vrbosko (provizorij). Proračun je proveden na bazi postojećeg stanja u godini 1959. i to za jednopolni kratki spoj pod pretpostavkom da je zvjezdište namota 110 kV transformatora uzemljeno direktno, te alternativno uz uvjet da je ovo uzemljenje izvedeno preko katodnog odvodnika. Sam proračun pohranjen je u arhivu, te nije priklopljen elaboratu.

Opseg: 2 stranice teksta, 1 tablica i 1 slika.

Metode proračuna kratkog spoja

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Jung; dovršeno u travnju 1960.

Obrađene su različite metode za određivanje struja kratkog spoja. Prikazan je način upotrebe američke i njemačke metode za proračun početnog, prijelaznog i trajnog tropolnog kratkog spoja. Za navedeni slučaj prikazan je također utjecaj opterećenja mreže i regulacije napona na tačnost rezultata po gornjim postupcima. Obrađen je i dvopolni kratki spoj, bez spoja sa zemljom, dvopolni kratki spoj sa zemljom, jednopolni kratki spoj (zemljospoj), te dvostruki spoj sa zemljom.

Kod jednopolnog kratkog spoja prikazan je način proračuna induciranih napona u telekomunikacionim vodovima, te austrijska statistička metoda za određivanje redukcionog koeficijenta struje jednopolnog kratkog spoja, uvažujući konfiguraciju mreže, raspodjelu navedenih struja u ovisnosti i o mjestu smetnje, kao i međusobni odnos približavanja vodova jake struje i telefonsko-telegrafskih linija.

Opseg: 37 stranica teksta i 23 slike.

Proračun nadoknadnih shema transformatora za svrhe određivanja jednopolnog kratkog spoja

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Jung; dovršeno u prosincu 1960.

Prikazan je proračun direktnih i nultih impedancija transformatora i autotransformatora, na temelju rezultata pokusa praznog hoda i kratkog spoja. Pokazano je da se transformator može u većini slučajeva nadoknaditi reakcijom kratkog spoja, i to zapravo uvijek, kada se može zanemariti utjecaj struje magnetiziranja u odnosu na iznose struja opterećenja i različitih smetnji.

Način računanja ilustriran je na konkretnim primjerima, s osobitim osvrtom na dva načina proračuna nultih nadoknadnih reaktancija autotransformatora. U potonjem slučaju može biti od osobitog interesa američki način računanja, koji omogućava jednostavno studiranje utjecaja raznih impedancija uzemljenja na rezultate proračuna jednopolnog kratkog spoja, kako je to u elaboratu pokazano na primjeru proračuna kratkog spoja u HE Senj.

Opseg: 27 stranica teksta i 6 slika.

Proračun jediničnih konstanata nadzemnih vodova s osobitim osvrtom na proračun nultih konstanata

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Jung; dovršeno u ožujku 1960.

Budući da su se proračuni nultih konstanata nadzemnih vodova kod nas provodili vrlo rijetko ili nikako, u elaboratu je pokazano kako treba računati nulte impedancije i nulte admitancije nadzemnih vodova, prema američkoj literaturi uz upotrebu naših jedinica. Postupak po formulama preuzetim iz navedene literature ilustriran je na primjerima proračuna za naše vodove 110 kV: Jajce–Resnik, Konjščina–Resnik i Rakitje–Vinodol. Kako su za potonje vodove stajali na raspolaganju podaci dobiveni mjerenjem, prikazana je u elaboratu usporedba rezultata dobivenih proračunom i mjerenjem. Ova usporedba je potvrdila očekivanja, da se nulte konstante mogu dovoljno tačno izračunati, samo onda ako nam je i prosječna vodljivost tla, nad kojim je vod izgrađen, poznata s potrebnom tačnošću. Ukoliko posljednji uslov nije ispunjen potrebno je provoditi mjerenja na izvedenim vodovima.

Opseg: 14 stranica teksta, 3 slike i 25 stranica proračuna.

Uklapanje TE Bakar u elektroprivrednu mrežu

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. B. Markovčić; dovršeno u svibnju 1960.

Na bazi otpadaka nove rafinerije nafte u uvali Urinj kod Bakra mogla bi se izgraditi termoelektrana ukupne snage 72 MW, 80 MVA. Zadatak je elaborata bio taj, da se donese prijedlog o najprikladnijem priključku te elektrane na elektroprivrednu mrežu. Budući da je elektrana predviđena praktički u središtu konzuma, u obzir bi došao napon 30 kV, no s druge strane uz HE Rijeka, snaga od 80 MVA toliko je velika, da prelazi uske lokalne potrebe, pa dolazi u obzir i priključak na 110 kV.

U elaboratu je razrađen razvoj konzuma šireg i užeg područja Rijeke, opći uvjeti priključka elektrane, snage kratkog spoja i potrebne investicije za 4 varijante. Na koncu je učinjena usporedba razmatranih uvjeta i varijanata pa je na temelju toga odabrana kao najpovoljnija varijanta s glavnim sabirnicama blok-transformatora na 30 kV. Za vezu s mrežom 110 kV predviđen je regulacioni transformator 60 MVA 30/110 kV.

Opseg: 47 stranica teksta i 12 stranica crteža.

Potrebna pojačanja na postojećem vodu 110 kV Vinodol — Matulji

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. R. Škarica; dovršeno u srpnju 1960.

Postojeća veza 110 kV Vinodol–Matulji izvedena jednom trojkom vodiča 3 × 150 Cu bit će preslaba za prijenos potrebne snage u najbližoj budućnosti. Budući da je postojeća trojka bakrenih vodiča na stupovima građenim za dvije trojke, koji prema najnovijim podacima o jakosti vjetra ne bi mogli bez pojačanja izdržati 6 vodiča, razmatrano je u elaboratu više alternativa, kako bi se moglo doći do najpovoljnijeg rješenja.

U elaboratu su obrađene varijante: A) Montaža druge trojke od bakra na istim stupovima; B) Montaža druge trojke od alučela na istim stupovima; C) Demontaža bakrenog užeta na dijelu voda, gdje je pritisak vjetra slabiji i montaža na slobodna ovjesišta ostalog dijela; D) Izgradnja potpuno novog jednostranog dalekovoda s alučel-vodičima.

Nakon usporedbe predložene su kao najbolje varijanta B) ukoliko je moguće iskapčanje voda u vremenu od barem mjesec i pol dana, odnosno varijanta D) ako spomenuto izbacivanje iz pogona nije moguće.

Opseg: 58 stranica teksta, 13 stranica priloga i 7 crteža.

Kritički osvrt na konstrukcije stupova za vodove 110 kV

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. R. Škarica; dovršeno u prosincu 1960.

Nakon petnaestogodišnje izgradnje naše mreže vodova 110 kV, u momentu kad se prelazi na viši napon, potrebno je bilo učiniti osvrt na razvoj konstrukcija stupova naših vodova 110 kV, kako bi se na temelju toga izvukli potrebni zaključci za daljnji razvoj.

U elaboratu su prikazani stupovi kojima je izvedena dalekovodna mreža 110 kV od završetka rata do danas. Uz tehničke podatke, dane su i potrebne količine materijala za razne tipove stupova i to informativno. Nadalje navedeni su razlozi zbog kojih su neki stupovi napušteni, te poteškoće koje su se pojavile u pogonu.

Obrađeni su drveni stupovi, zatim armirani betonski stupovi razne izvedbe, te čelični stupovi, kojima se danas izvode dalekovodi 110 kV.

Dolazi se do zaključka, da je razvitak izvedbe stupova bio usklađen s našim ekonomskim mogućnostima i da je prijelaz na čelik, kao najpovoljniji materijal za izvedbu stupova, opravdan s tehničkog i ekonomskog gledišta. Poželjno bi bilo međutim, da se uz dalekovode na dobrim čeličnim stupovima ponovo pojave dalekovodi na dobrim betonskim stupovima, jer među mnogobrojnim betonskim stupovima ima takvih, koji bi se mogli i dalje primjenjivati uz poboljšanu konstrukciju i izvedbu.

Opseg: 37 stranica teksta i 21 stranica crteža.

Mjerenje konstanata vodova

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Jung; dovršeno u lipnju 1960.

S obzirom na to da tačnost rezultata proračuna konstanata vodova u izvjesnim slučajevima (nulte konstante) ne zadovoljava potrebe prakse, obrađeno je utvrđivanje konstanata vodova putem mjerenja. Mjerenje konstanata vodova preporuča se i u slučajevima kada proračunske metode daju dovoljno tačne rezultate (direktne konstante), i to zbog kontrole izvedbe.

Elaborat pod gornjim naslovom sadrži obradu mjernih metoda za utvrđivanje konstanata vodova, primjere primjene obrađenih mjernih metoda na vodovima 110 kV Rakitje-Vinodol i Konjščina–Resnik, te preporuke za provođenje mjerenja u našim uslovima. Osim toga dan je detaljan opis aparata i instrumenata potrebnih za mjerenje konstanata naših vodova, preporučen je redoslijed po kojem treba vršiti mjerenja, dane su sheme za pojedina mjerenja, te su priloženi formulari za unošenje očitanih podataka i izračunavanje potrebnih konstanata. Podaci aparata i instrumenata, koje treba nabaviti, određeni su na osnovu zahtjeva da se omogući uredno mjerenje našeg najduljeg voda, tj. voda 220 kV Zagreb–Split.

Opseg: 28 stranica teksta, 33 stranice proračuna, 8 slika i 13 stranica formulara.

Organizacija rada i suradnja na izradi propisa za gradnju i projektiranje nadzemnih vodova

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor: Radna grupa za propise.

U cilju izrade, praćenja, nadopunjavanja i studije propisa kao i prikupljanja priloga i iskustava stečenih u praksi osnovana je u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu posebna radna grupa za propise iz područja nadzemnih vodova. Rezultate svog rada, sugestije i savjete, grupa dostavlja Zajednici jugoslavenske elektroprivrede i vrši potrebne konzultacije.

Nakon izlaska novih tehničkih propisa za gradnju nadzemnih vodova jake struje (VI 1960.), propisi su korigirani i sastavljeni potrebni ispravci.

Organizacije koje se bave dalekovodima obaviještene su, da Institut sakuplja primjedbe u vezi propisa, pa su na temelju toga prikupljene primjedbe na nove propise. Grupa je obradila i raspravila svaku danu primjedbu i dala uz obrazloženje ZJE svoje mišljenje.

Pokazalo se, da su mnogo diskutirana pitanja određivanja brzine i pritiska vjetra na elemente dalekovoda i pitanje razmaka vodiča. Ova su dva problema bila predmet naročitih studija grupe, kako bi prijedlog Zajednici jugoslavenske elektroprivrede bio što više dokumentiran studijama iz inozemne i domaće prakse i računima iz projekata.

Snage vjetra na području NR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. B. Markovčić; dovršeno u prosincu 1960.

U projektiranju dalekovoda neophodno je potrebno poznavanje snaga vjetra u pojedinim područjima, kako bi se dalekovodi mogli graditi sigurno i ekonomično. Kao prvi korak u poznavanju prilika vjetra na teritoriju NR Hrvatske, Institut je koristio postojeće štampane publikacije meteorološke službe, te je na temelju tih podataka sa cca 90 meteoroloških stanica izvađen i unesen u geografsku kartu srednji broj dana za period od 5 godina s vjetrom jačim od 8 Bofora. Budući da štampane publikacije nemaju daljnjih podataka, stručnjaci meteorološke službe izradili su također za oko 90 stanica desetgodišnje podatke o maksimalnoj mjesečnoj brzini vjetra u Boforima. Maksimalne godišnje brzine su sređene i unesene u geografsku kartu.

Tim je radom dakle dobiven geografski pregled učestalosti jakih vjetrova i pregled maksimalnih brzina, sve izraženo u Boforima. Daljnja etapa rada na ovim potrebama sastojat će se u preračunavanju dobivenih Bofora u m/sek, budući da taj odnos nije za svako područje isti, čime će se dobiti konačna orijentaciona karta brzina vjetra za potrebe projektiranja dalekovoda.

Opseg: 4 stranice teksta, 8 stranica tablica i 2 slike.

Izvještaj o prikupljanju i sređivanju podataka o atmosferskim prilikama

II dio: Izokeraunička karta NR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing B. Markovčić i ing. M. Jung; dovršeno u prosincu 1960.

Na temelju podataka o grmljavinskim danima na teritoriju NR Hrvatske, koji su sakupljeni i sređeni u elaboratu *Izvještaj o prikupljanju i sređivanju podataka o atmosferskim prilikama. Dio I – Grmljavine,* iz 1959. izrađena je izokeraunička karta NRH tj. karta s linijama jednakih grmljavinskih dana u godini.

Karta prikazuje da se broj grmljavinskih dana u dijelu Hrvatske sjeverno od Ogulina kreće do 20 do 30, a u brdovitim krajevima oko Zagreba, Varaždina i Daruvara dosiže do 35 godišnje. U obalnim pak područjima ovaj se broj kreće od 35 do 45 grmljavinskih dana u godini, a oko Parga i Dubrovnika dosiže čak i 50. Ovakva karta daje dobru indikaciju ugroženosti nadzemnih vodova od atmosferskih prenapona, a dobit će još na vrijednosti kad se slične karte izrade i za susjedne republike.

Regulacija frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Šodan; dovršeno u kolovozu 1960.

U prvom dijelu elaborata ukratko su prikazani teoretski osnovi principa regulacije, a u drugome se referira o izvedenim rješenjima u pojedinim evropskim zemljama i to: Švedskoj, Finskoj, Norveškoj, Francuskoj, Belgiji, Zap. Njemačkoj, Švicarskoj, Austriji, Italiji i Britaniji. U trećem dijelu iznijeto

je sadašnje stanje regulacije frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži i to: dosadašnji način regulacije i poteškoće koje su se pojavljivale, mogućnosti neposrednog poboljšanja poboljšanjem organizacije same regulacije i jednostavnijim pogonskim zahvatima. U četvrtom dijelu elaborata date su sugestije za primjenu buduće automatske regulacije frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži.

Opseg: 7 autorskih araka teksta i 18 slika.

Statička stabilnost sistema kao granica prijenosnih mogućnosti dalekovoda

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Jung; dovršeno u lipnju 1960.

Prijenosne mogućnosti vodova ograničavaju: ugrijavanje, pad napona i stabilnost mreže. Ugrijavanje je kritično kod vrlo kratkih vodova i kabela, a pad napona kod vrlo dugih nadzemnih vodova. Kod planiranja i projektiranja visokonaponskih mreža je od neposrednog interesa poznavanje orijentacionih maksimalnih mogućnosti prijenosa nadzemnih vodova srednjih dužina, pa je stoga razrađena metoda za njihovo određivanje na bazi statičke stabilnosti rada mreže.

Obrađeni su slučajevi povezivanja dvaju sistema, kao i dvaju čvorišta unutar istog sistema, uz zanemarenje utjecaja djelatnih otpora i kapaciteta, te uz pretpostavku da su naponi na krajevima voda jednaki po iznosu. Ukazano je i na postupke kad navedene pretpostavke nisu održane, te je priložen dijagram za brzu praktičnu uporabu. Upotreba metode prikazana je na primjeru proračuna prijenosa na vodu 220 kV Split–Senj. Po završetku projekta preporuča se dobivene rezultate provjeriti mjerenjima na mrežnom analizatoru.

Opseg: 10 stranica teksta, 2 slike.

Kompenzacija na vodovima visokog i najvišeg napona

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. B. Markovčić (II dio) i ing. Z. Cvetković (III dio); dovršeno u prosincu 1960.

Ovaj je elaborat izrađen kao općenita podloga za radove na problemu kompenzacije jalovih snaga u prijenosnoj mreži i to s osobitim osvrtom na tehničku stranu problema. Prvi (teoretski) dio studije nije završen u 1960. već je prebačen u 1961.

U drugom dijelu obrađeni su osnovni problemi statičkih kondenzatora i to pojave uklapanja i isklapanja kondenzatora, utjecaj viših harmoničkih članova u mreži, preopterećenje kondenzatora, regulacije i spojevi. Na kraju su dani podaci o domaćim kondenzatorima, koji bi konkretno došli u obzir za naše mreže i cijene domaćih i stranih kondenzatorskih baterija.

Treći dio obrađuje problematiku sinhronih kompenzatora, gdje su sakupljeni dosadašnji podaci i iskustva u vezi narudžbe kompenzatora za TS 220 kV Mraclin.

Opseg: II dio – 23 stranice teksta, 5 stranica slika; III dio – 67 stranica teksta, 3 stranice tablica, 8 stranica slika.

Razvoj prijenosne mreže Jugoslavije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. B. Markovčić; dovršeno u prosincu 1960.

Opisan je razvoj prijenosne mreže Jugoslavije od početka elektrifikacije na teritoriju današnje FNRJ do danas. S obzirom na skromnu prijeratnu elektroprivredu, ulogu prijenosnih vodova imali su već vodovi 30 i 50 kV, pa su opisani i sistemi tih vodova. Za poslijeratni period prikazan je razvoj mreža 110 kV po pojedinim republikama i nastajanje jedinstvenog jugoslavenskog sistema, čije su potrebe već počele tražiti prijelaz na napon 220 kV. Posebno su obrađene međurepubličke veze, te je opisan vremenski slijed povezivanja vodovima 110 kV i prenesenih energija u međurepubličkoj razmjeni. Isto su tako navedene i međunarodne veze visokonaponskim vodovima kao i prenesene energije u međunarodnoj izmjeni.

Da se dobije slika o jugoslavenskoj prijenosnoj mreži u usporedbi s prijenosnim mrežama drugih zemalja izveden je niz usporedbi dužine mreže prema površini država i prema neto-proizvodnji. Također je analizirana gustoća mreže po narodnim republikama. Osim toga dana je usporedbena tablica odnosa investicija za prijenosnu mrežu prema investicijama za elektrane u Jugoslaviji i nekoliko stranih zemalja.

Opseg: 13 stranica teksta, 5 stranica slika.

Analiza postojeće mreže 110 kV NRH

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Jung; dovršeno u prosincu 1960.

Na osnovu dispečerskih podataka analiziran je rad mreže 110 kV sjeverozapadne Hrvatske u godini 1959. Kao baza poslužili su podaci o tokovima djelatnih i jalovih satnih energija, proizvedenih i potrošenih u pojedinim čvorovima, kao i prenesenih na pojedinim vodovima u mreži. Analiza je izvršena na bazi navedenih podataka za karakteristične srijede, prve srijede u drugoj polovini mjeseca veljače, kolovoza i prosinca godine 1959. pri čemu su također korišteni i raspoloživi podaci o naponima u mreži.

Analiza je ukazala na permanentni manjak snage i energije, koji je u zimskim mjesecima namiren iz Bosne, a u ljetnim iz Slovenije, te na časovito vrlo kritičnu naponsku situaciju, osobito u Istri, kao i na opravdanost predviđenog pojačanja veza Vinodol–Matulji i Kidričevo–Zagreb.

Opseg: 9 stranica teksta, 6 slika.

Prijenos istosmjernom strujom, stanje u svijetu

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. B. Markovčić; dovršeno u prosincu 1960.

U okviru problematike izvoza električne energije iz Jugoslavije, predložena je također mogućnost izgradnje neposredne veze istosmjernim sistemom između Jugoslavije i Italije preko Jadrana. S time u vezi izvršen je i informativni uviđaj na terenu, a na kongresu UNIPEDE 1958. u Lausanni referirali su o tome Talijani. Kako je prema tome Jugoslavija zainteresirana za tu vezu, izrađen je u Institutu elaborat o tehnici istosmjernog prijenosa u svijetu.

Najprije je prikazan historijski razvoj i gledanje na taj problem u različitim zemljama, a zatim je dana problematika istosmjernog prijenosa. Razmatrane su krajnje presmjerivačke stanice, istosmjerni nadzemni vod i podmorski kabel. Ukratko je opisan rad živinih mutatora velike snage kao usmjerivača i kao mjenjača, sistem regulacije i sistem zaštite. Kako u svijetu vladaju dosta različita mišljenja o graničnim snagama i daljinama kod kojih može istosmjerni prijenos nadzemnim vodom biti ekonomski povoljniji od trofaznog, prikazane su ekonomske usporedbe prema različitim stranim autorima.

Na kraju je opisan postojeći švedski istosmjerni prijenos na otok Gottland, zatim prijenos Francuska–Britanija koji je pred završetkom, projekt velikog istosmjernog prijenosa Staljingrad–Donbas za napon 800 kV među polovima, te predloženi prijenos između Jugoslavije i Italije kako su ga razradili stručnjaci Ujedinjenih naroda.

Opseg: 72 stranice teksta, 16 stranica slika.

Tendencija razvoja snaga kratkog spoja u našim distributivnim mrežama

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Balling; dovršeno u lipnju 1960.

Prikazane su tendencije razvoja snaga kratkog spoja u našim distributivnim mrežama, utvrđujući time zahtjeve, koje će te mreže u budućnosti stavljati na rasklopni materijal, u prvom redu na sklopke, u pogledu snaga kratkog spoja.

Prikaz je ograničen na one slučajeve u perspektivnim distributivnim mrežama, koji su »tipični« za te mreže i predstavljaju neke vrsti pravilo. Prema tome, postojat će i iznimke, dakako u malom broju, kojima će se konstruktivna svojstva rasklopnog materijala morati prilagođivati od slučaja do slučaja.

Opseg: 9 stranica teksta, 5 stranica dijagrama.

Osvrt na novi urbanistički plan i njegov utjecaj na daljnji razvoj mreže Zagreba

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. V. Štengl; dovršeno u prosincu 1960.

Godine 1957. izrađeno je u Institutu osnovno rješenje perspektivnog razvoja mreže grada Zagreba, koje je bilo predmet više studija i elaborata, i po kojem se mreža grada Zagreba uglavnom razvijala od tog vremena do danas. To rješenje mreže izrađeno je na osnovu tada važeće urbanističke koncepcije razvoja Zagreba iz 1945. po kojoj je bila predviđena maksimalna veličina Zagreba sa oko 600.000 stanovnika. U međuvremenu pristupio je Gradski urbanistički zavod razradi novog urbanističkog plana, s izmijenjenom koncepcijom konačne veličine Zagreba (oko 1,000.000 stanovnika).

U elaboratu se upozorava na opseg promjena i na posljedice za daljnji razvoj gradske mreže, a isto tako i na potrebu da se pristupi reviziji osnovnog rješenja mreže iz godine 1957.

Opseg: 15 stranica teksta, 1 tablica, 5 grafičkih prikaza.

Energetsko opravdanje i izbor lokacije za novu TS 110/30 kV u zapadnom dijelu Zagreba

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. V. Štengl; dovršeno u prosincu 1960.

Elaborat obrađuje energetsko opravdanje i izbor lokacije za novu TS 110/30 kV u zapadnom dijelu Zagreba. Uz prikaz postojećeg stanja mreže 30 kV i energetske situacije u zapadnom dijelu Zagreba, u elaboratu je provedena i analiza razvoja konzuma za idućih tri do pet godina, uzimajući u obzir samo najavljeni razvoj grada i izgradnju industrije u tom periodu. Dobiveni rezultati pokazuju porast konzuma od oko 9,7 % godišnje. Ukupno vršno opterećenje zapadnog dijela grada doseći će u tom periodu oko 69 MW. S obzirom na situaciju u postojećoj mreži ovakav porast konzuma zahtijeva izgradnju nove TS 110/30 kV za zapadni dio Zagreba.

Pokazano je, da je najpovoljnija lokacija stanice u sklopu Termoelektrane I, i to, kako po troškovima izgradnje u I etapi tako i po troškovima u konačnoj izgradnji.

Opseg: 41 stranica teksta, 6 stranica tablica, 10 grafičkih prikaza.

Osnovno rješenje elektrifikacije područja gornjeg Pokuplja

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća autor ing. V. Štengl; dovršeno u kolovozu 1960.

Elaborat je izrađen u okviru obrade perspektivnog razvoja visokonaponske distributivne mreže NRH, a obrađuje razvoj mreže na širem području gornjeg Pokuplja, koje obuhvaća cijeli Gorski kotar i južni dio Korduna. U administrativnom pogledu ovo područje obuhvaća pojedine dijelove kotara Rijeka, Ogulin i Karlovac (oko 3300 km² i 100 000 stanovnika).

Analiza konzuma pokazuje, da će ukupna potrošnja energije na čitavom području nakon 30 godina iznositi oko 135 MWh/god, 1250 kWh/kuć, god., uz vršno opterećenje od oko 42 MW. Ovakvom razvoju konzuma odgovaraju eksponencijalni prirasti potrošnje u granicama 5,67—7,32 % i vršnog opterećenja u granicama 5,6—11,7 % godišnje.

Mreža 30 kV oblikovana je iz tri glavna izvora energije: HE Vinodol, TS 110/30 kV Vrbovsko i HE Gojak. U cjelokupnoj mreži 30 kV predviđeno je ukupno deset transformatorskih stanica 30/10 kV od kojih danas postoje samo tri. U Gorskom kotaru predviđene su stanice u Vratima, Delnicama, Kupjaku, Vrbovskom i Brodu na Kupi, dok su na Kordunu predviđene stanice u Oštarijama, Ogulinu, Plaškom, Slunju i u Bosiljevu. Veličine stanica variraju od instalirane snage transformatora 1 × 1,6 do 2 × 2,5 MVA.

Obrađena je i etapna izgradnja mreže, koja pokazuje da znatan dio mreže treba izgraditi već u prve dvije etape, tj. približno do oko 1970. Troškovi izgradnje cjelokupne mreže, proračunati po današnjim cijenama, iznose oko 2,6 milijardi dinara, od čega na prvu etapu do 1965. otpada oko 685 milijuna dinara.

Opseg: 7 štamparskih araka teksta, 30 tablica i 35 grafičkih prikaza.

Osnovno rješenje elektrifikacije područja donjeg Pokuplja

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. V. Štengl i tehn. K. Španiček; dovršeno u svibnju 1960.

Elaborat obrađuje perspektivni razvoj elektrifikacije na području donjeg Pokuplja, a izrađen je u nizu sličnih elaborata, kojima je cilj razrada perspektivnog razvoja visokonaponske distributivne mreže NRH. Pod zajedničkim nazivom donje Pokuplje elaboratom je obuhvaćen veći dio Korduna i Banije, uključivo i grad Karlovac, s ukupnom površinom oko 2700 km² te sa oko 185 000 stanovnika.

Za napajanje čitavog područja predviđena je izgradnja TS 110/35 kV Karlovac u neposrednoj blizini grada. Snaga transformacije mijenjat će se tokom etapa od 1 × 20 MVA do 2 × 40 MVA. Stanica se uklapa u postojeće vodove 110 kV iz Gojaka i Vinodola prema Zagrebu.

Mreža 35 kV oblikovana je kao radijalna, a pojedini vodovi mogu se i dvostrano napajati. Ukupno je predviđeno šest transformatorskih stanica 35/10 kV za napajanje konzuma u pokrajini i to u Dugoj Resi, Jastrebarskom, Jamnici, Ozlju, Krnjaku i Vrginmostu. Veličine stanica variraju po veličini transformacije od 1 × 2,5 MVA do 2 × 40 MVA. Za grad Karlovac nije u elaboratu dano rješenje.

Rezultati analize pokazuju, da je već u prvoj etapi potrebno izgraditi TS 110/35 kV Karlovac, TS 35/10 kV Jamnicu i Krnjak te odgovarajuće vodove 35 kV. Ukupni troškovi izgradnje mreže proračunani su po današnjim cijenama u iznosu oko 2,8 milijardi dinara, od čega na prvu etapu otpada oko 860 milijuna dinara.

Opseg: 7 štampanih araka teksta, 30 tablica, 33 prikaza.

Osnovno rješenje elektrifikacije Istre

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. I. Janić; dovršeno u rujnu 1960.

Svrha elaborata je da dade načelne smjernice za elektrifikaciju Istre. Obuhvaćeno područje Istre odnosi se na 2690 km² kotara Pule. Nakon 30 godina imat će oko 280 000 stanovnika i 80 000 kućanstava. Analizom konzuma pokazuje se da će maksimalno opterećenje iznositi 230 MW, a potrošnja električne energije 836 GWh. Ovome odgovara prosječni godišnji eksponencijalni prirast od 7,6 % za vršno opterećenje, a 6,6 % za električnu energiju.

Kao glavni izvor električne energije predviđa se izgradnja transformatorske stanice 220/110 kV kod Sv. Vinčenta s insta-

liranom snagom od 2 × 150 MVA. Ukupno se predviđa pet transformatorskih stanica 110/35 kV: Buje, Plomin i Baderna po 2 × 31,5 MVA svaka, Pula 2 × 40 MVA, te Raša 2 × 20 MVA, 110/35 kV i 2 × 20 MVA, 110/50 kV. Mreža 110 kV uglavnom je formirana iz TS 220/110 kV Sv. Vinčent. Osim spajanja TS 110/35 kV Raše, Pule i Baderne dvostrukim vodovima 110 kV s TS 220/110 kV Sv. Vinčent, predviđa se i udvostručenje 110 kV voda Matulji–Raša. S ova dva voda i 110 kV vodom Kopar–Buje 3 × 150 mm² Alče napajat će se uglavnom i Istra do izgradnje TS 220/110 kV Sv. Vinčent. Osim toga time se osigurava napajanje Raše s dva voda 110 kV, što će biti potrebno nakon predviđenog prijelaza elektroprivredne mreže od napona 50 na napon 35 kV.

Predviđeno je i zatvaranje prstena 110 kV Istre s vodovima Buje–Baderna–Pula. Svi vodovi 110 kV su predviđeni s presjekom 3 × 150 mm² Alče. Ukupno se predviđaju 23 transformatorske stanice 35/10 kV i 1062 distributivne transformatorske stanice 10/0,4 kV. Ukupni predviđeni troškovi za izgradnju visokonaponske mreže Istre iznose oko 13,7 milijardi dinara.

Opseg: 5 štampanih araka teksta, 78 tablica i 77 grafičkih prikaza.

Osnovno rješenje elektrifikacije sjevernog Zagorja i Međimurja

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. I. Janić; dovršeno u prosincu 1960.

Svrha elaborata je da dade načelne smjernice za elektrifikaciju sjevernog Zagorja i Međimurja. Obuhvaćeno područje se odnosi na Varaždin i Čakovec (1964 km²). Na kraju promatranog razdoblja od 30 godina obuhvaćeno područje imat će oko 380.000 stanovnika i 90.000 kućanstava. Analiza konzuma pokazuje da će maksimalno opterećenje iznositi 89,3 MW, a potrošnja 348 GWh.

Predviđa se izgradnja pet hidroelektrana na derivacionom kanalu Ormož–Botovo: Vratno, Plitvice, Jalžabet, Bednja i Djelekovec s ukupno instaliranom snagom od 227,6 MW i proizvodnjom od 1406 GWh (protok 400 m³/s).

Predviđaju se dvije transformatorske stanice 110/30 kV: Nedeljanec 2 × 40 MVA i Čakovec 2 × 20 MVA. Također se predviđa izgradnja voda 110 kVA Nedeljanec–Čakovec 3 × 150 mm² Alče (12 km), koji bi u I etapi bio pod naponom 30 kV. Ukupno se predviđa 16 transformatorskih stanica 30/10 kV i 569 distributivnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV. Duljina vodova 110 kV iznosi 85,5 km, vodova 30 kV 200 km, a distributivne mreže 10 kV 690 km. Uklapanje hidroelektrana u visokonaponsku mrežu predviđa se vodovima 110 kV. U ovom slučaju predviđa se u HE Đelekovec i transformacija 110/30 kV 2 × 20 MVA iz koje bi se napajala Koprivnica, Ludbreg, Kotoriba i novo nalazište nafte (područje Gola).

Ukupno predviđeni troškovi za izgradnju visokonaponske mreže sjevernog Zagorja i Međimurja (bez uklapanja hidroelektrana u visokonaponsku mrežu) iznose oko 5,,150,000.000 Din.

Opseg: 6,5 štamparskih araka teksta, 88 tablica, 83 grafička prikaza.

Investicioni program za Diesel-elektranu Plitvice

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. A. Šćap i dipl. ec. Ž. Vodopija; dovršeno u prosincu 1960.

Svrha je ovog investicionog programa da dade najpovoljnije rješenje za osiguranje snabdijevanja električnom energijom kritičnih potrošača na Velikoj Poljani (Plitvička Jezera).

Analiza sadašnje opskrbe električnom energijom Plitvičkih jezera pokazuje da je u zadnje dvije godine bilo 117 prekida, odnosno 207 sati ispada električne energije. Stoga se postavilo pitanje sigurnosti dobave električne energije. Nakon analize mogućnosti izgradnje vodova 10 kV Ličko Petrovo Selo – Plitvička Jezera i Otočac – Vrhovine – Plitvička Jezera, te HE Korana snage 27 MW i HE Smoljanec snage 20 MW, zaključuje se da je najpovoljnije postaviti na Velikoj Poljani rezervnu dizelsku elektranu snage 80 kW, koja bi zadovoljavala potrebe za rasvjetu hotela i milicijske stanice, te vodovoda i kanalizacije. Dizelska elektrana bila bi smještena oko 180 m od hotela. Ukupna investicija iznosila bi oko 14 milijuna dinara.

Opseg: 35 stranica teksta i 3 grafička prikaza.

Ekonomska problematika i statistika elektroprivrede

Usporedba ekonomičnosti transporta ugljena i električne energije s osvrtom na današnje prilike Jugoslavije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. J. Jerić; dovršeno u prosincu 1960.

U elaboratu su ispitane mogućnosti i troškovi transporta glavnih jugoslavenskih vrsta ugljena: kamenog, mrkog i lignita u sirovom stanju od ugljenika na udaljenosti 100, 200 i 300 km radi snabdijevanja gorivom u odgovarajućim konzumnim područjima lociranih termoelektrana, opterećenih maksimalnim snagama 40, 80, 120 i 240 MW.

Za usporedbu je pretpostavljeno da su termoelektrane istih snaga izgrađene u okviru ugljenih polja i da se prenose odgovarajuće količine energije sadržane u transportnom ugljenu prve pretpostavke, električnim vodovima do istih konzumnih područja.

Rezultati ispitivanja pokazuju da prema današnjim ekonomsko-tehničkim prilikama i prema raspoloživim termičkim izvorima energije u Jugoslaviji, niskokalorično gorivo lignit, koje čini 90 % od ukupno procijenjenih rezervi svih vrsta ugljena, može da se ekonomično koristi u elektroprivredne svrhe, samo izgradnjom termoelektrana u okviru lignitskih polja i prijenosom proizvedene električne energije vodovima do konzumnih područja.

Opseg: 18 stranica teksta, 3 dijagrama.

Valorizacija električne energije za potrebe studija hidroelektrana

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor ing. M. Leskovar; dovršeno u srpnju 1960.

U elaboratu se daje proračun prosječnih troškova proizvodnje za električnu energiju u Jugoslaviji postavno velika središta konzuma, na strani visokog napona za tri uzastopna perioda u budućnosti, po 25 godina svaki. Prvi od ovih triju perioda, počinje s godinom 1960. Ovi troškovi po kWh, i njihova struktura, dani su numerički u dinarima s kupovnom moći iz 1960. a prikazani su i grafički.

Svaka kategorija električne energije predstavlja jednu tranšu proizvodnosti hidroelektrane, a tranše se razlikuju po vremenu proizvodnje i po stepenu stalnosti raspoložive energije. Vrijednosti za 8 kategorija energije postavljene su na osnovu interesa elektroprivrede i na osnovu zadnje korisnosti za potrošače, da se kod prirodne raspodjele konzuma s trajanjem upotrebe 4000 h/god. suma po vrijednostima potrošnje pokriva s proizvodnim troškovima u sistemu.

U elaboratu je utvrđeno da godišnja količina gubitaka u prijenosu električne energije varira približno razmjerno s drugim korijenom iz godišnje neto-proizvodnje. Ova konstatacija može korisno poslužiti kod proračuna troškova u sistemu za koji nam još nije poznata konfiguracija mreže.

Opseg: 79 stranica teksta i 3 priloga, 2 grafička i 1 tabelarni pregled.

Cijene prijenosa električne energije u našim današnjim uslovima

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. B. Stefanini; dovršeno u rujnu 1960.

Često je kod planiranja i projektiranja mreža za prijenos električne energije potrebno raspolagati podacima o cijeni prijenosa na određenu daljinu. Takvi se podaci doduše mogu izračunati za svaki konkretni slučaj, ali je redovito potrebno takve podatke međusobno uspoređivati, pa je mnogo prikladnije, ako su već unaprijed izračunani.

U ovom su radu dani podaci o cijeni prijenosa unaprijed izračunani i pregledno prikazani na dijagramima tako, da je njihovo korištenje i međusobna usporedba olakšana. Cijene prijenosa izračunane su za vodne napone 110 i 220 kV, koji naponi danas u tu svrhu dolaze u obzir. Pri tom radu bilo je potrebno uvesti mnoge pretpostavke i zanemaranja što je išlo na račun tačnosti rezultata. Međutim, ovo će ipak moći sasvim korisno poslužiti, jer i u praksi uslovi za koje se traže cijene prijenosa nisu nikada strogo definirani.

Opseg: 8 stranica teksta, 12 stranica dijagrama.

Sistem prikupljanja statističkih podataka za izradu studijskih radova i operativu

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor D. Kostanjšek; dovršeno u studenom 1960.

Ovaj rad je prijedlog Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, kao prilog akcije Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske da organizira i objedini elektroprivrednu statistiku na svom području. Svrha rada je prikupljanje statističkih podataka, potrebnih za izradu studijskih radova i operativu.

Iako je predmet promatranja kojim se bavi elektroprivredna statistika veoma opsežan, Institut je svoje potrebe sveo na proizvodnju, nabavu i potrošnju električne energije, zatim protoke i opterećenja, te katastar elektroprivrednih postrojenja. Za izračunavanje pokazatelja koji služe u svrhu obavljanja ekonomskih analiza predlaže se prikupljanje slijedećih podataka: nesretni slučajevi na radu, zaposleno osoblje i njihove plaće, zatim investicije u elektroprivredi, bruto-proizvod te cijene električne energije i potrošači. Posebno je razrađena detaljna specifikacija podataka sa skicom tablica pomoću kojih bi se pojedini podaci prikupljali.

Opseg: 23 stranice teksta.

Indeksni brojevi i njihova primjena u elektroprivredi

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor D. Kostanjšek; dovršeno u lipnju 1960.

U elaboratu se ističe značenje indeksnih brojeva u studijskom radu, prednosti računanja i široke mogućnosti njihove primjene. Detaljno se obrazlaže način njihovog sastavljanja i ispravne upotrebe. Naročita je pažnja posvećena izboru baze, jer od tog izbora ovisi ispravnost čitavog sistema indeksnih brojeva. Izložene su koristi od mogućnosti promjene baze.

Drugi dio elaborata obrađuje mogućnost primjene indeksnih brojeva u elektroprivredi. Posebno se tretiraju pojedine vrsti indeksa (agregatni indeksi, indeksi izvršenja plana, indeksi plaća, indeksi troškova itd.), te se na primjerima iz elektroprivredne prakse ukazuje na razne koristi njihove primjene.

Opseg: 40 stranica teksta.

Razvoj cijene električne energije

Narudžba Tvornice električnih strojeva *Rade Končar*, Zagreb, autor ing. B. Filipović; dovršeno u kolovozu 1960.

Analiziran je perspektivni razvoj elektroprivrede naše zemlje u cilju procjene nekih energetskih i ekonomskih veličina u opskrbi potrošača električnom energijom. Te su veličine važne kod konstruiranja transformatora predviđenih za pogon u javnim prijenosnim i distributivnim mrežama.

Na temelju procjene razvoja konzuma razrađena je kalkulacija troškova i cijena električne energije u perspektivnom periodu kroz 15 godina. Kod toga su uzeta u obzir mjesta uključivanja transformatora u mrežu na naponima 110, 35 i 10 kV. Kalkulacija je provedena pod aspektom povezane elektroprivrede i jedinstvenog elektroenergetskog sistema u energetskom i ekonomskom pogledu.

Proračun vjerojatnih cijena na raznim mjestima električne opskrbne mreže omogućuje iznalaženje vrijednosti gubitaka električne energije na tim mjestima. Time se dobiva jedan od važnih elemenata za određivanje optimalnih karakteristika transformatora. Elaboratom je obuhvaćena i ekonomski opravdana veličina stopa stalnih troškova za transformatore i transformatorske stanice.

Opseg: 54 stranice teksta, uključivo 17 tablica i 12 slika.

Statistika široke potrošnje električne energije po konzumnim područjima elektroprivrednih poduzeća NRH za razdoblje 1948. do 1959.

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor B. Šel; dovršeno u prosincu 1960.

U elaboratu je brojčano i grafički prikazan razvoj široke potrošnje električne energije od 1948. do 1959. po konzumnim područjima i kategorijama potrošača. Na osnovu tako sortiranih statističkih podataka ustanovljena je jakost veze između potrošnje u domaćinstvu i ukupne potrošnje električne energije.

Ta se korelaciona veza, koja je izračunana za svako konzumno područje posebno, pokazuje vrlo čvrsto, što omogućuje da se kod prognoziranja ukupne potrošnje s prilično sigurnosti odredi i buduća potrošnja u domaćinstvu. Elaborat sadrži i pregled vodova napona od 0,4 do 30 kV po distributivnim područjima i prosjek prenijete električne energije po kilometru voda.

Opseg: 10 stranica teksta, 40 stranica tablica i 27 slika.

Statistički podaci za elektroprivredni Godišnjak 1959.

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, obrađivač statističkog dijela B. Šel; dovršeno u lipnju 1960.

U elektroprivrednom Godišnjaku za 1959. iznijet je pregled elektrana udružene elektroprivrede, industrijskih i lokalnih elektrana, zatim instaliranih transformatorskih stanica od 110 do 30 kV, te vodova od 220 do 30 kV. Prikazan je razvoj instaliranih snaga elektrana, transformatorskih stanica i vodova od 1946. do 1959.

Proizvodnja električne energije na području NRH razrađena je po značaju proizvodnje (udružena elektroprivreda industrijske i lokalne elektrane), te obuhvaća – zajedno s razmjenom električne energije sa susjednim republikama i inozemstvom – razdoblje od 1946. do 1959. Isto je tako razrađena i potrošnja električne energije po strukturi potrošača za razdoblje od 1948. do 1959.

Posebno su obrađeni pogonski podaci nekih većih termoelektrana i hidroelektrana, a detaljno je po distributivnim područjima prikazan specifični potrošak električne energije široke potrošnje po stanovniku, kao i potrošak električne energije po stanovniku nekih država Evrope.

Opseg: 65 stranica tablica.

Definicije pojmova u elektroprivredi

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. V. Dabac i dipl. ec. Lj. Wipplinger; dovršeno u prosincu 1960.

Do danas još ne postoji opće priznato i jedinstveno nazivlje za elektroprivredne pojmove s tačnim definicijama njihova značenja. Stoga se ukazala potreba, da se elektroprivredni pojmovi sistematski obrade i definiraju. Budući da ti pojmovi nisu kod nas još do sada obrađeni leksikografski kao cjelina, to su kao podloga rada morali poslužiti strani uzori. Prven-

stveno je uzeto u obzir izdanje UNIPEDE *Terminologie utilisée dans les statistiques de l'économie électrique* iz 1957. i njemački *Begriffsbestimmungen in der Energiewirtschaft,* izdanje VDEW 1956.

Oba izdanja obrađuju identične pojmove s opširnim definicijama. Razlikuju se u tome, što je njemačko znatno veće (oko 370 termina), a vrijedi kao preporuka na području Njemačke, dok je izdanje UNIPEDE znatno manje (74 pojma), ali mu je važenje međunarodno, te se po preporuci UNIPEDE upotrebljava u statističkim publikacijama međunarodnog značenja.

Zbog tih razloga nije bilo moguće da se na osnovu oba ova izdanja izradi jedinstvena terminologija, pa su oba prevedena s namjerom, da svaki posluži svojoj svrsi. Izdanje UNIPEDE treba da bude mjerodavno kod izrade statistika za međunarodne publikacije, dok se definicije za ostale pojmove mogu uzimati iz njemačkih »Pojmova« tako dugo, dok i one ne budu međunarodno utvrđene.

Pored ovih tehničkih naziva, »Definicije« sadrže i oko 130 ekonomskih termina, koji se upotrebljavaju u elektroprivredi.

Terminologiju treba shvatiti kao prijedlog za razmatranje na jednom širem skupu elektroprivrednih stručnjaka Hrvatske, kako bi mogao poslužiti kao osnova za izradu jedinstvene terminologije u elektroprivredi za cijelu našu zemlju, kojoj svrsi je taj elaborat i namijenjen.

Opseg: 208 stranica teksta.

Toplinsko gospodarstvo, potrošnja topline i toplinski procesi

Elaborat o orijentaciji TE Zagreb na optimalno gorivo

Narudžba Termoelektrane Zagreb, autori ing. J. Lucati i ing. Z. Selanec; dovršeno u lipnju 1960.

TE Zagreb trošila je mnogo vrsta i sortimenata ugljena i velike količine ložnog ulja. Ova raznovrsnost nepovoljno je djelovala na ekonomiju elektrane, što se nastojalo popraviti dodatnim loženjem ložnim uljem.

U cilju optimiranja izvršena su mnogobrojna ispitivanja kotlova s raznim vrstama ugljena i njihovim mješavinama. Na bazi dobivenih rezultata u elaboratu se daje pregled onih vrsti ugljena i pojedinih mješavina koje najbolje odgovaraju kako u tehničkom pogledu, tako i s ekonomskog gledišta. Izrađeni su dijagrami optimalnih ugljena za svaki kotao, uz potpunu orijentaciju na ugljen s izuzetnim i minimalnim korištenjem ložnog ulja.

Dani su prijedlozi za kompletiranje i ekonomiziranje kotlova, a ložači su dodatnom obukom osposobljavani za novi režim pogona kotlova. TE Zagreb je u pogonu utvrdila pozitivne rezultate ovog optimiranja i odala pismeno priznanje kolektivu Instituta.

Opseg: 36 stranica teksta.

Elaborat o racionalizaciji topline TE Vlaška

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. S. Ivančić, ing. Z. Selanec i ing. D. Bjelovučić; dovršeno u travnju 1960.

Rad obuhvaća kompleksno energetsko bilanciranje po metodi diferencijalnog potroška i dokumentaciju za ekonomično vođenje pogona. Dane su upute i uzorak za periodička bilanciranja u pogonu, kao i podloge za određivanje normativa potrošnje topline.

Opseg: 72 stranice teksta, 4 tablice, 19 nacrta.

Elaborat o racionalizaciji topline TE Rijeka

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. Ivančić, ing. Selanec i ing. Bjelovučić; dovršeno u rujnu 1960.

U ovom elaboratu obrađena je racionalizacija topline Termoelektrane Rijeka na analogan način kao i u elaboratu o racionalizaciji topline u TE Vlaška.

Opseg: 57 stranica teksta, 15 nacrta.

Elaborat o korištenju plinske turbine

Narudžba Kemijske tvornice »Metan«, Kutina, autori ing. Lucati i ing. Brkić; dovršeno u kolovozu 1960.

U tvornici »Metan« u Kutini na raspolaganju su izvjesne količine otpadnih plinova, koji nastaju pri proizvodnji čađe, a koje se danas ne koriste. Tvornica je u toku izgradnje novih kapaciteta, te istovremeno rješava i problem opskrbe električnom i toplinskom energijom.

Budući da su količine otpadnih plinova upotrebive, a zemni plin kao dodatni izvor stoji na raspolaganju, trebalo je pronaći varijante optimalnih rješenja i usporediti ih s klasičnim parno-turbinskim ciklusom. Istovremeno je trebalo analizirati sadašnje i buduće energetske prilike tvornice i mogućnosti opskrbe iz javne elektroprivredne mreže i susjednih industrijskih poduzeća.

Savremeno rješenje plinsko-turbinskog ciklusa u kombinaciji s utilizatorom za proizvodnju pare i izravno korištenje topline otpadnih plinova turbine dano je kao povoljna varijanta.

Opseg: 52 stranice teksta, 5 nacrta.

Vatrotehničko podešavanje i ispitivanje kotla u tekstilnoj industriji »Varteks«, Varaždin

Narudžba Tekstilne industrije *Varteks*, Varaždin, autori ing. J. Lucati i ing. D. Bjelovučić; dovršeno u listopadu 1960.

Cilj intervencije bio je da se ustanovi rad kotla nakon provedenih rekonstrukcija u cilju orijentacije na lignitni ugljen. Izvršeno je podešavanje kotla i obuka osoblja za što ekonomičnije rukovanje u pogonu. Ustanovljeno je da je kotao osposobljen za loženje lignitima kod povišene ekonomije goriva i povećanog kapaciteta proizvodnje.

Opseg: 10 stranica teksta.

Ispitivanje sušare u Kombinatu »Borovo«

Narudžba Kombinata *Borovo* — Borovo, autor ing. D. Bjelovučić; dovršeno u prosincu 1960.

Sušara velikog kapaciteta, građena je po sistemu trake i s prisilnom cirkulacijom medija, namijenjena sušenju kartona; u sadašnjem stanju nije zadovoljavala potrebe tvornice i bila je usko grlo proizvodnje. Cilj ispitivanja bio je da se ustanove razlozi slabog efekta sušenja, jer je ovaj bio daleko ispod nominalnih vrijednosti koje je dao proizvođač sušare.

Ispitivanjima i podešavanjem, te stručnim pregledima pronađen je čitav niz nedostataka, za koje su dane smjernice za otklanjanje i dovođenje sušare u normalno stanje. Ponovnim ispitivanjem ustanovljeno je da je većinu nedostataka uspjelo otkloniti i time kapacitet povezati za oko 30% u odnosu na ranije.

Opseg: 10 stranica teksta, 2 slike.

Ispitivanje kaupera u Željezari Vareš

Narudžba poduzeća *Braća Kavurić*, Zagreb, autori ing. Z. Selanec i ing. H. Brkić; dovršeno u travnju 1960.

Na temelju detaljnih mjerenja na kauperima izrađene su toplinske bilance kaupera, te uspostavljeni njihovi stepeni

djelovanja, kao i veličine pojedinih gubitaka. Ovaj rad služio je kao osnova za rekonstrukciju koju je izvršilo poduzeće *Braća Kavurić*.

U nastavku ovog rada izvršeno je ispitivanje visokopećnog plina Željezare na stepenu zanečišćenja. Ovaj rad izvršen je pomoću najmodernije opreme nabavljene iz Zapadne Njemačke.

Opseg: 43 stranice teksta, 2 tablice.

Izrada energetske bilance TE Banovići

Narudžba Termoelektrane Banovići, autori ing. S. Ivančić, ing. D. Bjelovučić i ing. Z. Selanec; dovršeno u lipnju 1960.

Rad je obuhvatio kompleksno energetsko bilanciranje po metodi diferencijalnog potroška s dokumentacijom za ekonomično vođenje pogona. Dane su energetske karakteristike pojedinih osnovnih postrojenja, te upute i uzorak za periodička bilanciranja u pogonu. Također su dane sve podloge za određivanje normativa potrošnje topline.

Opseg: 96 stranica teksta, 17 nacrta.

Investicioni program Željezare Sisak, energetski dio

Narudžba Željezare Sisak, autori ing. Z. Selanec i ing. H. Brkić; dovršeno u rujnu 1960.

U vezi planiranog proširenja proizvodnih pogona Željezare Sisak, a napose nove valjaonice traka i šavnih cijevi, te osjetnog povećanja čeličane, potrebno je i energetske pogone prilagoditi novim potrebama. U tu svrhu izrađen je investicioni program energetskog dijela. Program je obuhvatio opskrbu Željezare električnom energijom, parom, zrakom, pitkom i industrijskom vodom, te kisikom.

U elaboratu su obrađene potrebne rekonstrukcije i nadogradnje energetskih postrojenja s potrebnim opisima i troškovnicima.

Opseg: 250 stranica teksta, 23 nacrta.

Izrada računala za ekonomsku raspodjelu opterećenja za rad dispečera

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori ing. Z. Selanec i ing. S. Ivančić.

Na temelju izvršenih bilanci u TE Jertovec, Zagreb, Rijeka i Vlaška izrađene su energetske neto-karakteristike pojedinih elektrana, tj. ovisnost proizvodnje električne energije na pragu elektrane i potrošnje goriva. Ove karakteristike izrađene su uz pretpostavku optimalnih sprega i raspodjele opterećenja u pojedinim elektranama.

Na bazi ovih karakteristika, a po principu diferencijalnog potroška, izračunane su potrebne veličine za izradu računala. Na računalima su predviđene i korekturne skale koje uključuju cijenu goriva, te eventualno opravdana odstupanja od optimalnih uvjeta proizvodnje u pojedinim elektranama. Rad se nastavlja u 1961.

Ispitivanje tankera »Petar Zoranić«

Narudžba Brodogradilišta *3. Maj* — Rijeka, autori ing. J. Lucati, ing. H. Brkić, ing. S. Ivančić i ing. D. Bjelovučić; dovršeno u rujnu 1960.

U cilju utvrđivanja potrošnje goriva i provjere garancijskih podataka, te sticanja iskustva za daljnju gradnju turbinskih brodova, brodogradilište »3. Maj« naručilo je ispitivanja kompleksne potrošnje goriva, stepena djelovanja kotlova i parne turbine, te provjeru unutrašnjeg toplinskog balansa.

Ovaj rad izvršen je prilikom probne vožnje tankera. Rezultati su obrađeni i uspoređeni sa projektnom osnovom, u cilju utvrđivanja pogonskih karakteristika.

Opseg: 41 stranica teksta.

Ispitivanje kotla poduzeća »Velebit«, Goli

Narudžba Brodogradilišta *Viktor Lenac*, Rijeka, autori ing. S. Ivančić i tehn. S. Špoljarić; dovršeno u rujnu 1960.

Brodogradilište *Viktor Lenac*, nakon izvršene montaže jednog rekonstruiranog brodskog parnog kotla u poduzeću Kombinata *Velebit*, objekt Goli, zatražilo je ispitivanje u cilju utvrđivanja kapaciteta kotla i stepena djelovanja. Ispitivanje je vršeno kao eksploataciono s težištem da se postigne kapacitet koji je brodogradilište jamčilo.

Opseg: 25 stranica teksta.

Perspektivni razvoj opskrbe toplinom grada Zagreba

Narudžba Narodnog odbora grada Zagreba, autori ing. J. Lucati, ing. H. Brkić i ing. Z. Selanec.

Elaborat se sastoji od dva dijela. U prvom je prikazana potrošnja toplinske i električne energije u gradu Zagrebu do 1958. i to za koks, ugljen, ogrjevno drvo, električnu energiju, gradski plin, zemni plin, te propan i butan.

Za 1958. razrađena je osim toga i raspodjela prema strukturi potrošača i prema teritorijalnoj raspodjeli. Nadalje su obrađene energetsko-ekonomske karakteristike pojedinih oblika energija, za primjenu u domaćinstvu za kuhanje, grijanje prostorija i pripremu tople vode za uže područje grada Zagreba.

Na osnovu prvoga dijela elaborata izrađen je drugi dio elaborata koji promatra perspektivnu potrošnju toplinske i električne energije na teritoriju grada Zagreba, te pokazuje strukturu i količine potrebne topline i električne energije u pojedinim dijelovima grada za 1970.

Razvoj potrošnje temelji se na proučavanju trenda razvoja i utvrđivanja energetskog standarda stanovništva. Dane su karte razvoja s oznakom intenziteta potrošnje, posebno za svaku vrstu energija, koje će služiti kao osnova za projektiranje mreža i ostalih sredstava za opskrbu stanovništva grada Zagreba. Rad se nastavlja u 1961.

Toplinska mjerenja u pogonima

Ispitivanje rashladnih tornjeva u pogonu Termoelektrane Jertovec

Narudžba Termoelektrane Jertovec, autor ing. V. Feuerbach.

Ispitana su dva novopostavljena rashladna tornja u pogonu. Ispitivanja treba da pruže podatke da li rad rashladnih tornjeva odgovara prosječno postizivoj dobroti rada izvedenih rashladnih tornjeva u Evropi, budući da je ove rashladne tornjeve izvodilo domaće poduzeće. Izvršen je niz ispitivanja uz promjenljivo hidrauličko opterećenje i različite meteorološke prilike. Rezultati ispitivanja su razrađeni pregledno u tablicama i u dijagramima u ovisnosti o promjenama meteoroloških prilika i protočnih količina vode i priloženi su elaboratu. Rad se nastavlja u 1961.

Ispitivanje rashladnih tornjeva u Elektrani Zagreb

Narudžba Elektrane Zagreb, autor ing. V. Feuerbach.

Izvršeno je ispitivanje dvaju rashladnih tornjeva u pogonu, te niz ispitivanja uz promjenljivo hidrauličko opterećenje i različite meteorološke prilike. Rezultati ispitivanja su u obradi i treba da posluže za ocjenu dobrote rada rashladnih tornjeva i eventualnih poboljšanja. Rad se nastavlja u 1961.

Ispitivanje turboagregata AEG u Termoelektrani Zenica

Narudžba Termoelektrane Zenica, autor ing. V. Feuerbach; dovršeno u travnju 1960.

Turboagregat AEG snage 10,5 MW s parametrima ulazne pare 20 atp i 250° C radio je u čisto kondenzac onom pogonu. Budući da je postrojenje rekonstruirano uvođenjem jednog oduzimanja pare iz turbine za regenerativno zagrijavanje kondenzata i dodatne omekšane vode, turbinski će ciklus raditi ekonomičnije. Izvršena su dva niza ispitivanja po 4 mjerenja (kod 3; 5; 6,5 i 8,5 MW) pri čistom kondenzacionom pogonu i uz režim rada oduzimanja pare.

Određen je ukupni i specifični potrošak pare, količine oduzete pare iz turbine, te zagrijavanje kondenzata i dodatne vode. Optimalni specifični potrošak pare u čisto kondenzacionom pogonu iznosi 4,91 kg/kWh, a uz režim oduzimanja pare iz turbine 5,21 kg/kWh. Svi rezultati ispitivanja detaljno su obrađeni u elaboratu.

Opseg: 43 stranice teksta, 1 slika, 3 dijagrama.

Elaborat o uštedama uslijed promjene režima pogona turboagregata

Narudžba Termoelektrane Zenica, autor ing. V. Feuerbach; dovršeno u travnju 1960.

Na osnovu provedenih ispitivanja na turboagregatu AEG uz razne režime pogona izrađen je elaborat o postignutim uštedama prijelazom na rad turbine s oduzimanjem pare i regenerativnim načinom zagrijavanja kondenzata i dodatne vode. Novim režimom pogona postignuta je prosječna toplinska ušteda od 4,2 %. Ušteda u potrošnji pare iznosi minimalno 0,24 kg/kWh, što daje pri godišnjoj proizvodnji električne energije koja se kretala od 1955. do 1959. od 56 do 72 MWh uštedu od 10,6 do 13,4 milijuna dinara. Istovremeno je na ovaj način povećan kapacitet proizvodnje električne energije za 5 %.

Opseg: 47 stranica teksta, 1 slika, 5 dijagrama.

Primopredajna ispitivanja turboagregata u elektrani Fabrike celuloze Banja Luka

Narudžba *Energoinvest*, Sarajevo, autor ing. V. Feuerbach; dovršeno u lipnju 1960.

Izvršeno je primopredajno ispitivanje na turboagregatu u energani Fabrike celuloze Banja Luka. Protutlačni turboagregat ima snagu od 10 MW s parametrima svježe pare od 70 atp i 515° C. Protutlak iznosi 3,5 ata. Turbina ima jedno neregulirano oduzimanje s maksimalno 15 t/h pare. Obavljena su tri ispitivanja 5, 8 i 10 MW. Rezultati ispitivanja obrađeni su za sva ispitana opterećenja, te pregledno dani u elaboratu o ispitivanjima uz usporedbu s garantnim vrijednostima.

Opseg: 52 stranice teksta, 1 slika, 3 dijagrama.

Primopredajno ispitivanje na dva kotla »Đuro Đaković« u Tvornici šećera i kandita Osijek

Narudžba Tvornice *Đuro Đaković*, Slavonski Brod, autor ing. E. Giunio; dovršeno u veljači 1960.

Izvršena su primopredajna ispitivanja dvaju kotlova u novo izgrađenoj energiji Šećerane Osijek. Kotlovi su kapaciteta 25/32 t/h, za pritisak pare 37 atp i temperaturu 450° C. Kotlovi su po tipu visokotlačni sekcionalni s ekraniziranim ložištem i ugrađenim mehaničkim lančanim roštiljem za spaljivanje ugljena mješavine Banovići – Kreka granulacije maksimalno 15 % ispod 1 mm. Ispitivanja su provedena na oba kotla samo kod normalnog opterećenja od 25 t/h, jer se zbog nedovoljnog statičkog pritiska ventilatora nije moglo postići maksimalno trajno opterećenje. U pogledu stepena djelovanja kod normalnog opterećenja, garancije su bile zadovoljene.

Opseg: 42 stranice teksta, 1 slika.

Primopredaja ispitivanja na kotlu TPK u energani Tvornice šećera u Branjinom Vrhu

Narudžba Tvornice parnih kotlova, Zagreb, autor ing. E. Giunio; dovršeno u ožujku 1960.

Izvršena su primopredajna ispitivanja kotla broj 2 u novoj energani Šećerane u Branjinom Vrhu. Kotao je tipa TPK – G – 15, a izveden je kao visokotlačni radijacioni s mlinskim loženjem za ispaljivanje lignita Kreka od 2200 kcal/kg, i mrkog ugljena Mostar od 3800 kcal/kg. Kapacitet kotla je 20,25 t/h uz pritisak od 38 atp i temperaturu od 400° C. Ipitivanja su provedena kod normalnog i maksimalnog opterećenja, kao i rada kotla kod tehničkog minimuma i maksimuma. Ispitivanja su pokazala da je Tvornica parnih kotlova udovoljila danim garancijama.

Opseg: 43 stranice teksta, 1 slika.

Ispitivanje kotla za centralno grijanje u Hotelu »Metropol« u Beogradu

Narudžbe Tvornice parnih kotlova, Zagreb, autor ing. E. Giunio; dovršeno u travnju 1960.

Ovaj kotao ispitan je prema želji tvornice kao prototip ove vrste. Kotao je kapaciteta 780.000 kcal/h normalno ili maksimalno 1,000.000 kcal/h, odnosno u pari 1280 kg/h i 1600 kg/h. Kotao je niskotlačni za pritisak oko 0,5 atp i služi za centralno grijanje i ostale pogone hotela. Loži se mazutom i to poluautomatski. Ispitivanja i obrada rezultata su pokazali da kotao čak i premašuje predviđeni toplinski kapacitet i to za oko 40 %. I u pogledu stepena djelovanja od 80 % dobiveni su zadovoljavajući rezultati.

Opseg: 16 stranica teksta.

Ispitivanje kotla za centralno grijanje u Institutu »Boris Kidrič« u Vinči

Narudžba Tvornice parnih kotlova, Zagreb, autor ing. E. Giunio; dovršeno u svibnju 1960.

Izvršeno je ispitivanje na kotlu Tvornice parnih kotlova tipa CVG ogrjevne površine 120 m², s kapacitetom od normalno 1,200.000 kcal/h i maksimalno 1,500.000 kcal/h. Protočna količina vode kroz kotao iznosi normalno 60 m³/h, a voda se zagrijava od 80 na 100° C. Kotao se loži uređajem za pneumatsko loženje, konstrukcije Tvornice parnih kotlova. Ispitivanja i obrada rezultata su pokazali da ovaj kotao može čak i premašiti maksimalno trajno opterećenje u prosjeku za oko 70 do 100.000 kcal/h. I u pogledu termičkog stepena djelovanja predviđenog sa oko 70 % kotao posvema zadovoljava.

Opseg: 18 stranica teksta.

Ispitivanja plamenocijevnog kotla u Mljekari »Srem«, Beograd

Narudžba Tvornice parnih kotlova, Zagreb, autor ing. E. Giunio; dovršeno u maju 1960.

U okviru ovih ispitivanja ispitan je kotao proizvodnje TPK, tipa G-6/4 m, ogrjevne površine 76 m² s ručnim loženjem. Kotao proizvodi suhozasićenu paru od 8 atp (175 °C) za tehnološki proces prerade mlijeka u mljekari. Produkcija agregata je 1,7 odnosno maksimalno 2 t/h.

Opseg: 17 stranica teksta.

Ispitivanje plamenocijevnog kotla u tvornici »Rade Končar«, Zagreb

Narudžba Tvornice parnih kotlova, Zagreb, autor ing. E. Giunio; dovršeno u lipnju 1960.

Ova ispitivanja obuhvatala su ispitivanje kotla proizvodnje TPK tipa G-6/4 m, ali s loženjem mazutom. Mazut se spaljuje pomoću uređaja isporučenog od firme Unitherm. Kapacitet kotla je 2,1 odnosno 2,5 t/h normalno. Ovaj kotao u tvornici

opskrbljuje sušare parom. Rezultati ispitivanja pokazuju da je kapacitet kotla postignut.

Opseg: 17 stranica teksta.

Mjerenje temperatura na kotlu u pogonu tvornice »Chromos«, Zagreb

Narudžba tvornice *Chromos*, Zagreb, autor tehn. S. Harapin; dovršeno u travnju 1960.

U pogonu su izmjerene temperature na kotlu i to na strani vode i pregrijane pare, kao i temperature i podtlakovi na strani dimnih plinova. Ova mjerenja su provedena zbog dobivanja neophodnih podataka za rekonstrukc ju pregrijača.

Opseg: 3 stranice teksta.

Ispitivanje kotla TPK u Fabrici šećera u Bitolju

Narudžba Tvornice parnih kotlova, Zagreb, autor tehn. S. Harapin; dovršeno u aprilu 1960.

Ovim ispitivanjima obuhvaćeno je provjeravanje kotla TPK, tipa G-2, produkcije pare 6/7 t/h uz pritisak 8 atp. Para iz kotla je suhozasićena. Kotao ima ukupnu površinu isparavanja od 245 m² i ekonomajzer od 87 m². Kotao se loži ugljenom od 3800 kcal/kg s pneumatskim ložačem. Rezultati ispitivanja i njihova razrada pokazuju da uz loženje kosovskim lignitom ogrjevne vrijednosti od 2255 kcal/h, kotao postiže proizvodnju od 5,5 t/h uz pritisak od 7,4 ata. U pogledu toplinskog iskorištenja, makar i sa lošijim gorivom od predviđenog, kotao pokazuje bolje rezultate za oko 3–4 %.

Opseg: 25 stranica teksta.

Ispitivanje sadržaja prašine u grotlenom plinu u Željezari Vareš

Narudžba poduzeća *Braća Kavurić*, Zagreb, autori ing. E. Giunio i ing. H. Brkić; dovršeno u maju 1960.

Na ovom ispitivanju je provjeren sadržaj prašine u grotlenom plinu iza prečistača i taložnika, a ispred ulaza grotlenog plina u kaupere. Ovo ispitivanje je naručeno zbog predviđene rekonstrukcije kaupera, kao i zbog ugradnje gorionika grotlenog plina u kotlove energane Željezare Vareš. Ispitivanjem se ustanovio da ovaj grotleni plin sadrži oko 17–20 mg/Nm³ prašine.

Opseg: 20 stranica teksta, 2 slike, 3 dijagrama.

Primopredajna ispitivanja kotlova Cail—Steinmueller u toplani Fabrike celuloze Banja Luka

Narudžba Fabrike celuloze, Banja Luka, autor ing. E. Giunio; dovršeno u studenom 1960.

Ova ispitivanja provedena su kao kolaudaciona, na osnovu kojih je investitor definitivno preuzeo kotlove od isporučioca. Ispitivanjima su provjereni svi podaci koji se garantiraju ugovorom o isporuci u pogledu kapaciteta kotlova, kvalitete i čistoće pare, kao i termičkog stepena djelovanja. Kotlovi su kapaciteta 50/64 t/h uz pritisak 74 atp i 525 °C, na izlazu iz pregrijača. Kotlovi se lože ugljenom prašinom, sulfitnom lužinom i otpacima drveta. Ispitivanja su provedena kod loženja samo ugljenom. Rezultati ispitivanja pokazuju udovoljenje svim garancijama.

Opseg: 42 stranice teksta, 1 slika.

Određivanje potroška pare pojedinih pogona u Kombinatu »Borovo«

Narudžba Kombinata *Borovo*, Borovo, autor tehn. S. Harapin; dovršeno u prosincu 1960.

U želji da uvede nagrađivanje po proizvodnim jedinicama u tvornici, Kombinat Borovo je naručio mjerenje potroška pare pojedinih pogona i pronalaženje mogućnosti za ugradnju stalnih pogonskih instrumenata u pojedine parovode. Ova mjerenja obuhvatila su određivanje potroška pare za pogone: pneumatikarne, presare, tehničke robe mjenjača i pjenasta guma, te gumare 1 i 2. Izvršena su mjerenja na osnovu kojih su određene količine pare za pojedine pogone. Na osnovu dobivenih rezultata, dimenzionirane su mjerne prigušnice koje će služiti za stalno mjerenje u pogonu, te su ujedno odabrani i instrumenti koje je potrebno uz te prigušnice montirati.

Opseg: 21 stranica teksta.

Ispitivanje kotla VII u Elektrani Rijeka

Narudžba Termoelektrane Rijeka, autor ing. E. Giunio; dovršeno u listopadu 1960.

Ispitivanje ovog kotla obavljeno je u svrhu određivanja njegova kapaciteta i pogonskih karakteristika kod raznih opterećenja. Kotao je naknadno montiran i rekonstruiran, te zbog toga nije postojala nikakva tehnička dokumentacija o njegovom radu u pogledu toplinskog iskorištenja kapaciteta itd. Kotao je strmocijevni, starije konstrukcije s 4 bubnja i ukrižanim snopovima. Za spaljivanje ugljena kotao ima lančani roštilj površine 13 m². Na tom roštilju spaljuje se ugljen iz rudnika Raša, granulacije orah.

Rezultati ispitivanja pokazuju da je kotao kapaciteta 15 t/h uz iskorištenje topline od oko 70%. Pored toga dobiven je i odnos termičkog iskorištenja u ovisnosti o promjenama proizvodnje pare. Sama ispitivanja još su dala niz rezultata iz kojih se moglo zaključiti na stepen djelovanja samog roštilja, na toplinsko opterećenje ložišnog prostora, na održavanje temperature pregrijane pare itd.

Opseg: 29 stranica teksta, 1 slika.

Ispitivanje filtera za dimne plinove na kotlovima broj 3 i 4 u Termoelektrani Jertovec

Narudžba Termoelektrane Jertovec, autor ing. E. Giunio, dovršeno u prosincu 1960.

Ispitivanja su obuhvatila kontrolu rada multi-ciklonskih filtera na izlazu iz kotla broj 3 i 4 u Elektrani Jertovec. Ove filtere je isporučila firma TPK – Waagner Biro. Prilikom isporuke garantiran je stepen otprašivanja od 93 %. Uz ova ispitivanja filtera ispitani su i stepeni djelovanja kotlova u svrhu kontrole rada ložačkog osoblja.

Rezultati pokazuju da je na kotlovima u pogledu iskorištenja topline stanje skoro nepromijenjeno, s obzirom na ono kod garancijskih ispitivanja. Razlike se kreću između 1 i 2 %. Kod filtera se postiže stepen otprašivanja daleko manji od garantiranog, i to na kotlu 3 za oko 15 %, a na kotlu 4 za oko 8 %. Rezultati ispitivanja kotlova i filtera dani su u elaboratu u formi dijagrama i tablica.

Opseg: 50 stranica teksta, 2 slike, 3 dijagrama.

Razno

Uz navedene radove, koji su većeg obima obavljen je i niz manjih radova po narudžbama raznih industrijskih poduzeća: baždarenje protočnih instrumenata u Tvornici *Josip Kraš*, Zagreb, mjerenje gubitaka kondenzata u Tekstilnoj industriji *Varteks*, Varaždin, indiciranje parnih vitlova u Tvornici *Vulkan*, Rijeka, mjerenje temperature na kotlu Šećerane Novi Vrbas, ekonomizacija kotlova u bolnici *Dr. Mladen Stojanović*, Zagreb, ekspertiza po narudžbi TPK na lokomobilskim kotlovima u Tvornicama šperploča Gospić i Bjelovar povodom oštećenja ložišta.

Laboratorijska toplinska mjerenja

Analiza izolacije domaće proizvodnje

Narudžba Saveznog izvršnog vijeća, Beograd, autor ing. F. Šprung; dovršeno u maju 1960.

Elaborat je izrađen na inicijativu Saveznog izvršnog vijeća, a rađen radi ocjene domaće proizvodnje materijala sa tehničkog i ekonomskog aspekta. Obrađene su 24 vrste materijala i asortimana i uspoređene s odgovarajućim inozemnim materijalima u pogledu koeficijenta toplinske vodljivosti, specifične topline, težine i ocjene materijala. Za potrebe ispitivanja specifične topline materijala s malom volumnom specifičnom toplinom uvedena je u laboratoriju jedna nova metoda ispitivanja.

Opseg: 180 stranica teksta, 1 nacrt.

Toplinske izolacije

Narudžba *Energoinvest*, Sarajevo, autor ing. F. Šprung; dovršeno u lipnju 1960.

Elaborat je izrađen na temelju višegodišnjeg praćenja razvoja domaće toplinsko-izolacione proizvodne i montažne tehnike, te ponude i potražnje toplinskog izolacionog materijala i usluga na domaćem tržištu. Cilj elaborata bio je da se ustanove tendencije potražnje ubuduće i eventualne potrebe osvajanja novih proizvoda ili proširenja domaćih kapaciteta. Kao perspektivni velepotrošači pokazuju se brodogradnja i građevinarstvo, te javne toplane, ali dosadašnja kvaliteta i asortiman ne mogu u cijelosti zadovoljiti potrebe ovih novih interesanata.

Opseg: 58 stranica teksta.

Problemi brzog smrzavanja namirnica

Narudžba Zagrebačke hladnjače, Zagreb, autor ing. F. Šprung; dovršeno u travnju 1960.

Ovaj izvještaj napisan je na temelju mjerenja u tunelu za smrzavanje Zagrebačke hladnjače i analize na osnovu ovih mjerenja s ciljem da se poboljša proces zamrzavanja namirnica i time povećaju kapaciteti rashladnog tunela. Mjere preporučene u elaboratu postigle su uspjeh.

Opseg: 47 stranica teksta.

Ispitivanja građevinskih objekata

Narudžbe raznih poduzeća, autor ing. F. Šprung; dovršeno u prosincu 1960.

Ova ispitivanja vršena su na temelju republičkih propisa NRH o toplinskoj i akustičkoj zaštiti zgrada. Ispitane su zgrade *Grapos* u Kiseljaku NR BiH, Miramarska, Zagreb, Vlaška 116, Zagreb, *Betongrad*, Rijeka, *Betonproizvod*, Zagreb, *Bihacit*, Bihać, *Tempo*, Zagrebački Velesajam, *Mornarica*, Pula, *Sipores*, Institut građevinarstva Hrvatske, *Jugomont*, *Vermikulit* itd. Rezultati doprinose iskustvu za bolje građenje u toplinskom pogledu, te u pogledu iskustva za električno akumulaciono grijanje.

Opseg: ukupno 167 stranica.

Kontrola automatike i mjerne tehnike

Narudžbe raznih poduzeća, autori razni, dovršeno u prosincu 1960.

U okviru ugovora s Termoelektranom Jertovec, Brodogradilištem *Uljanik*, Tvornicom *Boris Kidrič*, Tvornicom dizala i ljevaonicom *Vulkan*, Tvornicom alatnih strojeva *Prvomajska* i Tvornicom motora Zagreb izvršene su periodičke kontrole godišnje revizije na mjernim instrumentima, pisačima i automatskim regulatorima toplinskih procesa u ovim tvornicama. Izvršeno je ukupno 1365 kontrola i 336 revizija. Ovi radovi omogućili su naručiocima sigurnu kontrolu proizvodnih procesa i povećanje kvalitete proizvoda, te racionalniju proizvodnju.

Opseg: 450 kartica.

Ispitivanje toplinskih izolacija

Narudžba raznih poduzeća, autor ing. F. Šprung; dovršeno u prosincu 1960.

Ispitana je toplinska vodljivost i specifična težina 25 materijala na zahtjev proizvođača izolacionog materijala i njegovih potrošača, te su o tome izdani atesti. Ova ispitivanja omogućila su naručiocima da prije upotrebe provjere toplinske osobine materijala za gradnju svojih objekata i na taj način spriječe moguće milijunske štete, koje bi mogle izazvati materijali loših toplinskih svojstava.

Opseg: 25 uvjerenja.

Ispitivanje štednjaka i kuhala »EKA — Goran«

Narudžba *Goran*, Zagreb, autori ing. F. Šprung, ing. Sokolaj i tehn. Wanderer; dovršeno u travnju 1960.

Elaborat je izrađen na temelju ispitivanja po propisima VDE po nalogu Saveznog tržnog inspektorata. Ova inicijativa posljedica je pojave velikog broja električnih kućanskih aparata na našem tržištu, među kojima značajno mjesto zauzimaju aparati za pripremu hrane, štednjaci i kuhala. Zbog naglog razvoja proizvodnje ovih uređaja postojala je objektivna mogućnost da kvalitet ovih proizvoda ne odgovara u pogledu tehničkih propisa sigurnosti i drugih uslova koje ovakav proizvod treba da ispuni.

Pronađeni nedostaci nisu bili naročito ozbiljni, a dali bi se izbjeći dobrom organizacijom kontrole ulaznih elemenata, koje tvornice koriste. Pogreške nisu ležale u konstrukciji ili lošoj dispoziciji elemenata ili u bilo kojem drugom uzroku koji se ne bi dao otkloniti kod ovih tipova aparata. U odnosu na ispitivanje na sličnim aparatima iz ranijih godina vidljiv je znatan napredak.

Opseg: 38 stranica teksta.

Elektrotehnička mjerenja u pogonima

Mjerenja na blindiranim transformatorskim stanicama

Narudžba poduzeća *Energoinvest*, Sarajevo; ispitivači: ing. B. Uzelac, ing. Ž. Zlatar i tehn. Đ. Juretić.

Ispitivanja su vršena radi upoznavanja temperaturnih režima u oklopljenim transformatorskim stanicama tipa BTS, a naročito u ugrađenim transformatorima tih stanica, u obalnom i planinskom pojasu naše zemlje, kod onakvog režima rada kakav je sada i kakav se u distributivnoj mreži može očekivati. Oklopljene transformatorske stanice uopće, a stanice BTS posebno, preuzete su iz zemalja s drugačijim klimatskim uslovima od onih, koji vladaju kod nas. Od tuda se nameće potreba ispitivanja ovakovih transformatorskih stanica u pogonskim uvjetima mimo neophodnih ispitivanja u ispitnim stanicama i laboratorijima.

Ispitivanje je obuhvatilo mjerenje temperature okoline transformatorske stanice na suncu i u hladu, temperature u

u transformatorskoj stanici na strani obasjanoj suncem i na strani u hladu, temperature ulja transformatora, temperature limenog oklopa stanice na suncem obasjanoj strani i na strani u hladu. Osim toga mjereni su napon i struja u svakoj fazi na sekundarnoj strani transformatora. Sve ove veličine su mjerene kroz vremenski period od više sati.

Kasnijom obradom prikupljenih rezultata mjerenja zaključeno je, da nema načelnih zapreka postavljanju oklopljenih transformatorskih stanica tipa BTS 2 i BTS 4 u distributivnim mrežama u svim klimatskim područjima naše zemlje, vodeći računa o režimu opterećenja i svim ostalim okolnostima, koje igraju ulogu kod odabiranja i postavljanja transformatorskih stanica u distributivnim mrežama.

Ispitivanje električnog postrojenja toplane Šećerane Vrbas

Narudžba poduzeća *Energoinvest*, Sarajevo; ispitivači: ing. Ž. Zlatar, ing. S. Harth, tehničari Đ. Juretić i I. Konfic.

Postrojenje toplane bilo je izvedeno tik pred puštanje u pogon u sezoni prerade šećerne repe jesen – zima 1959/60. i stoga nije bilo vremena za detaljne preglede i ispitivanja. Za vrijeme pogona dolazilo je do stalnih smetnji koje su uzrokovale pogrešnu signalizaciju, nepotrebno izbacivanje generatora iz pogona i nepouzdane daljinske komande. Svrha ispitivanja bila je, da se ustanove stvarni uzroci smetnji, kako bi se one mogle otkloniti i time osigurati pouzdan pogon postrojenja.

Poduzeta su ova ispitivanja: uspoređivanje shema djelovanja sa shemama vezivanja da se ustanovi da li tu postoje odstupanja, pregled izvedbe postrojenja da se ustanovi da li je postrojenje ispravno izvedeno, ispitivanje izolacije strujnog kruga istosmjernog napona, ispitivanje svih relejnih zaštitnih uređaja i mjerenje otpora uzemljenja toplane.

Ispitivanja su pokazala da su smetnje nastajale iz slijedećih razloga: zbog pogrešnog spajanja pojedinih elemenata, zbog loše izolacije izvjesnog broja elemenata spojenih u krugu istosmjerne struje i radi neispravnosti pojedinih releja i ostalih kontaktnih uređaja. Pošto su ustanovljeni nedostaci uklonjeni, osiguran je pouzdan rad toplane i daljnja pogonska iskustva pokazuju, da nema više nikakvih grešaka.

Mjerenje otpora uzemljenja i nulovanja

Narudžbe *Tvornice cementa Sloboda*, Podsused, *Energoinvesta* Sarajevo i *Prvomajske*, Zagreb.

Za pogonsku sigurnost od velike je važnosti da otpori uzemljenja i nulovanja budu što manji, kako bi se uklonila svaka opasnost za radnike. U tu svrhu Laboratorij za visoki napon i jaku struju sklapa stalne aranžmane s pojedinim poduzećima za kontrolno mjerenje otpora uzemljenja i nulovanja i upozorava na sve propuste i nedostatke koji se ustanove.

Laboratorijska elektrotehnička mjerenja

Ispitivanja za znak kvalitete

Narudžba Elektrotehničkog društva Hrvatske, Zagreb; ispitivači: ing. J. Mužny i tehn. T. Veselić.

Elektrotehničko društvo Hrvatske ovlašteno je da kvalitetnim proizvodima dodjeljuje znak kvalitete, koji je ujedno garancija da dotični proizvod u potpunosti odgovara standardima. Proizvod koji dobije kvalitetni znak mora imati zagarantirano: besprijekornost proizvodnje, adekvatno konstrukciono izvođenje, kvalitetan upotrebljeni materijal, estetski vanjski izgled i praktičnost upotrebe.

Elektrotehničko društvo Hrvatske 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, povjerava 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.

Izvršena su ispitivanja za kvalitetni znak slijedećih proizvoda: razvodnih kutija OG, tropolnih i jednopolnih oklopljenih osigurača, podnožja osigurača, armatura OG i grijaćih ploča. Na osnovu rezultata ispitivanja i analize proizvodnih mogućnosti tražilaca, posebna komisija Elektrotehničkog društva Hrvatske odlučuje da li dotični proizvod zaslužuje znak kvalitete.

Ispitivanja za tržnu inspekciju

Narudžba *Savezne tržne inspekcije*, Beograd.

Prema ugovoru između Instituta za elektroprivredu i Savezne tržne inspekcije, u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju vrše se ispitivanja elektrotehničkog materijala u svrhu zaštite potrošača. Ukoliko je atest o ispitivanju negativan, tržna inspekcija donosi odluku o zabrani prodaje dotičnog artikla, odnosno određuje se rok proizvođaču u kome on mora postići traženu kvalitetu svojih proizvoda. Ispitivanjima se utvrđuje, da li ispitivani aparat potpuno zadovoljava standarde JUS, ili ako ih nema, standarde bilo koje industrijski razvijene zemlje. U Laboratoriju se ispitivanja vrše aparatima koji su određeni propisima, pod tačno definiranim uvjetima.

Izvršena su slijedeća ispitivanja: ispitivanje utikača sa zaštitnim uzemljenjem i natikača prema JUS N. EO. 350, ispitivanje grla E 27 prema JUS N. EO 3.005. Budući da navedeni proizvodi nisu bili u skladu s propisima, proizvođači su uspostavili kontakt s Laboratorijem te su im dani savjeti prema kojima bi njihovi proizvodi postigli kvalitetu traženu standardom.

Ispitivanje odvodnika prenapona

Narudžbe poduzeća *Elektra*, Koprivnica; *Elektra*, Karlovac; *Elektroprimorje*, Rijeka; *Elektroistra*, Pula; *Elektra*, Varaždin; *Elektrifikacija*, Zenica; *Elektroprenos*, Zagreb; *Elektrane*, Zagreb; *Dalekovod*, Zagreb; *TE Banovići*; *Elektrovrbas*, Jajce; *Elektra*, Šibenik; *Elektra*, Zabok i *Elektroslavonija*, Osijek; ispitivači tehničari: T. Veselić i Đ. Juretić.

U Laboratoriju za visoki napon i jaku struju izvršen je niz ispitivanja odvodnika prenapona. Laboratorij u tu svrhu raspolaže potrebnim ispitnim transformatorom za ispitivanje odvodnika pogonskom frekvencijom, kao i udarnim generatorom za ispitivanje odvodnika prenapona do reda napona 110 kV. Za snimanje prorade na raspolaganju je katodni oscilograf za snimanje prijelaznih pojava. Broj ispitanih odvodnika od 1. 1. 1960. do 31. 5. 1961. prikazan je u narednoj tablici.

Nazivni napon kV	Broj ispitanih odvodnika	Broj ispravnih odvodnika	Broj neispravnih odvodnika
5	3	3	—
6	74	62	12
10	497	440	57
12	2	—	2
15	3	—	3
17	1	1	—
20	3	1	2
30	145	115	30
35	53	38	15
37	60	34	26
40	6	6	—
50	3	3	—
106	2	2	—
110	6	—	6
Ukupno	858 (100 %)	705 (82 %)	153 (18%)

Ispitivanje TRA/K sklopki

Narudžba poduzeća *Energoinvest*, Sarajevo; ispitivači: ing. J. Mužny, tehničari T. Veselić i S. Subotić.

Svrha ispitivanja bila je da se ustanovi da li rasklopni aparat strane proizvodnje s oznakom TRA/K za 200 A i 500 V može sa sigurnošću iskapčati opterećenje u skladu sa svojim nazivnim vrijednostima. Na osnovu ispitivanja prema propisima VDE 0675/9. 57. utvrđeno je da rasklopni uređaj TRA/K može služiti samo kao niskonaponski rastavljač. Ustanovljeno je naime, da je kod propisima određene snage prekidanja, uslijed nepovoljne konstrukcije kontakata i nepostojanja komora za gašenje luka, prilikom iskapčanja luk gorio dalje i proširio se na sve tri faze, što je izazvalo tropolni kratak spoj uz teška razaranja rasklopnog uređaja. Rezultati ispitivanja bit će upotrebljeni za reklamaciju kod stranog proizvođača, jer potpuno pobijaju reklamirana svojstva rasklopnog uređaja.

Ispitivanje mjernih instrumenata, uređaja, releja i transformatora

Narudžbe poduzeća *Volta*, Zagreb; *Energoinvest*, Sarajevo; *Dalekovod*, Zagreb; *Elektra*, Varaždin; *Elektroopskrba*, Zagreb; *Naftaplin*, Šumećani; *Elektra*, Zabok i *Kontakt*, Zagreb.

Laboratorij za visoki napon raspolaže instrumentima klase 0,1 i ispitnim uređajima za ispitivanje mjernih instrumenata za istosmjernu i izmjeničnu struju. Osim toga raspolaže etalonima za ispitivanje brojila kao i svim potrebnim uređajima, te se ispituju za druge vrijednosti struje i napona. 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 izolatora, kabela i izolacionih materijala

Narudžbe poduzeća *Elektroprimorje*, Rijeka; *Elektrotehničko poduzeće*, Osijek; *Električno poduzeće*, Prijedor; *Tvornica cementa Sloboda*, Podsused; *Elektrotehničko poduzeće*, Zabok; *TEP*, Zagreb; *Rudi Čajavec*, Banja Luka; *Plastika*, Sv. Križ; *Energoinvest*, Sarajevo.

U laboratoriju za visoki napon ispituju se izolatori 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.

Ispitivanje visokoučinskih osigurača

Narudžbe poduzeća *Energoinvest*, Sarajevo; *Strojotehna*, Zagreb; ispitivači I. Konfic, S. Subotić i T. Veselić.

Visokoučinski osigurači ispituju se, u nedostatku propisa JUS, prema njemačkim propisima VDE 0660/12.52. Svrha ispitivanja je, da se utvrdi da li je ispitivani osigurač sigurna zaštita od preopterećenja ili od kratkog spoja. Osigurači ne smiju iskapčati kod 30 % strujnog opterećenja, a kod 60 % veće struje od nominalne mora unutar propisanog vremena sigurno iskapčati. Ispitivanje isključivanja kratkog spoja provodi se uz mnogostruko veću struju od nominalne i uz naponske prilike teže nego u normalnim prilikama. Osim toga ispituje se zagrijavanje nominalnom strujom uz mjerenje pada napona na kontaktnim mjestima. Porculanskim tuljcima ispituje se otpornost prema luku i čvrstoća na tlak.

Elektrotehnički razvojni radovi

Razvoj encefalografa

Narudžbe bolnica *Dr. Mladen Stojanović*, Zagreb; *Dr. Kajfeš*, Zagreb; *Klinike medicinskog fakulteta Rebro*, Zagreb; *Bolnice živ. i dušev. bolesti* Vrapče; *Opće bolnice* Pula; *Medicinskog fakulteta*, Rijeka.

Studija i razvoj elektronskog dijela elektroencefalografa; autor ing. A. Šantić.

Studij problema elektroencefalografskih pojačala sa specijalno obraćenom pažnjom na pojačala. Posebno je posvećena pažnja utjecaju smetnji izvana i mogućnosti njihovog otklanjanja. Na osnovu ovih razmatranja i stečenih iskustava ispitivanjem i mjerenjem konstruirano je takovo pojačalo koje najbolje ispunjava tražene zahtjeve. Pojačalo ima 5 stepena i na svom izlazu priključuje se na mehanički pisač. Za napajanje uređaja koriste se elektronski stabilizirani izvori mjesto ranije upotrebljavanih baterija. Na osnovu ovoga izveden je prototip na kome su ispitani proračunani podaci, izvršene stanovite korekcije te izrađena tehnička dokumentacija za malu seriju.

Studija i razvoj elektromehaničkog pisača i mehaničkog dijela elektroencefalografa; autor ing. M. Kolaj.

Studij problema elektromehaničkog pisača za registriranje na papir promjena napona na elektrodama. Težište problema je na postizavanju linearnosti pisača obzirom na frekvenciju u području od 0 do 70 Hz kao i linearnost obzirom na amplitudu do maksimalnog otklona $\pm$ 10 mm.

Na osnovu teoretskih razmatranja izveden je prototip 8-kanalnog pisača s pojedinačnim pisačima koji se ugrađuju između polova elektromagneta. Uz konstrukciju samih pisača izveden je i mehanički pogon za papirnu traku za registriranje s tri razne brzine povlačenja trake prema općim propisima za takove uređaje.

Za 8-kanalni sistem pisača sa svim pripadnim dijelovima i pogonom za papir izrađena je kompletna tehnička dokumentacija za izradu serije pisača. Uz ovo je izrađena i tehnička dokumentacija za mehaničku izvedbu kako 8-kanalnog, tako i 12-kanalnog elektroencefalografa.

Razvoj audiometra

Autor ing. M. Gregurić, izvađač ing. M. Vujnović.

Konstruiran je i razvijen audiometar, kojim će se vršiti audiološka ispitivanja u području frekvencije od 125 Hz do 10 000 Hz i u području intenziteta tonova od – 10 db do 100 db (promjena intenziteta vrši se u skokovima po 5 db). Osim toga potrebno je vršiti ne samo liminarna ispitivanja (ispitivanja praga osjetljivosti uha), nego i supraliminarna ispitivanja (testovi Fowlera, Lüschera i Langenbecka, kojima je omogućeno ustanovljivanje nedostataka posebno unutarnjeg uha i posebno slušnog živca).

Reprodukcija gore navedenih frekvencija omogućena je slušalicama, zvučnikom i vibratorom (pretvaranje električnih titraja u mehaničke vibracije).

Uređaj za ispitivanje releja

Narudžbe poduzeća *Elektra*, Zadar; *Elektrojug*, Dubrovnik; *Rudnik mrkog uglja*, Mostar; *Fabrika cementa*, Novi Popovac; *Elektroslavonija*, Osijek; *Elektro-Kosmet*, Priština; *Električno poduzeće*, Leskovac;

Poduzeće za distribuciju električne energije, Niš; *Elektrodistribucija,* Vreoci; *Električno poduzeće,* Prijedor.

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: izbor regularnih struja i napona, izvor jakih struja, električna stop-ura i potrebni 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 prespojava 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.

Pokazivač redoslijeda faza PRF-60

Narudžba poduzeća *Elektra,* Križ; konstrukcija tehn. Đ. Juretić.

Za znatan broj uređaja u elektrotehnici, koji su građeni za trofazni izmjenični sistem, od velike je važnosti odrediti redoslijed faza. U tu svrhu izrađen je u laboratoriju pogodan instrument, koji radi na principu okretnog magnetskog polja. Okretno polje proizvode tri svitka spojena u zvijezdu, i ono zakreće lakopokretljivu aluminijsku pločicu. Smjer zakretanja pločice poklapa se sa smjerom okretnog polja i time je tačno definiran redoslijed faza. Kod prekida jedne faze pločica zauzima neutralni položaj zahvaljujući duhovitoj konstrukciji, tako da su eliminirane sve greške koje bi iz toga mogle proisteći. Naime, kod prekida jedne faze rastavlja se okretno polje u dvije suprotno rotirajuće komponente i bio bi dovoljan neznatan impuls, da se aluminijska pločica zakrene u bilo kojem smjeru, a to je kod ovog instrumenta izbjegnuto.

Instrument sigurno radi u području 60 – 40 V, a smješten je u prozirnu kutiju od plastične mase promjera 64 mm i visine 28 mm. Instrument na 400 V uzima iz mreže 30 mA po fazi.

Selenski ispravljači

Narudžbe poduzeća *Industrija traktora i mašina,* Beograd; *Prvomajska,* tvornica alatnih strojeva, Zagreb.

Za potrebe pokretnih radionica u proizvodnji Industrije traktora i mašina, Beograd konstruiran je prototip i izrađena serija selenskih ispravljača za punjenje akumulatorskih baterija. Ispravljač se može priključiti na mrežu 220 V ili 110 V, a daje maksimalni ispravljeni napon od 24 V uz struju 20 A. Na ispravljačima postoji mogućnost grube i fine regulacije ispravljenog napona. Gruba regulacija je izvedena u stepenima po 4 V, a fina regulacija u stepenima grube regulacije omogućava promjene napona od 1 V, tako da se može postići bilo koji ispravljeni napon od 2 V do 24 V u stupnjevima po 1 V. Selenske ploče su spojene u jednofazni mosni spoj, a s obzirom na namjenu nije se postavljala potreba filtriranja ispravljenog napona.

Za napajanje elektromagneta spojke izrađen je za tvornicu alatnih strojeva »Prvomajska« selenski ispravljač. Ispravljačke ploče su u mosnom spoju za trofazni priključak, tako da valovitost ispravljenog napona bez filtracije iznosi 4 %. Ispravljač daje istosmjerni napon 110 V uz 20 A, a priključuje se na trofaznu mrežu 380 V. Trofazni transformator ispravljača ima grupu spoja Yd 11 i snagu 3 kVA s primarnim otcjepima ± 15 V. Uz prirodno zračno hlađenje i trajni nazivni teret zagrijavanje (nadtemperatura) iznosi 65 °C što ukazuje da je upotrebljeni materijal maksimalno iskorišten.

Indikator polariteta IP-2

Narudžba poduzeća *Elektra,* Križ.

Indikator polariteta I P-2 je instrument kojim se kontrolira ili određuje ispravnost oznaka na stezaljkama transformatora, što je naročito važno kod mjernih transformatora radi priključaka usmjerenih releja.

Indikator polariteta IP-2 osniva se na principu ukapčanja ili iskapčanja struje. Označimo li stezaljke na jednom svitku transformatora odgovarajućim slovima, stezaljke na drugom svitku transformatora ne mogu se proizvoljno označiti, već oznake ovise o smjeru induciranog napona. Izvodi svitaka tj. stezaljke treba tako označiti, da u oba svitka bude smisao motanja isti, a počeci i svršeci svitaka označeni su istim slovima i to primarni velikim, a sekundarni malim.

Narinemo li naglo napon na jedan svitak transformatora u drugom će se svitku inducirati napon, koji će se očitovati otklonom na galvanometru. Kod prekidanja istosmjerne struje u jednom svitku transformatora, u drugom će se inducirati napon, ali suprotnog smjera, nego u slučaju ukapčanja. Bilo ukapčanjem ili iskapčanjem struje može se prema smjeru otklona galvanometra odrediti da li su stezaljke ispravno označene.

Izdavačka djelatnost Instituta

Tijekom godine 1960. objavljene su ove štampane publikacije: 6 dvobrojeva časopisa *Energija, Godišnjak* elektroprivrede Hrvatske za godinu 1958. i 18 separata članaka iz časopisa *Energija.* Šapirografirani su referati za zasjedanje *CIGRE* u Ohridu, 6 brojeva časopisa *Tehnički pregled* i niz manjih publikacija.

U institutskoj tehnici za umnažanje kopirano je tijekom 1960. na ozalid-papir oko 10 tisuća kvadratnih metara nacrta, a na ručnim strojevima za umnažanje kopirano je oko 130 000 listova papira formata A 4.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE SIJEČANJ I VELJAČU 1961.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh								Razmjena			Ukupno (7-11)
		Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3.	1960	126127	12663	2110	17341	179	411	128416	30415	— 4237	44201	— 3875	194920
4.	1960	101448	9064	1964	15946	28	393	103440	25403	22876	35316	— 6193	180842
5.	1960	89081	14579	1606	15477	145	221	90832	30277	34077	28158	— 1969	181375
6.	1960	31740	30969	832	22205	150	234	32722	53408	59646	26956	— 201	172531
7.	1960	31913	32874	803	23983	142	554	32858	57411	76171	16038	— 8532	173946
8.	1960	43095	38050	529	26176	141	317	43765	64543	91160	— 3773	— 15981	179714
9.	1960	73846	31960	612	25384	246	272	74704	57616	83923	—21685	— 11657	182901
10.	1960	139433	12794	2015	19668	158	245	141606	32707	44646	— 3425	— 11898	203636
11.	1960	139936	6003	1996	18707	163	262	142095	24972	31826	19700	— 7207	211386
12.	1960	159576	6081	2109	18657	194	296	161879	25034	26007	—26109	— 9351	229678
Ukupno 1960		1177548	234843	18672	234468	1813	3982	198033	473293	452487	263249	— 93765	2293297
1.	1961	150449	13391	1722	16509	188	282	152359	30182	31598	26001	— 14654	225486
2.	1961	105089	20389	1301	16862	180	206	106570	37457	52594	5440	— 1598	200463
Ukupno 1. — 2. 1961.		255558	33780	3023	33371	368	488	258929	67639	84192	31441	— 16252	425949

Napomena: Podaci za industrijske elektrane u 1960. uzeti su u cjelini od Zavoda za statistiku NR Hrvatske.

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece siječanj i veljaču 1961.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja MWh			Indeks [1]			Iskorišćenje % [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	79,0	23062	11350	34412	170,0	43,3	86,5	99,1	98,0	—	—
		Gojak	48,0	29577	12074	41651	90,5	42,1	68,2	100,0	99,0	—	—
		Ozalj	5,1	2461	1732	4193	98,9	63,5	80,3	97,1	98,9	—	—
		Kraljevac	62,0	48875	44059	92934	99,9	95,0	97,5	96,5	97,2	—	—
		Peruća	42,0	27515	20854	48369	—	—	—	99,0	91,8	—	—
		Manojlovac	24,0	12849	10356	23205	84,2	77,4	81,4	93,0	90,0	—	—
		Jaruga	5,5	4135	3610	7745	104,1	98,9	101,4	100,0	99,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jertovec	39,0	12112	20382	32494	79,3	166,3	118,1	41,0	76,2	4096	4013
		Vlaška	9,5	1721	—	1721	72,2	—	42,1	24,4	—	5673	—
		Rijeka	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1474	1368	2842	211,9	84,0	119,2	11,3	11,7	....	....
		Sladorana, Županja	3,0	764	—	764	102,7	—	102,7	34,2	—	....	....
		Jug. komb., Borovo	6,0	2007	1918	3925	101,3	109,6	105,2	44,8	47,5	....	....
		Željezara, Sisak	5,5	2459	3288	5747	75,1	90,5	83,2	60,0	89,0	....	....

[1] Indeks u ovoj tablici i u svima narednima iskazan je u odnosu na 1960 = 100.
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje vode, a kod termoelektrana iskorišćenje raspoloživog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece siječanj i veljaču 1961.

Elementi energetske bilance	Studeni		Prosinac		Od početka god.		Indeks 1960 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Studeni	Prosinac	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	163840	62,0	125478	56,4	289318	59,3	115,6	89,9	102,8
Proizvodnja industr. elektrana	18231	6,8	18163	8,2	36394	7,5	101,1	107,0	103,9
Proizvodnja lokalnih elektrana	470	0,2	386	0,2	856	0,2	89,4	98,5	82,1
Ukupna proizvodnja na generatoru	182541	69,0	144027	64,8	326568	67,0	113,9	91,7	102,8
Nabava el. en. od susj. zajednica	82141	31,0	78528	35,2	160669	33,0	123,1	124,0	123,6
Nabava el. en. iz inozemstva	1	0,0	—	—	1	—	—	—	—
Ukupno raspoloživa električna energija	264683	100,0	222555	100,0	487238	100,0	116,5	101,0	109,0
Vlast. potroš. elektrana u sistemu	2134	0,8	3005	1,4	5139	1,1	59,8	99,4	78,0
Vl. potr. industr. i lokal. elektrana	1870	0,7	1855	0,8	3725	0,8	100,6	106,0	103,2
Ukup. raspolož. na pragu elektr.	260679	98,5	217695	97,8	478374	98,1	117,6	101,0	109,3
(Dobava industr. elektrana sistemu)	(719)	(0,3)	(620)	(0,3)	(1339)	(0,3)	(162,5)	(79,7)	(109,8)
(Prag elektrana u sistemu)	(244567)	(92,5)	(201621)	(90,5)	(446188)	(91,5)	(119,0)	(100,5)	(109,9)
Gubici prijenosa u sistemu	12383	4,6	9516	4,3	21899	4,5	136,2	101,4	119,0
Gubici razvoda u sistemu	15953	6,0	10873	4,9	26826	5,6	113,5	76,4	94,6
Gubici razvoda lokal. elektrana	47	0,0	39	0,0	86	0,0	88,7	75,0	81,9
Ukupna predaja el. en. potrošačima	232296	87,9	197267	88,6	429563	88,0	117,2	102,8	110,1
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	24542	9,3	20495	9,2	45037	9,3	104,1	84,1	93,9
Predano inozemstvu	14654	5,6	1598	0,7	16252	3,3	215,0	15,8	96,1
Industrijska vlastita opskrba	15689	5,9	15727	7,0	31416	6,4	99,3	108,2	103,6
Lokalna opskrba	376	0,1	308	0,1	684	0,1	89,5	74,4	82,0
Potrošači u sistemu	177035	67,0	159139	71,6	336174	68,9	116,7	111,9	114,2
Struktura potrošnje u sistemu / Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	42631	24,1	36366	22,8	78997	23,5	115,1	114,8	115,0
Rasvjeta poslovnih prostorija	7796	4,4	7224	4,6	15020	4,5	121,2	118,5	120,0
Rasvjeta društvenih prostorija	1765	1,0	1665	1,0	3430	1,0	117,1	125,1	121,1
Motori i aparati	7083	4,0	6942	4,4	14025	4,2	122,1	125,3	123,7
Poljoprivredni motori	749	0,4	754	0,5	1503	0,4	96,4	115,8	104,6
Javna rasvjeta	3275	1,9	2946	1,9	6221	1,9	122,0	124,0	123,0
Preprodavaoci	1675	0,9	1348	0,8	3023	0,9	98,2	95,1	96,7
Ukupna potrošnja na malo	64974	36,7	57245	36,0	122219	36,4	116,0	116,9	116, 4
Vodovod	3795	2,1	3629	2,3	7424	2,2	98,5	98,1	98,3
Gradska električna vuča	1845	1,1	1819	1,1	3664	1,1	110,1	114,0	112,0
Ukupna komunalna velepotrošnja	5640	3,2	5448	3,4	11088	3,3	102,0	102,8	102,4
Ugljenokopi	8040	4,6	6395	4,0	14435	4,3	114,8	89,6	102,1
Tvornice cementa	7825	4,4	7500	4,7	15325	4,5	113,6	112,2	112,9
Ostala opća velepotrošnja	42968	24,2	41815	26,3	84783	25,2	114,0	110,5	112,3
kod elektrokemije	(1131)	(0,6)	(995)	(0,6)	(2126)	(0,6)	(150,2)	(169,4)	(158,7)
kod elektrometalurgije	(1766)	(1,0)	(1784)	(1,1)	(3550)	(1,1)	(106,7)	(100,0)	(103,3)
kod ostalih	(40071)	(22,6)	(39036)	(24,6)	(79107)	(23,5)	(113,6)	(110,0)	(111,8)
Ukupna ostala velepotrošnja	58833	33,2	55710	35,0	114543	34,0	114,1	107,9	111,0
Karbid	12428	7,0	12281	7,7	24709	7,4	89,8	96,5	93,2
Aluminij	12610	7,1	11974	7,5	24584	7,3	189,0	181,6	183,7
Ostala elektrokemija	3631	2,1	3162	2,0	6793	2,0	198,0	162,9	180,0
(Ukupno elektrokemija)	(28669)	(16,2)	(27417)	(17,2)	(56086)	(16,7)	(127,7)	(129,2)	(128,4)
Ferolegure el. metalurgije	13104	7,4	7553	4,7	20657	6,2	105,3	70,2	89,0
Elektrotoplina	3085	1,7	2960	1,9	6045	1,8	113,1	99,0	105,7
Željeznička električna vuča	2426	1,4	2692	1,7	5118	1,5	291,0	297,9	295,0
Melioracije	304	0,2	114	0,1	418	0,1	95,0	23,4	51,8
Ukupna spec. velepotrošnja	47588	26,9	40736	25,6	88324	26,3	122,9	112,1	117,5

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1961.

Pokazatelj	Mjesec	FNRJ			Po narodnim 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	1. 1961	769	558	211	150	13	62	88	141	74	150	34	31	1	24	0
	2. 1961	686	409	277	105	21	54	88	101	122	91	45	29	1	30	0
Indeks na bazi	1. 1960	117	122	107	127	56	95	120	141	120	103	110	122	9	592	100
	2. 1960	107	85	177	86	116	55	157	100	232	66	205	128	9	957	103

Proizvodnja ugljena za mjesece siječanj i veljaču 1961.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1960 = 100		
		Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi		53580	70680	124260	82,6	107,0	94,9
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	6191	5397	11588	91,7	76,7	84,1
	Rudnik Pregrada	4595	4723	9318	102,3	91,0	96,2
	Ostali	4215	3915	8130	144,8	116,2	129,5
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	14812	17500	52312	92,7	92,0	92,3
	Dalmacija: Rudnik Siverić	8918	9533	18451	92,1	89,4	90,7
	Ostali	480	550	1030	104,8	80,5	90,2
	Ostala područja	4072	4002	8074	131,1	100,4	114,2
	Ukupno mrki	43283	45620	88903	99,8	91,8	95,3
Lignit	Hrvatsko Zagorje: Ivanečko-ladanjski uglj.	32626	34194	66820	100,0	98,6	99,3
	Konjščinski ugljenokopi	27435	25431	52866	124,6	104,3	114,0
	Stubički ugljenokopi	13645	12304	25949	100,1	75,4	86,6
	Ostali	2301	2302	4603	132,1	151,1	141,0
	Bilogora — Podravina: Koprivnički ugljenokopi	8082	12041	20123	77,1	92,4	86,0
	Križevački ugljenokopi	4567	4000	8567	104,5	78,3	90,3
	Ostali	8141	7765	15906	91,4	76,8	84,2
	Ostala područja	935	984	1919	877,1	302,7	433,1
	Ukupno lignit	97732	99021	196753	104,2	93,9	98,8
Ukupno sve vrste ugljena		194595	215321	409916	96,3	97,2	96,8

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1961.

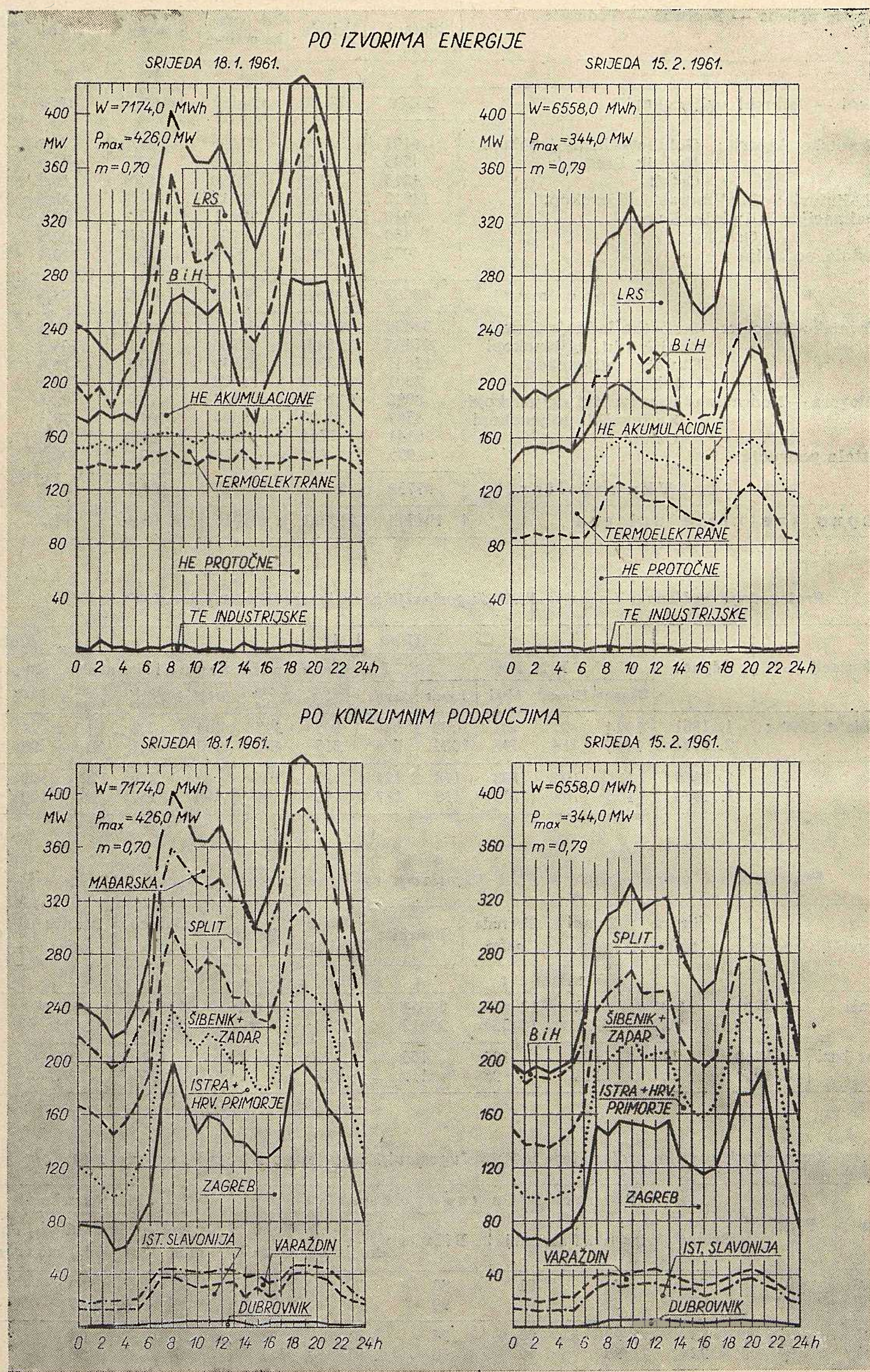
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksara	plinara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	1. 1961	1924	95	761	1060	544	195	397	404	1,2	21.1	94	1,4
	2. 1961	1996	114	798	1084	564	215	402	790	1,1	23,1	85	1,4
Indeks na bazi	1. 1960	112	92	108	118	121	97	106	61	240	122	102	82
	2. 1960	106	108	100	110	117	97	99	104	157	96	100	78

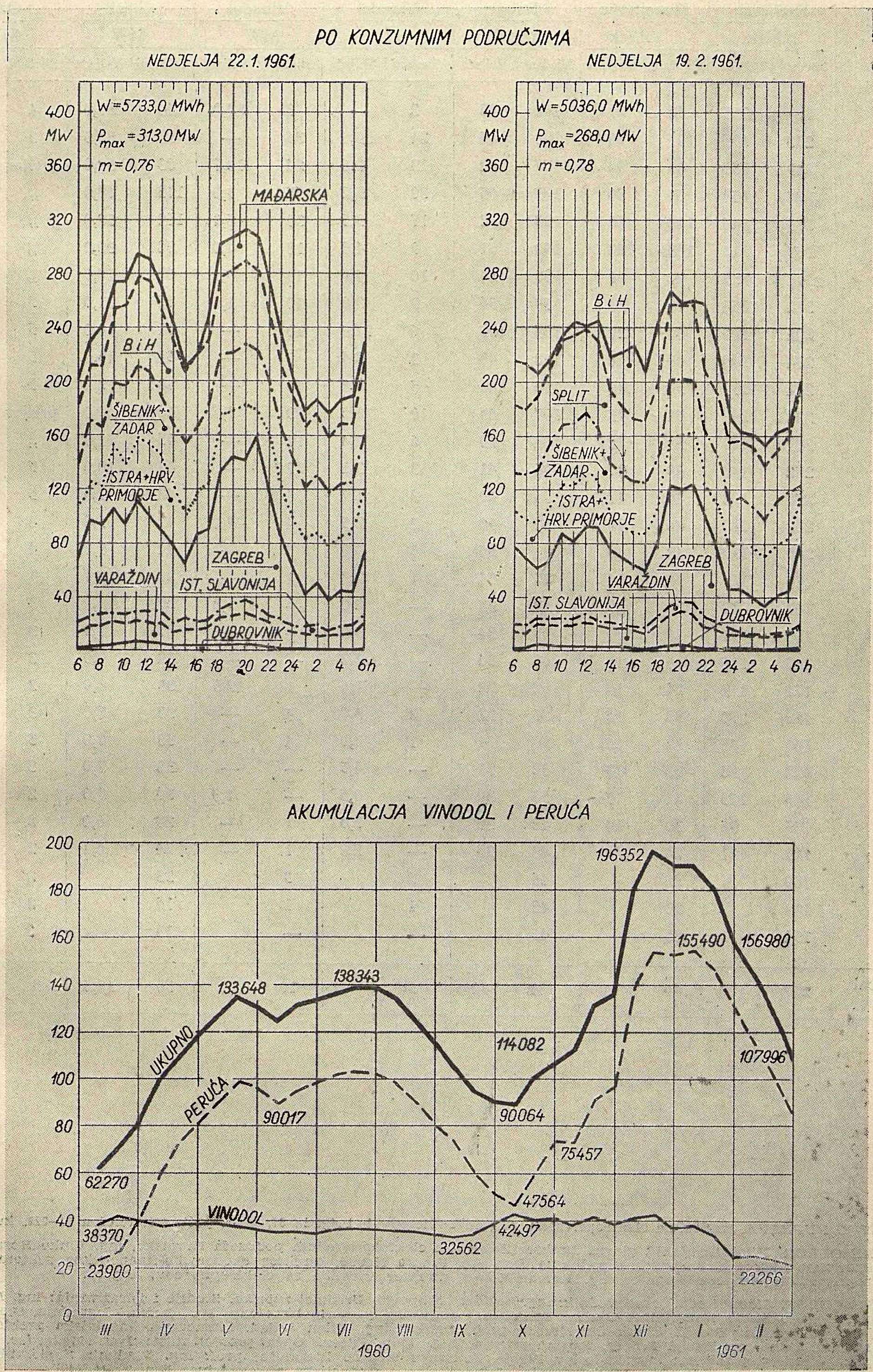
Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1961.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	1. 1961	92681	6062	102443	23654	696	4921	25632	5672	331
	2. 1961	88322	5251	104259	23612	1019	4622	26033	5424	343
Indeks na bazi	1. 1960	174	122	103	156	72	94	102	201	129
	2. 1960	187	112	98	119	120	71	95	97	121

Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1961.

Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
1. 1960	81	78	81	81	87	79	62	68	83	86
2. 1960	89	87	87	91	93	91	76	89	89	88
1. 1961	91	88	92	95	94	81	98	76	94	94
2. 1961	96	92	98	99	98	91	111	87	98	96


PO IZVORIMA ENERGIJE
SRIJEDA 18. 1. 1961.
W=7174,0 MWh
Pmax=426,0 MW
m=0,70
MW
LRS
BiH
HE AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
SRIJEDA 15. 2. 1961.
W=6558,0 MWh
Pmax=344,0 MW
m=0,79
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MAĐARSKA
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+ HRV. PRIMORJE
ZAGREB
IST. SLAVONIJA
VARAŽDIN
DUBROVNIK
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
NEDJELJA 22.1.1961.
W=5733,0 MWh
P_{max}=313,0 MW
m=0,76
MW
MAĐARSKA
BiH
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
NEDJELJA 19. 2. 1961.
W=5036,0 MWh
P_{max}=268,0 MW
m=0,78
BiH
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+ HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
400 360 320 280 240 200 160 120 80 40
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6h
AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA
UKUPNO
PERUĆA
VINODOL
62270
38370
23900
133648
90017
138343
114082
90064
75457
47564
42497
32562
196352
155490
156980
107996
22266
200 180 160 140 120 100 80 60 40 20 0
III IV V VI VII VIII IX X XI XII I II
1960
1961

Srednji dnevni protoci vode za mjesece siječanj i veljaču 1961.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Manojlovac		Jaruge		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sek		m³/sek		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača
1	264	155	48	21	104	43	2	—	3	83,0	40	37,0	4	2,2
2	233	155	47	35	100	46	21	59,5	36	—	58	83,0	3	3,7
3	219	155	64	34	107	52	13	9.6	24	14,7	83	52,0	preljev	preljev
4	225	154	63	30	107	65	30	5,2	55	9,0	143	48,0	„	„
5	373	146	120	25	195	68	17	3,5	30	6,1	162	38,0	„	4,9
6	367	113	105	23	190	61	9	4,0	18	4,0	88	30,0	„	4,0
7	318	135	92	21	166	54	10	4,0	19	3,0	82	24,0	„	3,5
8	312	154	71	21	150	54	9	3,0	10	1,0	70	21,0	5	3,3
9	292	125	67	20	135	58	6	97,0	10	—	51	18,0	5	2,8
10	274	148	60	20	118	48	3	2,4	7	—	51	15,0	5	2,7
11	264	157	56	19	114	46	5	4,8	10	—	48	12,0	5	2,4
12	239	147	51	18	107	45	10	2,5	20	1,7	46	10,0	preljev	2,5
13	251	127	51	18	104	20	6	2,4	12	—	45	11,0	„	2,8
14	252	148	48	17	96	41	3	3,1	7	—	44	10,0	5	2,2
15	250	138	46	17	94	40	3	1,7	6	—	42	9,0	5	2,0
16	240	135	44	16	87	40	2	2,5	4	9,0	42	9,0	4	2,0
17	240	132	42	16	84	36	3	3,8	5	—	41	9,0	4	2,0
18	218	121	38	14	77	34	1	2,3	1	—	40	9,7	3	2,2
19	183	72	36	18	68	35	—	2,0	—	1,8	38	10,0	3	2,2
20	189	91	36	17	65	34	—	3,0	—	—	37	7,9	3	2,2
21	185	116	36	16	62	34	—	2,2	—	—	34	9,0	3	2,2
22	171	112	34	16	62	32	—	1,6	1	2.5	38	8,0	3	2,8
23	152	76	33	15	56	32	2	3,0	4	—	33	8,0	3	2,5
24	166	78	32	15	56	31	1	3,0	4	—	33	7,0	3	1,8
25	152	98	32	15	52	31	—	4,5	—	—	32	7,0	3	1,7
26	146	123	31	15	52	30	—	0,5	—	1,3	30	7,0	2	1,0
27	175	96	30	14	48	30	—	3,3	1	—	28	6,0	2	1,5
28	185	121	28	14	48	30	—	2,8	1	—	24	6,1	2	1,5
29	180		26		46		2		3		23		2	
30	164		23		45		1		1		16		2	
31	154		21		45		—		—		13		2	
Mjesečni prosjek	227	126	49	19	92	42	5	8,5	10	4,9	50	18,6	3	2,3

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 51—822, kućni 341.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Božidar *Filipović. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Miroslav *Balling*, ing. Zdenko *Sakar* i ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja energetskih postrojenja: ing. Radoslav *Planić*. Elektrodispečerska problematika: ing. Milan *Šodan*. Ekonomsko-financijska problematika: Anđelko *Marušić* i dipl. ec. Daniel *Feöcze*. Tarifna pitanja: ing. Ivan *Lučev*. Opća problematika: Ivan *Medvedec*. Vijesti: Josip *Pišpek*. Vijesti s gradilišta: ing. Radoslav *Planić*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Statistika: Krešimir *Lang*. Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.

GOD. 10 (1961) energija BROJ 5 — 6

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

III SAVJETOVANJE EKONOMISTA ELEKTROPRIVREDE JUGOSLAVIJE

Daniel Feöcze, Zagreb

Na III savjetovanju ekonomista elektroprivrede Jugoslavije razmatrani su ekonomski odnosi elektroprivrede. U okviru ekonomskih odnosa s društvenom zajednicom razmotrene su funkcije elektroprivrede i njen položaj u strukturi privrede pa je zaključeno da se cijena električne energije ne može formirati na tržištu već da ju treba odmjeravati i propisima utvrđivati u zavisnosti od potrebnih troškova poslovanja i potrebnog dohotka, na principu dugoročne kalkulacije cijene elektroprivrede u razvoju uz primjenu indeksa tržnih cijena za njene pojedine elemente. Odnose s potrošačima treba regulirati ekonomskom a ne administrativnom tarifom koja će razviti ekonomiku kooperativne proizvodnje i investicija. Interne ekonomske odnose elektroprivrede treba regulirati na principu decentralizacije upravljanja pojedinim funkcijama.

DK 061.3 : 330.191.5 : 621.31 (497.1)

1. UVOD

Ekonomisti elektroprivrede Jugoslavije održali su u prvoj polovini mjeseca juna o. g. svoje II redovito savjetovanje u Ohridu. Savjetovanje je organizirala Zajednica elektroprivrednih poduzeća NR Makedonije iz Skopja. Pored ekonomista iz elektroprivrede, savjetovanju su prisustvovali i organi državne uprave, generalni i glavni direktori elektroprivrednih zajednica kao i direktor Instituta za elektroprivredu iz Zagreba.

Od strane Saveznog izvršnog vijeća savjetovanju su prisustvovali i u njegovom radu aktivno sudjelovali: Kiro *Gligorov*, sekretar Sekretarijata za opće poslove u privredi i Vojo *Rakić*, pomoćnik sekretara. Od članova Izvršnog vijeća NR Makedonije bili su predsjednik Odbora za privredu Blagoje *Popov*, sekretar Sekretarijata za industriju Vasil *Tuđarov*, i sekretar Sekretarijata za opće poslove u privredi Blagoja *Simeonovski*. Iz Sekretarijata za industriju Saveznog izvršnog vijeća bio je podsekretar Vinko *Hafner*. Od direktora elektroprivrede bili su Ante *Raos*, generalni direktor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, zatim glavni direktori zajednica elektroprivrednih poduzeća pojedinih narodnih republika, i to Vjekoslav *Korošec* iz Ljubljane, Miloš *Damjanić* iz Zagreba i Niko *Niča* iz Skopja. Iz Instituta za elektroprivredu, Zagreb, bio je direktor Herman *Mattes*. Savjetovanju su prisustvovali i zainteresirani savjetnici pojedinih sekretarijata Saveznog izvršnog vijeća i to: Ing. Đorđe *Mijić* i ing. Božidar *Race* iz Sekretarijata za opće poslove u privredi, dr ing. Vladimir *Šlebinger* i dr Dragutin *Ilić* iz Sekretarijata za industriju i ing. Simo *Šuković* iz Sekretarijata za financije.

Na savjetovanju su razmatrana neka pitanja s područja cijene električne energije (amortizacija, osobni dohoci i dr.) te s područja široke elektrifikacije. Glavna tema savjetovanja bili su, međutim, ekonomski odnosi elektroprivrede, tj. svi oni međuzavisni ekonomski regulativi kojima je svrha da veliki broj nosilaca pojedinačnih funkcija elektroprivrede koordiniraju, razvijaju i usmjeravaju na takve aktivnosti i učinke, koji će u skladu s postojećim društvenim uređenjem i privrednim sistemom osigurati optimum kooperativne proizvodnje elektroprivrede u ekonomskom rastu.

Pri analizi ekonomskih odnosa elektroprivrede i onih regulativa koji njezine funkcije uklapaju u ekonomski mehanizam ukupne proizvodnje nacionalne privrede, posebno su razmatrani:

ekonomski odnosi s društvenom zajednicom,

ekonomski odnosi s potrošačima električne energije te,

ekonomski odnosi između elektroprivrednih organizacija

i to kauzalno, jer oni zajedno sa svim svojim instrumentima predstavljaju zapravo ekonomski mehanizam elektroprivrede.

2. EKONOMSKI ODNOSI S DRUŠTVENOM ZAJEDNICOM

Radni kolektivi elektroprivrede upravljaju dijelom društvenih sredstava proizvodnje. Način korištenja ovih sredstava regulira se ekonomskim instrumentima a preko njih se reguliraju i ekonomski odnosi elektroprivrede s društvenom zajednicom.

Zakonom o elektroprivrednim organizacijama iz 1957, djelatnost snabdijevanja potrošača električnom energijom proglašena je javnom službom. Zbog ovakve funkcije elektroprivrede i njene pozicije u teme-

ljima nacionalne privrede te zbog posebnog položaja električne energije na tržištu i njenog utjecaja na razvoj privrede i društva uopće, nivo cijene električne energije određuje prema tom zakonu Savezna narodna skupština, dok tarifu električne energije za pojedine grupe potrošača, u okviru određenog općeg nivoa cijene, propisuje Savezno izvršno vijeće ili organ koji ono odredi.

Na savjetovanju je izneseno da je raskorak između vlastite i realizirane cijene električne energije po propisanoj tarifi stalna pojava zadnjih 6 godina. Struktura konzuma se stalno mijenja, jer nerazmjerno raste potrošak elektrokemijske i elektrometalurgijske industrije te kućanstva, za koje kategorije potrošača su propisane niske cijene električne energije, niže od troškova elektroprivrede za tu proizvodnju. Osim toga, rastu iz godine u godinu i troškovi proizvodnje električne energije, zbog porasta cijena materijala i usluga, potrebnih elektroprivredi za reprodukciju njezinih sredstava proizvodnje, a rastu i specifični troškovi investicija po realiziranom kilovatsatu. Prosječna cijena električne energije jako zaostaje za cijenama osnovnih reprodukcionih materijala. Dok je u razdoblju od 1938. do 1959. cijena električne energije porasla 4,5 puta, porasle su: cijena aluminija oko 16 do 17 puta, cijena cementa oko 23 puta, cijena mrkog ugljena oko 37,5 puta, a cijena bakra oko 53,5 puta.

Odstupanja su nesumnjivo velika, no za prikaz zaostajanja nivoa cijene električne energije za nivoom sume cijena onih materijala i usluga, koje elektroprivreda troši u svom proširenom proizvodnom procesu, treba ustanoviti parametre strukture vlastite cijene prodaje električne energije za 1938, pa ih korigirati indeksnim odnosom cijena onih materijala i usluga od kojih je sastavljena. Nivo cijene električne energije utvrđen na temelju ovakvog računa treba usporediti sa današnjom cijenom električne energije, koja je znatno niža, i utvrditi za koliko je ta razlika veća od financijskog efekta ostvarenih racionalizacija i suvremenije tehnologije proizvodnje u tom razdoblju. Ovom usporedbom moglo bi se ustanoviti u kojoj mjeri zaostaje cijena električne energije za cijenama potrebnih joj osnovnih materijala, usluga i prosječnih osobnih primanja radnika preko onog financijskoga efekta koji elektroprivreda ostvaruje naprednijom proizvodnjom.

Naša privreda je u stalnom razvoju, pa se stalno mijenjaju struktura i volumen njezine proizvodnje a mijenja se i raspodjela te proizvodnje. Ove promjene nužno stvaraju i promjene u odnosima cijena pojedinih proizvoda, pa utječu i na promjenu obujma cijene koštanja električne energije.

Određivanjem općeg nivoa cijene električne energije odmjerava se ujedno i stupanj jednostavne i proširene reprodukcije elektroprivrede, pa se s tim u vezi nužno postavljaju i pitanja principa odnosno metodike za utvrđivanje nivoa te cijene.

Na temelju čega bi trebala Savezna narodna skupština utvrđivati opći nivo cijene električne energije, odnosno što treba propisanim nivoom cijene postići u danoj strukturi privrede i određenom privrednom sistemu, te što treba realizacija te cijene osigurati elektroprivredi? Nadalje, za koji dio elektroprivrede treba utvrđivati opći nivo cijene? Da li za elektroprivredu u cjelini ili samo za superponiranu, tj. sadašnju udruženu elektroprivredu i to da li za cijelo područje Jugoslavije ili po pojedinim republikama?

Za ekonomski savremeno i stalno prošireno snabdijevanje privrede i društvenog standarda električnom energijom, elektroprivreda treba adekvatnu materijalnu osnovu. Način realizacije te osnove zavisi od općeg nivoa cijene njezine proizvodnje.

Ako nije ekonomski svrsishodno da proizvodi temeljnih ključnih grana privrede budu nosioci opće društvene akumulacije u istoj mjeri kao prerađivačka industrija i druge privredne grane, jer bi svojim nižim cijenama trebali omogućiti brži razvoj gornjih prerađivačkih sfera ukupne društvene proizvodnje, onda bi nivo cijene električne energije morao biti samo toliki, da elektroprivredi osigura ekonomski suvremenu reprodukciju u skladu s potrebama privrede u razvoju i ekonomskom rastu te u skladu s potrebama životnog i društvenog standarda.

Međutim pri odmjeravanju optimalnog nivoa cijene električne energije, dakle cijene koja će dati povoljne razvojne uvjete onim granama privrede u čijoj proizvodnji električna energija zauzima vidno mjesto, treba uvažiti i princip vrijednosti te energije, kao regulatora za njezino racionalno trošenje. Ako se pri formiranju te cijene ima u vidu samo njezina funkcija stvaranja povoljnih razvojnih uvjeta za druge grane privrede i to još neumjereno, onda potrošači neće biti stimuliran na ekonomiziranje potrošnjom te energije, niti po količini a niti po načinu i vremenu korištenja snage elektroenergetskih postrojenja, a to poskupljuje investicije elektroprivede radi pokrića nepotrebnih vršnih opterećenja.

Određeni nivo cijene električne energije treba predstavljati optimum i za elektroprivredu kao organizatora proizvodnje, jer je ta cijena važan regulator i rada proizvođača, pa od njezinog nivoa zavisi i njegova ekonomika. Devalvirana cijena koja vrlo zaostaje za ostalim cijenama, ne može imati svojstva regulatora proizvodnje istovremene s potrošnjom — a takva je proizvodnja električne energije — jer ne djeluje na potrošače tako, da bi oni mijenjali svoje subjektivne navike potrošnje.

Ako nije uputno da elektroprivreda formira svoju cijenu na tržištu — zbog utjecaja koji električna energija ima na razvoj privrede i društva uopće i zbog monopolnog karaktera koji poprima uslijed svestranih mogućnosti njezine primjene, svestranijih nego kod ostalih nosilaca energije, uslijed čega na nju slabo djeluje tržišni mehanizam kao regulator cijena — onda opći nivo njezine cijene treba z i d a t i i odrediti, a to znači da treba izvan tržišta smišljeno odmjeriti potrebne troškove poslovanja i potrebni dohodak elektroprivrede, kako bi se dobila osnova za utvrđivanj željenog nivoa njezine cijene. Kad se dakle volumen potrebnih troškova i dohotka ne regulira automatizmom tržišta, onda ih treba smišljeno regulirati izvan tržišta.

Opći nivo cijene električne energije bi trebalo utvrđivati samo za superponiranu elektroprivredu (sadašnju udruženu elektroprivredu, poduzeća za proizvodnju i prijenos) a distribuciju električne energije i proširenje razvodne mreže te užu elektrifikaciju područja bi trebalo prepustiti komunama da ih rješavaju vlastitom tarifnom politikom i vlastitim ekonomskim instrumentima. Intenzitet elektrifikacije područja bi na taj način bio uvjetovan ekonomskom snagom pojedinih komuna. U iznimnim slučajevima bi mogao intervenirati i budžet svojim sredstvima, kako to i sada čini. Superponirana elektroprivreda bi mogla svojom tarifnom politikom vršiti i ekonomsku diskriminaciju pojedinih distributivnih područja u zavisnosti od njihove ekonomske snage, i to samo u cilju potpomaganja razvoja potrošnje električne energije, a u mjeri koja ima svoje ekonomsko opravdanje.

Potrošači superponirane elektroprivrede trebala bi biti distributivna poduzeća pojedinih područja a ne korisnici električne energije, priključeni na električnu mrežu distribucije Osim distributivnih poduzeća, potrošači superponirane elektroprivrede bi bili i njezini direktni velepotrošači: specijalna industrija i izvoz.

Opći nivo cijene električne energije superponirane elektroprivrede bi se mogao odrediti bilo jedinstveno za cijelo područje Jugoslavije, bilo jedinstveno za područje pojedine zajednice elektroprivrednih poduzeća, dakle — za područje pojedine narodne republike. U slučaju određivanj jedinstvene cijene električne energije na prijenosnom naponu superponirane elektroprivrede za cijelo područje Jugoslavije, trebalo bi uvesti »automatizam razlika u cijeni« zbog nejednakog organskog sastava pojedinih superponiranih elektroprivreda, tako da se svakog mjeseca po izvršenom obračunu proizvodnje, nabave i predaje električne energije, financiraju automatski, preko banke, utvrđene razlike između kalkulativne individualne cijene i prosječne propisane cijene. Razlike u cijeni električne energije na prijenosnom naponu između pojedine narodne republike nisu tako velike, da bi na strani konzuma izazvale neki poremećaj. Te razlike u cijeni sa stanovišta potrošnje električne energije zaista su zanemarive, a naročito ako se prijeđe na kalkulaciju dugoročne cijene razvoja.

Međutim, zbog nejednakog intenziteta potrošnje električne energije na područjima pojedinih distributivnih poduzeća, dakle, zbog velike nejednakosti u proizvodnosti njihovih sredstava rada, velike su razlike u prosječnim cijenama električne energije na mjestima predaje.

No bez obzira na to, razlike u cijenama električne energije između pojedinih distributivnih poduzeća bi postojale i kod jedinstvene cijene za superponiranu elektroprivredu cijelog područja Jugoslavije.

Svojom niskom cijenom električne energije, superponirana elektroprivreda pruža, dakle, u jednom i drugom slučaju povoljne razvojne uvjete svim distributivnim područjima. Budući da su ova nejednako razvijena, nejednako su im iskorištene elektroenergetske investicije. Kako gotovo svi troškovi poslovanja distributivnih poduzeća otpadaju na troškove zavisne

Radno predsjedništvo

od veličine sredstava rada, to je njihova cijena po kilovatsatu utoliko veća, ukoliko je potrošak električne energije manji.

Ekonomskom diskriminacijom pojedinih distributivnih područja, superponirana elektroprivreda bi mogla pomagati razvoj konzuma novoelektrificiranih područja, no samo u granicama neke ekonomski opravdane mjere, a to znači, samo jednim dijelom svoje cijene prodaje, recimo samo u okviru razlike između vl stite cijene prodaje i cijene koštanja (troškovi poslovanja i osobni dohodak) umanjene za dio amortizacije koji preostaje nakon namirenja troškova za potrebnu zamjenu postrojenja.

Ako bi se jedinstvene cijene električne energije odredile za prijenosni napon superponirane elektroprivrede pojedine asocijacije proizvođača, onda bi se nejednake kondicije cijene ovih područja izravnale kroz razmjenu proizvoda pojedinih korisnika električne energije. Nejednaki nivo cijena električne energije za potrošače kućanstva, mogao bi se izravnati ekonomskom diskriminacijom svih potrošača, preko diferenciranih cijena. Ovakva diskriminacija bi, međutim, bila u suprotnosti s ekonomikom elektroprivrede, odnosno s ekonomskim principom tarifiranja električne energije, prema kojemu se cijena određuje i u zavisnosti od načina angažiranja snage postrojenja, a po ovome bi potrošači kućanstva trebali plaćati višu cijenu. Bilo bi međutim bolje, da se opći dohodak prebilancira i da se tzv. potrošačima standarda povisi osobni dohodak za dio koji primaju u vidu snižene cijene električne energije a da se cijena te energije povisi. Dakle postupak bi bio isti, kao kod jednog od prethodnih povišenja cijena električne energije i nekih drugih cijena, odnosno kao kod zadnjeg povišenja stanarine. Ne bi, međutim, bilo ispravno ako bi predlagali da se cijena električne energije za kućanstva jednostrano povisi bez istovremenog prijedloga za odgovarajuću promjenu njihove kupovne moći, jer bi im na taj način onemogućili prisvajanje i korištenje one količine ove proizvodnje, koja im je politikom nivoa životnog standarda odmjerena i namijenjena.

Što se može očekivati u slučaju sprovođenja u život ovih mjera? Realna cijena električne energije za potrošače kućanstva bi — prema gruboj ocjeni optimalnog nivoa cijene električne energije za prijenosni

napon — iznosila oko 35 Din/kWh dakle nekih 4 puta više od današnje cijene. Ako se za ovu razliku u cijeni povise u prosjeku osobna primanja radnika*, sigurno će doći do štednje električne energije u kućanstvima. Elektroprivreda će kroz to uštedjeti dio svojih sredstava, koja je bila primorana trošiti u neracionalne investicije slabog iskorištenja, a potrošači kućanstava će dio svog oslobođenog kupovnog fonda nastojati korisno upotrebiti. Oni će ga plasirati na neko drugo područje proizvodnje za široku potrošnju. Vjerojatno je da ovom uštedom neće htjeti pojačati svoju ishranu, jer je ona već namirena. Može se očekivati da će težiti za onim proizvodima prerađivačke industrije koji im još manjkaju — a u prerađivačkoj industriji djeluju vrlo efikasni ekonomski instrumenti za zahvatanje ukupnog viška rada, neusporedivo efikasniji nego u elektroprivredi — pa će se preko njih veliki dio ove uštede vratiti u fond opće društvene akumulacije. Efekt je dakle ovdje dvostruk: ušteđuju se sredstva za neracionalne investicije jer se smanjuje konzum električne energije za koji je trebalo neracionalno investirati, a veći dio oslobođenog kupovnog fonda potrošača kućanstva ulazi u realizaciju prerađivačke industrije, koja je svojim višim cijenama nosilac opće društvene akumulacije.

Opći nivo cijene električne energije trebalo je utvrditi za dulji period razvoja od 10 ili više godina**, i to tako, da se svaki element te cijene veže uz indeks kretanja tržnih cijena materijala i usluga potrebnih za reprodukciju sredstava proizvodnje elektroprivrede u razvoju i ekonomskom rastu. Indekse cijena za određene grupe proizvoda, usluga i općeg nivoa osobnih primanja radnika utvrđivao bi i objavljivao Ured za cijene. Za razliku u cijeni električne energije, utvrđenu indeksiranjem, automatski bi trebalo povisivati prodajne cijene električne energije, proračunate za pojedina distributivna poduzeća i pojedine grupe potrošača.

Kalkulacija cijene za dulji period razvoja je u stvari prosječna kalkulacija, koja obuhvaća troškove i budućih kapaciteta, predviđenih perspektivnim elektroenergetskom bilancom razvoja.

Kalkulacijom cijene za dulji period razvoja isključile bi se neugodne oscilacije cijena električne energije izazvane dinamikom strukture elektroenergetske izgradnje, a uvođenjem indeksa tržišnih cijena za pojedine elemente općeg nivoa cijene električne energije, isključila bi se ekonomska diskriminacija elektroprivrede u odnosu na njezine potrošače, koji su ujedno (bilo neposredno bilo posredno) i njezini isporučioci materijala i usluga potrebnih joj za reprodukciju sredstava proizvodnje u razvoju i ekonomskom rastu. Time bi elektroprivreda došla u položaj, da ostvareni dohodak svog rada obračuna s društvenom zajednicom, a ne da ga preko statičkih neažurnih tarifnih stavova nevidljivo prelijeva svojim potrošačima.

Na savjetovanju je dan i prijedlog za način utvrđivanja općeg nivoa cijene električne energije po elementima.

3. EKONOMSKI ODNOSI S POTROŠAČIMA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kvalitet ekonomskih odnosa s potrošačima električne energije zavisi od odluke da se električna energija oslobodi svoje dosadašnje funkcije dopunskog ekonomskog instrumenta opće politike cijena.

Električna energija vrši tu funkciju na sektoru konzuma specijaln velepotrošnje (elektrokemijska i elektrometalurgijska industrija) i sektoru kućanstva. Cijena je za oba sektora konzuma vrlo povlaštena. Razlika ide na teret dohotka pa i supstance elektroprivrede, i na teret ostalih grupa potrošača električne energije.

Povlaštena cijena električne energije za specijalne velepotrošače električne energije iskrivljuje investicione elaborate tih industrija a rentabilitet njihove proizvodnje čini problematičnim. Osim toga takav način regresa društvene zajednice ovoj industriji je nekontroliran, a ne podstiče ni na racionalizacije ni na iznalaženje drugih puteva za plasiranje i realizaciju njihove proizvodnje. O tom problemu bilo je već govora i ranijih godina. No tada se je smatralo, da je iz tehničkih razloga jednostavnije regresirati poduzeća te industrije preko cijene električne energije, nego preko instrumenata budžeta. Posljedica toga je sužavanje dohotka elektroprivrede, pa čak i nekih elemenata njezinih troškova, te modifikacija i ukidanje nekih ekonomskih instrumenata za zahvatanje viška rada. Ovo je dovelo do devalvacije cijene električne energije i svih njezinih slabosti.

Međutim poduzeća te industrije nisu tako brojna da se ne bi mogla uključiti u direktno i vidljivo regresiranje preko budžeta — ako je to već potrebno. Osim toga, modernije nove industrije ove proizvodnje možda i ne trebaju regresa. Ako je pak u pitanju izvoz njihove proizvodnje, onda su prikladniji regulativi tog sektora privrednog mehanizma, jer su tim funkcijama i prilagođeni. Nadalje, elektrokemijskih i elektrometalurgijskih procesa ima i u industrijama kod kojih su oni tek sastavni dio neke druge proizvodnje koja se realizira sasvim normalno, pa nemaju potrebe za povlaštenom cijenom električne energije. Ako je regresiranje specijalne velepotrošnje potrebno, trebalo bi ga izvoditi direktno, a to znači i kontrolirano, iz budžeta, čak i onda kad bi to predstavljalo neku složeniju proceduru, jer regres ne treba elektroprivreda nego ta industrija, pa njezini ekonomski problemi i treba da budu stalno na dnevnom redu rješavanja. U sadašnjim uvjetima, direktni korisnik regresa je elektroprivreda ali za ekonomske slabosti tih svojih potrošača. Ona ih međutim ne može riješiti, a njih sada ne smetaju.

Povlaštene cijene električne energije za potrošače kućanstva su u skladu s politikom životnog standarda. Prema tome te cijene su i jedan od elemenata »ku-

---

* Bez obzira na činjenicu, da oko 70 % naših sela nije još elektrificirano, pa bi u ovom slučaju osobna primanja bila povišena i malom broju radnika koji ne troše električnu energiju. Većina radnika se nalazi u gradovima i industrijskim centrima, a svi ovi su elektrificirani, pa je bolje, radi ove većine povisiti osobna primanja svima, nego zbog onog manjeg broja radnika u neelektrificiranim selima ne povisiti osobna primanja nikome a cijenu električne energije povisivati.

** Detaljnije o kalkulaciji cijene za dulji period razvoja i o sistemu »adjustment price« vidi: Daniel Feöcze — Položaj i svojstva elektroprivrede u sastavu društvene proizvodnje. *Energija*, Zagreb 1959. broj 11/12.

povnog fonda stanovništva« i »robnog fonda široke potrošnje«, pa u cilju održanja određenog stupnja životnog standarda podizanje cijene električne energije potrošačima kućanstva, nužno povlači za sobom i povišenje tog dijela kupovnog fonda stanovništva. U protivnom slučaju dolazi do sprečavanja te potrošnje ili do promjene u strukturi osobne potrošnje uopće a i do preorijentacije na druge nosioce energije, što bi dovelo do novih povećanja troškova života tih potrošača a naročito u gradovima i u onim rajonima koji su siromašni drvom. Osim toga, jednostrano povišenje cijene bi izazvalo i nepotrebne nove poremećaje u proizvodnji elektroindustrije, o čemu je već bilo govora na II savjetovanju Jugoslavenskog komiteta za elektrotermiju i elektrokemiju, održanom sredinom maja 1960. u Zagrebu.

Realna cijena koštanja elektroprivrede za električnu energiju kućanstva je viša od realnih cijena za sve ostale potrošače, jer potrošači kućanstva preuzimaju potrebnu im energiju na niskonaponskoj strani, odnosno na krajnjoj tački transporta električne energije, uslijed čega i otpada na njih alikvotni dio svih troškova tzv. »glavnih mjesta proizvodnje« (proizvodnja, prijenos, razvod, distribucija i predaja). Osim toga oni po načinu i vremenu svoje potrošnje uzrokuju i dobar dio investicija za pokriće vršnih opterećenja snage elektroenergetskih postrojenja. Ove investicije su nedovoljno iskorištene zbog kratkotrajnosti angažiranja snage postrojenja, pa njihova slaba proizvodnost opterećuje kilovatsat nesrazmjerno većim dijelom fiksnih troškova.

Jako povlaštena cijena električne energije za potrošače kućanstva nije u skladu s principima ekonomike elektroprivrede. Tarifa električne energije u okviru ispravnog nivoa cijene, važan je ekonomski instrument elektroprivrede kao organizatora proizvodnje. Ona je jedini regulator načina potrošnje električne energije a s tim u vezi i regulator za racionalnu proizvodnju. Kad je ona i dopunski ekonomski instrument opće državne politike cijena (i pored umjerenog nivoa, koji se održava niskim radi pružanja povoljnih razvojnih uvjeta), onda ona ne može ujedno vršiti i funkciju regulatora za racionalizaciju proizvodnje istovremene s potrošnjom, jer su propisane cijene električne energije upravo oprečne realnim cijenama, odnosno adekvatnima načinu angažiranja snage elektroenergetskih postrojenja.

Pojedine grupe potrošača električne energije razlikuju se po načinu i vremenu opterećenja elektroenergetskih postrojenja. Tako npr. elektrokemija može električnu energiju trošiti trajno jednoliko; javna rasvjeta je troši jednoliko samo u toku noći, nešto duže zimi nego ljeti; pojedini industrijski pogoni koji rade u jednoj smjeni, nejednoliko opterećuju elektroenergetska postrojenja, i to uglavnom samo 1/3 dana; potrošnja kućanstva za potrebe kuhanja i rasvjete intenzivna je oko podne i navečer a u ostalo doba je neznatna itd. Vremenski raspored opterećenja razlikuje se i kod pojedinih potrošača svake od navedenih grupa. Rezultat ovog je nejednolikost potrošnje u toku dana, odnosno nedovoljno korištenje elektroenergetskih postrojenja. Što su iskorištenje proizvodnih kapaciteta elektroprivrede i njihova proizvodnost manji,

Organi Izvršnog vijeća

stalni troškovi po proizvedenom kilovatsatu su veći. Mada je to slučaj u svakoj proizvodnji, on je osobito naglašen u elektroprivredi, kod koje troškovi predmeta rada, dakle proporcionalni s proizvodnjom, iznose svega 15 % ukupne vlastite cijene [2].

Proizvodnost elektroenergetskih postrojenja može se povećati, ukoliko se nađu potrošači koji mogu trošiti električnu energiju u satima kad je opterećenje mreže nisko, tj. noću i u popodnevnim satima. Već danas tvorni cementa, koje imaju prikladno dimenzionirana postrojenja, podmiruju velik dio svojih potreba noću. Velike mogućnosti za povećanje potrošnje postoje na području toplinskih primjena električne energije u i dustriji. Kućanstva bi pak mogla veći dio svojih potreba električne energije podmirivati u popodnevne sate i na taj način rasteretiti distributivnu mrežu u vrijeme podnevnog a donekle i večernjeg vrha [2].

Elektrokemijska i elektrometalurgijska industrija, koja u toku dana ima približno konstantno opterećenje, mogla bi — gdje to ozbiljnije ne ometa proizvodni proces te industrije — sniziti opterećenje kroz nekoliko sati vršnog opterećenja. Gubitak proizvodnje, koji bi zbog takvih »redukcija« mogao takav potrošač imati, može se nadoknaditi bilo pojačanom proizvodnjom u ostalom dijelu dana, bilo u slučaju potrošača, koji jedan dio godine iz hidroenergetskih razloga smanjuje ili obustavlja svoju potrošnju, produženjem radne sezone. Mogućnosti za bolje iskorištenje prijenosne i distributivne mreže svode se dakle u dvije kategorije: povećanje potrošnje u vrijeme niskog opterećenja te snižavanje opterećenja u vrijeme vrha uz premještanje potrošnje u sate niskog opterećenja elektroenergetskog sistema [2].

Međutim određeni opći nivo cijene električne energije kao i propisane cijene za pojedine grupe potro-

Organi državne uprave (Hafner, Šlebinger, Ilić, Šuković)

šača su tako niske da ne mogu utjecati na način potrošnje i prilagoditi je ekonomičnijem dijagramu opterećenja snage postrojenja. Osim toga neprikladan je i postojeći sistem tarifiranja električne energije, koji se temelji na diferenciranju potrošača po namjeni potrošnje, a zanemaruje troškove koje potrošač prouzrokuje elektroprivredi načinom i vremenskim rasporedom svoje potrošnje. U tim uvjetima nije moguće razviti ekonomiku kooperativne proizvodnje električne energije i proširene reprodukcije elektroprivrede. Opći nivo cijene električne energije treba povećati i kroz povećanje dohotka elektroprivrede. Treba dakle samo jedan mali dio dohotka cijele privrede provući kroz elektroprivredu i to na račun onih privrednih grana, koje ga imaju više od elektroprivrede pa možda čak i više nego je potrebno. Time bi se izvršilo neznatno preseljenje dohotka u strukturi privrede i to takvo preseljenje koje je potrebno.

U cilju unapređenja ekonomike elektroprivrede, tarifiranje električne energije treba prepustiti elektroprivrednim zajednicama i distributivnim poduzećima. Pojedina elektroprivredna zajednica treba u okviru određenog joj općeg nivoa cijene električne energije samostalno određivati tarifne stavove za svoje potrošače — distributivna poduzeća i direktne velepotrošače. Samostalno stoga, jer im se opći nivo cijene određuje na temelju normiranih troškova i potrebnog dohotka te tržišnih cijena materijala i usluga potrebnih za reprodukciju sredstava proizvodnje u razvoju i ekonomskom rastu.

4. EKONOMSKI ODNOSI IZMEĐU ELEKTROPRIVREDNIH ORGANIZACIJA

Interne ekonomske odnose elektroprivrede regulira njezin ekonomski mehanizam. Zadaća mu je, da povezuje ekonomski zainteresirano sve pojedinačne funkcije elektroprivrednih organizacija u takvu organsku cjelinu proizvođača električne energije, koja će u skladu s privrednim sistemom, a na principu decentralizacije funkcija i demokratizacije upravljanja sredstvima proizvodnje, razviti ekonomiku ove grane energetike, te radnu incijativu i stvaralaštvo njezinih radnika na unapređenju svake pojedinačne funkcije i poslovanja uopće.

D. Feöcze, glavni referent o ekonomskim odnosima elektroprivrede

Paralelno s ekonomskim rastom elektroprivrede mijenjala se je i podjela rada a s tim u vezi i njezini interni ekonomski odnosi.

Izolirane elektrane sa svojom električnom mrežom uskog opskrbnog područja, urasle su u elektroenergetske blokove, koji su se kasnije razvili u pojedinačne sisteme i spojili u jedan elektroenergetski sistem Jugoslavije. Privredne organizacije izolirano izgrađenih elektrana su u tom razvojnom procesu nužno modificirale svoje bivše funkcije prema novonastalim uvjetima, dok su se novim elektroprivrednim organizacijama dodjeljivale već adekvatne im funkcije u skladu s potrebama kooperativne proizvodnje električne energije.

Proizvodni organizam elektroprivrede se je stalno razvijao i proširivao u dva smjera, i to u prostoru i volumenu sredstava rada i njihovih funkcija, a paralelno s proširenjem i razvojem elektroprivrede istovremeno se je nužno vršila funkcionalna i teritorijalna podjela rada i materijalne odgovornosti, a s tim u vezi i decentralizacija upravljanja.

Funkcionalna podjela rada u elektroprivredi razgraničava proizvodni proces na:

1) proizvodnju u hidroelektranama,
2) proizvodnju u termoelektranama,
3) prijenos električne energije,
4) distribuciju električne energije,
5) sinhroniziranu kooperaciju funkcija proizvodnje i prijenosa električne energije,
6) koordinaciju distribucije električne energije,
7) koordinaciju razmjene električne energije između asocijacija proizvođača pojedinih područja te koordinaciju njihove proširene reprodukcije.

Teritorijalna podjela rada razgraničava pojedine funkcije od 1) do 6) prema objektima, narodnim republikama većim odnosno manjim elektrifikacionim područjima u zavisnosti od političke podjele teritorija, konfiguracije tla, naseljenosti, razvijenosti komunikacija, privrednog potencijala i dr.

Prema ngerenciji organa društvene zajednice, elektroprivreda je podijeljena na:

1) superponiranu elektroprivredu (udruženu elektroprivredu, općeg značaja) i
2) distribuciju električne energije, komunalnog značaja.

Funkciju proizvodnje električne energije vrši 45 udruženih poduzeća i 135 elektrana a funkciju prijenosa električne energije 8 poduzeća za prijenos. Funkciju sinhronizirane kooperacije proizvodnje i funkciju koordinacije distribucije električne energije vrši 6 republičkih zajednica elektroprivrednih poduzeća. Funkciju koordinatora razmjene električne energije između pojedinih asocijacija proizvođača te funkciju koordinatora proširene im reprodukcije vrši njihova asocijacija za koordinaciju, tj. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Ekonomski odnosi između elektroprivrednih poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije i njihovih zajednica za kooperativnu proizvodnju

Podjela rada superponirane elektroprivrede predstavlja u stvari delegiranje pojedinih osamostaljenih funkcija kooperativne proizvodnje na odgovarajuće elektroprivredne organizacije (pogone, poduzeća, zajednice), određivanje njihovih kompetencija te definiranje i valorizaciju pojedinačno im mjerivih učinaka. Time se oživljuje inicijativa za iznalaženjem najpodesnijih metoda rada s razgraničenim i u kooperativnu proizvodnju sjedinjenim sredstvima proizvodnje, osigurava materijalna odgovornost nosilaca pojedinačnih funkcija i omogućuje njihovo uključenje u automatizam ekonomskih odnosa.

Tržište za realizaciju učina elektrana i prijenosnih poduzeća, organski vezanih u elektroenergetsku cjelinu, je njihova asocijacija za sinhroniziranu kooperaciju proizvodnje električne energije, dakle njihova zajednica.

Tako proizvedena električna energija je sinteza pojedinačnih učinaka angažiranih kooperanata. Zajednica realizira kooperativnu proizvodnju od potrošača električne energije (distributivnih poduzeća i direktnih velepotrošača) a realiziranim sredstvima plaća pojedinačne učinke kooperanata, pa je na taj način i tržište njihove proizvodnje.

Kao što je električna energija izolirane elektrane proizvod kooperacije njezinih agregata i električne mreže, tako je i električna energija elektroenergetskog sistema nekog određenog područja, proizvod kooperacije više elektrana i prijenosne mreže. To je samo prostraniji, složeniji, moćniji i mnogo veći organizam za proizvodnju električne energije.

Učinci elektrane u kooperativnoj proizvodnji su:

1) Snaga elektroenergetskih postrojenja, koju pojedina elektrana ostvaruje osposobljavanjem svog kapaciteta u cilju osiguranja njegove pogonske gotovosti i radne sposobnosti za onaj čas, kad će to biti potrebno za preuzimanje jednog dijela ukupnog opterećenja potrošača. Veličinu i vrijeme angažiranja osposobljene snag za svaku pojedinu elektranu, određuje zajednica prema ekonomici tzv. »voznog reda«, odnosno ekonomici raspodjele nastalog opterećenja na raspoloživu snagu elektroenergetskih postrojenja.

Odgovarajućom radnom snagom i materijalnim sredstvima te prikladnom unutarnjom organizacijom za stvaranje optimalnih radnih uvjeta, ona vrši prostu reprodukciju sredstava rada. Sredstvima namjenskih fondova ona može vršiti sve racionalizacije i rekonstrukcije po općim propisima. Elektrana može vršiti čak i proširenu reprodukciju, ako za nju na temelju investicionog elaborata dobije zajam na konkursu. Elektrana će ostvariti takav zajam, ako je predloženo proširenje kapaciteta rentabilno s aspekta ekonomike elektroprivrede i njezine kooperativne proizvodnje.

Za osposobljavanje snage elektrane potrebno je dakle mnoštvo njezinih funkcija. Sve te funkcije su poznate pa su poznati i racionalni troškovi za njihovo

Predstavnici elektroprivrede Hrvatske

ostvarenje, a ovi su osnova za cijenu preko koje elektrana realizira taj učin od svoje zajednice za kooperativnu proizvodnju.

2) Rad osposobljene i angažirane snage elektroenergetskih postrojenja. Za vršenje rada angažirane snage, potrebne su nove funkcije elektrane i daljnji troškovi, čija veličina je također poznata, odmjerena i dogovorena pa je poznata i cijena za realizaciju tog učina.

U cilju potpunijeg iskorištenja svog kapaciteta i ostvarenja većeg dohotka, elektrane se mogu baviti i drugim privrednim djelatnostima — što većina njih u praksi i čini. One npr. vrše usluge drugima svojim voznim parkom u vremenu kad on — zbog neravnomjernosti rada snage — nije potpuno iskorišten. Neke termoelektrane se bave i toplinskim gospodarstvom te prodaju višak pare industriji, sportskim plivalištima i drugima. One nadalje vrše i radioničke usluge, usluge kemijskog laboratorija i sl. Hidroelektrane imaju vrlo malo tih mogućnosti, a naročito one koje se nalaze u nenaseljenim mjestima. Zato je za njih predložen posebni komunalni doprinos po proizvedenom kilovatsatu.

Učin organizacije za prijenos električne energije u kooperativnoj proizvodnji je:

Sposobnost prijenosa električne energije, koja se ostvaruje uzdržavanjem i pogonskom spremnošću električnih vodova te razdjelnih i transformatorskih stanica. Prijenosno poduzeće samostalno organizira svoj radni proces te s odgovarajućom radnom snagom i potrebnim materijalnim sredstvima, vrši prostu i proširenu reprodukciju sredstava rada i sve prikladnije racionalizacije i rekonstrukcije. Za ostvarenje sposobnosti prijenosa električne energije treba također mnoštvo funkcija. Sve te funkcije su poznate, tehnički su propisane i valorizirane normiranim troškovima i potrebnim dohotkom, pa su solidna osnova za cijenu preko koje će poduzeća za prijenos električne energije realizirati svoj učin od zajednice.

U cilju potpunijeg iskorištenja svog radnog kapaciteta, poduzeća za prijenos električne energije se mogu baviti i sporednim djelatnostima.

Ekonomski odnosi između elektroprivrednih poduzeća i njihovih zajednica za kooperativnu proizvodnju osnivaju se dakle na ugovoru o r a z m j e n i pojedinačnih učinaka po cijeni normiranih troškova i potrebnog dohotka, a to znači po njihovoj vrijednosti. Elektroprivredna poduzeća su zainteresirana ne samo da održe normu svojih troškova i da time sačuvaju

veličinu normiranog dohotka, već i da poduzimaju sve moguće mjere za unapređenje svog rada i poslovanja uopće, u cilju sniženja troškova i povećanja dohotka.

Realizacijom kooperativno proizvodene električne energije, preko cijene koja će osigurati ekonomski savremenu reprodukciju elektroprivrede, zajednicama je omogućeno da svakodobno plate vrijednost pojedinačno angažiranih učinaka poduzeća udruženih u kooperativnu proizvodnju, te da što racionalnijim spajanjem pojedinačnih im učinaka u uvjetima datih opterećenja snage postrojenja, ostvare što ekonomičniju proizvodnju električne energije a s tim u vezi i što veći vlastiti i zajednički dohodak.

Ekonomski odnosi između zajednica elektroprivrednih poduzeća i distribucije električne energije

Distributivna poduzeća bi trebala biti samostalne elektroprivredne organizacije za distribuciju i prodaju električne energije potrošačima svoje mreže te za elektrifikaciju područja na kojem djeluju, a ne inkasatori elektroprivrednih zajednica za predanu električnu energiju potrošačima po jedinstveno propisanim cijenama, kao sada.

Pojedina zajednica elektroprivrednih poduzeća bi u tim uvjetima prodavala kooperativno proizvedenu električnu energiju distributivnim poduzećima prema kondicijama vlastite tarife s tarifnim stavovima, koji su proračunati u okviru individualno određenog joj općeg nivoa cijene električne energije u zavisnosti od strukture njezinih sredstava rada. Cijena električne energije za distributivna poduzeća, bila bi zavisna od načina i vremena angažiranja snage i od ostalih elemenata predviđenih principima tarifiranja.

Ekonomski odnosi između elektroprivrednih zajednica

Elektroprivredne zajednice kao regionalne asocijacije proizvođača za kooperativnu proizvodnju električne energije, razmjenjuju međusobno svoju proizvodnju. Koordinaciju razmjene vrši Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Važnost koordinacije kao korelata funkcionalne i teritorijalne podjele rada je nedvojbena. U pitanju su samo: metoda koordinacije i kompetencija koordinatora. S druge strane je postavljeno i pitanje da li bi se kooperativna proizvodnja na ovom stupnju razvoja elektroprivrede mogla ekonomičnije vršiti samo u jednoj zajednici a ne u 6 kao do sada. Pitanje je dakle, da li centralizacija ili decentralizacija kooperativne proizvodnje električne energije.

Što je privredni organizam veći, to je problematika proizvodnje i poslovanja uopće, kvantitativno i kvalitativno, šira pa je u sistemu centralizacije i udaljenija od mjesta odluka. Komunikacije obavještenja su u takvom sistemu upravljanja složenije i dulje a tim i nesigurnije. Da bi centar tako upravljanog velikog organizma mogao svladati širinu problematike svih funkcija, on mora biti univerzalan i vrlo ekspeditivan. Mora poznavati sve pojedinosti zbivanja i brzo donositi odgovarajuća rješenja. No to se teško postiže pa dolazi do raznih propusta i tromosti u donošenju odluka. Kod centraliziranog sistema upravljanja svim funkcijama proizvodnje, pojedini dijelovi tako vođenog organizma su bezlični, jer je inicijativa daleko gore, naredbodavni put od vrha organizacione piramide do njenog temelja je vrlo dug, a odluke štaba su često neadekvatne stvarnim okolnostima i činjenicama, koje su dolje jasno uočljive te lako i efikasno rješive.

Centralizam je sasvim neprikladan u uvjetima ekonomskog rasta, jer se proizvodni organizam stalno povećava, mijenja strukturu svojih funkcija i odnose svojih organa, a temelji mu se šire u nerazmjeru s vrhom, kao glavom organizma.

Zbog toga je suvremena teorija ekonomike privrednog rasta odbacila centralizam kao princip upravljanja, iako su Fayol i Carlioz, teoretičari linijskog tipa vertikalne organizacije i apsolutne hijerarhije, nastojali na razne načine da je moderniziraju i prilagode novonastalim uvjetima u privredi.

Društveno uređenje i privredni sistem naše zemlje temelji se na decentralizaciji i demokratizaciji upravljanja, pa elektroprivreda u toku svog razvoja i nije mogla poći drugim putem.

Istodobnost proizvodnje i potrošnje električne energije i mogućnost paralelnog rada različito lociranih elektrana, ne predstavljaju bezuvjetni razlog za centralizaciju upravljanja privrednim funkcijama pojedinih asocijacija proizvođača za kooperativnu proizvodnju. Za unapređenje ekonomike elektroprivrede koja je u stalnom razvoju i rastu, nužna je funkcionalna i teritorijalna podjela rada i privredni račun kooperativne proizvodnje pojedinog područja.

Cijene za električnu energiju, koju razmjenjuju pojedine elektroprivredne zajednice mogu se ugovorno utvrditi između zainteresiranih zajednica u okviru određenog općeg nivoa cijene zajednice isporučilaca, a mogu se i propisati.

Ako se smatra da radi politike održavanja nižih cijena u grani energetike ne treba cijenu električne energije opterećivati instrumentima rente i da cijenu električne energije u međurepubličkoj razmjeni treba propisati jedinstveno za cijelo područje Jugoslavije u visini prosječnih dodatnih troškova energetskog goriva najekonomičnijih termoelektrana cijele elektroprivrede, onda će se pomoću ove cijene, a u skladu s takvim stanovištem, prelijevati dio dohotka isporučioca, odnosno njegovih potrošača, kao efekt rente viška hidroproizvodnje (doduše u transformiranom obliku) u zajednice s viškom konzuma, a osigurat će se automatski i prvenstveno iskorištenje hidroproizvodnje, jer korisnici te energije neće imati računa stavljati u pogon svoje termoelektrane.

* * *

U toku diskusije o izloženim koncepcijama za reguliranje ekonomskih odnosa elektroprivrede, bilo je u vezi s nekim pitanjima i suprotnih gledanja. Istaknuto je da primarni problem ekonomskih odnosa elektroprivrede nije problem cijena, te da su mu u referatima savjetovanja podređena sva ostala pitanja, kao

Na govorničkoj tribini (K. Gligorov, M. Damjanić, ing. V. Korošec, prof. V. Rakić)

da ona nemaju svoj samostalni značaj i kao da sa svoje strane ne utječu i na same cijene. Punu jednakost je dakle trebalo dati razmatranju cijena i organizacije elektroprivrede. Pored toga, kod razmatranja problema cijena trebalo je pored zaostajanja cijena električne energije za općim trendom cijena u Jugoslaviji i za cijenama električne energije u drugim zemljama, uzeti u obzir i druge značajnije ekonomske faktore kao vlastite mogućnosti a prije svega i prirodne uslove.

Cijene električne energije treba svakako mijenjati no na onim tačkama na kojima predstavljaju akutni problem, pa tim putem treba utjecati na promjenu njenog općeg nivoa, a ne putem općeg podizanja cijene. Treba dakle razmotriti cijene za specijalne velepotrošače i postupno izvršiti odgovarajuće korekture. Isto važi i za potrošače kućanstva, ali ne podizanjem plaća radnika za povećani dio cijene, dakle ne jednim potezom već postupno, imajući pri tome u vidu opći rast naše privrede i zaposlenosti, opći rast primanja radnika te voditi računa o tome da cijene električne energije idu bržim tempom nego ovi indikatori.

U pogledu koncepcije o decentralizaciji kooperativne proizvodnje istaknuto je — ako je za unapređenje rada elektroprivrede korisno razvijati regionalnu ekonomiku — da je onda trebalo razmotriti više alternativa podjele područja a ne samo podjelu po republikama. Dakle ne samo 6 regionalnih zajednica, koje se moraju poklapati s republičkim granicama, nego onoliko koliko je ekonomski opravdano, bez obzira na administrativno-političku podjelu.

5. ZAKLJUČCI

Po izloženim referatima i koreferatima o ekonomskim odnosima elektroprivrede te nakon obimne diskusije, u kojoj je sudjelovalo preko 40 učesnika savjetovanja, doneseni su ovi zaključci:

Zbog uloge koju elektroprivreda ima u strukturi ukupne društvene proizvodnje, cijena električne energije ne može se formirati na tržištu, već je treba formirati na temelju potrebnih troškova poslovanja i potrebnog dohotka.

Cijenu električne energije treba određivati samo za superponiranu (sadašnju udruženu) elektroprivredu. Pri tome su izražena dva gledišta: jedno, da cijenu električne energije na prijenosnom naponu treba određivati za pojedina područja kooperativne proizvodnje, a drugo, da ovu cijenu treba određivati jedinstveno za područje Jugoslavije.

Cijenu električne energije treba utvrđivati na duljI rok, do 10 godina, na temelju elemenata perspektivne elektroenergetske bilance tog roka, tako da se pojedini elementi utvrđene cijene električne energije startnog perioda indeksiraju prema kretanju cijena odnosnih elemenata na tržištu i prema kretanju općeg nivoa osobnih dohodaka, kao i u zavisnosti od promjena ekonomskih instrumenata.

Tarifiranje električne energije u okviru određenog općeg nivoa cijene treba prepustiti elektroprivredi kao organizatoru proizvodnje, kako bi tim sredstvom mogla razviti ekonomiku raspodjele opterećenja svojih postrojenja a s tim u vezi i ekonomiku svojih investicija.

Superponirana, tj. sadašnja udružena, elektroprivreda treba prodavati električnu energiju na svojem prijenosnom naponu distributivnim poduzećima i direktnim velepotrošačima prema vlastitoj tarifi. Ovu tarifu ne treba potvrđivati državni organ, jer se donosi u okviru već određenog, a to znači kontroliranog općeg nivoa cijene električne energije.

Distributivna poduzeća bi trebala donositi svoje individualne tarifne stavove za svoje opskrbno područje. Ove tarifne stavove bi trebao potvrđivati nadležni organ. S obzirom na uslove poslovanja distributivnih poduzeća, te njihovu usku ekonomsku i tehničku povezanost sa superponiranom elektroprivredom, smatra se da distributivna poduzeća ne mogu biti komunalna poduzeća.

Jedinstveni sistem za prodaju električne energije (tarifne oblike i odredbe) treba unapređivati u cilju stimulacije potrošača na racionalniju potrošnju električne energije i to:

uvođenjem stimulativnih mjera dvojne tarife kod svih potrošača,

ukidanjem distriminacije potrošača po namjeni potrošnje električne energije u svim slučajevima, osim kada je to potrebno u cilju razvoja konzuma, s tim da se ova mjera treba sprovoditi postupno.

Asocijacije pojedinog područja za kooperativnu proizvodnju kao i distributivna poduzeća, treba da u okviru propisanog im općeg nivoa cijene električne energije utvrđuju tarifne stavove za prodaju električne energije potrošačima, uvažujući kod toga odredbe jedinstvenog tarifnog sistema, jedinstvenih općih dobavnih uslova kao i mogućnosti vlastitih postrojenja i energetskih karakteristika potrošačkog područja.

Ekonomske odnose udruženih poduzeća s asocijacijom za kooperativnu proizvodnju treba rješavati putem dugoročnih ugovora o cijeni za naručene učinke.

Od rješenja ekonomskih odnosa zavise i međusobni organizacioni odnosi elektroprivrednih organizacija. Ti međusobni organizacioni odnosi mogu se po potrebi ostvarivati i postupno, a zajedno s organima radničkog samoupravljanja zainteresiranih elektroprivrednih organizacija.

Treba utvrditi metodu za izračunavanje onog dijela amortizacije koji se oslobađa i koji se može upotrebiti za izgradnju novih kapaciteta. Treba načelno proučiti pitanje racionalnog korištenja sredstava amortizacije u elektroprivredi u skladu s općim privrednim sistemom i principima radničkog samoupravljanja. S obzirom na potrebu i značaj daljnje elektrifikacije zemlje, slobodna sredstva amortizacije trebalo bi isključivo upotrebljavati za elektroprivredu.

Prijedlog za obračun osobnih dohodaka radnika po ostvarenoj proizvodnji na mjestima predaje treba detaljno proučiti, pa se preporuča Upravnom odboru Zajednice jugoslavenske elektroprivrede da u tu svrhu formira posebnu grupu stručnjaka, koja bi izradila konkretne prijedloge.

Preporuča se Upravnom odboru Zajednice jugoslavenske elektroprivrede i nadležnim državnim organima, da se najhitnije donesu:

a) Pravilnik o normativima troškova poslovanja i dohotka i

b) Upute za ugovaranje i obračun između poduzeća i elektroprivrednih zajednica za 1961.

Literatura

[1] D. Feöcze, *Ekonomski odnosi elektroprivrede*
[2] I. Lučev, *Tarifiranje električne energije s aspekta elektroprivrede kao organizatora proizvodnje*

SOMMAIRE

Les rapports d'économie de l'électricité. Les économistes de l'Industrie de l'Electricité de Yougoslavie, réunis à leur IIIe coférence, se sont penchés sur les rapports d'économie de l'Electricité avec la communauté sociale de la nation, avec ses abonnés et sur ceux des parties constituantes de cette industrie entre elles. Les fonctions de l'Industrie de l'Electricité, en tant que service national et branche de l'énergétique dans la structure de l'économie nationale, ont été analysées dans le cadre des rapports d'économie avec la communauté sociale. On a établi que le prix de l'énergie électrique ne peut pas se former sur le marché: il faut, donc, le déterminer, avec pondération, et cela en fonction de la grandeur des frais nécessaires d'activité et de gestion et du revenu indispensable. Ce prix, ainsi déterminé, doit être fixé par des ordonnances. Même, dans le cas que le prix de l'énergie électrique devait être maintenu à un niveau peu élevé, afin de favoriser par là le développement d'autres branches de l'économie et l'élévation du niveau de vie de la population, et partant ce prix pourrait être déterminé de manière à ce que l'Electricité ne soit pas soumise à la règle générale de contribution à l'accumulation sociale de capitaux, ce prix devrait néanmoins assurer à l'Industrie de l'Electricité un renouvellement et un accroissement satisfaisants aux exigences de l'économie contemporaine. Ce prix fixé par ordonnances ne devrait avoir trait qu'aux fournitures de l'Electricité superposée, laissant de côté les prix de vente aux abonnés. Ce prix fondamental de l'électricité devrait être déterminé à long terme, jusqu'à 10 ans, à la base des éléments du bilan électroénergétique dressé en perspective, en tenant compte à cela de l'évolution des indices des prix courants des éléments particuliers des frais et de l'évolution de l'indice du niveau général des revenus personnels d'ouvriers. Les entreprises de distribution détermineraient les prix de vente aux abbonnés de leur réseau en dépendance de leurs frais et revenu de distribution et du prix de l'énergie électrique achetée, c.-à-d. du prix fondamental de électricité.

Les systèmes de tarification ont été analysés dans le cadre des rapports d'économie avec les abonnés. On est arrivé à la conclusion que le tarif de l'énergie électrique

ZUSAMMENFASSUNG

Die wirtschaftlichen Beziehungen der Elektrizitätswirtschaft. Die wirtschaftlichen Beziehungen der Elektrizitätswirtschaft bildeten die Tagesordnung der III. Ökonomistentagung der Elektrizitätswirtschaft Jugoslawiens. Im Rahmen der wirtschaftlichen Wechselbeziehungen der Elektrizitätswirtschaft innerhalb der Volksgemeinschaft wurden die Funktionen der Elektrizitätswirtschaft als öffentlichen Dienstleister und als einen Zweig der Energiewirtschaft in der Struktur der Volkswirtschaft, analysiert.

Es wurde festgestellt, dass der Strompreis nicht auf Basis von Angebot und Nachfrage formiert werden kann; der Strompreis muss nach sorgfältiger Erwägung der Betriebsunkosten und notwendigen Erträgnissen bestimmt und amtlich vorgeschrieben werden.

Sollte der Preis der elektrischen Energie zwecks Schaffung günstiger Entwicklungsmöglichkeiten für andere Wirtschaftszweige und der Bevölkerung im allgemeinen, niedrig gehalten werden und kein Instrument der Gewinnakkumulation innerhalb der Volkswirtschaft sein, muss er trotzdem der Elektrizitätswirtschaft zumindest eine der Gegenwart entsprechende ökonomische Reproduzierung bieten.

Ausserdem ist der Strompreis nur für die superponierte Elektrizitätswirtschaft zu bestimmen, und zwar für eine grössere Zeitdauer, bis zu 10 Jahren, auf Grund einer auf einer perspektivischen elektroenergetischen Bilanz ruhenden Struktur, wobei sowohl Preisindexe einzelner Unkostenelemente als auch allgemeine Indexe der Arbeitseinkommen in Betracht zu ziehen sind. Die Verteilungsunternehmen würden die Strompreise für die Verbraucher ihres Gebietes selbst bestimmen und zwar in Abhängigkeit von ihren Unkosten, von Erträgnissen aus der Verteilung und vom Strombezugspreis.

Im Rahmen der wirtschaftlichen Beziehungen mit den Verbrauchern wurde auch das Tarifierungssystem behandelt. Es wurde beschlossen, dass der Stromtarif kein wirtschaftliches Ergänzungsinstrument der allgemeinen staatlichen Preispolitik sein soll, sondern dass die Stromtarifierung der Elektrizitätswirtschaft, als dem Energieerzeuger überlassen werden soll, um die Wirtschaftlichkeit bei der kooperativen Stromerzeugung und der Kapitalinvestionen zu fördern.

ne devait pas constituter un instrument économique de complément dans la politique générale des prix de l'Etat, à l'encontre, il faudrait laisser à l'Electricité le soin de la tarification, en vertu de sa qualité d'organisateur de la production, pour lui donner par ceci en mains un instrument d'avancement de l'économie de la production coopérative et de l'économie des investissements.

Il faut régler les rapports d'économie intérieurs, c.-à-d. ceux entre les différents organismes de l'Electricité (la production, l'entreprise, l'union des entreprises), suivant le principe de la décentralisation de la gestion des activités différentes. Dans ce but il faut définir les différentes activités de la production coopérative auxquelles un état d'autonomie est à conférer, les valoriser, et les confier à des organismes adéquats, en déterminant leurs droits et devoirs. Le marché où ils placeront les produits de leur activité est l'association de ces organismes pour la production coopérative d'énergie électrique. Cette association groupe ses membres en une unité industrielle d'Electricité régionale. Ces associations régionales échangent entre elles les excès de leur production. La coordination de ces échanges est à confier à un organisme spécial à créer dans ce dessein. Les prix de l'énergie échangée peuvent être fixés par contrats mutuels, ou être prescrits.

Die internen wirtschaftlichen Beziehungen der Elektrizitätswirtschaft, also die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen den Versorgungsunternehmungen (Betrieb, Unternehmung, Verbund) sind so zu regeln, dass die Verwaltung einzelner Funktionen dezentralisiert wird. Zu diesem Zweck sind einzelne selbstständige Dienstleistungen der kooperativen Erzeugung zu definieren, zu bewerten und auf die entsprechenden elektrizitätswirtschaftlichen Organisationen aufzuteilen und ihre Befugnisse zu bestimmen. Der Markt für die Realisierung definierter Leistungen der Kraftwerke und der Übertragungsunternehmungen, die als eine elektrizitätswirtschaftliche Einheit eines bestimmten Gebietes organisch zusammengeschlossen sind, ist der Verbund für die kooperative Stromerzeugung. Die regionalen Stromerzeuger-Verbunde für kooperative Stromerzeugung tauschen ihre Erzeugungsüberschüsse untereinander aus, wobei der Austausch durch ihren Koordinierungsausschuss geregelt wird. Die Strompreise für den zwischen den regionalen Stromerzeuger-Verbunden ausgetauschten Strom können entweder zwischen ihnen vetraglich festgesetzt oder auch vorgeschrieben werden.

Naslov pisca: Dipl. ec. Daniel Feöcze, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

METODA ZA ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI GUBITAKA PRIJENOSA U ELEKTROPRIVREDNOM SISTEMU JUGOSLAVIJE

Hrvoje Požar, Zagreb

U izrazima za vrijednost gubitaka dolaze veličine koje su ovisne o prilikama u sistemu i o prilikama u promatranom vodu. Prilike u elektroenergetskom sistemu karakterizirane su postotkom hidroenergije u sistemu, jer se može pretpostaviti da se nakon izgradnje velikih hidroelektrana neće bitno mijenjati osnovne karakteristike hidroenergetske proizvodnje. Da se uzmu prilike u promatranom vodu, određene su karakteristične veličine za pojedine vodove s tipičnim opterećenjem (vod koji opskrbljuje veće područje, vod koji opskrbljuje konstantne potrošače, vod koji spaja termoelektranu sa sistemom, vod koji spaja hidroelektranu sa sistemom).

DK 621.317.34 : 621.31

DRUGI DIO

PRILIKE U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU JUGOSLAVIJE

1. Općenito

U dosadašnjim razmatranjima postavljeni su osnovni izrazi za određivanje vrijednosti gubitaka u kojima dolaze veličine k, β, α i δ koje ovise bilo o prilikama u sistemu, bilo o karakteristikama opterećenja promatranog dalekovoda, odnosno i o prilikama u sistemu i o karakteristikama opterećenja promatranog dalekovoda.

Kao osnova za analizu prilika u sistemu uzete su varijacije proizvodnje hidroelektrana koje će biti ostvarene nakon izgradnje hidroelektrana Split, Dubrovnik-Grančarevo, Senj, Bajina Bašta, Rama, Hajdoše, Rijeka, Bočac i Potpeć [3]. Međutim apsolutna mogućnost proizvodnje nije služila kao osnova, jer su sve analize provedene da bi se utvrdio utjecaj postotka hidroenergije u sistemu na pojedine veličine. Taj utjecaj određen je tako da su se mijenjale potrebe u ovisnosti od postotka hidroenergije, dok je moguća proizvodnja hidroelektrana ostajala nepromijenjena. Na taj način bilo je moguće prikazati utjecaj razvoja sistema i promjene prilika u sistemu na pojedine veličine.

Da bi se utvrdile prilike u kritičnom razdoblju kao i u cijeloj godini, analizirana su sva moguća stanja s obzirom na zadovoljenje potražnje i snagom i energijom [4], i to za sve razmatrane odnose hidroenergije prema ukupnoj potrebnoj energiji. Za određivanje karakteristika potrošnje korišteni su podaci iz elaborata [5].

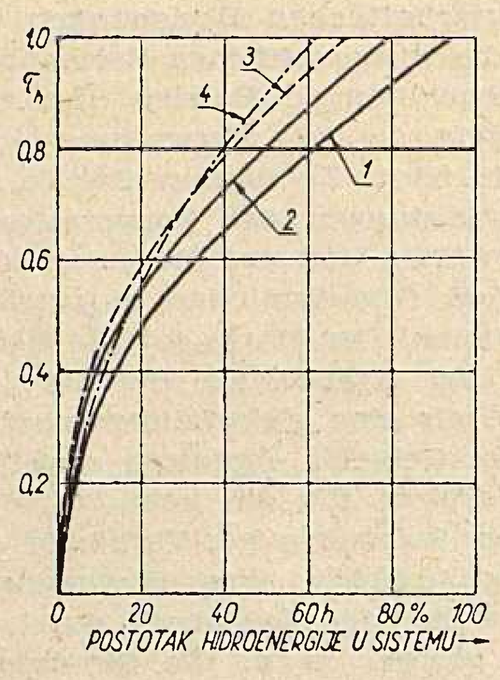
Na karakteristične odnose ne utječu samo prilike u elektroenergetskom sistemu već i prilike u promatranom vodu. Radi toga promatrano je nekoliko tipova vodova obzirom na njihovo opterećenje. To su slijedeći tipovi:

a) vod s opterećenjem koje ima iste karakteristike kao i cijeli sistem,

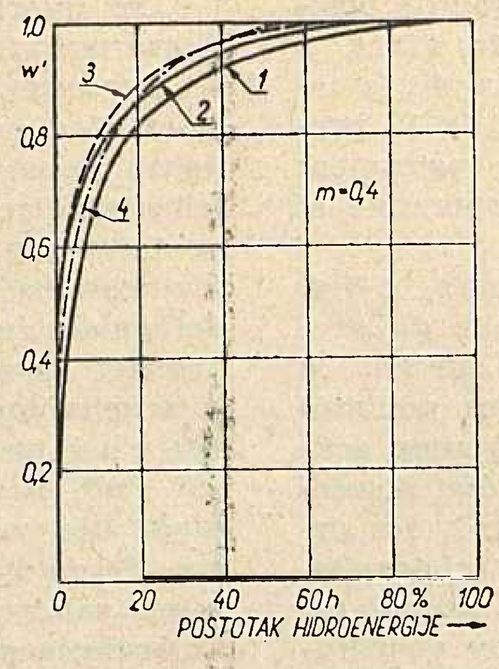
b) vod koji opskrbljuje konzumno područje s faktorom opterećenja $m = 0{,}6$ i $m = 0{,}4$.

c) vod koji opskrbljuje konstantne potrošače (faktor opterećenja $m = 1$).

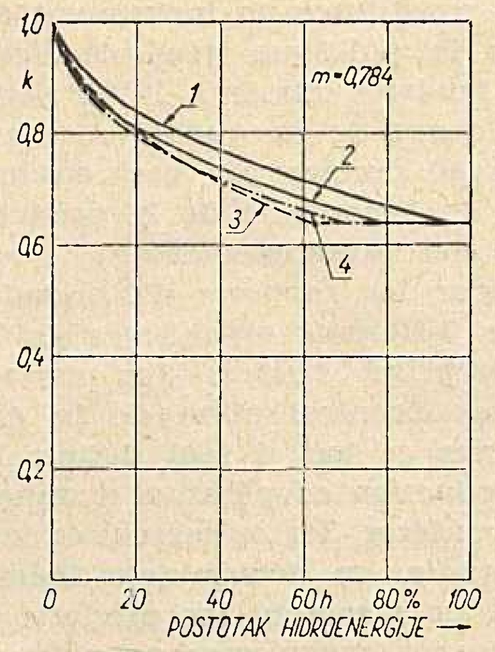
d) vod koji spaja termoelektranu sa sistemom,



Sl. 9. Ovisnost relativnog trajanja τ_h o postotku hidroenergije u sistemu (h) i o trajanju redukcije potrošnje t_r sati/god: 0 (1); 200 (2); 500 (3); 1500 (4)



Sl. 10. Omjer gubitaka unutar relativnog vremena τ_h i ukupnih gubitaka za vod koji ima iste karakteristike opterećenja kao cijeli sistem i za trajanje redukcije t_r sati/god: 0 (1); 200 (2); 500 (3); 1500 (4)



Sl. 11. Omjer k za vod koji ima iste karakteristike opterećenja kao cijeli sistem u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) i o trajanju redukcije t_r sati/god: 0 (1); 200 (2); 500 (3); 1500 (4)

e) vod koji spaja protočnu hidroelektranu sa sistemom,

f) vod koji spaja akumulacionu hidroelektranu s elektroenergetskim sistemom.

U daljnjem izlaganju prikazani su rezultati analize i navedene su vrijednosti svih karakterističnih veličina.

2. *Omjer k u kritičnom razdoblju*

Omjer k definiran je relacijom (7), a određen je omjerom potrebne dopunske snage termoelektrana u kritičnom razdoblju za pokrivanje povećanja potražnje do kojeg dolazi radi gubitaka i maksimalnih gubitaka snage u istom razdoblju.

Omjer k ovisi i o prilikama u elektroenergetskom sistemu kao cjelini i o prilikama u promatranom vodu.

Utjecaj sistema mogao bi se karakterizirati vremenom t_h definiranim na sl. 4, odnosno relativnim vremenom

$$\tau_h = \frac{t_h}{t_o} \tag{40}$$

gdje je $t_o = 24$ odnosno $t_o = 730$ već prema tomu, da li se kao kritično razdoblje promatra dan ili mjesec. Relativno vrijeme τ_h određeno je za slijedeća trajanja redukcije

$$t_r = 0 \text{ sati/god},$$
$$t_r = 200 \text{ sati/god},$$
$$t_r = 500 \text{ sati/god},$$
$$t_r = 1500 \text{ sati/god}$$

pri čemu je kao kritično razdoblje uzeto ono koje odgovara pojedinim trajanjima redukcije.

Ovisnost relativnog trajanja τ_h o postotku hidroenergije (h) u sistemu i o trajanju redukcije potrošnje prikazana je na sl. 9. S postotkom hidroenergije raste vrijeme τ_h, pa za neki postotak postiže vrijednost 1,00, što odgovara prilikama prikazanim na sl. 3, dok za $h = 0$ imamo prilike kao na sl. 2. Na tok krivulja za pojedina trajanja redukcija, ima odlučujući utjecaj količina varijabilne energije u kritičnom razdoblju.

2.1 Vod koji ima iste karakteristike opterećenja kao cijeli sistem

Mjesečni faktor opterećenja cijelog sistema iznosi u prosjeku

$$m = 0{,}784.$$

Računano je s prosječnim mjesečnim faktorom opterećenja radi toga jer je razlika među mjesečnim faktorima opterećenja tako malena, da računanje s prosječnim mjesečnim faktorom opterećenja ne predstavlja pogrešku.

Pretpostavljajući da je dijagram opterećenja zadan Rossander-ovom krivuljom [6], možemo odrediti krivulju trajanja gubitaka, kao i gubitke koji nastaju unutar vremena t_h. Pretpostavljeno je dalje da najviši dio krivulje trajanja gubitaka pada unutar vremena t_h, pa dobiveni rezultat predstavlja najveći omjer k koji se može očekivati obzirom na istodobnost opterećenja sistema i voda.

Gubici unutar vremena t_h prikazani su izrazom (15), a možemo ih prikazati i kao omjer gubitaka u vremenu t_h i ukupnih gubitaka

$$w' = \frac{\Delta W'_{dk}}{\Delta W_{dk}} \tag{41}$$

Taj je omjer za zadani dijagram opterećenja funkcija vremena t_h odnosno relativnog vremena τ_h (sl. 10). Polazeći od omjera kojim je definiran k, te uzevši u obzir relaciju (12) za gubitke u kritičnom razdoblju dolazimo do izraza za k u kojemu dolaze samo relativne veličine

$$k = \frac{w'}{\tau_h} \cdot \delta_{dk} \tag{42}$$

Ovisnost omjera k o postotku hidroenergije i o trajanju redukcije prikazana je na sl. 11.

2.2. Vod koji opskrbljuje konzumno područje s faktorom opterećenja m = 0,6 i 0,4

Krivulja trajanja opterećenja i sada je definirana Rossander-ovom jednadžbom. I sada se gubici unutar vremena t_h mogu odrediti planimetriranjem krivulje trajanja gubitaka, a odatle i odrediti omjer gubitaka w' (41), koji je kao funkcija relativnog vremena (τ_h) prikazan na sl. 12 i 13.

Omjer k određen je opet relacijom (42). Prikazan je na sl. 14.

2.3 Vod koji opskrbljuje konstantne potrošače

Pod konstantnim potrošačima razumijevamo potrošače koji troše tokom cijelog dana konstantnu snagu. U tom slučaju faktor opterećenja jednak je faktoru gubitaka

$$m_{dk} = \delta_{dk} = 1, \tag{43}$$

dok je omjer gubitaka w' jednak relativnom vremenu τ_h

$$w' = \tau_h, \tag{44}$$

pa je i omjer k iz relacije (42)

$$k = 1$$

2.4 Vod koji spaja termoelektranu s elektroenergetskim sistemom

U kritičnom razdoblju termoelektrane treba da rade konstantno barem kroz vrijeme t_h kako bi sa svojom snagom proizvele najveću moguću količinu energije uzevši u obzir dijagram opterećenja. U tom položaju radit će najmanje ekonomične termoelektrane. Uz takvu pretpostavku i uz bilo kakav dijagram opterećenja izvan vremena t_h omjer gubitaka w' možemo prikazati relacijom

$$w' = \frac{\Delta W'_{dk}}{\Delta W_{dk}} = \frac{\Delta P_{mk} \cdot t_h}{\Delta P_{mk} \cdot t_h + \alpha \cdot \Delta P_{mk} \cdot (t_o - t_h)} \tag{46}$$

dok je faktor gubitaka

$$\delta_{dk} = \frac{\Delta P_{mk} \cdot t_h + \alpha \cdot \Delta P_{mk} \cdot (t_o - t_h)}{\Delta P_{mk} \cdot t_o} \tag{47}$$

gdje je α koeficijent kojim su određeni gubici izvan vremena t_h. Uzevši u obzir relaciju (42) i (40), možemo konstatirati, da je u svim slučajevima

$$k = 1 \tag{48}$$

i to bez obzira na vrijednost koeficijenta α.

Naravno da to vrijedi i za termoelektranu koja radi konstantno kroz kritično razdoblje. Relacija (48) vrijedi — kako je pokazano u tač. 3.1 prvog dijela — i kad je $t_h = 0$ (kad u sistemu postoje samo termoelektrane), jer se i onda može smatrati da kroz vrijeme t_h termoelektrane rade s konstantnom snagom.

2.5 Vod koji spaja protočnu hidroelektranu s elektroenergetskim sistemom

Imamo iste prilike kao u slučaju voda kojim se opskrbljuju konstantni potrošači, pa je

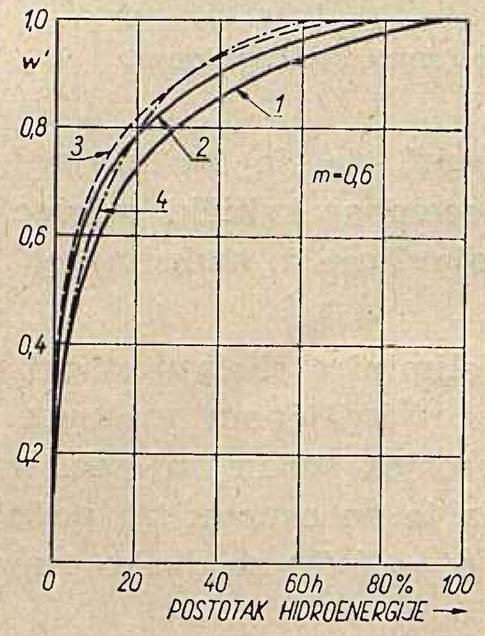
$$k = 1.$$

2.6. Vod koji spaja akumulacionu hidroelektranu s elektroenergetskim sistemom

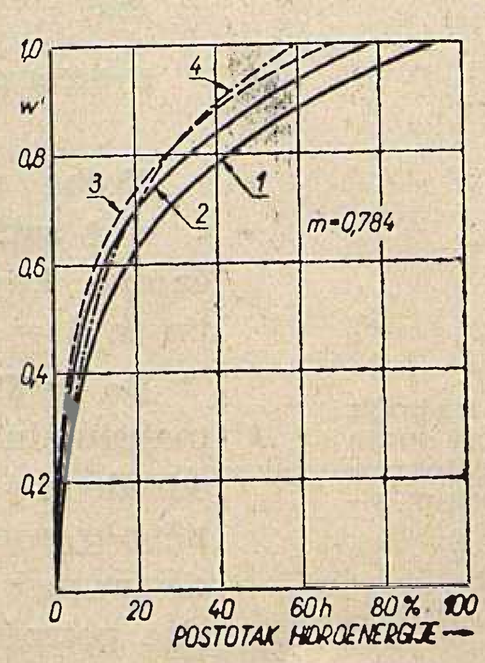
Možemo s dovoljnom tačnošću — za naša razmatranja — pretpostaviti da hidroelektrana u dijelu kritičnog razdoblja radi s konstantnom snagom

$$P_{mk} = \gamma \cdot P_m \tag{49}$$

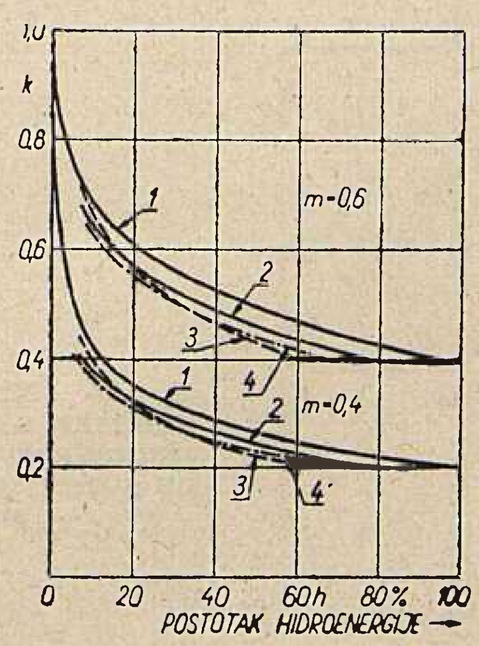
Sl. 12. Omjer gubitaka unutar relativnog vremena τ_h i ukupnih gubitaka za vod, koji opskrbljuje konzumno područje s faktorom opterećenja m = 0,6, za trajanje redukcije t_r sati/god: 0 (1); 200 (2); 500 (3); 1500 (4)



Sl. 13. Omjer gubitaka relativnog vremena τ_h i ukupnih gubitaka za vod, koji opskrbljuje konzumna područja s faktorom opterećenja m = 0,4, za trajanje redukcije potrošnje t_r sati/god: 0 (1); 200 (2); 500 (3); 1500 (4)



Sl. 14. Omjer k za vod koji opskrbljuje konzumno područje s faktorom opterećenja m = 0,6 i 0,4 u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) i o trajanju redukcije potrošnje t_r sati/god.: 0 (1); 200 (2); 500 (3); 1500 (4)



gdje je $\gamma \leq 1$, a P_m maksimalna snaga hidroelektrane. Gubitke kod tog konstantnog opterećenja možemo izraziti pomoću maksimalne snage hidroelektrane relacijom

$$\Delta P_{mk} = \gamma^2 \cdot \Delta P_m. \tag{50}$$

Kolika će biti veličina γ ovisi o raspoloživoj količini vode u kritičnom razdoblju i o trajanju opterećenja snagom P_{mk}.

Krivulju trajanja gubitaka možemo prikazati pravokutnikom (sl. 15) s visinom ΔP_{mk} i osnovicom τ_v, koja prikazuje relativno vrijeme trajanja opterećenja. Možemo pretpostaviti da je proizvodnja hidroelektrane koncentrirana u razdoblju najvećih opterećenja, pa da τ_h (40) pada unutar vremena τ_v kad je $\tau_h < \tau_v$, odnosno da τ_v pada unutar vremena τ_h kad je $\tau_h > \tau_v$.

Faktor gubitaka — definiran relacijom (3) — za pretpostavljeni dijagram opterećenja iznosi u svim slučajevima

$$\delta_{dk} = \tau_v. \tag{51}$$

Promotrimo najprije prilike kad je ispunjena nejednadžba

$$\tau_h < \tau_v. \tag{52}$$

Tada je omjer gubitaka definiran relacijom (41) jednak

$$w' = \frac{\tau_h}{\tau_v} \tag{53}$$

pa je omjer k — prema relaciji (42) — jednak

$$k = 1$$

Međutim za slučaj kad je

$$\tau_h > \tau_v \tag{54}$$

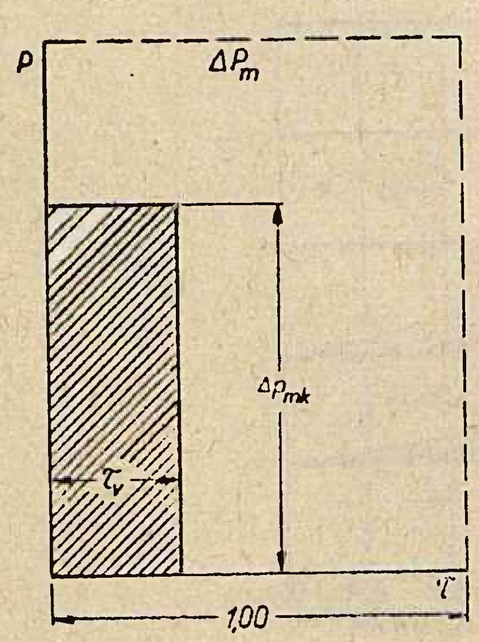
omjer gubitaka je

$$w' = 1,$$

pa je

$$k = \frac{\tau_v}{\tau_h} \tag{55}$$

Na sl. 16 — 19 prikazana je ovisnost omjera k u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) za različita trajanja redukcije (t_r), a za trajanje opterećenja promatrane hidroelektrane 0,2, 0,4, 0,6 i 0,8.



Sl. 15. Krivulja trajanja gubitaka u vodu koji spaja akumulacionu hidroelektranu s elektroenergetskim sistemom

3. *Omjer maksimalnih gubitaka u kritičnom razdoblju i maksimalnih gubitaka tokom godine* (β)

Omjer β definiran je relacijom

$$\beta = \frac{\Delta P_{mk}}{\Delta P_m} \tag{56}$$

gdje je ΔP_{mk} maksimalni gubitak u kritičnom razdoblju, a ΔP_m maksimalni gubitak tokom godine. Omjer β možemo definirati i maksimalnim opterećenjima u kritičnom razdoblju i u godini, pa — uzevši u obzir izraz (1) — dobivamo

$$\beta = \left(\frac{P_{mk}}{P_m}\right)^2. \tag{57}$$

3.1. Vod koji ima iste karakteristike kao cijeli sistem, te vodovi koji opskrbljuju konzumna područja s faktorima opterećenja m = 0,6 i 0,4

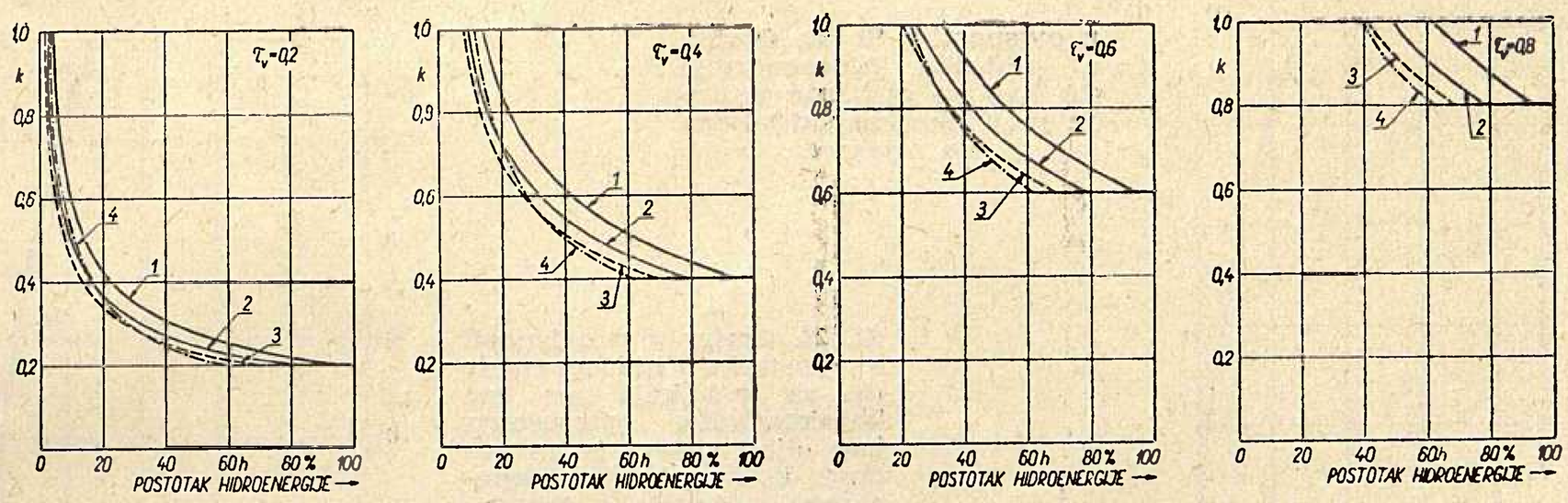
Određivanje omjera β u principu je jednostavno prema izrazu (57). Međutim analizom kritičnih razdoblja dolazi se do zaključka da se kritični mjesec mijenja s promjenom postotka hidroenergije i s promjenom trajanja redukcije potrošnje. Ta promjena ne pokazuje neku pravilnost, jer su npr. za trajanje redukcije od 500 sati/god kritični mjeseci: XI, IX, XII, XI, X, X, XII, XII, XII, dok su za trajanje redukcije od 1500 sati kritični mjeseci: IX, X, VII, IX, II, X, XI, XI, XI. Kritični mjeseci poredani su prema postotku hidroenergije i to od većeg prema manjem postotku. Još ćemo veću nepravilnost konstatirati ako promotrimo mjesece neposredno uz kritični mjesec na krivulji trajanja snaga termoelektrana. Tako npr. za različite postotke hidroenergije i za trajanje redukcije od 500 sati/god imamo slijedeće mjesece u neposrednoj blizini kritičnog mjeseca za određene postotke hidroenergije (h %):

h %	
92,0	X, II, II, *XI*, IX, IX, XI
83,3	X, II, XI, *II*, IX, IX, XI
76,5	IX, X, II, *XI*, II, XI, X
64,5	IX, X, XI, *IX*, II, XI, II
51,8	XI, X, XI, *IX*, II, XII, II
41,4	XI, X, XI, *IX*, II, XII, IX
31,1	XI, XI, X, *II*, XII, IX, II
20,7	XI XII, XI, X, XII, XII, XII
10,4	XII, XII, XII, *XII*, XII, XII, XII

Kritični mjeseci otisnuti su kurzivom.

Treba napomenuti da je za trajanje redukcije t_r = 0 sati/god, decembar kritički mjesec za sve slučajeve, kad se pojavljuje i maksimalno opterećenje pa je β = 1.

Da se što više eliminira slučajnost pri određivanju maksimalne snage u kritičnom mjesecu, snaga P_{mk} određena je kao prosjek sedam mjeseci najbližih kritičnom mjesecu, pa je na osnovu tih podataka aproksimirana krivulja β = f (h) za svako trajanje redukcije potrošnje.



Sl. 16–19. Omjer k u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) za relativna trajanja opterećenja τ_v = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 akumulacione hidroelektrane u kritičnom razdoblju i za trajanje redukcije potrošnje t_r sati/god.: 0 *(1)*; 200 *(2)*; 500 *(3)*; 1500 *(4)*

Za opterećenje koje ima karakteristike kao sistem, primjene maksimalnog opterećenja su najmanje, jer postoje i konstantni potrošači, dok su za opterećenje s m = 0,6 i m = 0,4 primjene veće, jer u opterećenju ima manje konstantnih i velikih potrošača

Na sl. 20 — 22 prikazana je vrijednost omjera β za sva tri razmatrana slučaja.

3.2. Vod koji opskrbljuje konstantne potrošače

Za konstantne potrošače već obzirom na karakter potrošača omjer β ima vrijednost

$$\beta = 1,$$

što vrijedi u svim slučajevima kad nije računato s redukcijom potrošnje takvih potrošača. Ako se međutim računa s redukcijom tih potrošača, a do redukcije dolazi u kritičnom razdoblju, treba i to uzeti u račun. Potrebnu snagu za konstantnog potrošača u kritičnom razdoblju, uzevši u obzir redukciju, možemo prikazati relacijom

$$P_{mk} = \gamma \cdot P_m \tag{58}$$

gdje je P_m maksimalna snaga odnosno konstantna snaga bez redukcije. Prema tomu omjer β je

$$\beta = \gamma^2. \tag{59}$$

U ovom slučaju može biti i β = 0, ako je predviđeno potpuno obustavljanje konstantnog potrošača.

3.3 Vod koji spaja termoelektrane s elektroenergetskim sistemom

U svim slučajevima treba računati da će se u kritičnom razdoblju angažirati maksimalna snaga termoelektrane, pa će u svim slučajevima biti i

$$\beta = 1.$$

3.4. Vod koji spaja hidroelektranu s elektroenergetskim sistemom

Omjer β možemo definirati istodobno za protočne i akumulacione hidroelektrane. I sada — kao za slučaj konstantnih potrošača — možemo maksimalnu snagu u kritičnom razdoblju definirati izrazom (58), gdje je P_m maksimalna snaga hidroelektrane, pa je omjer β jednak

$$\beta = \gamma^2. \tag{60}$$

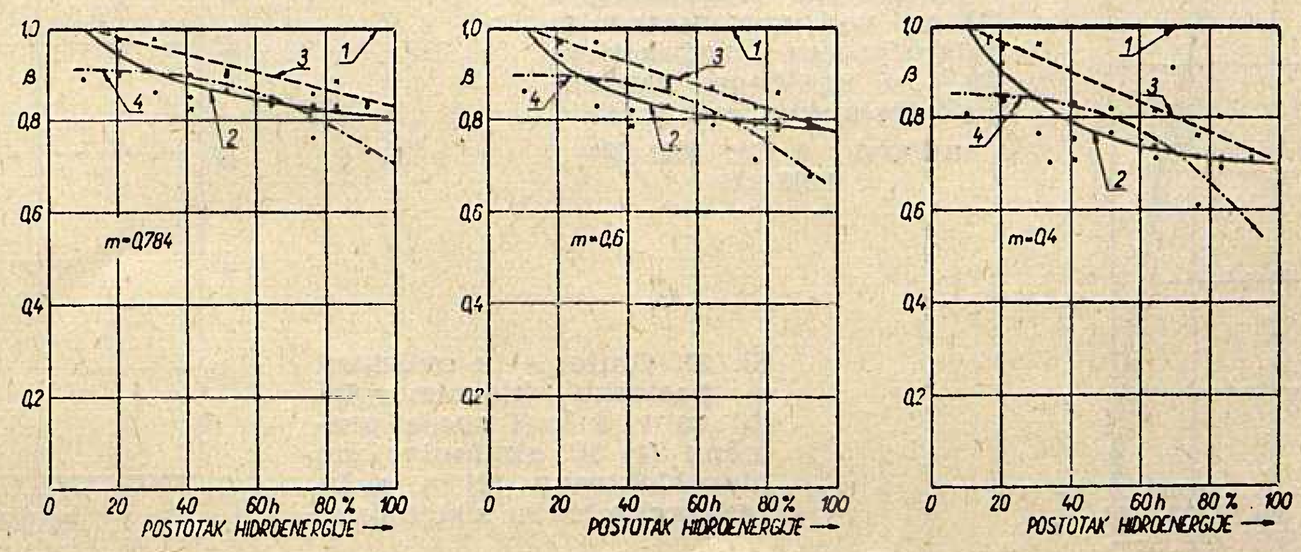
4. Omjer gubitaka koje treba nadoknaditi povećanjem proizvodnje termoelektrana i ukupnih gubitaka (α)

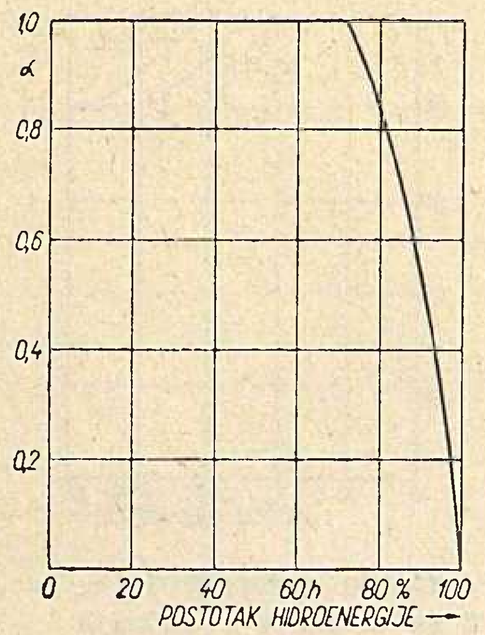
Omjer gubitaka koje treba nadoknaditi povećanjem proizvodnje termoelektrana i ukupnih gubitaka definiran je relacijom

$$\alpha = 1 - \sum_{m=1}^{12} v_m \cdot \mu_m \tag{61}$$

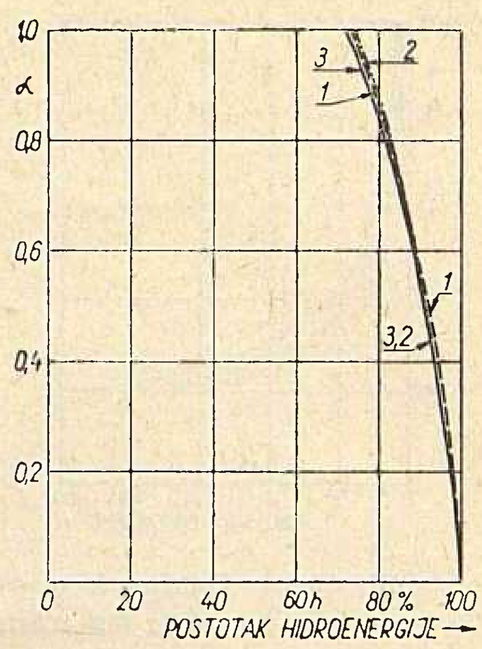
gdje je μ_m omjer gubitaka u promatranom mjesecu i ukupnih gubitaka u promatranom vodu, a v_m vje-

Sl. 20–22. Omjer β za vod koji opskrbljuje konzumno područje s faktorima opterećenja m = 0,784; 0,6; 0,4 u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) i o trajanju redukcije potrošnje t_r





Sl. 23. Omjer α u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) kad su godišnje potrebe jednoliko raspodijeljene na mjesece



Sl. 24. Omjer α u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) za vod koji ima iste karakteristike opterećenja kao cijeli sistem te za vodove, koji opskrbljuju konzumna područja s faktorima opterećenja m = 0,4 (1); 0,6 (2); 0,784 (3)

rojatnost pojave da je istodobno maksimalna snaga hidroelektrana veća od maksimalnog opterećenja i moguća proizvodnja hidroelektrana veća od potrebne energije.

Odredimo najprije vrijednost omjera μ_m, koji je definiran relacijom

$$\mu_m = \frac{\Delta W_m}{\Delta W_{god}} \tag{62}$$

uzevši u obzir izraz (3) za gubitke energije, izraz (1) za gubitke snage, te izraz

$$W = m \cdot P_m \cdot t_0, \tag{63}$$

koji prikazuje vezu između energije i maksimalne snage, dolazimo do izraza za μ_m, koji glasi

$$\mu_m = 12 \cdot \left(\frac{W_m}{W_{god}}\right)^2 \cdot \left(\frac{m_{god}}{m_m}\right)^2 \cdot \frac{\delta_m}{\delta_{god}} \tag{64}$$

gdje se veličine s indeksom m odnose na promatrani mjesec, a veličine s indeksom god na cijelu godinu, te gdje je m faktor opterećenja, a δ faktor gubitaka.

Omjer μ_m ovisan je samo o dijagramu opterećenja voda, i o raspodjeli po mjesecima energije koja se prenosi promatranim vodom.

Nasuprot tomu vjerojatnost v_m ovisi samo o prilikama u elektroenergetskom sistemu, odnosno u našem slučaju o postotku hidroenergije u ukupnoj proizvodnji.

Ako pretpostavimo da je μ_m = konst. za sve mjesece, izraz (61) imat će oblik

$$\alpha = 1 - \frac{1}{12} \sum_{m=1}^{12} v_m \tag{65}$$

Vrijednost omjera α prema izrazu (65) prikazana je na sl. 23.

4.1. Vod koji ima iste karakteristike opterećenja kao cijeli sistem, te vodovi koji opskrbljuju konzumna područja s faktorom opterećenja

U svim slučajevima za $h < 72\,\%$ (sl. 23) postaje $\alpha = 1$, jer je u svim mjesecima $v_m = 0$, pa i drugi član, za bilo koji μ_m, postaje jednak nuli.

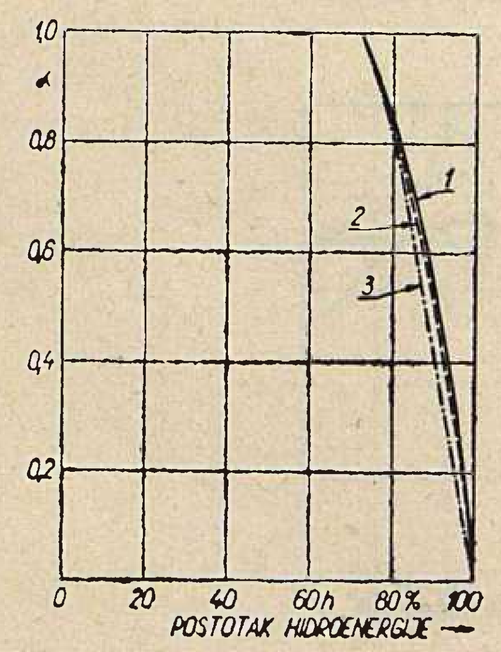
Za $h > 72\,\%$ omjer α mijenja se s faktorom opterećenja voda radi različite raspodjele potrošnje po mjesecima, što je posljedica strukture potrošnje koja je uvjetovala i faktor opterećenja. Raspodjela potrošnje po mjesecima određena je prema potrošnji cijelog sistema, ali smanjivanjem konstantnog opterećenja.

Kao što se vidi iz sl. 24, na kojoj su prikazani omjeri, postoje vrlo male razlike omjera α za tri promatrana slučaja, a on se ne razlikuje mnogo od faktora α prema (65), koji je prikazan na sl. 21.

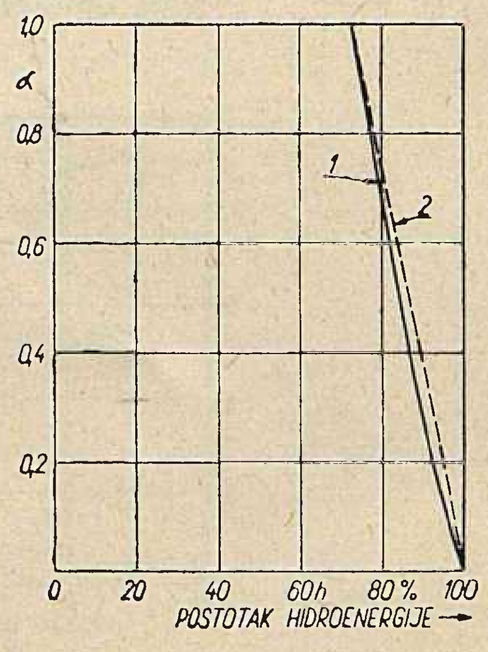
4.2. Vod koji opskrbljuje konstantne potrošače

Za konstantne potrošače omjer α može se odrediti prema izrazu (65). To vrijedi za slučaj kad nije predviđena redukcija konstantnog potrošača.

Redukcija ima smisla samo u razdoblju malih proizvodnja hidroelektrana, pa se redukcijom smanjuju gubici u vodu, koji bi se morali nadoknaditi proizvodnjom termoelektrana. Ako je omjer gubitaka za vrijeme redukcije i gubitaka za vrijeme punog opterećenja prikazan veličinom γ — prema relaciji (58) kojom



Sl. 25. Omjer α u ovisnosti s postotkom hidroenergije (h) za vod s konstantnim opterećenjem s redukcijom 100 % u kritičnom razdoblju i trajanjem redukcije t_r sati/god.: 0 (1); 500 (2); 1500 (3)



Sl. 26. Omjer α u ovisnosti o postotku hidroenergije (h) za vod koji spaja protočnu (1) ili akumulacionu hidroelektranu (2) s elektroenergetskim sistemom

je prikazan omjer opterećenja — te ako je trajanje rada sa smanjenim opterećenjem t_r sati/god, veličinu α možemo odrediti iz izraza

$$\alpha = 1 - \frac{1}{12} \cdot \frac{8760}{8760 - t_r} \cdot \frac{1}{1 - \gamma^2 \frac{t_r}{8760 - t_r}} \cdot \sum_{m=1}^{12} v_m \qquad (66)$$

Ako se međutim predviđa potpuna redukcija, postaje $\gamma = 0$, pa je

$$\alpha = 1 - \frac{1}{12} \cdot \frac{8760}{8760 - t_r} \sum_{m=1}^{12} v_m \qquad (67)$$

Na sl. 25 prikazan je omjer α za $\gamma = 0$ i za $t_r = 0$, $t_r = 500$ i $t_r = 1500$ sati/god.

4.3. Vod koja spaja termoelektranu s elektroenergetskim sistemom

Ni u jednom slučaju kad $P_h > P_{sr}$ i $P_{h\,max} > P_{max}$ nije potrebno stavljati termoelektrane u pogon, jer tada hidroelektrane raspolažu dovoljnom snagom i dovoljnom količinom energije za zadovoljenje potreba. Prema tomu je za vod koji spaja termoelektrane sa sistemom

$$\alpha = 1 .$$

4.4 Vod koji spaja protočnu ili akumulacionu hidroelektranu s elektroenergetskim sistemom

Omjer α ovisi o rasporedu proizvodnje protočne hidroelektrane u usporedbi sa svim hidroelektranama u elektroenergetskom sistemu.

Omjer α — prema jednadžbi (31) — možemo pisati i u obliku

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta W_h}{\Delta W}, \qquad (68)$$

gdje su ΔW_h gubici koji nastaju u razdoblju kad se gubici mogu nadoknaditi povećanjem proizvodnje hidroelektrana, jer su ispunjene nejednadžbe (30), a ΔW gubici tokom godine.

Ako dakle poznamo raspored proizvodnje promatrane hidroelektrane, te slučajeve kad su ispunjene nejednadžbe (30), te poznajemo gubitke u vodu koji spaja protočnu hidroelektranu, moći ćemo odrediti veličinu α prema (68). Budući da je za protočnu hidroelektranu faktor opterećenja za svako razdoblje, unutar kojega računamo s konstantnim protokom, $m = 1$, može se omjer α prikazati izrazom

$$\alpha = 1 - \frac{\Sigma W_h^2}{\Sigma W^2} \qquad (69)$$

gdje je W_h moguća proizvodnja promatrane akumulacione hidroelektrane u razdoblju kad su ispunjene nejednadžbe (30), a W moguća proizvodnja u svim razdobljima tokom godine.

Da se pokaže veličina omjera α, određen je omjer prema (69) za slučaj da povezuje protočnu hidroelektranu koja ima karakteristike kao suma promatranih hidroelektrana na području Jugoslavije uz protočno korištenje voda, pa ta fiktivna hidroelektrana predstavlja tipsku protočnu hidroelektranu.

Ovisnost omjera α za tipsku protočnu hidroelektranu o postotku hidroenergije u sistemu prikazana je na sl. 26.

Za akumulacionu hidroelektranu određivanje omjera može se izvršiti također prema izrazu (69), a ako pretpostavimo da akumulaciona hidroelektrana u svim razdobljima radi s istim faktorom opterećenja, za određivanje omjera α možemo upotrijebiti izraz (69).

I za akumulacione hidroelektrane određen je tipski raspored proizvodnje iz sume proizvodnje svih promatranih akumulacionih hidroelektrana u Jugoslaviji.

Ovisnost omjera α o postotku hidroenergije za tipsku akumulacionu hidroelektranu prikazan je također na sl. 26.

Omjer α prikazan na sl. 26. vrijedi samo za tipske hidroelektrane, a određen je samo zato da se dobije uvid u red veličine, dok je za tačno određivanje tog omjera potrebno uzeti u obzir stvarni raspored proizvodnje u promatranoj hidroelektrani.

Međutim može se zaključiti iz podataka na sl. 26, da raspored proizvodnje ne utječe znatno na omjer α.

ZAKLJUČAK

Na prikazani način, poznavajući karakteristike voda ili transformatora, karakteristike opterećenja voda ili transformatora, te poznavajući postotak hidroenergije u sistemu Jugoslavije, moguće je odrediti vrijednosti gubitaka u vodu ili transformatoru.

Prikaz omjera k i α u ovisnosti o postotku hidroenergije omogućuje određivanje tih omjera i za prilike u budućnosti uz uvjet da se poznaje razvoj postotka hidroenergije.

Pomoću prikazanih vrijednosti omjera α, β i k, a koristeći relacije u [1] određuje se i optimalni presjek voda, a mogu se odrediti i optimalni gubici u transformatorima.

Literatura

[1] H. Požar, *O optimalnom presjeku dalekovoda*, Elektroprivreda, 1959, str. 113.

[2] H. Požar, *Pogon i izgradnja industrije s povremenim smanjenjem proizvodnje i obustavom pogona*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1959.

[3] H. Požar, *Moguća proizvodnja hidroelektrana u Jugoslaviji*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1959.

[4] H. Požar, *Nove mogućnosti za izradu elektroenergetskih bilanca velikih elektroenergetskih sistema*, Energija, 1959, str. 75.

[5] H. Požar, *Karakteristike potrošnje električne energije u Jugoslaviji*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1960.

[6] H. Požar, *Praktična upotreba konzumnog okvira za izradu energetskih bilansa*, Elektroprivreda, 1952, br. 4/5.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Methode zur Wertermittlung der Übertragungsverluste im elektrischen Verbundsystem Jugoslawiens. Im ersten Teil wird die Theorie der Wertermittlung und im zweiten Teil ihre Anwendung auf das jugoslawische Verbundsystem behandelt.

Auf Grund des allgemeinen Ausdrucks für Leistungsverluste in einer Leitung bestimmter Länge und Spannung, der sowohl für kurze als auch für lange Leitungen gilt, werden die Energieverluste in betrachteter Leitung ermittelt. Der Leistungsverlust und der Energieverlust stellen jedoch nicht in jedem Fall diejenige Leistung und diejenige Arbeit dar, welche für die Wertermittlung der Leistungsverluste bei der Übertragung massgebend sind. Der Wert der Verluste wird nämlich durch die zusätzliche Leistung und Erzeugung in Wärmekraftwerken bestimmt, die als Folge der Leistungs- und Arbeitsverluste in betrachteter Leitung zur Verfügung gestellt werden müssen.

Eine Analyse der Verhältnisse im kritischen Zeitraum in Abhängigkeit vom Anteil der Wasserkraft an der Gesamterzeugung wurde vorgenommen, um die Beziehung zwischen den Verlusten in diesem Zeitraum und der notwendigen Zusatzleistung festzustellen. Sie hat gezeigt, dass die Zusatzleistung von Höchstverlusten abhängig ist und ausserdem auch von zwei Grössen, die von den Verhältnissen im Verbundsystem und vom Belastungsdiagramm der betrachteten Leitung im kritischen Zeitraum abhängen.

Der Einfluss des Wasserkraftanteils in der Gesamterzeugung und der Einfluss der Belastungscharakteristik der betrachteten Leitung auf zusätzliche Jahreserzeugung in Wasserkraftwerken wurden auch analysiert und die Methode zur Bestimmung der notwendigen Zusatzerzeugung als Funktion der Jahresverluste ermittelt.

Auf Grund der Zusatzleistung und Zusatzerzeugung ist auch der Ausdruck für den Wert der Leitungs- und Umspannerverluste ermittelt worden.

Die Verhältnisse im jugoslawischen Verbundsystem wurden für den Zustand nach dem Ausbau grosser Wasserkraftwerke analysiert. Dann werden 25 – 30 % aller jugoslawischer Wasserkräfte ausgebaut werden und ihr weiterer Ausbau, der in allen Gebieten des Landes erfolgen wird, wird die Erzeugungscharakteristiken der Wasserkraftwerke nicht mehr nennenswert ändern können. Mit dieser Voraussetzung war es möglich den Einfluss der Anteiländerung der Wasserkraft auf Grössen, die für die Bestimmung der Zusatzleitung und Arbeit notwendig sind, zu ermitteln. Um den Einfluss der Belastungscharakteristik der betrachteten Leitung zu bestimmen, wurden ausserdem folgende Fälle analysiert: die das Konsumgebiet versorgende Leitung mit verschiedenen Belastungsfaktoren; eine Leitung welche gleichbleibende Verbraucher versorgt; eine Verbindungsleitung des Wärmekraftwerkes, des Laufwerkes oder des Speicherkraftwerkes mit dem Verbundsystem. Für alle betrachteten Fälle sind Zahlenwerte der einzelnen charakteristischen Grössen in Abhängigkeit vom Wasserkraftanteil an der Gesamterzeugung angegeben wodurch die Wertermittlung der Übertragungs- und Umspannverluste im Verbundsystem Jugoslawiens ermöglicht wurde.

SUMMARY

A method for determining the value of transmission losses in the electricity supply system of Yugoslavia. Theoretic principles for determining the value of the losses are set forth in Part 1, whereas in Part 2 these principles are applied to the conditions in the electricity supply system of Yugoslavia.

Starting from the general formula expressing power losses in a line of certain length and voltage, which formula is valid for both short and long lines, energy losses in the line observed are obtained. But, neither the power loss, nor the energy loss represent in each case that power and that energy which is competent for determining the value of transmission losses. Namely, the value of losses is determined by the additional power and by additional generation required in steam power plants, as a consequence of power and energy losses in the line observed.

The conditions have been analysed within the critical period, depending on the share of hydroenergy in the total generation, with the purpose to define the relation between the losses in this period and the additional power required. It has been found out, that the additional power depends on maximum losses as well as on two magnitudes depending on the conditions in the electricity supply system as well as on the load diagram of the line observed during the critical period.

There was also analysed the influence of the hydroenergy share in the total generation as well as of the load characteristics of the line observed on the additional yearly generation in steam power plants, basing on which the method has been worked out for determining the additional generation required as a function of yearly losses.

Basing on the additional power and on additional generation the formula expressing the value of losses in power lines and in transformers has been determined.

The conditions in the electricity supply system of Yugoslavia have been analysed having in view a future state when large hydro power plants are to be completed. Till then about 25 – 30 % of all water powers in Yugoslavia will be utilised, so that further construction of hydro power plants to be erected all-over the country, will not essentially change the characteristics of hydro power generation. With this supposition, it was possible to determine the influence of changed hidroenergy share on the magnitudes required for determining the additional power and the additional energy. Besides, in order to determine the influence of load characteristic of the line observed, the following cases were analysed: power line supplying a consumption area with various load factor, power line supplying constant load consumers, power line connecting a steam power plant or a dam type or a storage type hydro power plant to the system. For all the cases observed numeral values of single characteristic magnitudes depending on the hydroenergy share in the total generation are indicated, enabling determining the values of transmission and transformation losses in the electricity supply system of Yugoslavia.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Hrvoje Požar, Elektrotehnički fakultet Zagreb, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

OSOBINE INVESTIRANJA U GODINI 1960.

Radoslav Planić i Željko Vodopija, Zagreb

Ukupna ulaganja iznosila su preko 25 milijardi dinara, što predstavlja početak kulminacionog ulaganja u Hrvatskoj. U pogon je puštena hidroelektrana Peruća, 120 km prijenosne mreže i jedna stanica, 182 km srednjenaponske mreže i 16 stanica, te oko 3000 km i nešto manje od 500 stanica 10 kV i niskonaponske mreže. Aktivizirane su investicije od 22 milijarde dinara. Izgradnja prijenosne i srednjenaponske mreže je zaostajala, a isto tako nije došlo ni do punog razvoja gradilišta HE Senj.

DK 332.7

Investiranje u elektroenergetska postrojenja na području Hrvatske imalo je godine 1960. slijedeće karakteristike:

1. Ukupna ulaganja iznosila su 25,2 milijarde dinara. Time su prošlogodišnja ulaganja od 17 milijardi znatno premašena. Godina 1960. predstavlja početak kulminacionog ulaganja na području Hrvatske.

2. Ulaganja iz Općeg investicionog fonda u 1960. bila su za 78 % veća od onih iz godine 1959.

3. Ulaganja iz RIF-a i ulaganja kotara u 30—35 kV mrežu bila su nešto niža od onih iz 1959 .

4. Znatna sredstva uložile su Jugoslavenske željeznice u postrojenja 30 kV.

5. Izravni interesenti i u godini 1960. odvojili su velika sredstva, tako da je premašen prošlogodišnji maksimalni iznos ulaganja ove grupe.

U pogledu strukture ulaganja, karakteristike za godinu 1960. bile bi:

1. Dovršena je i puštena u pogon HE Peruća.

2. Nastavljeno je intenzivno investiciono ulaganje u HE Split, a djelomično i u TE Zagreb II, koja se postrojenja nalaze u završnoj fazi izgradnje.

3. Izgradnja prijenosnih postrojenja 110 kV, a naročito dalekovoda 220 kV Split—Zagreb i transformatorske stanice 220 kV Mraclin bitno je zaostajala.

4. Izgradnja novih izvora električne energije također je bila stopirana, pa nije došlo do predviđenog punog razvoja gradilišta HE Senj, a He Rijeka nije uopće ušla u plan izgradnje, niti je dobila bilo kakva sredstva iz saveznih ili republičkih fondova.

5. Izgradnja postrojenja 30—35 kV zaostajalo je zbog nedovoljnih sredstava kotara za tu svrhu, kao i zbog nepripremljene dokumentacije za veći broj objekata, koji su ušli u plan izgradnje za 1960.

6. Mreža 10 kV i niskonaponska mreža zadržala je i u 1960. godini brz' t mpo razvoja.

Ako analiziramo investiciona ulaganja u elektroenergetska postrojenja u toku 1960. zapažamo:

Povećanje ukupnih ulaganja za preko 8 milijardi dinara u odnosu na 1959. nastalo je pretežnim dijelom na sredstvima Općeg investicionog fonda. Kod toga je međutim jedino HE Split financirana u skladu sa stvarnim potrebama za investicionim sredstvima, pa je kod nje čak i premašen plan utrošaka investicionih sredstava za 1960. Većina ostalih objekata nije od OIF-a financirana u skladu s predviđenom dinamikom izgradnje, nego su u toku 1960. izvršene restrikcije odobrenih tranši po ugovoru o zajmu, ili je odgođeno sklapanje ugovora za one objekte, koji ga još nisu imali. Akontacije za takve objekte u pravilu su davane u minimalnim iznosima tek toliko, da se ne bi moralo pristupiti likvidaciji gradilišta. Novi objekti iz plana 1960. praktičk' nisu uopće ni bili financirani.

Tek desetak dana prije isteka godine banka je odlučila da ipak isplati neplaćene račune za radove izvršene na elektroprivrednim objektima u toku 1960. godine, a preko onih limita koje je ranije postavila. Na taj način likvidirano je cca 1.100 milijuna dinara.

Zbog iznesenog, iako su ulaganja iz OIF-a u godini 1960. daleko veća od onih iz 1959., ipak ni time nije bilo omogućeno redovito i uredno financiranje elektroenergetskih postrojenja.

Republički investicioni fond odobrio je za 1960. godinu 470 milijuna dinara kao učešće u izgradnji mreže 30—35 kV, uključujući i neka postrojenja prijenosa 10 kV. No, iako su ta sredstva manja od onih iz 1959. znatan dio ipak nije bio realiziran zbog već spomenutih razloga. Na taj način postrojenja 35 kV u još većoj mjeri nego postrojenja 110 kV, još uvijek zaostaju za razvojem i izvora i široke elektrifikacije. Ova pojava, koja je već nekoliko godina karakteristična u izgradnji elektroprivrednih postrojenja na području naše Republike, upozorava da treba pojačati izgradnju srednjenaponske mreže.

Izravni interesenti i elektroprivreda uložili su u toku 1960. u postrojenja 10 kV i niskonaponska postrojenja cca 6 milijardi dinara. Time je izgrađeno 2975 km vodova i 481 transformatorska stanica, što je dosadašnji maksimum. Kako je i ranijih godina ulaganje izravnih interesenata bilo vrlo visoko, to je kod ove grupe postrojenja petogodišnjim planom predviđeni opseg izgradnje znatno premašen već u protekle 4 godine.

Puštanjem u pogon HE Peruća povećala se mogućnost iskorišćenja izvora na području Hrvatske za novih 140 milijuna kWh godišnje, ne računajući ovdje privremeno povećanje proizvodnje u HE Kraljevac. Nakon puštanja u pogon HE Split koncem 1961. akumulacija Peruća otklonit će na neko vrijeme dosadašnju trajnu deficitarnost u proizvodnji električne energije u Hrvatskoj.

Bilanca utrošaka u 1960. godini je slijedeća (u milijunima dinara):

Vrste postrojenja		*Izvori*	
Hidroelektrane	9,9	Opći investicioni fond	16,2
Termoelektrane	3,6		
Vodovi i stanice 220 kV	1,7		
Vodovi i stanice 110 kV	1,7		
Vodovi i stanice 30—35 kV	2,3	Republički investicioni fond	0,5
Vodovi i stanice 10 kV	3,0	Kotarski invest. fondovi	0,9
		Jugoslav. željeznice	0,5
Niskonaponska mreža	3,0	Elektroprivreda, samodoprinos i lok. fondovi	7,1
	25,2		25,2

Veličina i broj postrojenja puštenih u pogon godine 1960. su slijedeći:

Hidroelektrana Peruća	
4 dalekovoda 110 kV u dužini (na području NRH)	120 km
1 transformatorska stanica 110 kV	20 MVA
13 vodova 30—35 kV u dužini (na području NRH)	182 km
16 transf. stanica 30—35/10-5 kV	60 MVA
Vodova 10 kV	982 km
Stanica 10 kV	481
Vodova 0,4 kV	1.993 km
Novopriključenih naselja	254
Novih potrošača	64.811

Aktivirane investicije iznose 22,1 milijardu dinara, odnosno za oko 3 milijarde manje od uloženih sredstava. Ovakav nalaz, da su aktivirane investicije u toku pojedine godine nešto niže od ukupnih ulaganja te godine, imali smo i u 1959. godini, pa se on može uzeti kao karakterističan u današnjem stadiju ulaganja.

Početkom 1959. bila su prognozirana ulaganja u elektroenergetska postrojenja za razdoblje 1959—1964. Predviđena ulaganja iznose 21—27 milijardi godišnje, s time da će maksimum biti u godini 1961. Za 1960. bilo je prognozirano 23,1 milijarda. Ostvarenje za 1960. pokazuje, da je prognozirana struktura ulaganja približno tačno ostvarena kod svih grupa, a kod hidroelektrana premašena je za oko 2,8 milijardi dinara.

Neaktivirane investicije koncem 1960. iznose oko 26 milijardi dinara. Od toga gotovo polovina otpada na HE Split, a četvrtina na TE Zagreb II, što zajedno samo za ova 2 objekta iznosi preko 70 %.

Struktura ukupnih investicija na području Hrvatske u godini 1960. pokazuje, da 53,6 % ulaganja otpada na izvore, 13,4 % na prijenosnu mrežu, a 33 % na distributivna postrojenja. Uzevši u obzir da je naša Republika deficitna u izvorima, a da je izgradnja prijenosne mreže godinama zaostajala iza stvarnih potreba razvoja, ovakva struktura ulaganja, iako vodi u pravcu normalizacije strukture ukupnih postrojenja, ipak još uvijek ne daje dovoljno težište investiranja na prijenosna postrojenja.

Naslov pisaca: Ing. Radoslav Planić i dipl. ec. Željko Vodopija, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske Zagreb, Proleterskih brigada 37

TOPLINSKI CIKLUSI TERMOELEKTRANA, TOPLINSKA EKONOMIJA I NOVE KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE TURBINE VELIKIH SNAGA

Velimir Damaška, Karlovac

Autor daje teoretska objašnjenja za toplinske cikluse termoelektrana uz naročitu obradu problema ekonomije topline. Na temelju toga ukazuje na konstruktivna rješenja savremene gradnje turbina u svijetu i u našoj zemlji.

DK 621.311.22 : 662.6/9

I IDEALNI PROCESI

Carnotov proces daje najpovoljnije mogućnosti pretvaranja toplinske energije u mehanički rad. To, naravno, uz pretpostavku, da imamo tijelo s nekom određenom količinom toplinske energije, koja je sposobna vršiti rad. Da bi neko tijelo bilo sposobno vršiti rad, treba da postoji temperatura, koja je viša od okolne. Pored toga, potrebno je pretpostaviti privod topline izvana kod stalne temperature (izotermno). Otpadna toplina se isto tako, prema pretpostavci, izotermno odvodi na okolinu. Ako sad uzmemo, da se promjene stanja vrše adijabatski, tj. kompresija i ekspanzija, dobivamo kružni proces koji je povrativ.

Za ovakav slučaj prema II stavku termodinamike

$$ds = 0 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ds = \frac{d_q}{T}$$

gdje je

T = apsolutna temperatura u ^{0}K,
ds = promjena entropije,
dq = promjena entalpije.

Stepen djelovanja ovog procesa, kao što je poznato iznosi

$$\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

(oznake prema prikazu u T-s dijagramu slika 1).

Carnotov proces se teoretski lako izvodi pomoću vodene pare, jer se kod nje najlakše dovodi i odvodi toplina kod konstantne temperature. Ako zanemarimo to što para nije idealan plin, mogli bismo provesti povratni proces prikazan u T-s dijagramu. Dobivena radnja takvim procesom iznosi

$$AL = q_1 - q_2.$$

Za ovaj slučaj stepen djelovanja iznosio bi

$$\eta_c = \frac{AL}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

dakle isti iznos kao i za Carnotov proces za idealne plinove. Ovaj nam izraz kaže, da u Carnotovom procesu stupanj korisnosti ovisi samo o razlici nivoa temperatura između kojih se proces odvija. Međutim iz dijagrama je ujedno vidljivo, da će dobiveni rad biti veći ako proces započnemo ekspanzijom suhozasićene pare, a završimo s tekućinom stanja $x = 0$.

Kod kondenzacionih parnih turbina, kod temperature okoline od po prilici 20° C, ne može se dobiti praktički niža temperatura pare od 25° C, pa se preko 50 % dobivene topline ne može iskoristiti ni s idealnim Carnotovim procesom. Dajemo tablicu stepena djelovanja Carnotovog procesa s vlažnom parom raznih stanja.

Temperatura °C						
isparivanja	150	150	200	250	300	350
kondenzacije	100	40	40	30	25	25
Pritisak ata						
ulazni	4,85	4,85	15,86	40,56	87,6	168,6
izlazni	1,03	0,075	0,075	0,043	0,032	0,032
η_c	11,8	26,1	33,8	42,1	48	52,1

Daljnji idealni proces je Clausius-Rankine proces

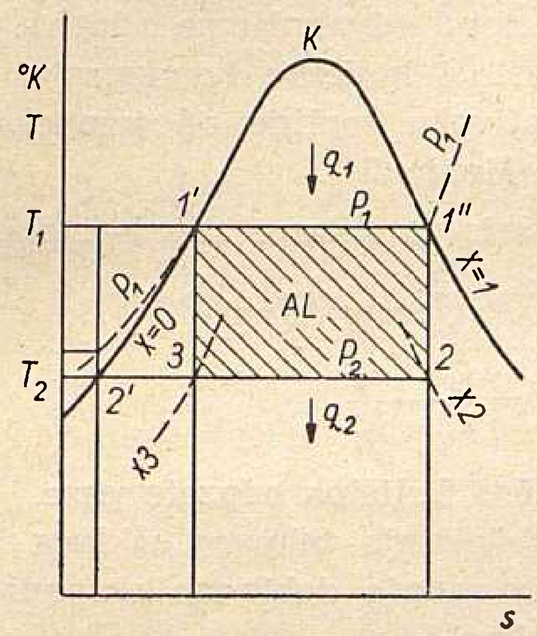
U praksi se Carnotov proces ne da ostvariti, no bliži stvarnosti je Rankinov proces, jer bi se adijabatska kompresija vrlo teško ostvarila. Smjesa paravoda bi na svom putu kompresije imala na koncu procesa traženi pritisak no s tom razlikom što bi parni dio smjese bio jako pregrijan, dok bi se vodeni dio neznatno zagrijao. Time se ne bi mogli izbjeći vodeni udari. Zato se umjesto kompresora uvode u ciklus napojne pumpe, para se prethodno potpuno ukapljuje. Pritisak kondenzata se povisuje pomoću napojne pumpe na pritisak kotla. Kondenzat se kod stalnog pritiska zagrijava i isparava. Već usporedbom Carnotovog i Rankinovog procesa koji su oba idealni, vidi se da termički stepen djelovanja kod Rankinovog osjetno pada. Iz obrasca

$$\eta_R = \frac{T_1 - T_2 + r_1 + T_2\left(\frac{r_1}{r_2} + \ln\frac{T_1}{T_2}\right)}{T_1 + T_2 + r_1}$$

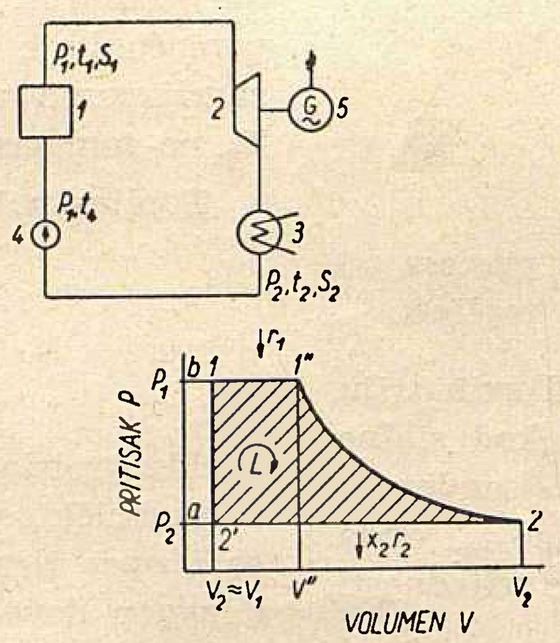
gdje je

T = temperatura u °K
r = toplina isparavanja kcal/kg

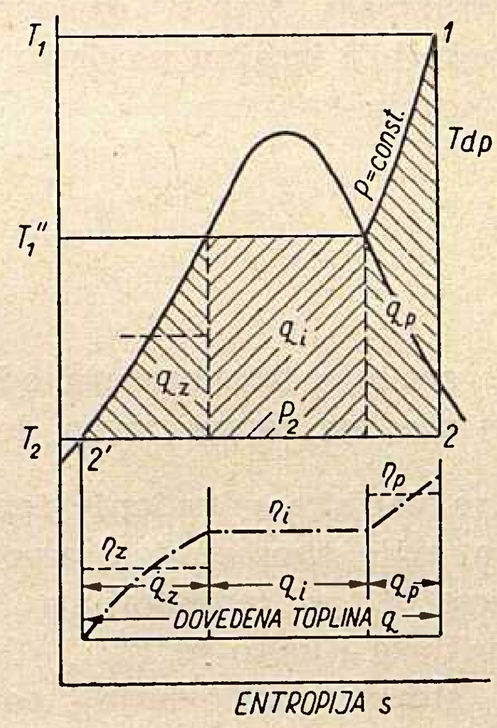
dan je u slijedećoj tablici prikaz razlike između Carnotovog i Rankinovog procesa sa zasićenom parom za nekoliko raznih stanja.



Slika 1



Slika 2



Slika 3

Temperatura svježe pare °C	150	150	200	250	300	350
Pritisak svježe pare ata	4,85	4,85	15,86	40,56	87,6	168,6
Sadržaj topline svj. pare kcal/kg	656	656	669	656	648	612
Pritisak ispuha ata	1,03	0,075	0,075	0,043	0,032	0,032
Sadržaj topline na izlazu kcal/kg	570	490	490	438	405	405
Stepen djelovanja Carnot %	11,8	26,1	33,8	42,1	48	52,1
Stepen djelovanja Rankine %	9,98	21,9	28,2	36,1	39,8	43,2

Pregrijavanje pare

Parne termoelektrane danas općenito rade s pregrijanom parom. To se postiže povišenjem temperature zasićene pare kod stalnog pritiska p_1. Kod procesa bez gubitaka (sl. 3) iz stanja p_1 i T_1 vrši se opet adijabatska ekspanzija do kondenzatorskog pritiska p_2 s temperaturom T_2. U kondenzatoru vrši se odvo-

đenje topline, i nakon toga uz izvjesnu pogrešnu pretpostavku, adijabatska kompresija napojne vode. Potom slijedi zagrijavanje vode do točke ključanja, i konačno isparivanje kod pritiska p_1 i tome odgovarajuće temperature T_1. Termodinamski stepen djelovanja Rankinovog procesa, sastoji se iz termodinamskog stepena djelovanja zagrijavanja vode, isparavanja i pregrijavanja.

$$\eta_R = \frac{AL_z + AL_i + AL_p}{q_z + q_i + q_p}$$

Ako je $AL/q_z = \eta_z$; i slično η_i, η_p, a parcijalna toplina $q'_z = q_z/q$, dobije se

$$\eta_R = \eta_z \cdot q'_z + \eta_i \cdot q'_i + \eta_p \cdot q'_p.$$

Tu je

AL = adijabatski rad 1 kg pare,
q = izvana dovedena toplina,
z = ciklus zagrijavanja,
i = isparavanje,
p = pregrijavanje.

Termodinamski step n djelovanja svakog dijela procesa može biti izražen po definiciji Carnotovog stepena djelovanja kao npr.

$$\eta_z = 1 - \frac{T_{oz}}{T_{dovz}}$$

gdje je

T_o = srednja temperatura odvođenja procesa
T_{dov} = srednja temperatura dovođenja topline.

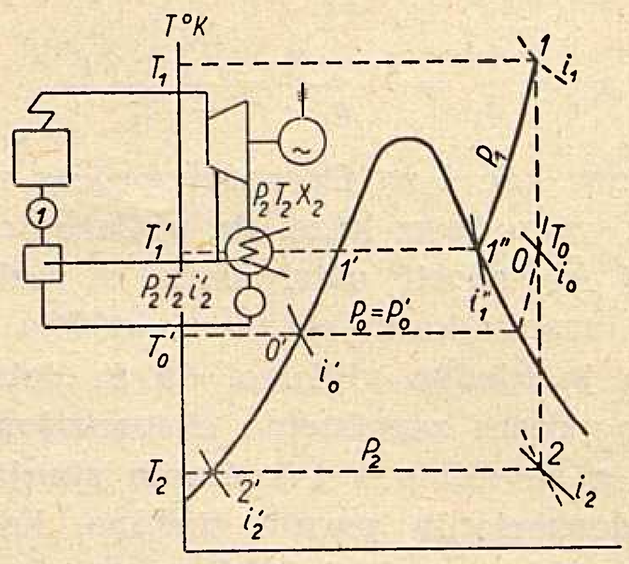
Kako se vanjsko odvođenje topline kod svih triju djelovanja prije spomenutog procesa vrši kod stalne temperature T_2 = temperatura zasićenja kondenzatorskog pritiska i kako je $T_{dovz} < T_{dovi} < T_{dovp}$ onda mora i stepen djelovanja poprimiti vrijednosti $\eta_z < \eta_i < \eta_p$, što je vidljivo iz slike 3.

Iz gornje jednadžbe je vidljivo, da se za povišenje ukupnog stepena djelovanja kružnog procesa, mora istodobno poraditi na povišenju stepena djelovanja neke od 3 navedene faze ciklusa, i to tako da svaki od njih posjeduje najveću moguću toplinu q'. Ako se s ovog stanovišta analizira kako doprinosi povišenje temperature svježe pare povišenju η_R, vidi se da povišenje temperature svježe pare povisuje ukupni stepen djelovanja, jer u području pregrijanja raste i η_P kao i q'_p kod čega istovremeno q'_z i q'_i padaju a η_z i η_i ostaju nepromijenjeni.

Povišenje pritiska pare p_1 povisuje, doduše, parcijalne stepene djelovanja i u izvjesnoj mjeri q'_p, ali se međutim dio q'_z, sa znatno lošijim η_z, znatno povećava. Zato se s povišenjem pritiska p_1 mora oprezno postupati i paralelno provjeravati mogućnost regenerativnog grijanja koje smanjuje iznos q'_z.

Regenerativno grijanje napojne vode

Iz prethodnog izlaganja vidljivo je, da se od svih triju dijelova Rankinovog procesa, zagrijavanje napojne vode vrši uz najlošiji termički stepen djelovanja, jer kod tog dijela procesa srednja temperatura dovođenja topline poprima najmanju vrijednost. Prema tome treba nastojati, da se udio ovog dijela procesa u odnosu na cjelokupni proces što više smanji. Najbolje bi bilo kada bi se ovaj dio procesa mogao isključiti, kao što je to slučaj kod Carnotovog procesa. Na žalost adijabatska se kompresija smjese para-voda ne da konstruktivno ostvariti. Gotovo se jednak efekt može postići i regenerativnim grijanjem napojne vode.



Slika 4

Ovo se zagrijavanje sastoji principijelno u tome, što na jednom mjestu u turbini oduzimljemo a kg/kg pare pomoću koje kao na sl. 4 količinu kondenzata (1-a) zagrijavamo u izmjenjivaču topline od temperature T_2 na temperaturu zasićenja T'_2.

Toplinska bilanca daje za sliku 4 slijedeći obrazac

$$a\,(i_0 - i_0') = (1 - a)\,(i_0' - i_2')$$

$$a = \frac{i_0' - i_2'}{i_0 - i_2'}$$

odakle proizlazi jedinična količina oduzete pare.

Termički stepen djelovanja takovog ciklusa dade se i opet izračunati iz radnje dobivene ekspanzijom i izvana dovedene topline.

$$\eta_t = \frac{(1 - a)\,(i_1 - i_2) + a\,(i_0 - i_2)}{i_1 - i_0'} = \frac{i_1 - i_2 - a\,(i_0 - i_2)}{i_1 - i_0'}$$

Ako se u ovom izrazu pomognemo prije izvedenom formulom za a dobijemo nakon sređivanja

$$\eta_t = \frac{(1 - a)\,(i_1 - i_2) + a\,(i_1 - i_0)}{(1 - a)\,(i_1 - i_2') + a\,(i_1 - i_0)}$$

Ova posljednja formula je jednaka stepenu djelovanja kružnog procesa koji radi sa (1-a) kg pare bez oduzimanja, ako se brojniku i nazivniku doda $a \cdot (i_1 - i_0)$. Ovo odgovara adijabatskom padu od a kg/kg pare između i_1 i i_0. Kako se u kondenzator odvodi i nadalje samo toplina (1-a) kg pare, to se dodatna toplina dovedena u kotlu izjednačava s radom $a\,(i_1 - i_0)$. Ako usporedimo sada ovaj izraz za η Rankina vidi se da stepen djelovanja kružnog procesa i sa regenerativnim grijanjem poprima veću vrijednost od η Rankina. Stepen djelovanja će biti tamo najveći gdje produkt $a \cdot (i_1 - i_0)$ poprimi maksimalnu vrijednost, znači kad i izraz

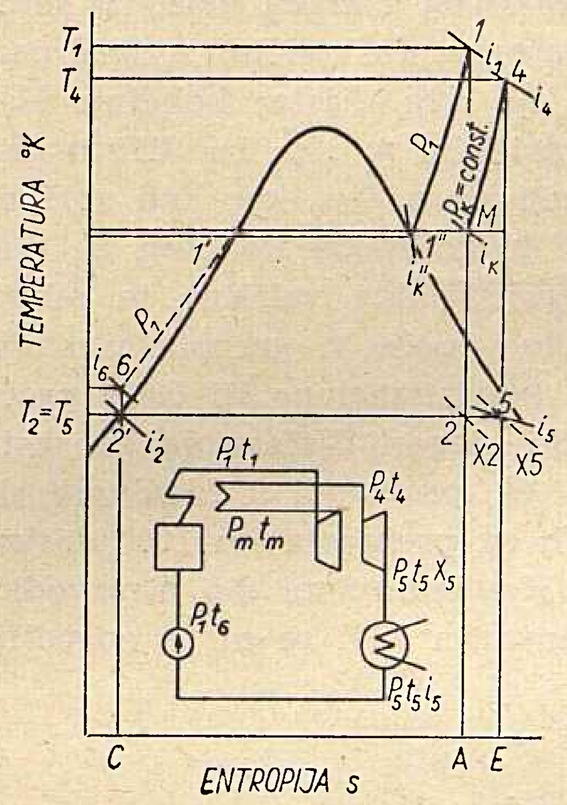
$$\frac{(i_0' - i_2')\,(i_1 - i_0)}{i_0 - i_2'}$$

biva što veći,

Poboljšanje η neće prema tome uslijediti kada je $(i'_0 - i'_2) = 0$ ili $(i_1 - i_0) = 0$ tj. ako nemamo regenerativnog grijanja ili ako ga provodimo svježom parom.

Međupregrijavanje

Uz prije navedeno regenerativno grijanje napojne vode, jedno od sredstava poboljšanja toplinske dobrobiti kružnog parnog procesa predstavlja i međupregrijavanje. Princip međupregrijavanja kao što je općenito poznato sastoji se iz odvođenja pare, koja je



Slika 5

prošla kroz određeni broj stepena turbine u jedan posebni pregrijač u kotlu, gdje se kod konstantnog pritiska pregrijava. Takova pregrijavana para se onda vraća natrag u turbinu, gdje ekspandira do vakuuma. U dijagramu na slici 5 prikazan je takav proces u kojem je zbog jednostavnosti izbačeno regenerativno grijanje. U turbini ekspandirana para do točke M vraća se u kotao gdje mijenja stanje na 4. Takva para ekspandira na stanje 5. Termodinamski stepen djelovanja

$$\eta_M = \frac{2' - 1' - 1'' - 1 - M - 4 - 5 - 2'}{C - 2' - 1' - 1'' - 1 - M - 4 - 5 - E - C}$$

prema tome η_M će biti samo onda veći od onog bez regenerativnog grijanja kada je

$$\frac{\text{površina } M - 4 - 5 - 2 - M}{\text{površina } A - M - 4 - E - A} >$$

$$> \frac{\text{površine } 2' - 1' - 1'' - 1 - 2 - 2'}{\text{površine } C - 2' - 1' - 1'' - 1 - A - C}$$

Da se ova nejednadžba postigne, ne smije kod određene temperature T_4 pritisak ležati ispod određene granice. Ako zanemarimo rad napojnih pumpi, dobili bismo

$$\eta_M = \frac{i_1 - i_M + i_4 - i_5}{i - i_2' + i_4 - i_M}$$

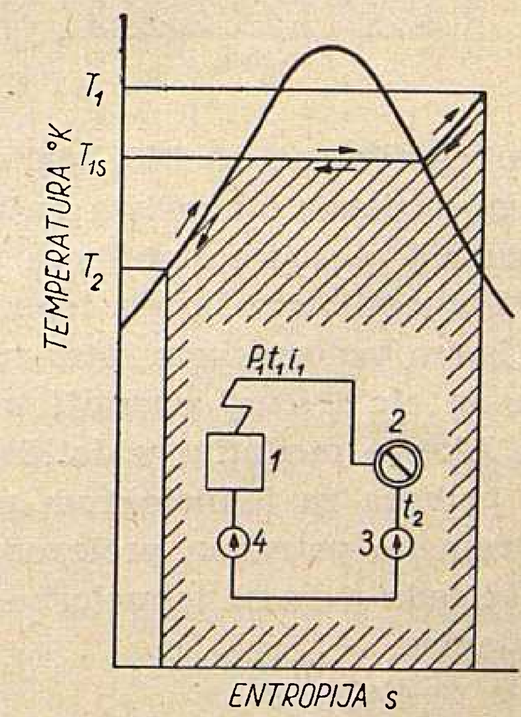
Kod stvarnih kružnih procesa dobiva se poboljšanje samo u određenim uslovima, koji će detaljno biti izneseni na koncu ovog članka. Potrebno je samo napomenuti da pored poboljšanja η međupregrijanje nosi sa sobom još jednu konstruktivnu prednost. Kod visokih pritisaka zadnji bi stepeni turbine radili u području vlažnosti veće od 12,5 %, pa bi lopatice stradavale od erozije.

Kružni kombinirani proces s odavanjem topline

Kod svih do sada spomenutih procesa jedini je zadatak bio proizvodnja energije iz topline koja nam kod temperature T_1 stoji na raspolaganju. Prema drugom stavku termodinamike, toplina se ne može bez gubitaka pretvoriti u rad, već samo onaj dio koji je uvjetovan donjom temperaturom procesa T_2 (zrak, rashladna voda). Kao što je već prije bilo pokazano pod takovim uslovima najviše rada možemo izvući iz Carnotovog procesa, a i tamo samo oko 50 %; prema tome stvarni procesi mogu biti samo ispod toga.

Situacija se bitno mijenja ako se u blizini termoelektrane nalaze takvi potrošači, koji pored električne energije, mogu primiti i veće količine toplinske energije. Ova toplinska energija se koristi kod temperature koja leži u odnosu na temperaturu komore izgaranja (1250° C) prilično nisko (cca 220—280°). Potreba za toplinom dolazi u nizu industrijskih poduzeća, a u novije vrijeme i za grijanje čitavih stambenih četvrti. Ako se ta toplina pokriva ispušnom parom iz parne turbine, a to korištenje može u idealnom slučaju iznositi 100 %, dobijemo osjetno poboljšanje stepena djelovanja elektrane. Takove elektrane onda proizvode električnu struju i toplinu, pa ih zovemo toplane. Da upoznamo prednost na koji se način doskora rješavalo pitanje grijanja i tehnološke pare! Toplina se u idealnom slučaju koristi sa 100 %. Kotao proizvodi paru p_1, T_1 i_1, koja se u idealnom slučaju kod istog pritiska i bez gubitaka odvodi potrošaču temperature T_2. Kondenzat se opet vraća natrag u kotao. Budući da se u i—s dijagramu linije pokrivaju to je

$$\eta_{gr} = \frac{i_1 - T_2}{i_1 - T_2} = 1$$



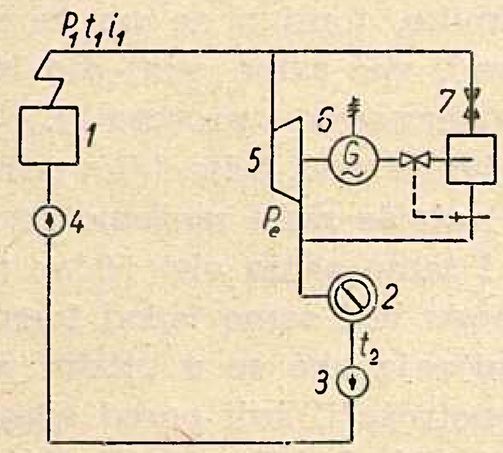
Slika 6

pa je odvedena i dovedena toplina prikazana istom šrafiranom površinom.

Sistem protutlačne turbine u toplanama

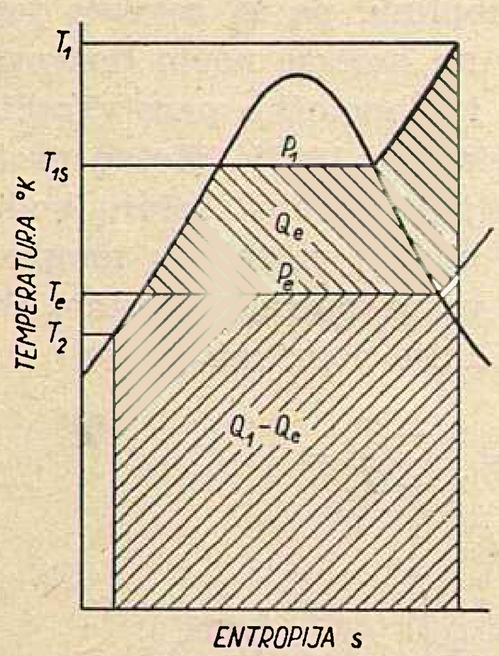
Gubici koji nastaju kod pretvaranja toplinske energije u mehanički rad odnosno u električnu energiju, mogu se lako isključiti ako izrađenu — ispušnu paru,

koja je odala neki rad dovodimo do potrošača topline sa $\eta_{gr} = 100\,\%$. Para proizvedena u kotlu stanja p_1, T_1, i_1, ekspandira u parnoj turbini *5*, koja pogoni generator *6* do protutlaka p_2, kojeg visinu određuju potrošači topline. Na taj način proizveli smo određenu količinu električne energije, a ispušna para odlazi do potrošača topline *2*.



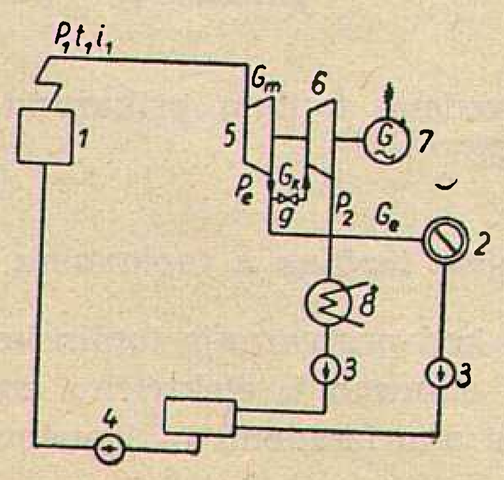
Slika 7

Kondenzat iz industrije se pumpama *3* i *4* na uobičajeni način vraća u kotao. Toplinski dijagram (sl. 8) pokazuje površinu između izobare-p_1 i apscise-entropije, ukupno dovedenu toplinu Q_1. Od te topline se dio Q_e koristi za dobivanje rada, a razlika $Q_1 - Q_e$ odvodi u industriju ili do potrošača topline. Električna energija se, dakle, u idealnom slučaju na ovaj način proizvodi bez gubitaka, tj. po jednom kWh trebamo samo



Slika 8

toplinski ekvivalent od 860 kcal/h. Ovaj je dakle sistem s energetskog stanovišta najbolji. Kod njega međutim postoji u praksi poteškoća što je količina energije uvjetovana potrošnjom tehnološke pare u industriji u istom vremenskom intervalu te se istovremena potreba na električnoj energiji nadoknađuje iz dalekovoda. Ako je međutim u dotičnom vremenskom intervalu potreba za tehnološkom parom veća nego što je istovremeno potrebna proizvodnja električne energije to se tada para za tehnološke svrhe dodaje iz prigušne stanice.



Slika 9

Sistem oduzimno-kondenzacionih turbina

Principijelna shema takovog postrojenja prikazana je na slici 9. Prednost ove izvedbe je što je proizvodnja električne energije neovisna o potrebi topline. Jedan dio pare G_e od ukupne u turbinu dovedene pare G_m odvodi se u toplinsku mrežu *2* iza visokotlačne turbine *5*. Ostatak pare $G_k = G_m - G_e$ ekspandira do vakuuma u niskotlačnoj turbini *6*. Pomoću regulacije *9* se regulira količina G_k tako da se uvijek može postići tražena količina električne energije bez obzira na G_e.

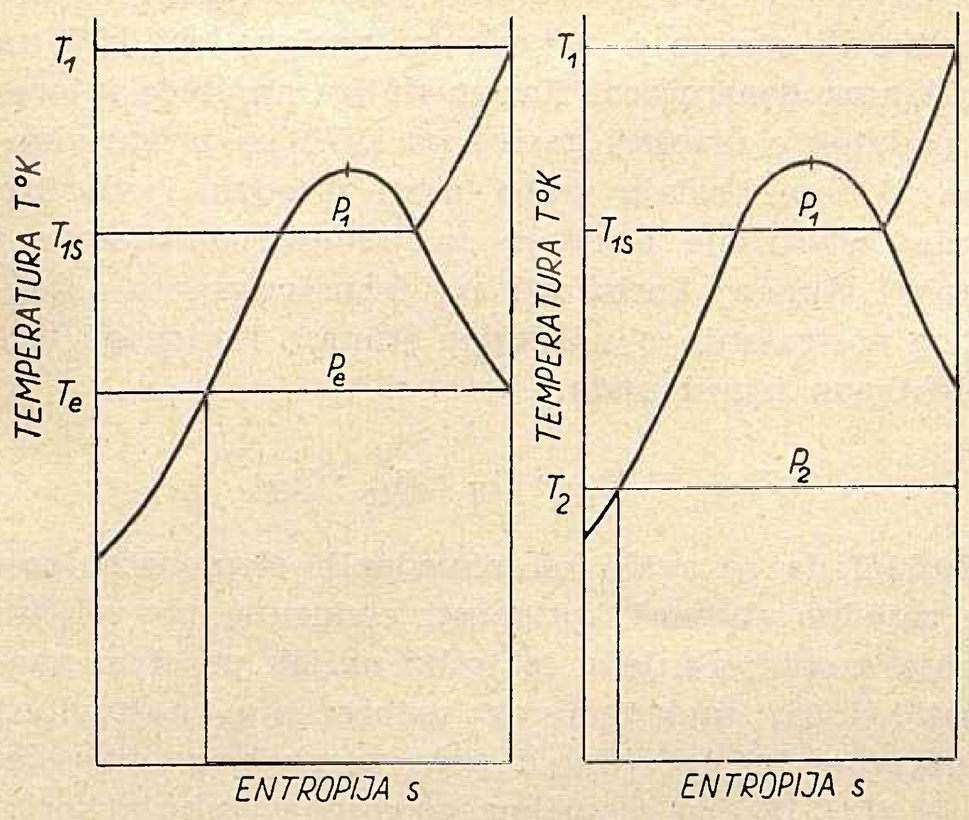
Kružni proces ovakovog sistema možemo sebi tako predočiti u *T-s* dijagramu, da količinu svježe pare G_m fiktivno podijelimo na dva dijela: količinu G_e koja ekspandira između pritiska p_1 i p_e i količinu pare G_k koja radi između pritiska p_1 i p_2 kao kod obične kondenzacione turbine. Kako može količina G_e varirati između 0 i neke maksimalne veličine to oduzimno-kondenzaciona turbina može u graničnim slučajevima postati ili čisto kondenzaciona ili čisto protutlačna turbina. Termički stepen djelovanja se sastoji iz dviju komponenata G_e proizvodi u idealnom slučaju 1 kWh sa 860 kcal/h uz pretpostavku 100 % iskorištenja izlazne topline. Kondenzacioni dio proizvodi energiju u stepenu djelovanja koji se može odrediti prema Rankinu.

Parna turbina u nuklearnoj centrali

Principijelno nema velike razlike između klasične i nuklearne termocentrale. Umjesto kotlovskog postrojenja dolazi atomski reaktor *1* (sl. 11). Uz to je zbog sigurnosti od zračenja potrebno uključiti međuizmjenjivač topline *2*. Toplina koja se u reaktoru stvara cijepanjem atoma, predaje se turbinskom ciklusu preko izmjenjivača *2*. Kao rashladno sredstvo reaktora može služiti teška i laka voda, plinovi, tekući metali. Kao što je iz sheme vidljivo, za turbinski ciklus teoretski nema razlike. Jedino se reaktor i izmjenjivač topline moraju zaštititi debelim betonskim zidom od štetnih posljedica zračenja. Stanja pare su međutim iz konstruktivnih razloga u odnosu na reaktor osjetno niža od danas uobičajenih u klasičnim termoelektranama.

II STVARNI PROCESI

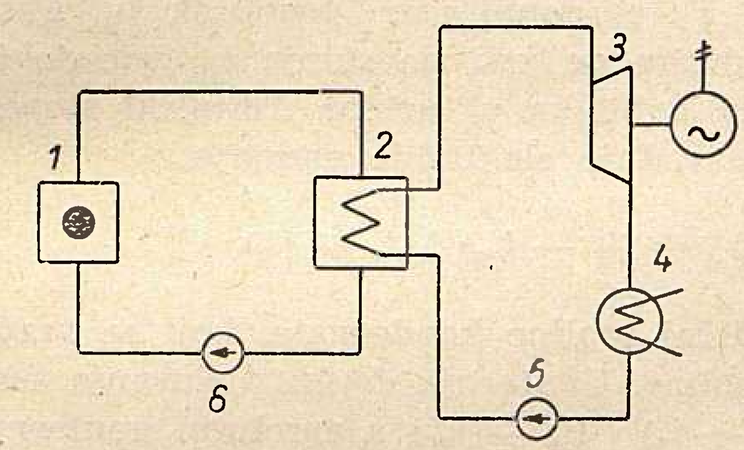
Dosad prikazani procesi služili su uglavnom da demonstriraju načine, pomoću kojih možemo poboljšati stepen djelovanja ciklusa i da pokažu cilj kojem treba stremiti. Sve veće potrebe za električnom energijom, sve više cijene konvencionalnog goriva, prisiljavaju da se neprekinuto radi na povišenju ekonomičnosti parnih ciklusa u elektranama, kao i na povećanju jediničnih snaga. Ovo se može postići samo jedinicama velikih snaga kod kojih je bolja iskoristivost, troškovi proizvodnje i izrade manji u odnosu na instalirani kilovat. Snaga ovih agregata se odabire uglavnom prema očekivanim potrebama termičke snage u predviđenom energetskom sistemu, a s konstruktivnog gledišta o mogućim naprezanjima lopatica posljednjih stepena.



Slika 10

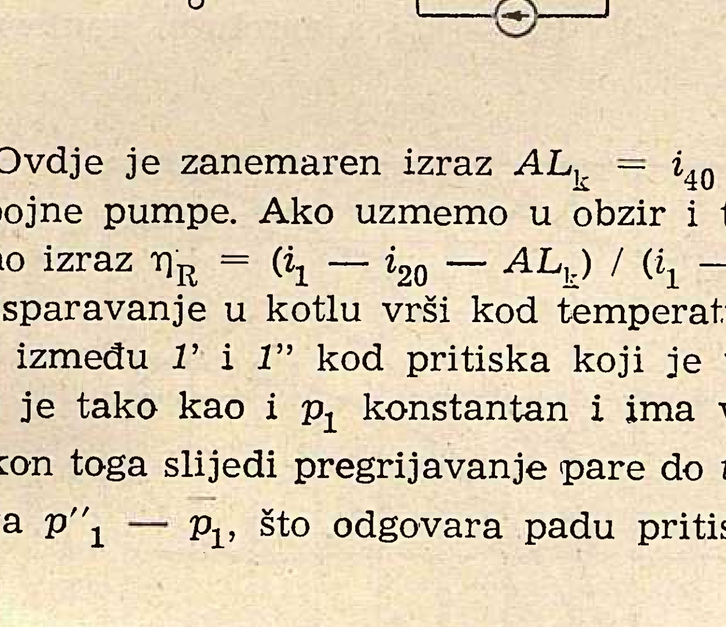
Stvarni kondenzacioni proces

Budući da se Carnotov proces s parom kao nosiocem topline iz prije navedenih razloga ne može ostvariti, to se parni proces uspoređuje uglavnom sa Clausius-Rankinovim procesom. Stepen djelovanja iznosi $\eta_R = (i_1 - i_{20}) / (i_1 - i'_2)$ (sl. 12).



Slika 11

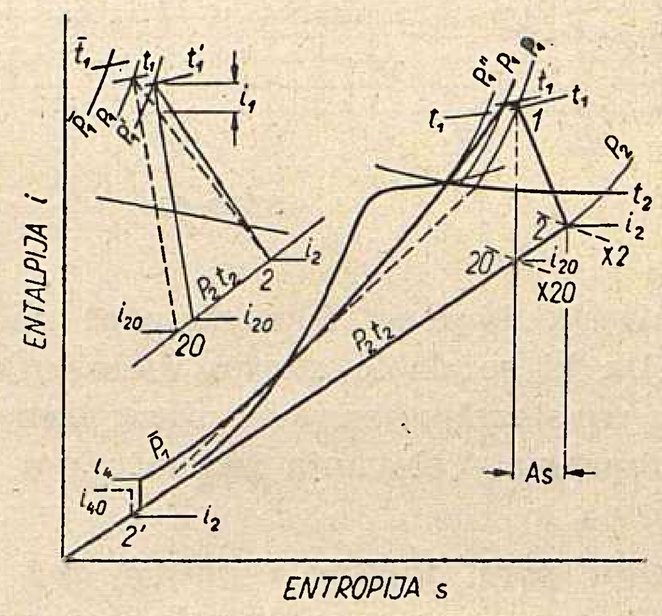
Ovdje je zanemaren izraz $AL_k = i_{40} - i'_2$ tj. rad napojne pumpe. Ako uzmemo u obzir i taj rad, dobijemo izraz $\eta_R = (i_1 - i_{20} - AL_k) / (i_1 - i_4)$. Zapravo se isparavanje u kotlu vrši kod temperature isparavanja između *1'* i *1''* kod pritiska koji je veći od p_1, a isto je tako kao i p_1 konstantan i ima vrijednost p_1. Nakon toga slijedi pregrijavanje pare do t'_1 uz pad pritiska $p''_1 - p_1$, što odgovara padu pritiska u pregrijaču kotla. Pregrijana para stanja $\bar{p}_1$ i $\bar{t}_1$ sa entalpijom i_1 imade i daljnji pad pritiska $\bar{p}_1 - p_1$ i temperature $\bar{t}_1 - t_1$ zbog gubitaka strujanja u cjevovodu. Para stanja p_1 i t_1 ulazi u parnu turbinu gdje ekspandira. Međutim umjesto da ova ekspanzija ide po adijabati ona uslijed unutarnjih gubitaka u turbini ekspandira uz porast entropije. Zbog toga entalpija u ispušnoj pari postaje veća od onog kod Rankinovog procesa, pa se i onako veliki gubici odvodom topline u ispušnoj pari na rashladno sredstvo povećavaju, i to na $q_k = q_2 + \Delta q_2 \ldots\ldots \Delta q_2 = T_2 \cdot \Delta S$. Pritisak p_2 kondenzata ukapljenog u kondenzatoru se od stanja 2' napojnom pumpom povisuje na pritisak $\bar{p}_1$ koji je viši od kotlovskog pritiska; stanje napojne vode je i_4. Napojna voda se opet pod gubitkom pritiska i temperature tlači u kotao gdje se opet isparava (sl. 13).



Slika 12

Proračun korisnosti turbine

Ako se zanemare gubici do turbine, onda se u turbini koristi pad topline $i_1 - i_2$. Odnos ove radnje prema teoretskoj, nazivlje se unutarnji stepen djelovanja turbine $\eta_u = (i_1 - i_2) / (i_1 - i_{20})$.



Slika 13

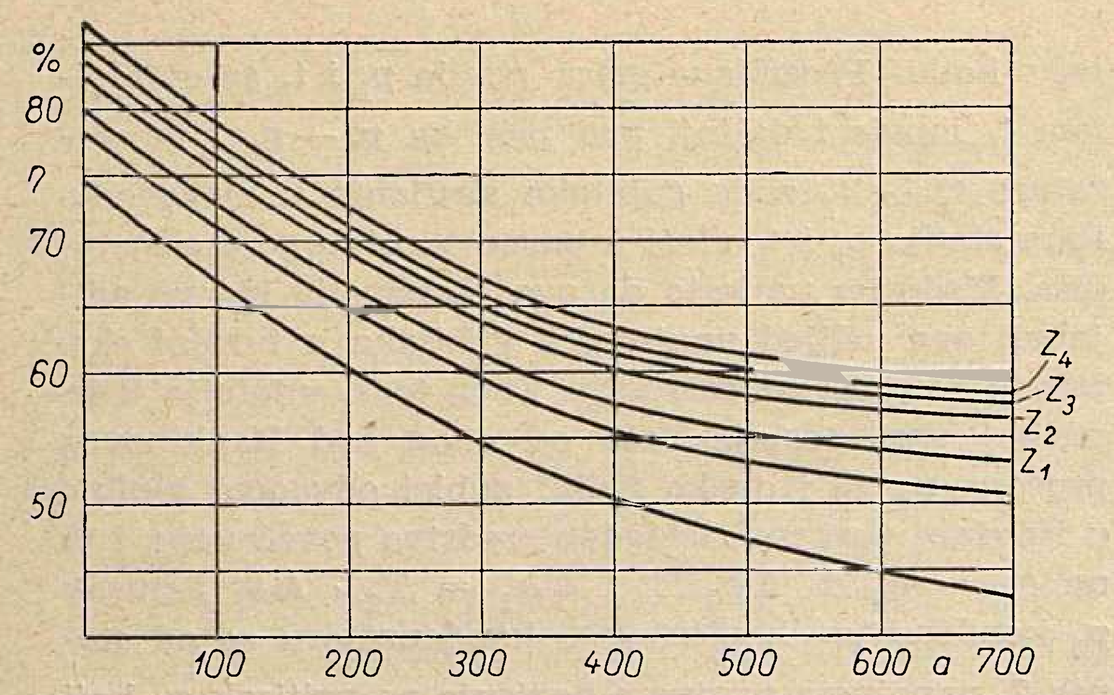
Para međutim ulazi u turbinu sa stanjem i_1, ali ekspanzija pare u turbini samoj ne počinje kod pritiska p_1 već zbog gubitaka kroz zaporne i regulacione organe s pritiskom manjim za $\Delta p = (0{,}03 \ldots 0{,}1)\ p_1$.

I temperatura se u izvjesnoj mjeri smanjuje. Zbog tog se η_u smanjuje na iznos $\bar{\eta}_u$. Ovaj unutarnji stepen djelovanja turbine nam još ne daje stepen djelovanja na osovini turbine η_t. Ovaj se iznos dobiva množenjem s mehaničkim stepenom iskoristivosti. Zbog lakšeg računanja dan je dijagram na sl. 14 iz kojeg se može u ovisnosti o protoku i toplinskom padu za određene kvalitete turbine z = 1800, 2000, 2500 i 3000 očitati direktno stepen iskoristivosti turbine.

$$z = \frac{\Sigma u^2}{H_t}\ ; \quad a = \frac{p_1 - p_2}{G \cdot H_t}$$

gdje je

U	=	obodna brzina m/sek
Σu^2	=	zbroj kvadrata pojedinih obodnih brzina stup.
p_1	=	kg/m² pritisak na ulazu u turbinu
p_2	=	kg/m² pritisak na izlazu iz turbine
G	=	t/h normalni protok
H_t	=	adijabatski pad kcal/kg

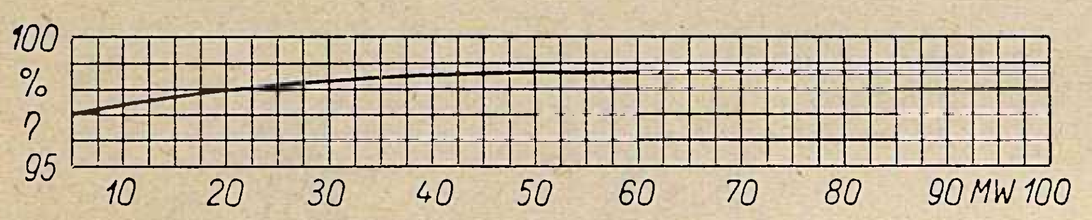


Slika 14

$z_1 = 1800$, $z_2 = 2000$, $z_3 = 2500$, $z_4 = 3000$

Ako se ne poznaje raspored stepeni, onda važi približno:

$z = 1800$ za turbine do 15 MW
$z = 2000$ za turbine 32 MW
$z = 2500$ za turbine do 65 MW
$z = 3000$ za turbine preko 100 MW.



Slika 15

Griješke koje se čine na ovaj način, ne prelaze 4 %. Da bi se dobio stepen djelovanja u odnosu na snagu na stezaljkama generatora, treba iznos η_t množiti stepenom djelovanja generatora η_g.

Potrošak pare, topline i goriva kod kondenzacionih centrala

Specifični utrošak pare u odnosu na stezaljke generatora

$$d_{KI} = \frac{860}{H_t \cdot \eta_{KI}} \text{ kg/kWh}$$

Specifični utrošak topline u odnosu na stezaljke generatora

$$q_{KI} = \frac{860}{q_{KI}} \text{ kcal/kWh}.$$

Ukupna količina topline za turboagregat

$$Q_{KI} = N \cdot q_{KI} \text{ kcal/h}$$

Kotao međutim mora dostavljati veću količinu topline i to za iznos gubitaka u cjevovodima (η_r = = 0,98 — 0,99)

$$Q_K = Q_{kI}/\eta_r$$

Da bi se proizvela ta količina topline, treba sagorijevati B kg/h goriva donje ogrjevne moći H_d. Ova količina goriva ovisit će o stupnju korisnosti kotla η_k, koji je jednak

$$\eta_K = \frac{Q_K}{B \cdot H_d}$$

Ovakvim načinom dobijemo utrošak topline odnosno pare ili goriva u odnosu na proizvedeni kW na stezaljkama generatora. Nas međutim najčešće interesira podatak o utrošku goriva po kWh na pragu elektrane. U tom slučaju treba uzeti u obzir i vlastitu potrebu električne energije za pumpe, ventilatore i sl. kao i stupanj korisnosti η_{tr} transformatora i razvodnog postrojenja η_{el}. Ukupan stupanj korisnosti termoelektrana iznosi onda:

$$\eta_{TE} = \eta_{KI} \cdot \eta_K \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_{el}$$

Budući da se svaki od navedenih elemenata, koji čine zajedno stupanj korisnosti elektrane po veličini mijenja s opterećenjem, to treba uvijek posebno analizirati slučaj maksimalnog opterećenja, normalnog opterećenja, tri četvrtine i pola normalnog opterećenja. U slici 16 dan je prikaz promjena stupnja korisnosti za postrojenje 32 MW razbijeno po elementima. Ulazna stanja pare u turbinu normalno su 72 ata 520° C, rashladna voda 20° C, turbina je dvokućišna sa 3000 o/min, tip TK 32 — 125.

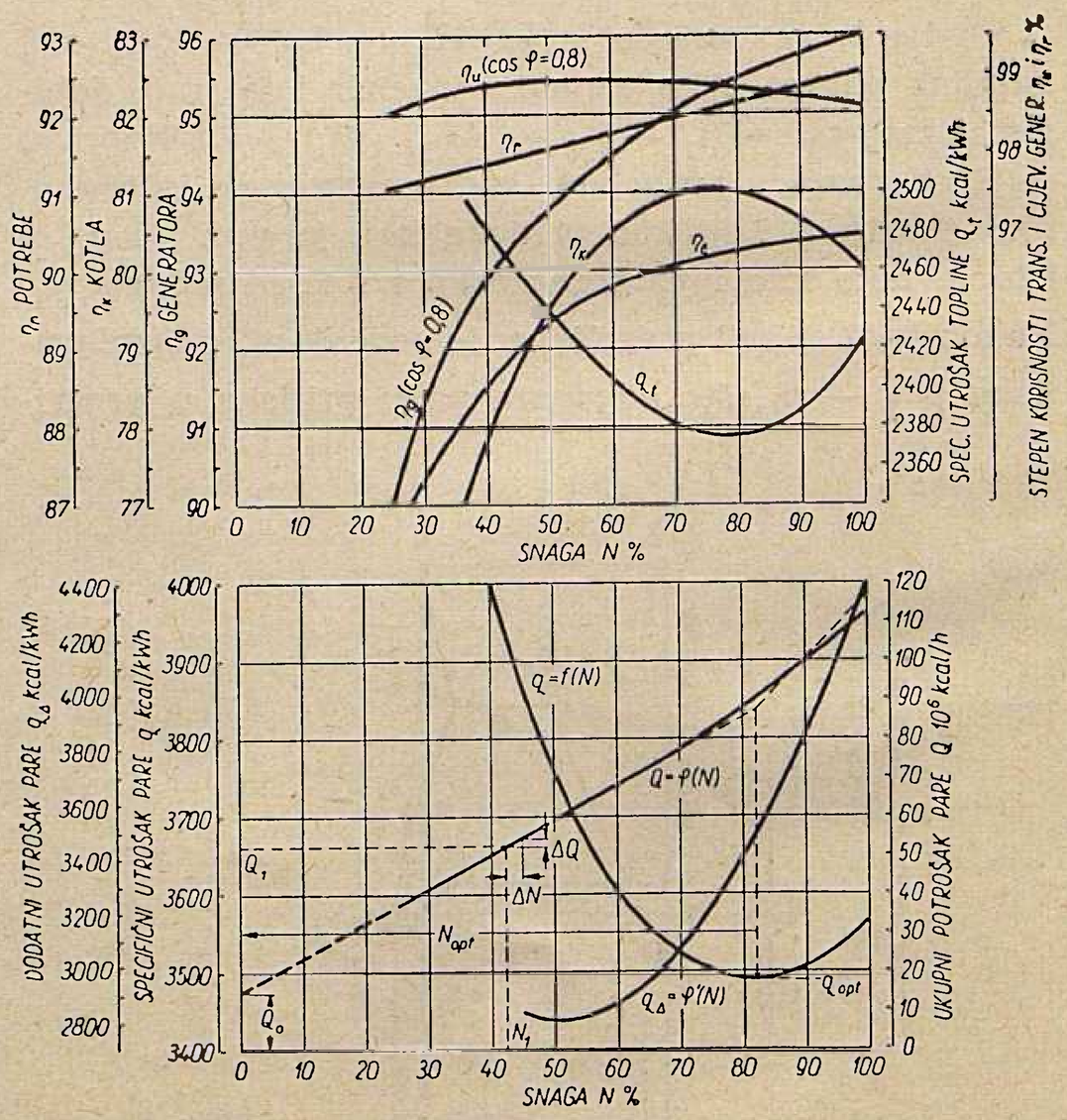
Toplane i stvarni ciklusi

Protutlačni pogon

Para koja stoji na raspoloženju ispred turbine sa stanjem p'_1 t'_1 i'_1 ekspandira na protutlak p_2. Ekspanzija se međutim ne vrši do stanja i_{20} već do i_2 zbog unutarnjih gubitaka u turbini. Termički stepen djelovanja proizvodnje električne energije.

$$\eta_{el} = (i_1 - i_{20}) / (i_1 - i'_2)$$

gdje je i'_2 sadržaj topline kondenzata, koji se vraća iz potrošača topline. Unutarnji stepen djelovanja turbine $\eta_i = (i_1 - i_2) / (i_1 - i_{20})$ a apsolutni unutarnji



Slika 16

stepen djelovanja proizvodnje električne energije $\eta_{iel} = \eta_{el} \cdot \eta_i = (i_1 - i_2) / (i_1 - i'_2)$, ako mehaničke gubitke obuhvatimo sa η_m, a gubitke generatora sa η_g onda je specifični utrošak pare u odnosu na snagu na stezaljkama generatora

$$d_{kl} = \frac{860}{(i_1 - i_2)\,\eta_m \cdot \eta_g} \text{ kg/kWh}$$

U kotlu se mora količini pare G_1 kg/h dovesti toplina

$$Q_K = \frac{G_1 \cdot (i_1 - i_2')}{\eta_K}$$

Ovdje treba pridodati eventualno potrebnu količinu topline za redukcionu stanicu, G_{red}, Q_{red}. Onda je

$$Q_{K,\,red} = \frac{G_{red}\,(i_1 - i_2')}{\eta_k}$$

To znači da bi potreba goriva iznosila

$$B = \frac{Q_K + Q_{K\,red}}{H_d \cdot \eta_K}$$

Faktor ekonomičnosti

Toplina koja se dovodi po kilogramu pare koja prolazi kroz parnu turbinu iznosi $Q_1 = i_1 - i'_2$. Ova se toplina sastoji iz dva dijela:

1) topline koja bi se u stroju bez gubitaka pretvorila u rad $AL_1 = i_1 - i_{20}$,

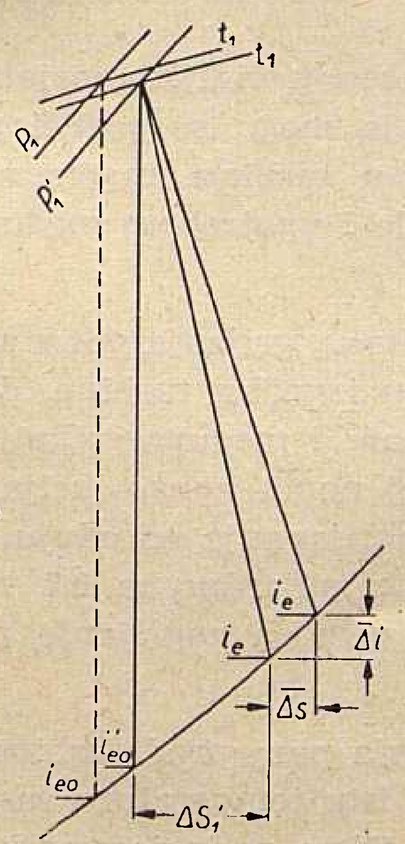
2) topline koja se daje potrošačima topline $Q_1 = i_{20} - i'_2$.

U tom slučaju termički stepen djelovanja iznosi

$$\eta_{ter} = \frac{1}{1 + Q_1/AL_1}$$

Iz ovog izraza vidljivo je, da termički stepen djelovanja raste s porastom vrijednosti dobivene mehaničke radnje. Odnos između odane topline i dobivene mehaničke radnje, zove se faktor ekonomičnosti

$$\sigma_0 = \frac{AL_1}{Q_1} = \frac{i_1 - i_2}{i_2 - i_2'}$$



Slika 17

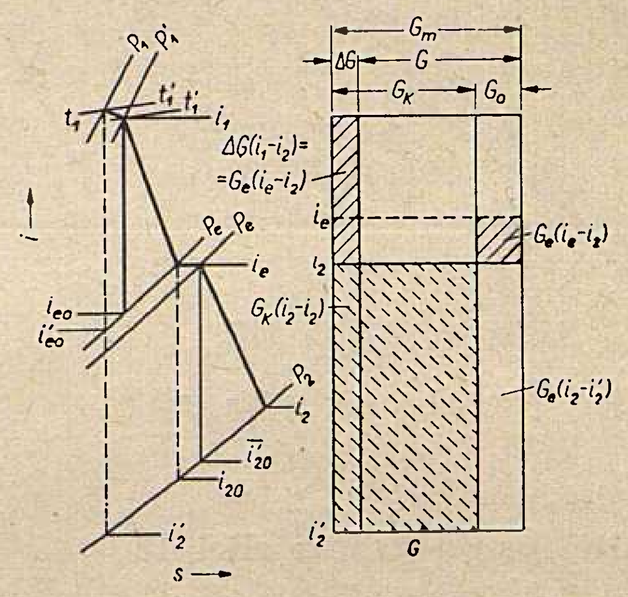
U praksi se ovaj faktor izražava u odnosu na stezaljke generatora

$$\sigma_{kl} = \frac{E \cdot 10^6}{G_1\,(i_2 - i_2')} \text{ kWh/}10^6\text{ kcal}$$

gdje je E = energija izmjerena na stezaljkama generatora. Specifični potrošak pare protutlačne turbine jednak je

$$d_{kl} = \frac{10^6}{\sigma_{kl}\,(i_2 - i_2')} \text{ kg/kWh}$$

Na početku izlaganja teoretskih ciklusa, pretpostavljalo se da se toplina u trošilima koristi sa 100 %, ako se zanemare gubici u cjevovodima i izmjenjivačima. Na prvi pogled, pomislilo bi se da stepen djelovanja turbine ne utječe na dobrobit procesa jer se čitava izlazna toplina (u slučaju lošeg η veća) koristi. Međutim pored toga zbog porasta entropije $\overline{\Delta s}$ nastaje posebno povećanje gubitaka, koje je tim veće,



Slika 18

što je η_t (stupanj korisnosti turbine) lošiji. To se očituje i time što se ta razlika očituje u dobivanju manjeg broja kW, koji se onda proizvode u kondenzacionim turbinama s već poznatim velikim gubitkom topline na rashladno sredstvo.

Oduzimno-kondenzacioni pogon

Iz jednog kg pare, koja ima na ulazu u turbinu stanja p_1, t_1, i_1, a na ulazu u prvi stepen turbine p'_1, t'_1, i'_1, oduzimlje se količina o_1 kod pritiska p_e. Preostala količina pare $g = 1 - o_1$, struji nakon prigušenja na p'_e, u niskotlačni dio turbine do kondenzatorskog pritiska p_2. Ovako dobivena radnja može se rastaviti u dva dijela:

1) radnja količine g od p_1 do $p_2 = g\,(i_1 - i_2)$,
2) radnja količine o_1 od p_1 do $p_e = o_1\,(i_1 - i_0)$

Ukupna radnja prema tome iznosi

$$AL = i_1 - (g i_2 + o_1\, i_{eo});$$

pari pri tome treba dovesti ukupnu količinu topline

$$Q = Q_{gr} + Q_o = i_1 - (g\, i'_2 + o_1\, i'_{eo}) = i_1 - i'_{smj}$$

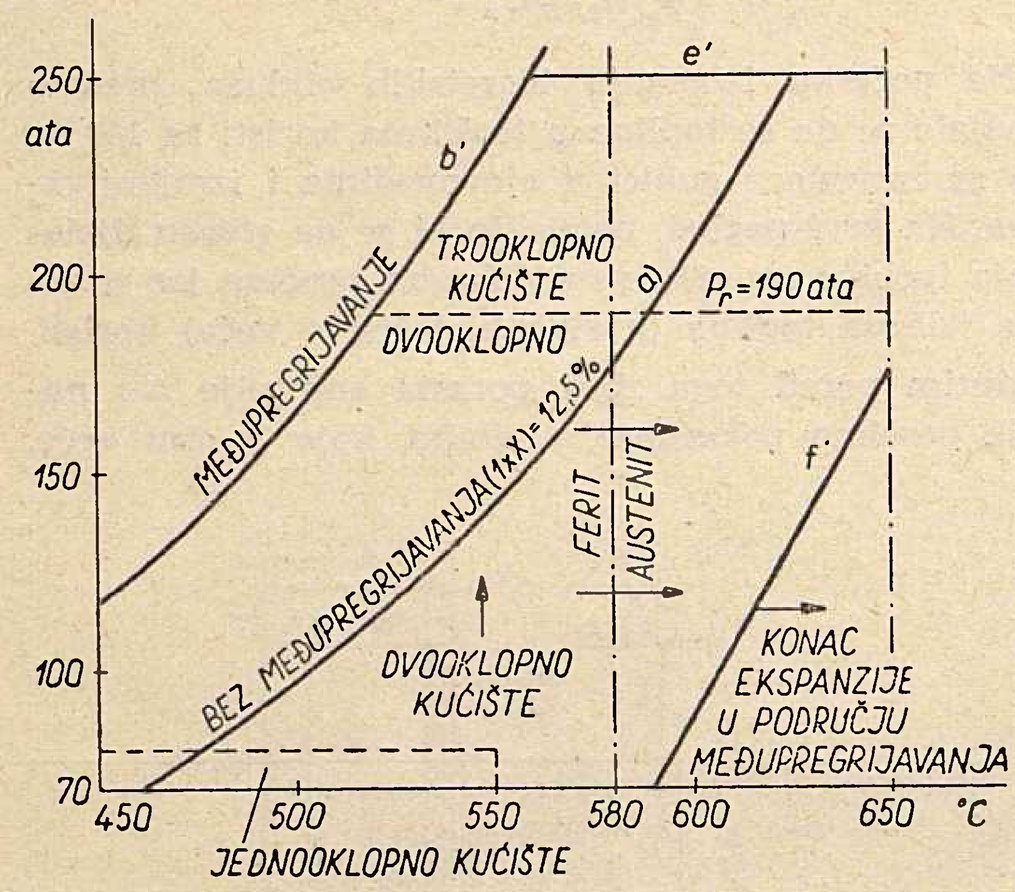
Iz ovog izvoda slijedi i termički stepen djelovanja oduzimno-kondenzacionih turbina:

$$\eta_{ter\,ok} = \frac{AL}{Q} = \frac{i_1 - (g \cdot i_2 + o_1 \cdot i_e)}{i_1 - (g \cdot i_2' + o_1 \cdot i_{eo})}$$

Kako je termički stepen djelovanja kondenzacionog pogona veći od protutlačnog zbog većeg pada topline koji se koristi, to je

$$\frac{L_{1\,ok}}{Q_{ok}} > \frac{L_{1\,p}}{Q_{1\,p}}$$

Prema tome termički stepen djelovanja mora ležati negdje između vrijednosti za protutlačnu i konden-



Slika 19

zacionu turbinu $\eta_{ter\,k} > \eta_{ter\,ok} > \eta_{ter\,p}$. Unutarnji stepen djelovanja prema slici 18

$$u_{u_{ok}} = \frac{i_1 - (g \cdot i_2 + o_1 \cdot i_e)}{i_1 - (g \cdot i_2' + o_1 \cdot i'_{eo})}$$

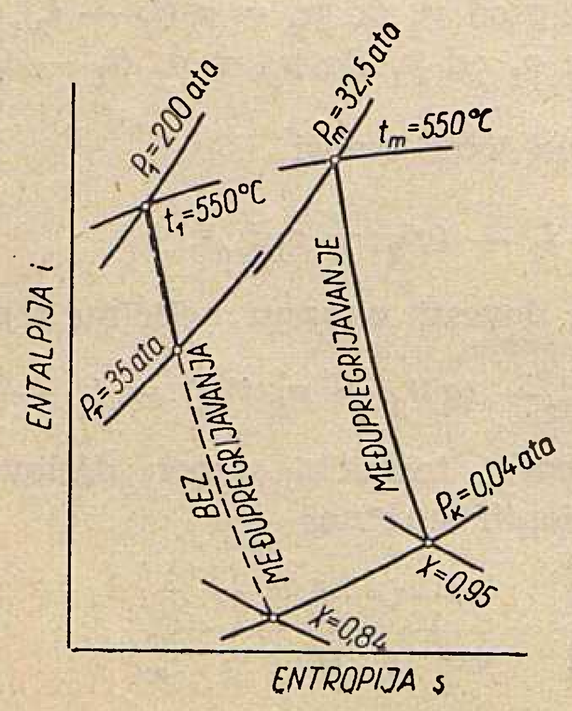
Gornji obrasci daju nam sliku o stepenu djelovanja dobivanja električne energije, međutim ne kažu nam ništa o ukupnoj ekonomiji korištenja struje i topline. U čisto kondenzacionom pogonu specifični utrošak je

$$d_{kl} = \frac{860}{H_t \cdot \eta_{kl}} \text{ kg/kWh}$$

Ako to pretvorimo u satnu količinu dobijemo

$$D_h = \frac{860 \cdot N}{(i_1 - i_{20})\,\eta_{kl}} \text{ kg/h}$$

gdje je N snaga u kW.



Slika 20

Kako međutim oduzimljemo količinu G_0 kg/h kod pritiska p_0, gubimo snagu

$$\Delta N = \frac{G_0\,(i_0 - i_{20}) \cdot \eta_{kl}}{860}$$

pa se prema tome, da bi se postigla snaga N, mora privesti ΔG pare više

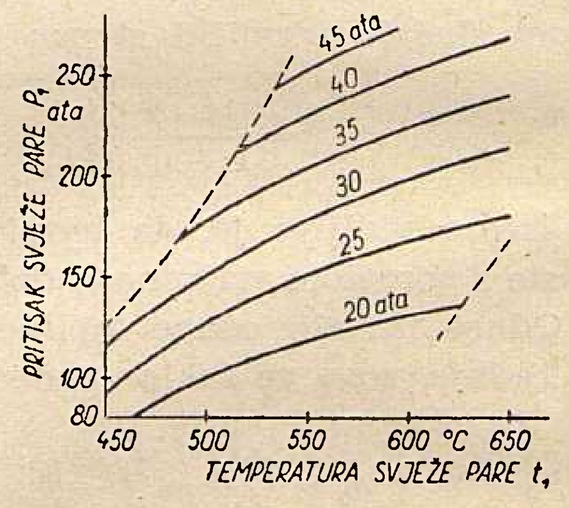
$$\Delta G = \frac{i_e - i_2}{i_1 - i_2} \cdot G_6 .$$

III KONDENZACIONE TURBINE VEĆIH SNAGA ZA MODERNE TERMOELEKTRANE

Svi prije navedeni postupci za poboljšanje stepena djelovanja, osjetno utječu i na konstrukciju same parne turbine i njenog pribora.

Tehnika izradbi modernih termoelektrana, okarakterizirana je profinjenjem i usavršavanjem mjera, koje povećavaju stepen djelovanja parnog ciklusa i ugradnjom sve većih jedinica. Ovo je vidljivo i kroz razvoj u FNRJ. Prve termoelektrane kod nas projektirane poslije rata, imale su instalirane jedinice od 12,5 MW, sa 40 atp, 450° C. Poslije 1950. prešlo se na jedinice od 32 MW sa 84 atp, 530° C s time što su danas u gradnji postrojenja od 65 MW, sa 110 atp 550° C, a već je izrađeno nekoliko projekata za jedinice 100 MW.

Obje pojave, ugradnja velikih jedinica i poboljšanje stepena djelovanja, mogu se tumačiti stalno rastućom cijenom goriva, i stalno rastućom potrebom u električnoj energiji. Oboje stoji u uskoj vezi i osjet-



Slika 21

no utječe na konstrukciju i način pogona modernih kondenzacionih turbina.

Kao što je i prije iznesenog vidljivo, osjetna poboljšanja stepena djelovanja mogu se postići povišenjem ulaznih stanja pare u turbinu, regenerativnim zagrijavanjem napojne vode i upotrebom međupregrijanja.

Dok upotreba regenerativnog grijanja posve neznatno utječe na konstruktivnu izvedbu turbine, dotle je povišenje ulaznog stanja pare i međupregrijanje imalo znatan utjecaj na razvoj novih konstrukcija. Temperature regenerativnog zagrijavanja određuju se danas prema propisima IEC standardno sa 0,7 × temperatura zasićenja svježe pare, a zagrijanje po stepenu ne prelazi 30—40°C.

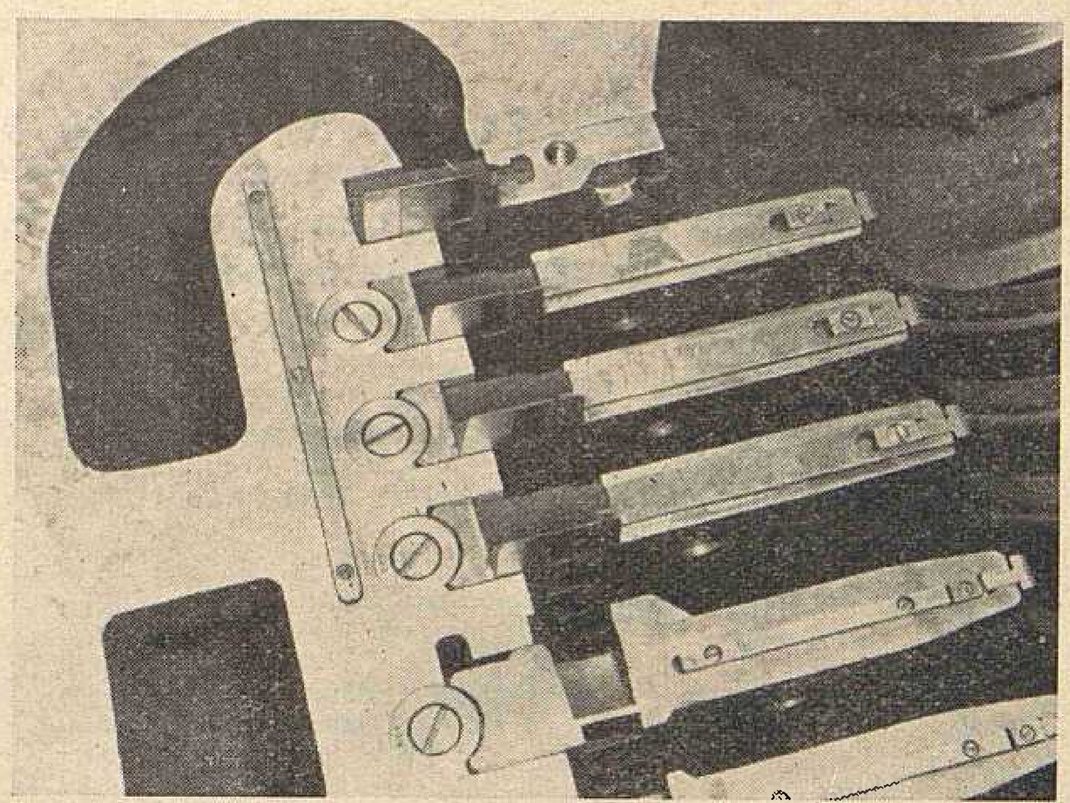
Povišenjem ulaznih stanja pare pred turbinom povećava se toplinski pad uz istu temperaturu rashladne vode ili rashladnog zraka. Time se iz jednog kg pare

dobije više mehaničkog rada, pa se bez povećanja zadnjeg stepena lopatica, povisuje jedinična snaga, a i stupanj korisnosti ciklusa. Visina pritiska pare je ograničena tehnološkim mogućnostima, kako trajnom čvrstoćom materijala, tako otpornošću protiv erozije. Ekspanzija pare visokog pritiska i temperature neminovno dovodi u vlažno područje, to dublje što je viši pritisak ulazne pare. Vlažnost veća od $x = 0{,}875$ tj. 12,5 % nije kod akcionih turbina više dozvoljena, jer nastupa erozivno djelovanje vodenih kapljica a i kapljice vode koče lopatice i obaraju stepen djelovanja turbine. (Kod reakcionih turbina granica vlažnosti je 10 %).

Na slici 19 prikazano je područje upotrebe kondenzacionih turbina bez međupregrijanja (linija *a*). Ova linija je proračunata na bazi maksimalne vlažnosti 12,5 %, i stepena djelovanja turbine 0,8. U tom dijagramu je ujedno linijom prikazana granica upotrebe feritnih materijala s obzirom na trajnu čvrstoću materijala koja se normalno može postići. Stepen djelovanja ciklusa je to veći što se ulazno stanje nalazi bliže krivulji *a*. Upotrebom međupregrijanja, krivulja *b*, mogu se pritisci svježe pare osjetno podignuti, a da se pri tome ne mora razmjerno visoko dignuti temperatura (problemi materijala) i da se pri tom ne dođe u vlažno područje (problem erozije). Ovo je vidljivo iz slike 20. Na slici 19 je pravcem prikazana granica kod koje još imamo koristi od povišenja pritiska. Prekoračenje ovog pravca ne daje za ciklus nikakvih prednosti, jer vlastita potrošnja energije (napojne pumpe i sl.) toliko poraste da ukine korist dobivenu od povišenja pritiska. Ovaj pravac važi uz pretpostavku $\eta_t = 0{,}82$ i sedamstepeno regenerativno grijanje na 0,7 × temperatura zasićenja svježe pare i optimalnog pritiska međupregrijanja (sl. 21).

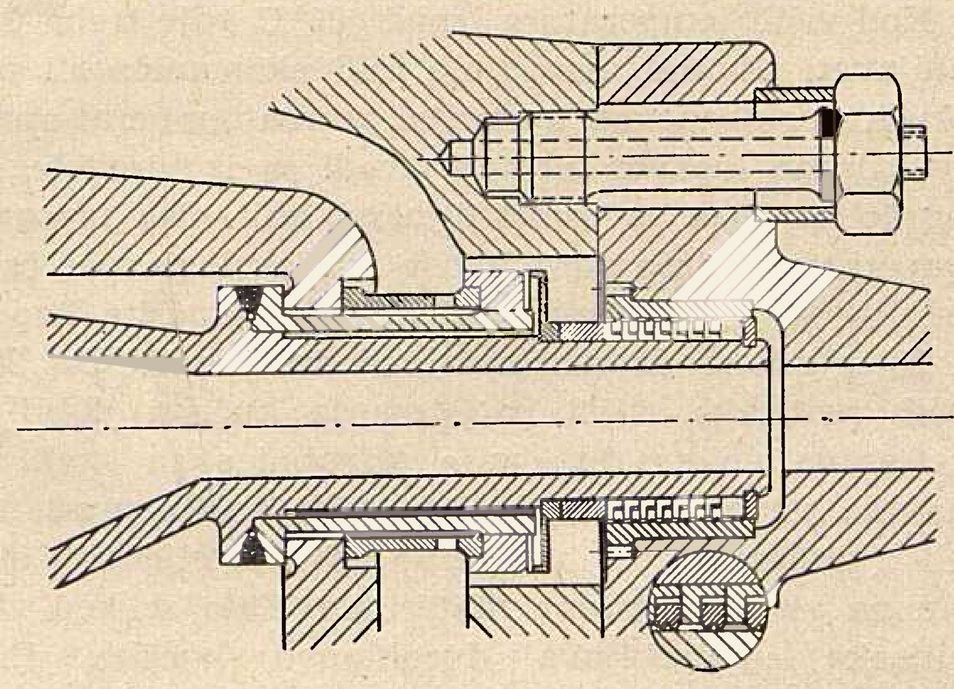
Temperatura međupregrijanja uzeta je jednaka temperaturi svježe pare, rashladna voda 20° C, a faktor viška vode 70. Pored poboljšanja ekonomičnosti upotrebom viših pritisaka, i uslijed smanjenja vlažnosti, može se kod dobro odabranog pritiska međupregrijanja dobiti dodatno povećanje korisnosti za 1 do 2 %. Na dijagramu u slici 19 dan je ujedno i pravac *f*, koji daje za pojedine slučajeve optimalna stanja međupregrijanja.

U posljednje vrijeme svi glavni proizvođači turbina u svijetu, teže izvjesnoj zajedničkoj tipizaciji, jer se na taj način smanjuju broj tipova turbina, troškovi izrade i skladišta rezervnih fabrikacionih dijelova i olakšava se rad između proizvođača i projektanata (tipski projekti). I domaći proizvođači opreme za elektrane: *TPK, Đuro Đaković, Termoelektro, Jugoturbina* i *Rade Končar*, prišli su tipizaciji kako kondenzacionih, tako i protutlačnih i specijalnih tipova energetskih postrojenja. U narednoj tablici dan je samo izvadak iz tipizacije kondenzacionih turbina i to većih snaga koje dolaze u obzir za termoelektrane elektroprivrednog sistema.



Sl. 22. Učvršćivanje visokotlačnih dijafragmi

Ovi tipovi su tako podešeni, da se iz njih vrlo lako prave modifikacije za druge snage a i za protutlačne



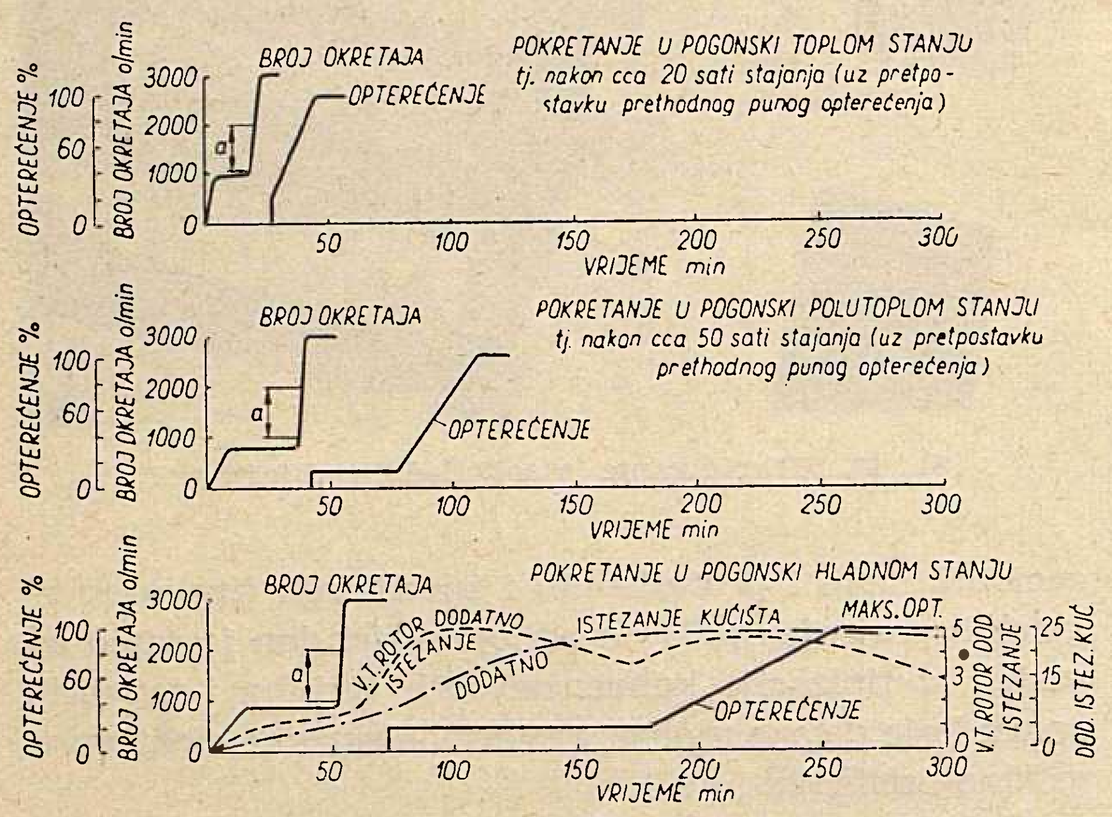
Slika 23

i oduzimne turbine. Osnovna konstruktivna karakteristika visokotlačnog i srednjetlačnog dijela turbine bitno je ovisna o stanjima pare u turbini dok je niskotlačni dio uvjetovan maksimalnim volumenom pare koja protječe kroz zadnji stepen turbine. Na osnovu najvećih tipova iz proizvodnog plana *Jugoturbine*, prikazat ćemo na koncu ovog članka neke karakteristike visokotlačnih turbina velikih snaga.

Tip turbine	Tip generatora	Maksimalna snaga kW	Broj kućišta	Broj okretaja °/min	Maksimalno stanje svježe pare		Broj neregulirani odu-zimanja	Temperatura rashl. vode °C
					atp	°C		
TK 10 – 40	TG– 10 – 6	10.000	1	3.000	42	450	2	20
TK 12,5– 40	TG– 12,5– 6	12.500	1	3.000	42	450	3	20
TK 15 – 64	TG– 15 – 6	15.000	1	3.000	64	500	3	20
TK 25 – 64	TG– 25 –10	25.000	2	3.000	64	500	4	20
TK 32 –125	TG– 32 –10	32.000	2	3.000	132	550	4	20
TK 65 –125	TG– 65 –10	65.000	2	3.000	132	550	5	20
TK 100 –160	TG–100 –10	100.000	3	3.000	168	550	5	20

Visokotlačni dio turbine

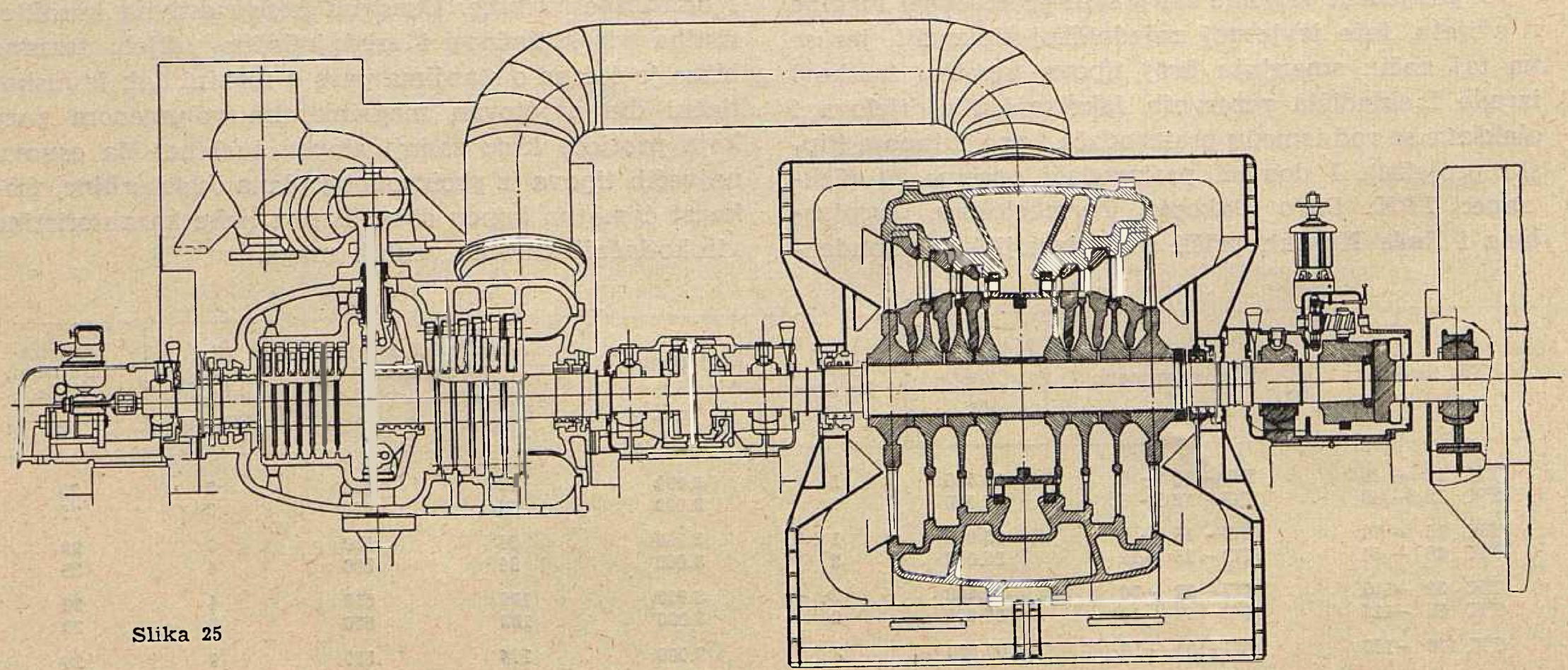
Kod turbine nižeg pritiska (slika 22) dijafragme se ugrađuju direktno u kućište, pa je prema tome kućište direktno izvrgnuto djelovanju pritiska i temperature. Ovakove se izvedbe upotrebljavaju uglavnom kod temperature do 500° C.



Slika 24
a – kritični broj okretaja

Kod viših temperatura iznad 500° C gdje treba upotrebljavati skuplje materijale radi ekonomičnosti preporuča se stepenovati materijal prema temperaturama; npr. ulazno kućište turbine izvodi se iz visokolegiranog čelika, dok se ostali dijelovi koji nisu izvrgnuti temperaturi svježe pare izvode iz niskolegiranog čeličnog lijeva. Jednodijelno visokotlačno kućište kao na sl. 23 izvodi se do maksimalnog pritiska 80 ata. Kod većih pritisaka, vijci za stezanje kućišta dobili bi pretjerano velike dimenzije prirubnice za spoj, a i stijenke samog kućišta bi isto tako dobile pretjerano velike dimenzije. To bi osjetno povisilo cijenu, s obzirom na visoko legirane materijale. Zato se kod viših pritisaka upotrebljava dvooklopno kućište. Princip ovog kućišta sastoji se u tome, da se dijafragme smještavaju u posebno kućište, koje je pomoću elastične veze spojeno s ulaznim kućištem turbine. Ovo kućište kruto je vezano s vanjskim kućištem na strani ulaza pare, a može se slobodno istezati u smjeru strujanja pare po posebnim vođicama vanjskog kućišta. Time se i pored visokih pritisaka i temperatura pare postižu normalne dimenzije vanjskog kućišta. I vijci isto tako poprimaju manje dimenzije, a materijal se može po kvaliteti stepenovati. Osim toga, kod takovih konstrukcija, turbina je mnogo manje osjetljiva na promjene u temperaturi koje nastaju kod promjene opterećenja. Između unutarnjeg i vanjskog kućišta vlada izlazni pritisak iz VT-turbine, tako da vanjsko kućište brtvi samo između atmosferskog i izlaznog pritiska VT, dok unutarnje kućište brtvi razliku pritisaka između svježe pare i izlaznog pritiska iz VT-turbine. To omogućava upotrebu za pritiske 2 puta više nego kod jednooklopne turbine, te dakle podnosi pritisak u regulacionom stepenu do 160 atp. Kod viših pritisaka kućište se izvodi i višeoklopno. Austenitni kao i visokolegirani čelici koji su skupi, time se svode na relativno malen broj odljevaka a i ti su relativno malenih dimenzija Pogonski su dvooklopne turbine isto tako znatno elastičnije što je vidljivo na dijagramu slika 24, koji pokazuje vrijeme puštanja u pogon. Unutarnje kućište se zagrijava parom, iznutra i izvana, pa se kod iznenadne promjene temperature (uslijed nagle promjene opterećenja) tome odgovarajuće mijenja istezanje rotora i unutarnjeg kućišta i to u istom smjeru. Gornji i donji dio kućišta se mora konstruirati što je više moguće simetrično, tako da ne nastaju nikakva iskrivljenja kućišta. Vrlo često se velike turbine u višeoklopnoj izvedbi (sl. 25) izvode s ulazom pare u sredini visokotlačne turbine, pa para prvo struji prema vanjskom ležaju, a onda prestrujava u stražnji dio visokotlačne turbine kroz međuoklopni prostor. Na taj način je zona najviših temperatura udaljena od ležaja, pa nema opasnosti od pretjeranog zagrijavanja. Osim toga, prestrujna para hladi unutarnje kućište i istovremeno zagrijava vanjsko kućište.

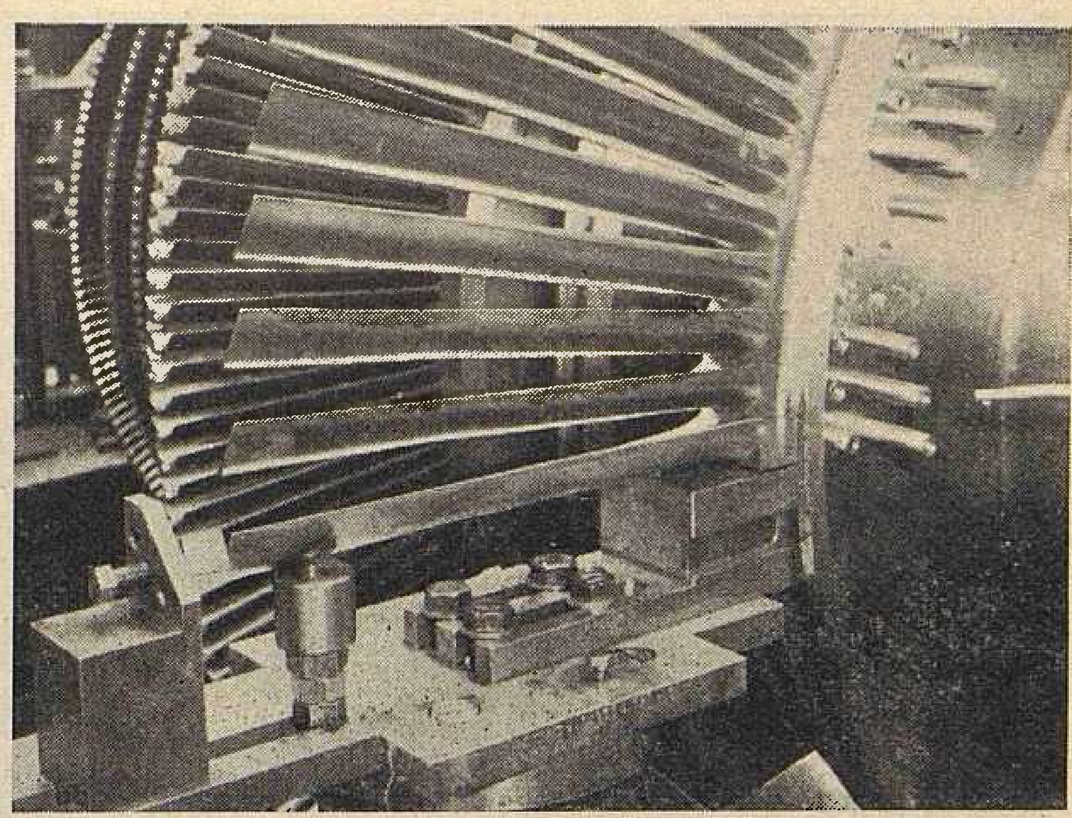
Trooklopne se izvedbe upotrebljavaju gdje bi za unutarnje kućište trebali prejaki vijci i kućišta, jer onda raste i dimenzija vanjskog kućišta. U tom slu-



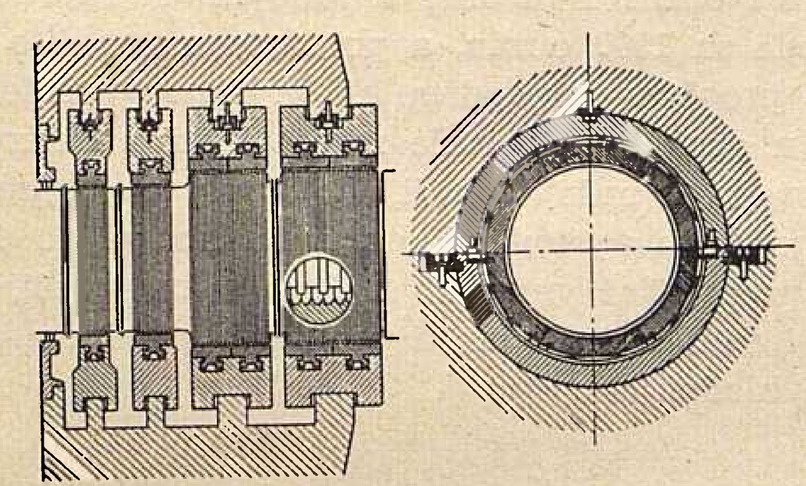
Slika 25

čaju unutarnje kućište nije djeljivo već izvedeno kao jedan dio. Već prije spomenuti cijevni spoj (sl. 23) omogućava, da kroz vanjsko kućište dovedemo paru u unutrašnje kućište. Brtvljenje se vrši pomoću austenitnih nazubljenih prstenova. Zbog mnogo većeg koeficijenta istezanja austenitnih čelika, vršci prstenova u toplom stanju pritištu na unutarnju stranu vanjske cijevi. Predviđene radijalne zračnosti između prstenova i unutarnje cijevi kao i mogućnost uzdužnog pomicanja prstenova u odnosu na vanjsku cijev, uspješno rješavaju problem nejednolikog istezanja raznih materijala, a da ne proizvedu dodatna mehanička naprezanja. Ovaj način dovoda pare pokazao se kao siguran u pogledu propusnosti i toplinskih istezanja.

Da bi se povisila pogonska sigurnost i smanjili gubici propusnosti, to se kod visokotlačnih turbina i turbina s međupregrijavanjem koje su izvrgnute visokim temperaturama izvode elastične labirintne brtve prema slici 26. Kod klasičnog načina izvođenja labirintnih brtvenica, zračnosti su morale biti znatne, a kako su razlike pritisaka bile velike, tako su i gubici propusnosti bili veliki. Ako se uzela manja zračnost, postojala je opasnost da se brtveni šiljci zaribaju i uslijed velike količine topline koja se razvija u slučaju zaribavanja iskrivi osovina. Iako elastična labirintna brtvenica ima manje zračnosti, zato i manje gubitke propusnosti, ona je pogonski potpuno sigurna. U slučaju dodira osovine i brtvenog šiljka, brtvenica se poda i spriječi zaribavanje. Pojedini brtveni prstenovi sastoje se iz više segmenata, koji leže u utoru oblika T. Utori imaju izvjesnu radijalnu zračnost, tako da segmenti mogu popustiti u slučaju dodira s osovinom. Lisnate opruge pak omogućavaju da se segmenti drže u normalnom položaju i da ih po potrebi povrate u normalni položaj.



Sl. 27. Montaža niskotlačnih lopatica sa zakivkom



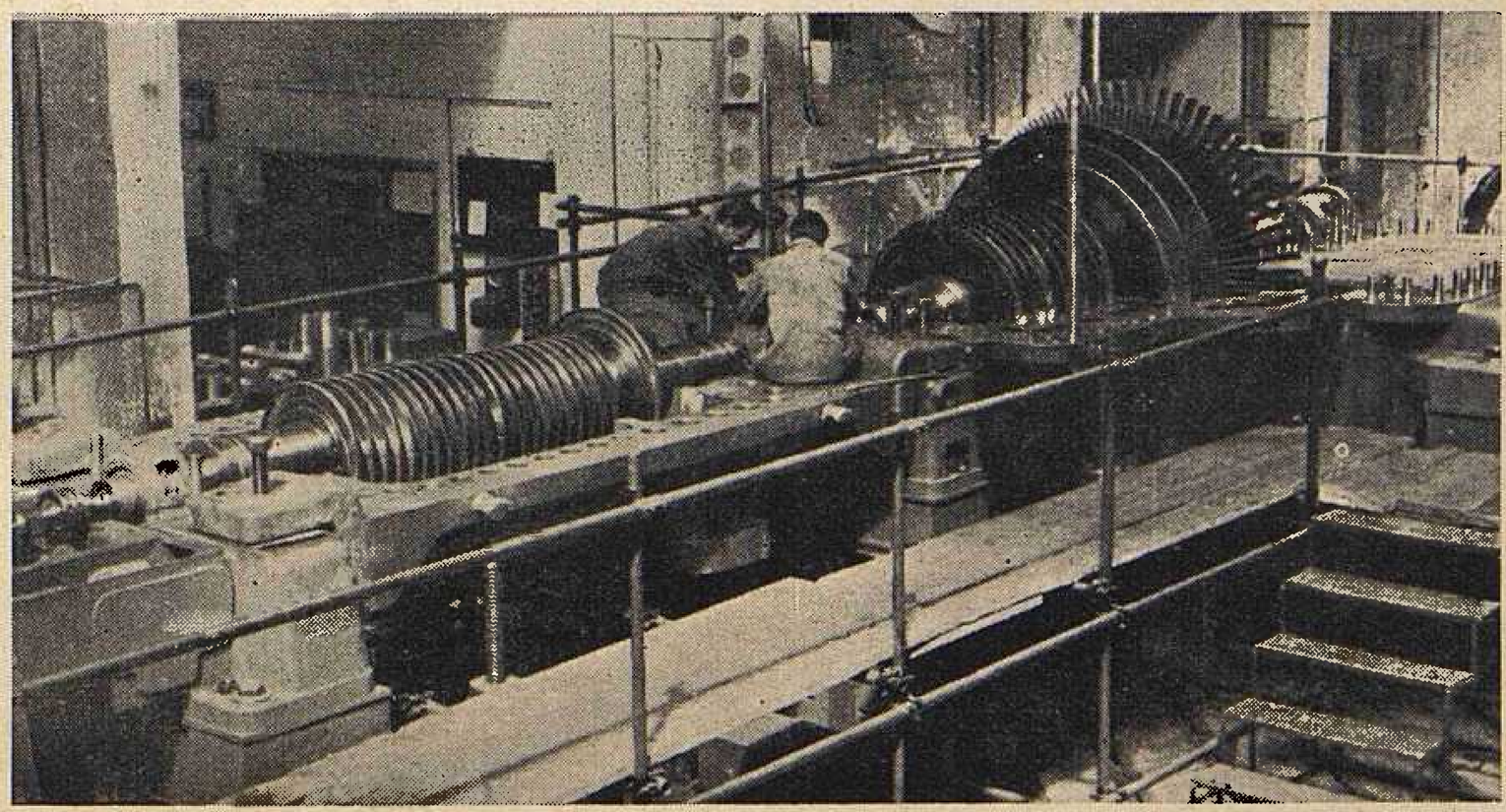
Slika 26

Srednjetlačni dio turbine

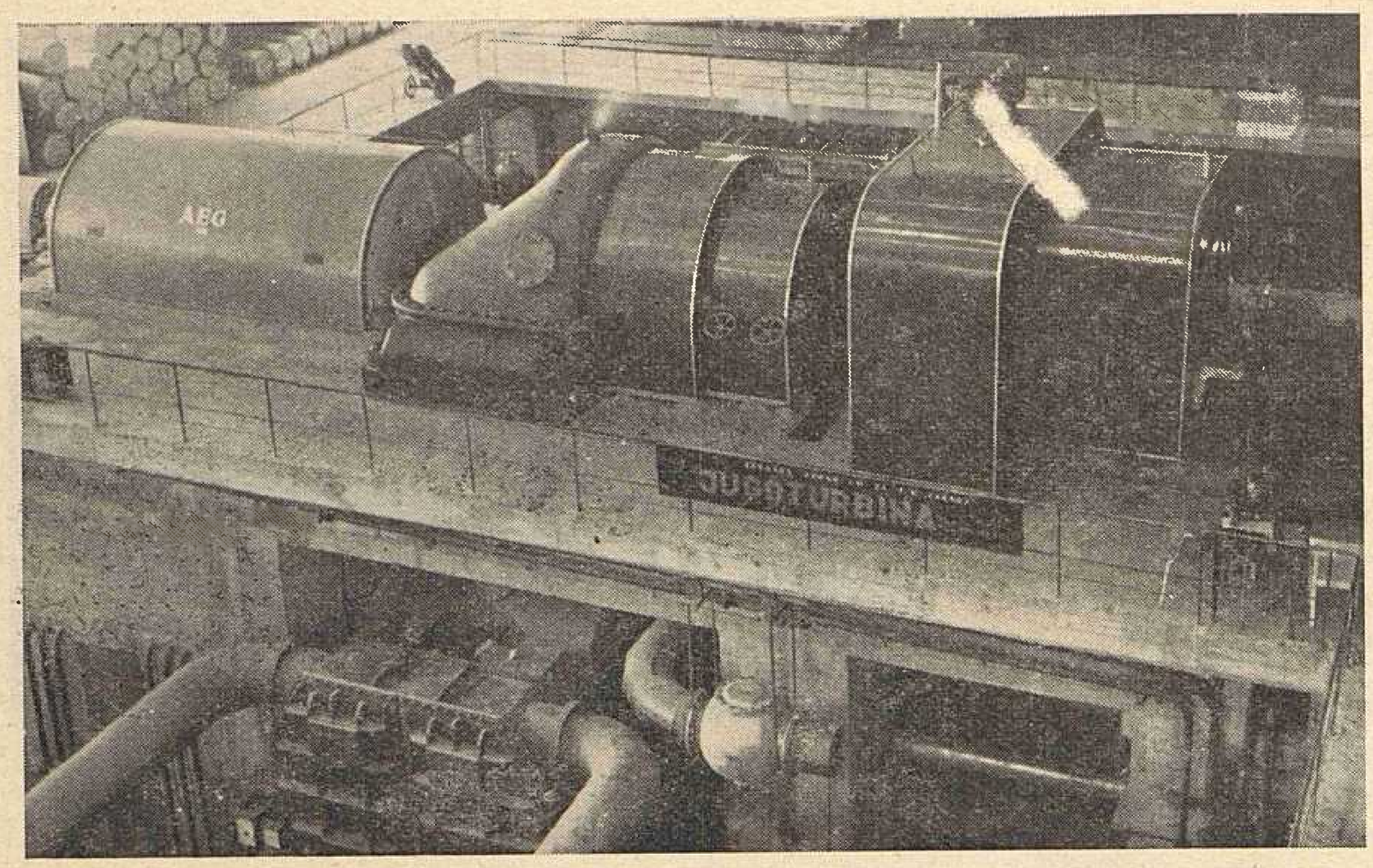
Kod turbina s međupregrijanjem važe iste pretpostavke kao gore, dok se kod turbina bez međupregrijanja srednjetlačne turbine izvode uvijek jednooklopno. Srednjetlačne turbine kod upotrebe međupregrijanja ne proizvode se dvooklopno zbog pritiska, već zbog visokih temperatura međupregrijanja, jer se na taj način omogućava stepenovanje materijala i time znatne uštede.

Niskotlačni dio turbine

Kao što je u početku ovog poglavlja spomenuto za dimenzioniranje i izvedbu niskotlačnog dijela turbine, odlučujući je faktor volumen pare koji protječe. Za kondenzacione turbine uzevši u obzir naprezanja u



Sl. 28. Turbina 32 MW u tvorničkoj montaži (IV agregat za TE Kakanj)



Sl. 29. Turbina 32 MW u TE Kakanj

zadnjem stepenu lopatica i za temperaturu vode od 27° C, dobivamo slijedeće izvedbe niskotlačnih turbina:

do cca 65 MW — jednotočni niski tlak,
do cca 150 MW — dvotočni niski tlak,
do cca 250 MW — trotočni ili četverotočni niski tlak.

I jednotočni i višetočni niskotlačni dijelovi turbine sve se više izvode varenjem, jer se pored uštede u dužini i težini, postiže veća pogonska sigurnost i bolja svojstva kod termičkih naprezanja. Danas se u Evropi prosječno snaga velikih turbina s međupregrijavanjem kreće između 100 i 150 MW, iako se prema posljednjim podacima o gradnji novih velikih centrala može očekivati pomak ove granice na 250 MW. Kod snage preko 250 MW evropski proizvođači ostaju i dalje na jednoosovinskoj izvedbi, dok Amerika prelazi na dvoosovinske turbine s brzohodnim turbinama visokog i srednjeg tlaka 3600 o/min i sa sporohodnom niskotlačnom turbinom 1800 o/min. Dvoosovinska izvedba ima ipak prednosti, usprkos tome što treba dva generatora i više prostora, i to baš zahvaljujući sporohodnom niskotlačnom dijelu zbog boljih omjera u/c_1 i manjih unutrašnjih gubitaka kao i zbog manjih naprezanja u materijalu. No i pored toga dvoosovinska izvedba za snage preko 250 MW predstavlja za Evropu poteškoću zbog toga što se generatori takovih snaga kakovu proizvode NT-turbine u takovim slučajevima ne proizvode sa 1500 o/min, a pored toga naročito bi složen bio problem transporta NT-dijela i gneratora.

Uzevši u obzir jakost naše mreže i daljnji razvoj elektroprivrede u našoj zemlji, *Jugoturbina* je proširila proizvodni program i licencu na snagu do 125 MW, a i proizvođač generatora *Rade Končar* slijedi taj korak i radi na osvajanju proizvodnje generatora vodikovim hlađenjem.

Literatura

Bošnjaković F.: *Nauka o toplini, dio I.* Stručna sekcija studenata Tehničkog fakulteta, Zagreb 1947.
Musil: *Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken.* Springer, Berlin.
BBC – Mitteilungen (razna godišta).
AEG – Mitteilungen (razna godišta).

Naslov pisca: Ing. Velimir Damaška, načelnik projektnog odjeljenja *Jugoturbine*, Karlovac

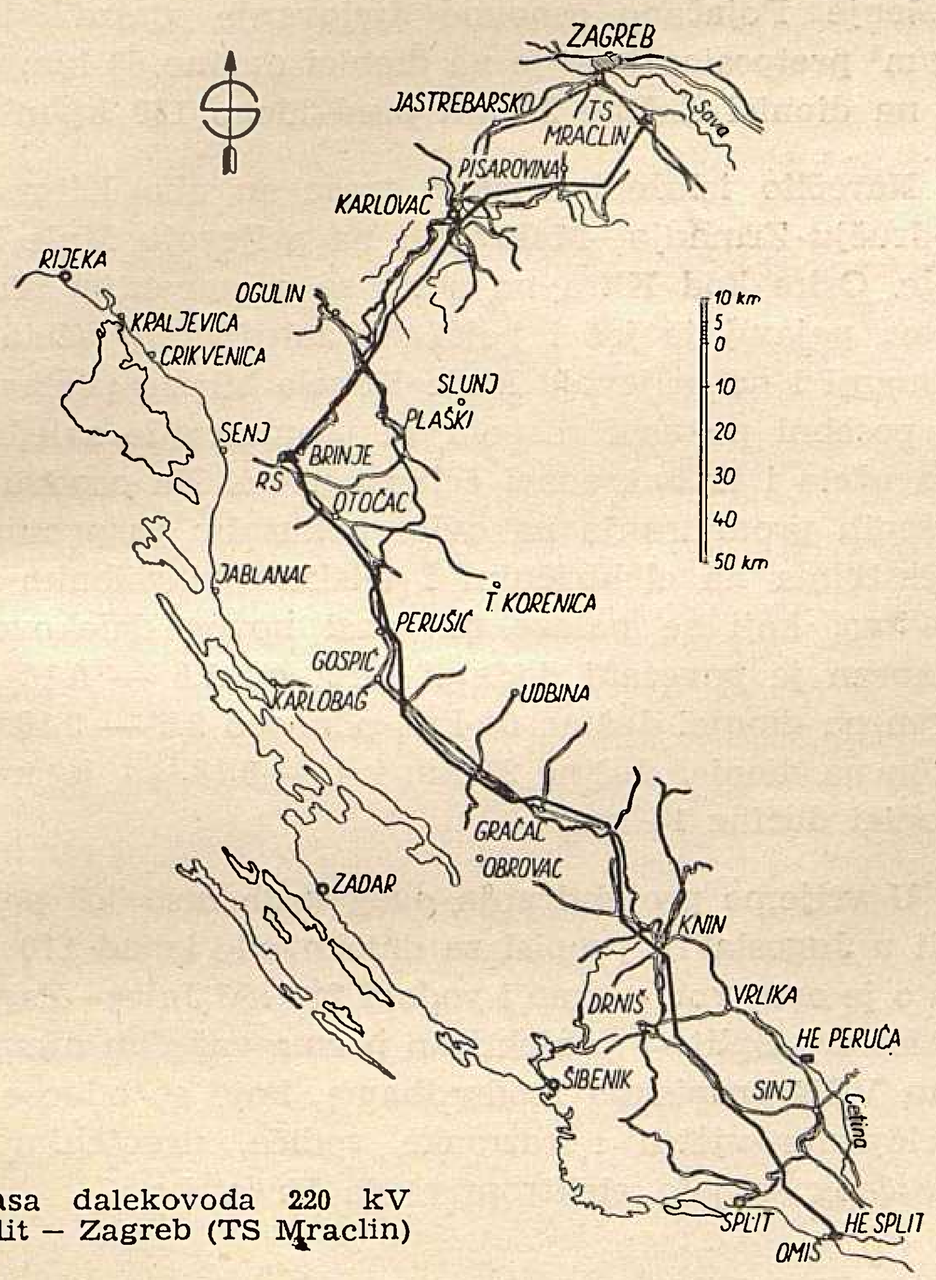
TEHNIČKI PODACI O DALEKOVODU 220 kV SPLIT — ZAGREB

Karlo Fišer, Zagreb

Prikazan je dalekovod 220 kV Split – Zagreb, koji se nalazi u izgradnji. Predviđeno je, da bude pušten u pogon početkom 1962. godine. Opisana je podjela na dionice s različitim alučeličnim vodičima, obzirom na meteorološke pretpostavke. Dani su podaci o stupovima i opremi, te količinama glavnog materijala po dionicama i po 1 km, a zatim o potrebnim financijskim sredstvima. Dotaknuta je mehanizacija i stanje radova na izgradnji, te navedeni izvođači i dobavljači opreme.

DK 621.315.1.002

U broju 5—6 *Energije* iz godine 1960. u članku *Početak izgradnje prijenosnih postrojenja 220 kV* ukratko je prikazan i dalekovod 220 kV Split—Zagreb. Kako su u međuvremenu stupili na snagu novi propisi za projektiranje i gradnju nadzemnih vodova jake struje, koji postavljaju veće zahtjeve na uzemljenje naročito s obzirom na sigurnost ljudi, došlo je za vrijeme gradnje do izmjena i dopuna projekta, što će uz detaljni prikaz ovog dalekovoda biti opisano u ovom članku. Isto tako će ukratko biti dotaknuta mehanizacija, za koju je nabavka u toku, kao i odluka o uvozu staklenih izolatora mjesto projektom predviđenih porculanskih izolatora.



Trasa dalekovoda 220 kV Split – Zagreb (TS Mraclin)

Ukupna dužina dalekovoda iznosi 354 km, a sastoji se od dionice Split—Brinje, dužine 236 km i dionice Brinje—Zagreb, dužine 118 km. U Brinju je predviđeno rasklopište 220 kV, na koje će se priključiti vodovima 220 kV hidroelektrana Senj i istarsko područje, odnosno područje grada Trsta. S obzirom na investitore podijeljena je prva dionica na južni dio Split—Zrmanja dužine 114 km, za koji je investitor *Elektroprenos*, Split i sjeverni dio Zrmanja—Brinje dužine 240 km, za koji je investitor *Elektroprenos*, Zagreb.

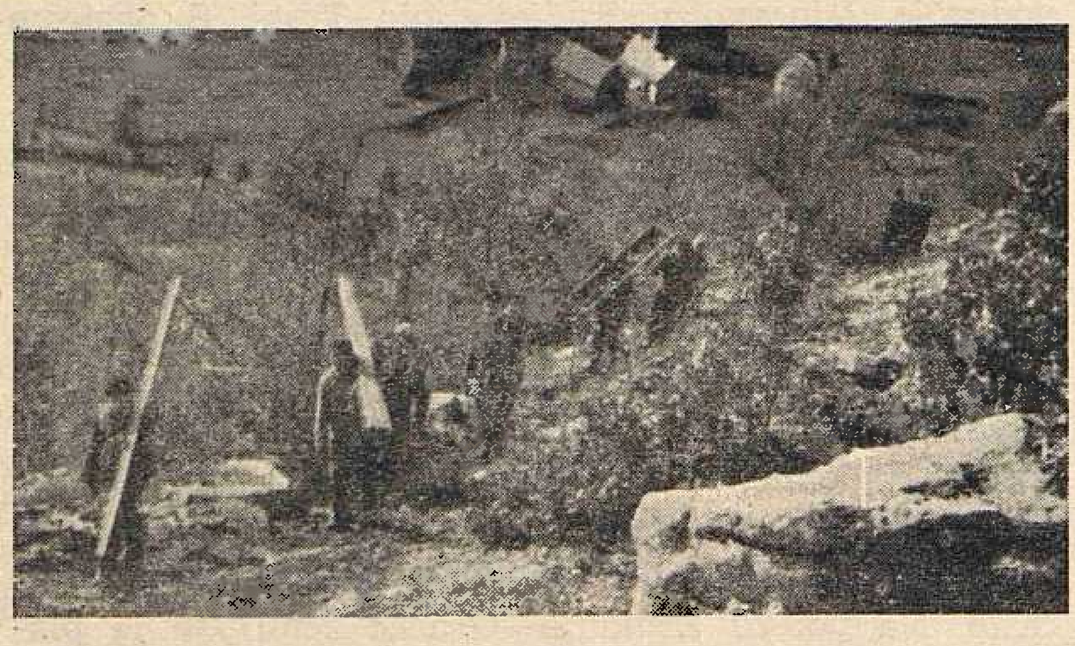
Trasa voda prolazi pretežno krševitim planinskim zemljištem, mjestimično teško pristupačnim, a manjim dijelom valovitim odnosno ravničastim zemljištem, koje je djelomično i podvodno (slika). Na potezu Omiš (HE Split) — Klis zemljište je planinsko i krševito, a na dionici Klis—Knin—Zrmanja djelomično i ravničasto. Na potezu Zrmanja—Gračac zemljište je planinsko sa znatnijim visinskim razlikama, dok je potez Gračac—Lički Osik—Perušić uglavnom ravničast, ali kamenit. Potez Perušić—Ličko Lešće—Otočac je krševit s visinskim razlikama. Vod zatim prelazi u Gacko polje i ulazi u rasklopište Brinje. Ovdje će se učvoriti posebnim dalekovodom 220 kV hidroelektrana Senj. Nakon toga trasa prelazi prijevoj Male Kapele i nastavlja se ravničastim zemljištem do Tounja, a zatim

Područje kojim prolazi dalekovod 220 kV Split–Zagreb

Dionica	Dužina	Broj stupova	Prosječni raspon	Broj stupova				Alučelični vodiči		
				nosnih	zateznih	ukupno				
	km	kom	m	kom	kom	kom	kom/km	mm²	t	t/km
Split–Zrmanja	114	313	365	262 + 5	46	308 + 5	2,37	3×360/57 3×350/79	471 68	4,65 5,12
Zrmanja–Brinje	122	335	365	291	44	335	2,75	3×360/57 3×350/79	519 52	4,65 5,12
Brinje–Zagreb	118	308	384	271	37	308	2,61	3×2×240/40 ili 3×2×240/60	689 44	6,15 7,08
Ukupno Split–Zagreb	354	956	370	824 + 5*	127	951 + 5*	2,69		1843	5,2

* pet postojećih stupova pokusnog voda, na dužini trase od oko 1 km

valovitim zemljištem do rijeke Kupe. U nastavku zemljište je pretežno ravničasto i uglavnom podvodno do Jamnice. Ostali dio trase do Mraclina prolazi valovitim zemljištem.



Transport dijelova za stup 220 kV u teško pristupačnom krševitom zemljištu

Za izgradnju i uzdržavanje u pogonu može se koristiti cesta i željeznička pruga Split—Zagreb, jer uz njih prolazi trasa većim svojim dijelom. Za određivanje vjetra za dimenzioniranje stupova ovog dalekovoda korišteni su anemografi u Zagrebu, Škrljevu, Senju, Splitu i Zadvarju, a posebno su za ovu svrhu bili postavljeni anemografi u Sinju i Zrmanji. Na željezničkoj stanici u Zrmanji nalazi se već dugo godina anemograf, pa su njegovi podaci također korišteni. Montiran je međutim novi anemograf na zgradu posebne pokusne stanice, koja se također nalazi u blizini željezničke stanice na mjestu naročito izloženom vjetru. Na tom je mjestu godine 1958. postavljeno i pet nosnih čeličnih rešetkastih stupova za napon od 220 kV sa 2 trojke, na kojima su montirana alučelična užeta presjeka 340/110 i 240/79 mm², kao pokusni vod. Osim toga su na tom pokusnom vodu montirani razni tipovi prigušivača vibracija i to: prutasti (armor rods), »Stock-bridge« i bratele (komadi užeta u obliku petlje koji se stavljaju kod nosne stezaljke, kako je to uvedeno u Francuskoj). Dosada su prutasti prigušivači pokazali najbolje rezultate, te su zato predviđeni na cijelom dalekovodu, iako predstavljaju najskuplje rješenje. Pojačano osnovno djelovanje vjetra od 90 kg/m² pretpostavljeno je na dionici dužine 63 km, dok je na dionici dužine 24 km predviđeno 130 kg/m².

Naročito izloženi dijelovi trase su oko Klisa, na području Zrmanja—Malovan i na prijevoju Male Kapele. Osim kod Klisa na obim se spomenutim dionicama pojavljuje još i pojačano zaleđivanje užeta. U Zrmanji i na prijevoju Male Kapele bili su postavljeni posebni pokusni rasponi za promatranje zaleđivanja užeta i to bakrena i čelična užeta. Na osnovu izvršenih promatranja na ovim pokusnim rasponima i iskustvima na električnim i telekomunikacionim vodovima, koji se nalaze na trasi novog dalekovoda, odabran je povećani dodatni teret od 1,6 — 0,18 $\sqrt{d}$ kg/m na dionici dužine 54 km, odnosno 2,5 — 0,18 $\sqrt{d}$ kg/m na dionici dužine 27 km i 4 — 0,18 $\sqrt{d}$ kg/m na dionici dužine 14 km.

U vrijeme projektiranja ovog voda nisu još postojali u Jugoslaviji propisi za dalekovode iznad 110 kV. Zato je ovaj vod — kao i vodovi 220 kV Jajce—Zagreb i Mostar—Split — projektiran prema važećim njemačkim VDE propisima i odredbama, koje se odnose na djelovanje vjetra i razmake vodiča, usvojenim od Stručnog savjeta elektroprivrede Hrvatske.

Betoniranje temelja za stup 220 kV na teško pristupačnom zemljištu

dalekovod 220 kV Split — Zagreb

Zaštitna čelična mreža		Stupovi, profilni čelik		Temelji				Izolatori		Ovjesni materijal	
				betona		betonskog željeza					
t	t/km	t	t/km	m³	m³/km	t	kg/km	kom	kom/km	t	kg/km
90	0,79	1470	12,9	3645	32	18	158	20169	177	30	262
96	0,79	1525	12,5	3480	28,6	20	164	21318	174	30	246
93,5	0,79	1567	13,3	4830	41	32	272	21669	184	66	560
279,5	0,79	4562	12,9	11955	33,85	70	198	63156	178	126	356

Stupovi su pocinčane klasične čelične rešetkaste konstrukcije od profilnog čelika, oblika jele, s razmještanjem vodiča u trokutu (slika). Zaštitno uže nalazi se na vrhu. Najveća visina stupa iznad zemlje iznosi do 45 m. Na vodu ima ukupno 956 stupova, s ukupnom težinom od 4562 t. Svaka noga stupa ima svoj temelj od armiranog betona. U poplavnom području rijeke Kupe, između Rečice i Selskog brda, predviđeni su izdignuti temelji i do 1,60 m iznad zemlje. Pet nosnih stupova pokusnog voda na Zrmanji iskoristit će se za novi dalekovod, ali će biti demontirana alučelična užeta pokusnog voda, a mjesto njih stavit će se odgovarajući alučelični vodiči.

Maksimalno radno naprezanje vodiča presjeka 360/57 mm² odabrano je sa 9 kg/mm², dok je za 350/79 mm² odabrano 8,75 kg/mm², za 240/40 mm² odabrano je 9,5 kg/mm², a za 240/60 mm² — 8 kg/mm². Ovo je učinjeno zbog smanjenja opasnosti od vibracije. Ovo naprezanje zadovoljava uvjete za prijelaz vodova elektroveza, pa na mjestima prijelaza vodova elektroveza nisu potrebni zatezni stupovi. Zatezanje zaštitnog užeta odabrano je tako, da i u rasponu ostane propisani kut zaštite.

U prednjoj tablici označene su količine materijala prema glavnom projektu.

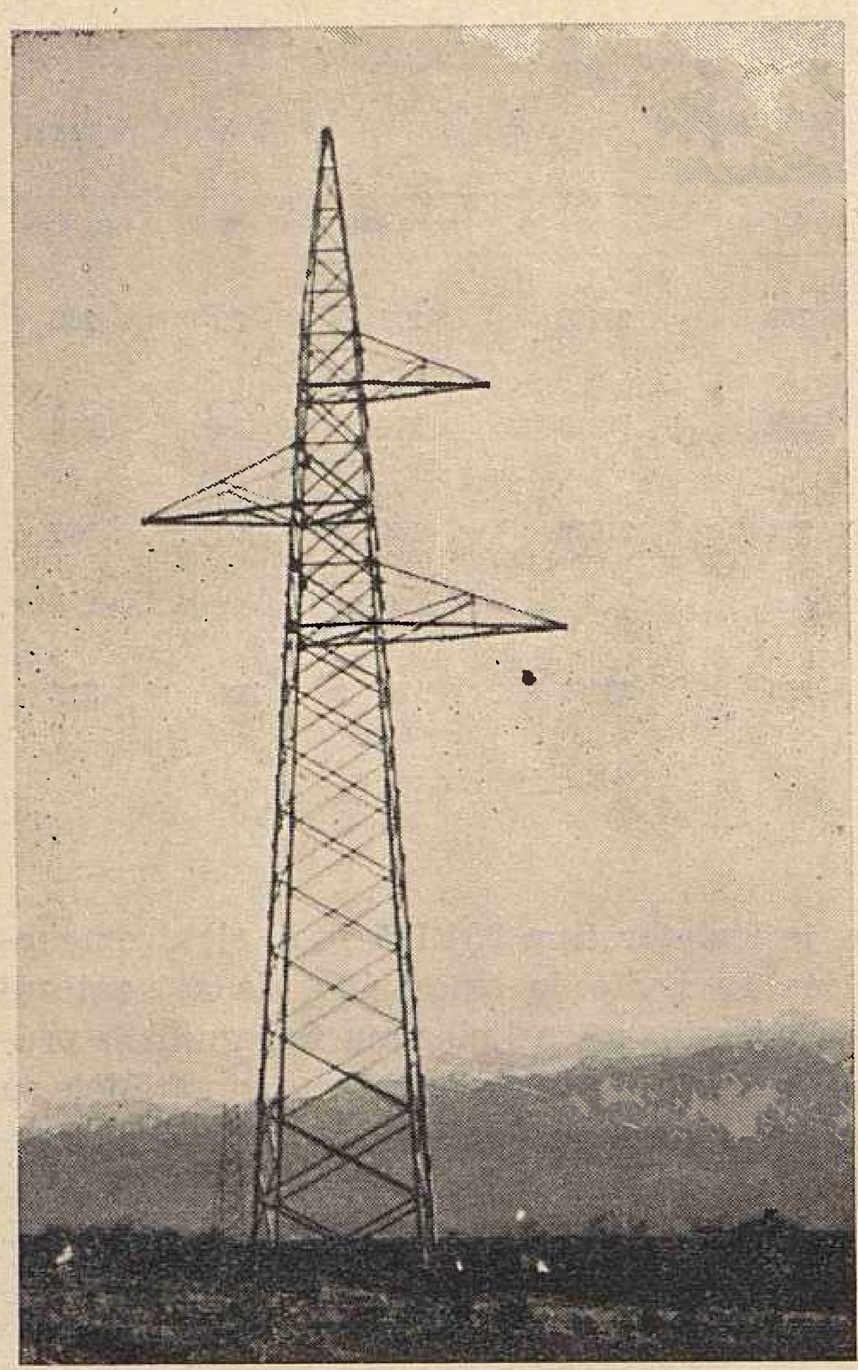
Uzemljenje će se izvesti od pocinčane čelične trake presjeka 30 × 3,5 mm, koja će se položiti u obliku prstena oko temelja stupa, odnosno kao zrakasti uzemljivači ili kao kombinacija prstena i zrakastog uzemljivača, što ovisi o vodljivosti tla i položaju stupa na trasi. U novim propisima predviđeno je, da uzemljenje treba tako izvesti, da zadovoljavaju uvjet za sigurnost ljudi na svim poljoprivrednim površinama.

Budući da nije bilo moguće osigurati u zemlji odgovarajuće porculanske izolatore, kako su bili predviđeni u projektu, dobivena je naknadno saglasnost nadležnih organa za uvoz izolatora. Zbog kvalitete i cijene izbor je pao na staklene kapaste izolatore, koji uz ostale prednosti, kao što su neprobojnost, istovremeno odlična mehanička, električna i toplinska svojstva, olakšava i nadzor dalekovoda u pogonu, jer se kod oštećenog izolatora raspadne stakleno tijelo, bez obzira na razlog oštećenja, te se ovo može lako ustanoviti pregledom sa zemlje.

Odabran je izolator tipa 254/145 mm, elektromehaničke čvrstoće 10 t, što je omogućilo, da svi zatezni izolatorski lanci osim na prijelazima željezničkih pruga — budu dvostruki čak i za vodiče u snopu, dok su na svim dosada izgrađenim vodovima 220 kV u Jugoslaviji zatezni lanci bili trostruki. Broj članaka u normalnom nosnom i zateznom lancu iznosi 13 komada, dok je u električki pojačanom lancu 15 komada.

Početak montaže stupa 220 kV

Ovjesni materijal je uglavnom isti kao i na vodu 220 kV Mostar—Split. Nosne stezaljke su lake izvedbe i antimagnetične. Zatezne stezaljke i spojni materijal je kompresioni. Zaštita od vibracija izvodi se prutastim prigušivačima (armor rods) i tipa »Stockbridge«. Zaštitna armatura ima gore rogove, a dolje prsten. Vodiči u snopu smješteni su na međusobnoj horizontalnoj udaljenosti od 380 mm, a razmak se održava distantnim prstenima. Ukupna težina ovjesnog materijala iznosi oko 126 tona.



Nosni čelični rešetkasti stup 220 kV

Preplitanje dionice Split—Brinje izvršeno je na 2 zatezna stupa. Na isti način prepletena je i dionica Brinje—Zagreb.

U rješenju odobrenja investicionog programa predviđeno je ukupno 4,17 milijarda dinara, od toga 1,874 milijarda za građevinske radove, a 1,704 milijarda za montažne radove i 381 milijun dinara za ostalo. Za uvozni materijal predviđeno je 211 milijuna dinara.

Montaža užeta izvršit će se suvremenom mehanizacijom, koja se sastoji od motornog vitla i kočnice, te omogućuje razvlačenje osjetljivih alučeličnih užeta bez oštećenja, što je ovdje naročito važno zbog kamenitog zemljišta.

Poduzeće *Dalekovod* sada raspolaže s dva takva kompletna uređaja njemačke proizvodnje. U najskorije vrijeme nabavit će još daljnja dva kompletna najmodernija uređaja talijanske proizvodnje; ovima je osobita karakteristika, da je njima moguće razvlačenje jednog vodiča kao i dva vodiča u snopu. Za montažu distantnih prstena u rasponu snopa vodiča nabavit će se — također u Italiji — specijalna montažna kolica, koja se pokreću na principu bicikla po vodičima snopa. Ovo je prvi puta da će se u Jugoslaviji montirati dva vodiča u snopu i da će se uopće upotrebiti takva specijalna mehanizacija.

Izgradnja voda započela je u maju 1960. godine. U toku je izvedba temelja, te izrada i montaža stupova. Alučelični vodiči nalaze se na gradilištu. Izolatori su naručeni i počinju stizati na gradilište u martu 1961., a ovjesni materijal i čelična užeta nešto kasnije. Mehanizacija za montažu užeta se upravo naručuje.

U planu je, da se izgradnja dovrši do februara 1962. Vod je projektiralo poduzeće *Dalekovod*, Zagreb. Za izgradnju održana je licitacija, te je izgradnja i montaža povjerena poduzeću *Dalekovod*. Izrada stupova povjerena je *Energoinvestu*, Sarajevo sa kooperantima *Dalekovod*, Zagreb i *Ante Jonić*, Split. Alučelična užeta su proizvod tvornice *Impol*, Slovenska Bistrica. Zaštitna čelična užad je uvezena od tvornice *Redaelli*, Milano. Stakleni izolatori su tipa 1512 tvornice *Sediver* Paris. Ovjesni i spojni materijal je od tvornice *Salvi*, Milano.

Naslov pisca: Ing. Karlo Fišer, *Dalekovod*, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

ISPITIVANJA KARAKTERISTIKA JUGOSLAVENSKE MREŽE

Mjerenje regulacione energije

Milan Šodan, Zagreb

Dana 12. svibnja ove godine obavljena su u jugoslavenskoj mreži ispitivanja, koja su poslužila za utvrđivanje iznosa regulacionih energija cijele jugoslavenske mreže i njenih pojedinih dijelova. Ispitivanja su se sastojala od iskopčanja snage proizvodnje oko 80 MW, razdvajanjem mreže na dva dijela uz prekid snage do 35 MW, te iskopčanja proizvodnje oko 60 MW uz prethodno blokirane regulatore broja okretaja. Dobiveni rezultati (statičnost mreže oko 13 %) mogu se smatrati normalnima i zadovoljavajućima.

DK 621.311.1 (497.1)

U zadnje vrijeme smatralo se potrebnim obaviti ispitivanja karakteristika jugoslavenske mreže i izmjeriti regulacione energije, kako cijele mreže tako i njenih pojedinih dijelova. To je trebalo poslužiti dobivanju uvida u red veličine karakteristika mreže, a isto tako dobivanju prvih podataka potrebnih za pripremne radove na projektiranju automatske regulacije frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži, koja je predviđena u skoroj budućnosti.

Nakon izvršenih svih potrebnih priprema utvrđen je 12. svibnja 1961. kao dan ispitivanja.

Obavljena su četiri pokusa i to:

1. Iskapčanje putem jedne sklopke snage od oko 80 MW u HE Bistrici, pri čemu je promatrana frekvencija prije i poslije samog iskopčanja. Regulaciona energija jugoslavenske mreže se dobije kao omjer iskopčane snage i razlike frekvencije prije i poslije pokusa. Istovremeno je promatrana i promjena snage

razmjene između pojedinih područja i to: između Slovenije i Hrvatske na vodovima 110 kV Divača — Matulji, Rakitje—Brestanica i Nedeljanec—Kidričevo; između Hrvatske i Bosne na vodovima 110 kV Resnik—Jajce (Sisak—Banja Luka iskopčan), i Mostar—Split (Mostar—Kraljevac iskopčan); zatim na DV 110 kV Bileća—Nikšić između Bosne i Crne Gore; na DV 110 kV Zvornik—Lukavac (Plevlja—Sevojno iskopčan) između Srbije i Bosne, te na DV 110 kV Kosovo—Butelj između Srbije i Makedonije. Omjer promjene snage razmjene na pojedinom vodu prilikom navedenog iskapčanja i promjene zajedničke frekvencije daje iznos regulacione energije pojedinih područja.

2. Iskapčanje dalekovoda 110 kV Resnik—Jajce u HE Jajce pri prijenosu snage oko 35 MW u pravcu Resnika. Uslijed toga dolazi do porasta frekvencije u istočnom dijelu mreže, a do pada u zapadnom dijelu. Omjer iskopčane snage i promjene frekvencije pojedinog dijela mreže daje iznos regulacione energije odgovarajućeg dijela mreže. Uz to je promatrana promjena snaga razmjene na prije navedenim radovima radi utvrđivanja iznosa regulacionih energija pojedinih manjih područja.

3. Iskapčanje DV 110 kV Resnik—Jajce u HE Jajce pri prijenosu snage oko 35 MW u pravcu Jajca. U ovom slučaju imamo slične pojave kao u prethodnom samo protivnog predznaka. Obavljena su ista promatranja kao i u prethodnom slučaju.

4. Iskapčanje u HE Vuhred snage oko 60 MW pri čemu je promatrana promjena frekvencije, ali uz prethodno blokiranje svih regulatora broja okretaja kod hidroelektrana, dok su termoelektrane opterećene. Omjer iskopčane snage i promjene frekvencije, daje iznos dijela regulacione energije koja pripada potrošačima, ali i onaj dio koji dolazi od samoregulacije turbina, kao i neblokiranih regulatora ako je takvih bilo. I pri ovom pokusu su promatrane snage razmjene na prije navedenim vodovima, kako bi se ocijenilo učešće pojedinih područja u ukupnom iznosu.

Ova su četiri pokusa obavljena u 4 navrata tokom dana i to od 2—3 sata, od 8—9 sati, od 15—16 sati od 20—21 sat, kako bi se ispitao utjecaj opterećenosti sistema, angažiranosti elektrana itd.

U donjoj tablici su prikazani pojedini rezultati ispitivanja.

Snage su mjerene u pravilu pogonskim instrumentima. Sama očitavanja su vršena jednu minutu prije tačno zakazanog pokusa (prethodno su usklađeni satovi), tačno u vrijeme zakazano za pojedini pokus i još četiri puta svake iduće minute iza pokusa.

Frekvencija je mjerena raspoloživim frekventometrima i to u dispečerskim centrima i pojedinim elektranama. Vremena očitanja bila su ista kao za snage.

Treba napomenuti da su upotrebljeni instrumenti kako za mjerenje snage tako i za mjerenje frekvencije, relativno slabe tačnosti i sa sporim pomicanjem registracionih traka tamo gdje su bili registracioni instrumenti. Budući da su ovi pokusi bili s relativno velikim promjenama to se rezultati, u tom pogledu, mogu smatrati zadovoljavajućima.

Međutim problem se pojavljuje kod odluke, koje očitanje za frekvenciju treba uzeti kao mjerodavno. Prilikom pokusa primijećeno je da se u prvim sekundama nakon iskapčanja frekvencija mijenja brzo i postiže maksimalno odstupanje nakon 5—10 sekunda, nakon čega se odstupanje postepeno smanjuje da bi unutar jedne minute došlo do stacionarnog stanja. Ovakvo ponašanje frekvencije rezultira iz različitih brzina regulacije primarnih regulatora, iz odnosa učešća termoelektrana i hidroelektrana i sl. Tako je maksimalno odstupanje kod jednog pokusa iznosilo 0,6 Hz, a trajno odstupanje 0,25 Hz. Kod drugih pokusa bilo je slično. Kako se vidi izbor mjerodavnog odstupanja frekvencije je veoma delikatan jer može uvelike utjecati na rezultat. Pravilan izbor mogao bi se sasvim pouzdano izvršiti samo na temelju preciznog frekventometra male tromosti i s registracionom trakom velike brzine pomicanja (1 cm/sek). Rezultati koji su dani ovdje odnose se na odstupanja frekvencije koja su utvrđena 30—60 sekunda iza pojedinih iskapčanja, kad je došlo do relativnog smirenja frekvencije nakon prestanka rada većine primarnih regulatora broja okretaja. Drukčija interpretacija dat će i drukčije rezultate, ali za naše prilike priklanjamo se ovoj i smatramo je realnijom.

Na taj način dobije se za regulacionu energiju Jugoslavije oko 250 MW/Hz, za zapad (Slovenija i zapadna Hrvatska) oko 100 MW/Hz, za samu Sloveniju

Vrijeme pokusa	Jugoslavija			Zapad (Slov. i zap. Hrv.)			Slovenija			Dalmacija		
	1* ΔP MW	2 Δf Hz	3 K MW/Hz	1 ΔP MW	2 Δf Hz	3 K MW/Hz	1 ΔP MW	2 Δf Hz	3 K MW/Hz	1 ΔP Hz	2 Δf Hz	3 K MW/Hz
2^{00}	—64	—0,25	256	—22,5	—0,25	90	—21	—0,25	84	— 7	—0,25	28
2^{10}				—21	—0,20	105	—14	—0,20	70			
2^{40}				+32	+0,2	160	+21	+0,2	+105			
8^{00}	—96	—0,45	214	—37	—0,45	82	—22	—0,45	49	— 2	—0,45	4,5
8^{10}				—25	—0,4	63	—16	—0,4	40			
8^{40}				+35	+0,3	117	+28	+0,3	105			
15^{00}	—86	—0,25	345	—35	—0,25	140	—33	—0,25	132	— 6,5	—0,25	26
15^{15}				—36	—0,3	120	—22	—0,3	73			
15^{40}				+38	+0,25	152	+37,5	+0,25	150			
20^{00}	—100	—0,3	267	—32	—0,3	107	—14	—0,3	47	—13,5	—0,3	45
21^{00}				—22	—0,1	220	—15	—0,1	150			
21^{15}				+35	+0,2	175	+17,5	+0,2	87			

* 1 promjena snage, 2 promjena frekvencije, 3 regulaciona energija.

od 50—100 MW/Hz, a za Dalmaciju oko 30 MW/Hz. Za istočna područja mogu se dobiti odgovarajući podaci, ali se ovdje ne iznose jer će se to učiniti drugom prilikom.

U pogledu pokusa s blokiranim regulatorima, najbolje je bilo da se ne interpretiraju, jer su rezultati nepouzdani, odnosno nevjerojatni.

Kao zaključak može se reći da su rezultati zadovoljavajući. U prvom redu ovo je bio prvi pokus te vrste i bio je korisan, kako radi uvježbavanja pogonskog osoblja u elektranama, transformatorskim stanicama i dispečerskim uredima, tako i ekipe koja je organizirala ispitivanja. Zatim se može konstatirati da će za buduće pokuse slične vrste trebati osigurati pojedine mjerne instrumente, koji će više odgovarati potrebama. Sami rezultati pokazuju normalno stanje u mreži. Naime uz snagu mreže za vrijeme pokusa od cca 1600 MW rezultira statičnost mreže (regulaciona energija oko 250 MW/Hz) oko 13 %, a to je iznos koji se dobiva i u evropskim mrežama. Treba napomenuti da je za vrijeme ovog ispitivanja naloženo svim elektranama da rade sa slobodnim regulatorima, i vjerojatno je da je to postignuto, što u normalnom svakidašnjem pogonu treba tek postići.

Naslov pisca: Ing. Milan Šodan, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

Podneblje i vijek trajanja elektrotehničkih proizvoda

Tehnički materijali koji se upotrebljavaju, bilo u konstrukcione svrhe bilo kao drugi potrošni materijali, podložni su u svom vijeku trajanja nizu vanjskih oštećenja koja mogu u većoj ili manjoj mjeri utjecati na njihovu upotrebljivost, odnosno životno doba. Raznoliki tehnički materijali bit će upotrebljivi duže ili kraće vrijeme, već prema tome u kakvim se uslovima eksploatacije i uzdržavanja nalaze. Mnoga vanjska oštećenja koja dolaze utjecajem mnogobrojnih faktora mogu svakako u većoj ili manjoj mjeri utjecati na njihov vijek trajanja.

Tehnički materijali koji su ugrađeni u razne vrste opreme kao konstrukcioni materijali, koji su u vanjskoj upotrebi, izvan zatvorenih prostorija, podliježu u većoj ili manjoj mjeri u svom vijeku trajanja utjecaju vanjskih klimatskih faktora. Čak i oni tehnički materijali koji se upotrebljavaju u zatvorenim prostorijama mogu biti u većoj ili manjoj mjeri isto tako u svom vijeku trajanja ovisni o vanjskim klimatskim utjecajima, odnosno promjenama koje se velikim dijelom ne mogu mimoići ni u samim zatvorenim prostorijama (u građevinama pod krovom).

Vijek trajanja tehničkih materijala je prema tome u velikoj mjeri ovisan o osnovnim komponentama vanjske klime: oni su podložni nizu mnogih oštećenja koja mogu biti različita u različitim podnebljima i klimatskim uvjetima.

Između tehničkih materijala klimatskim su utjecajima naročito podvrgnuti elektrotehnički materijali i elektrotehnička oprema. Kod toga može doći bilo do oštećenja pojedinih elektrotehničkih materijala ili do oštećenja cijelog sklopa. Jedno povlači uvijek i drugo. Tako će, na primjer, oštećenje pamuka u izolaciji kabela svakako oslabiti i izolaciju, uslijed čega može konačno nastati kratki spoj, a aparat izbačen iz upotrebe. Naročito su elektronski instrumenti, aparati veza i telekomunikacija, u najvećoj mjeri izloženi mogućnostima oštećenja uslijed vanjskih, a naročito klimatskih utjecaja.

Do prije drugog svjetskog rata udio elektronskih instrumenata u elektrotehničkim proizvodima nije još bio naročito znatan, a s druge strane trgovački promet tih proizvoda nije bio upućen u velikoj mjeri u krajeve i predjele s ekstremnim klimatskim uslovima kao što su tropski ili arktički predjeli. Uslijed toga se ni poznavanju oštećenja i osobina materijala u raznim klimama nije poklanjala tolika pažnja, i ova grana tehnološke nauke nije bila još dovoljno razvijena.

Poslije drugog svjetskog rata razvitkom zemalja koje su dotle bile pod kolonijalnim upravama i njihovom većom industrijalizacijom, dolazi i do sve življeg prometa između raznih klimatskih predjela. Tako je i naša mlada industrija elektroopreme i elektromaterijala sve više zainteresirana za izvoz u Afriku, Aziju te druga tržišta Amerike i Evrope. Danas se velik dio zemalja uvoznika naše elektroopreme i elektroproizvoda nalazi u pojasu tropske klime, gdje su ovi proizvodi pored normalnog pogonskog trošenja izloženi i specijalnim agresivnim utjecajima tropske klime. Kod proizvoda elektroindustrije, a naročito kod proizvoda elektroveza i elektronike, postoji niz sklopova i dijelova, osobito kod izolacija, koji su veoma osjetljivi na promjene temperature i vlage i koji se prema tome moraju tako konstruirati i zaštititi da bi mogli izdržati ekstremne klimatske uslove.

Naš izvoz elektrotehničkih materijala raste po vrijednosti iz godine u godinu i sve se više orijentira prema zemljama koje ne leže u umjerenom klimatskom području. Za ova klimatska područja potrebno je izvršiti izvjesnu preradu konstrukcije i specijalnu zaštitu, tako da cio postupak nazivamo »tropikalizacija elektropreme za njenu upotrebu u tropskim predjelima«. Ukoliko je takva oprema određena za arktičke krajeve (kamo za sada nema još nikakvog većeg izvoza), onda postupak takve pripreme zovemo »arktikizacija«.

Isto se tako i transport elektrotehničkih proizvoda odvija ponekada kroz tropske i subtropske predjele, gdje se također moraju poduzeti specijalne mjere da bi se takva oprema mogla na odgovorajući način zaštititi prilikom transporta.

Definicije

Atmosferski utjecaji obično se nazivaju i klimatski utjecaji, jer su uslovljeni određenim vremenskim sastavom atmosfere iznad određenog područja. Klimatski utjecaji čine zapravo tzv. podneblje, odnosno izloženost utjecajima atmosferskih (vremenskih) činilaca.

Prema području koje zahvaća klimatske utjecaje, možemo klimu definirati kao makroklimu šireg područja ili kao mikroklimu određenog užeg područja odnosno lokaliteta.

Pod pojmom mikroklime često razumijevamo i okolne (atmosferske) utjecaje u unutrašnjosti nekog objekta (mikroklima prostorija) ili često idemo i dalje u toj podjeli i u mikroklimatske utjecaje ubrajamo one koji nastaju, odnosno djeluju unutar samog nekog aparata, vozila, instrumenta ili pakovanja.

U našim izlaganjima podijelit ćemo klimu s obzirom na sam objekt općenito na

a) vanjsku klimu i
b) unutrašnju klimu.

Vanjska klima (utjecaji vanjske atmosfere) dijele se prema veličini područja na vanjsku makroklimu i vanjsku mikroklimu.

Unutrašnja klima, dakle utjecaji okolnog zraka (atmosfere) unutar objekta, dijeli se na unutrašnju makroklimu i unutrašnju mikroklimu.

Unutrašnju makroklimu sačinjava atmosfera zgrade i prostorija, a unutarnju mikroklimu atmosfera unutar zatvorenih aparata, vozila i instrumenata.

Klimatologija proučava pojave i djelovanje raznih faktora klime.

Utjecaje klime na tehničke materijale (na sirovine, konstrukcione materijale i na gotove tehničke proizvode) obrađuje tehnoklimatologija ili tehnometeorologija.

Zadatak tehnoklimatologije bio bi dakle da proučavanjem utjecaja klime na tehničke materijale pronađe optimalne uslove njihovog izlaganja, odnosno njihove upotrebljivosti u određenom klimatskom području.

Tehnologija unutrašnje makroklime u industrijskim poduzećima proučava načine zaštite mašinske i građevinske opreme od unutrašnje agresivne atmosfere, a proučavanje unutrašnje mikroklime omogućava dobro funkcioniranje raznih aparata ili uspješnu korozionu zaštitu materijala upakovanog u raznovrsnu ambalažu.

Oštećenja elektromaterijala uslijed klimatskih utjecaja

Uslijed raznovrsnih klimatskih utjecaja koji će biti u daljnjem izlaganju još detaljnije navedeni, dolazi do mnogih oblika oštećenja električnih materijala kao i elektronskih uređaja. Da spomenemo samo neka oštećenja: korozija konektora, raznih vijaka, šasija, instrumenata; povećan rast i širenje raznih gljivica i drugih mikroorganizama na tekstilnim materijalima, kao i na bakelitskim izolatorima; tačkasta i dubinska korozija raznih materijalnih dijelova, promjene na transformatorskim uljima, propadanje premaza i lakova na raznovrsnim električnim uređajima i instrumentima, oštećenja gumenih kabela uslijed djelovanja svjetla, oštećenja kabela i omotača iz plastičnih masa, tamnjenje i korozija električnih kontakata, tamnjenje i korozija galvanskih prevlaka na elektrotehničkom materijalu, smetnje na telefonskim kabelima, oštećenja na rezistorima; osjetna smanjenja dielektričnih konstanti kod aparata i instrumenata, oštećenja drvenih dijelova uslijed vlage i gljivica u velikoj vlažnosti, korozija varova i drugih spojeva, oštećenja na prekidačima, omotačima, oštećenja i korozija kolektora motora i generatora, korozija i oštećenja električnih bakrenih i aluminijskih vodiča kao i mnogobrojna druga slična oštećenja.

Utjecaj klime (podneblja)

Pod klimom — podnebljem — razumijevamo prosječni sastav i prosječno djelovanje atmosfere na izvjesno područje. Promjene vremena i utjecaj tih vremenskih promjena na izvjesnom određenom području karakteriziraju klimu. Osnovni elementi koji sačinjavaju klimu jesu: padavine, relativna vlažnost, promjene temperatura, osunčavanje, vjetrovi, kao i promjena zračnog pritiska. Raspodjelu ovih elemenata klime u stvari određuju opet tzv. faktori klime, a to su: geografska dužina i širina, nadmorska visina, udaljenost od većih vodenih površina, utjecaj vjetrova.

Faktori koji pretežno utječu na vanjsku mikroklimu jesu: izloženost, odnosno priklon sunčanoj ili nesunčanoj strani, sastav zemljišta, vrsta okolne vegetacije, vrsta okolne ljudske aglomeracije, blizina rijeka, jezera i mora i, konačno, strana zagađenja u atmosferi.

Tako je npr. na temelju podjele klimatskog područja bilo moguće stvoriti za Francusku odgovarajuće karte koje su pokrile cijelu površinu teritorija i koje omogućavaju arhitektima i građevinarima, a isto tako i ostalim privrednim aktivnostima koje su uz njih povezane, da predvide odgovarajuće materijale, kao i konstruktivne mjere za zaštitu građevinskih materijala u ovim područjima.

Svakako da sve ovakve podjele klimatskih područja mogu biti samo ograničeno upotrebljive, jer i unutar ovakvih makroklimatskih područja može doći do znatnog odvajanja srednjih vrijednosti, tako da opći podaci mogu služiti samo za prvu orijentaciju.

Kao što smo već u uvodu napomenuli, pored opće vanjske makroklime treba uzeti u obzir još i osnovne elemente vanjske mikroklime. U jednom području mogu se mjerenja temperature relativne vlažnosti zraka znatno razlikovati već na razlikama od nekoliko metara visine. Podaci koji se obično daju odnose se na visinu od oko dva metra iznad zemlje, dok su uslovi neposredno iznad zemlje i u visini od 10 i 20 metara iznad zemlje već mnogo različitiji. Isto tako, i udaljenost od mjesta uzimanja podataka od nekoliko stotina metara, ili nekoliko kilometara, može već dati izvjesne rezultate koji se u prosjeku prilično razlikuju. Tako je, na primjer, opaženo da je prosječna relativna vlažnost zraka u centru Berlina za nekoliko procenata niža od one na periferiji Berlina. Također treba voditi računa i o tome da se u nešto višim slojevima iznad zemlje uslijed strujanja zraka brzo izjednačuju vlaga i temperatura za izvjesno šire područje, uslijed prirodnih strujanja zraka kao i uslijed vjetrova, dok se neposredno iznad zemlje mnogo duže održavaju specifični mikroterenski utjecaji, odnosno uslovi.

Prema tome je kod postavljanja raznih konstrukcija, uređaja, stupova za prijenos električne energije, električnih transformatora itd., potrebno voditi naročito računa i o raznim faktorima i elementima mikroklime.

Kod promatranja i određivanja mogućih oštećenja i mogućih utjecaja na konstrukcije, električnih oprema i na sam pogon, potrebno je voditi računa i o utjecaju one atmosfere koja se nalazi unutar samih zgrada (tvorničkih hala, skladišta, kancelarija, bunkera, šatora i sl.), čiji utjecaji mogu prilično djelovati na opremu i aparate. Ova unutrašnja makroklima nije uvijek jednaka u svim prostorijama jedne zgrade, ona nije čak jednaka ni unutar jedne prostorije, jer se razlikuju međusobno ona iznad poda i ispod stropa od one uzduž zidova.

Kod ocjenjivanja mogućih utjecaja na električke materijale, potrebno je voditi računa i o eventualnom djelovanju unutrašnje mikroklime. Kako je to već u uvodu ukratko napomenuto pod unutrašnjom mikroklimom treba razumijevati elemente atmosfere u unutrašnjosti nekog zatvorenog aparatnog sklopa (u unutrašnjosti aparata), u unutrašnjosti vozila, sanduka i u unutrašnjosti vanjskog ambalažnog sklopa. Elementi takve unutrašnje mikroklime mogu biti isto tako različiti na raznim mjestima unutrašnjosti samog sklopa. Tako, na primjer, treba voditi računa o zračenju temperature u blizini katodnih cijevi, u blizini nekog jako opterećenog otpornika ili ispravljača. S druge strane, mogu dijelovi aparata i instrumenata u blizini otvora za ventilaciju ili provjetravanje biti opet izloženi specijalnim naprezanjima uslijed promjene temperature, obaranja kondenzatne vlage, a naročito mogućnostima taloženja prašine i vanjskih nečistoća.

Utjecaj vlage i oborina na elektrotehnički materijal

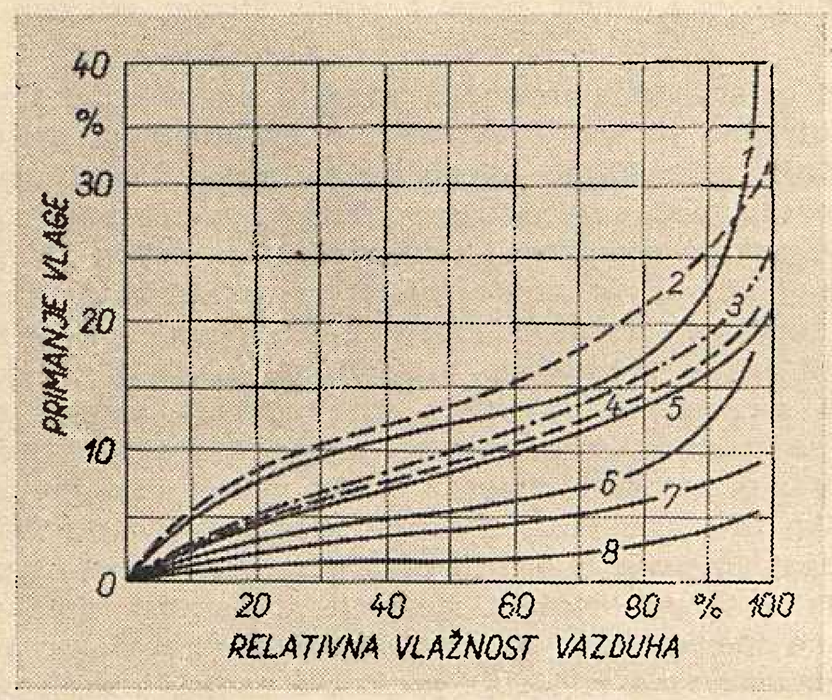
Uslijed djelovanja vlage i atmosferskih oborina može doći do oštećenja raznih elektrotehničkih materijala, a u prvom redu do oštećenja elektronskih uređaja i uređaja veza.

Vlažnost atmosfere je svakako jedan od osnovnih faktora koji uslovljava ponašanje i vijek trajanja tehničkih materijala u izvjesnom klimatskom području. Vlažnost atmosfere djeluje ne samo kao izvjestan agens rastvaranja na površini tehničkih materijala, nego i film vlage na površinama može upiti i druge korodivne agense za razne tehničke materijale, a u prvom redu za metale. Atmosferska vlažnost jedan je od osnovnih uzročnika korozije metala i poznato je da je korozija metala uslovljena velikim dijelom relativnom vlažnošću zraka. Dok je ova korozija minimalna kod relativne vlažnosti ispod 50 %, ona postiže svoju maksimalnu vrijednost kod najveće relativne vlažnosti. Atmosferska vlažnost djeluje isto tako na ostale tehničke materijale od kojih ćemo ovdje spomenuti samo njeno djelovanje na kamen, ciglu i beton. Voda koju upijaju ovi materijali može dugotrajnim djelovanjem promočiti njihovo površinsko raspadanje, pri čemu su ovi procesi naročito ubrzani ako dolazi da se takva voda smrzne u pukotinama.

Atmosferske padavine isto tako u velikoj mjeri utječu na životno doba tehničkih materijala koji su im izloženi. Obilne kiše djeluju na tehničke materijale ne samo kao voda nego i kao mehanička sila na površine izloženih sklopova tehničkih materijala, koje mogu u većoj ili manjoj mjeri ubrzo onesposobiti za njihovu funkcionalnu ulogu. Velika vlažnost i atmosferske oborine pored toga uslovljavaju i postojanje izvjesnih životnih uslova za razne mikrobiološke činioce razaranja tehničkih materijala. Većina mikroorganizama (razne gljivice, plijesni, mikroorganizmi u tlu), koji su naročito opasni jer razaraju organske tehničke materijale, vezani su za prisustvo velike vlažnosti, vode i padavina, gdje pod određenim uslovima najjače odnosno najintenzivnije uspijevaju.

Svi tehnički materijali (osim metala) mogu apsorbirati vlagu iz okolne atmosfere i opet je nazad predati toj atmosferi dok se god ne uspostavi izvjesna ravnoteža vlage. Ova ravnoteža vlage nije ovisna o apsolutnoj vlažnosti zraka već o relativnoj vlažnosti atmosfere, u koju su takvi materijali stavljeni. Relativna vlažnost je opet ovisna i o temperaturi zraka, tako da ta dva faktora uveliko određuju mogućnosti oštećenja i vijek trajanja elektrotehničkog materijala u određenim klimatskim uslovima. Uslijed djelovanja vlage iz atmosfere, a naročito onda kada je relativna vlažnost dostigla tačku zasićenja, tj. kada dolazi do kondenzacije vode na površinama tehničkih materijala, dolazi do oštećenja organskih tehničkih materijala (papira, tekstila, plastičnih masa, kože), kao i do korozije metalnih površina.

Iz pregleda koji je dao Vujević, vidi se da ima najnižu relativnu godišnju vlažnost Hercegovina (62 %), zatim dolazi srednje primorje sa 64 %, pa Makedonija i Metohija sa 70 % i 72 %. Isto tako i Crnogorsko primorje ima oko 72 % prosječne godišnje vlažnosti. Najveću godišnju relativnu vlažnost ima Slovenija sa 84 %, a nešto manje Hrvatska (81 %) i Bosna (79) %.



Upijanje vlage kod tekstila
1 viskoza, *2* vuna, *3* svila, *4* lan, *5* pamuk, *6* celvuna, *7* perlon i *8* orlon

Za isto mjesto razlike između relativne vlažnosti postoje ne samo u pojedinim satima dana i mjesecima već i prema visini tačke mjerenja od same površine zemlje. Na površini zemlje relativna vlaga je uvijek znatno veća nego iznad zemlje.

Utjecaj vlage na elektrotehničku opremu

Da bismo mogli sagledati kompleksan utjecaj vlage na elektrotehničku opremu, moramo se osvrnuti najprije na djelovanje vlage na pojedine tehničke materijale koji ulaze u sastav elektroopreme. To su u prvom redu metali, metalne prevlake, drvo, plastične mase, papir, guma i tekstil.

Korozija metala je uglavnom ovisna o prisustvu vlage. Ukoliko je u nekom lokalitetu veća relativna vlaga utoliko i metali brže korodiraju. Industrijska zagađenja i primorska atmosfera znatno ubrzavaju koroziju metala.

Korozija metala je minimalna kod niskih relativnih vlažnosti. U stvari korozija željeza započinje tek kod relativne vlažnosti iznad 70 %. U mjestima jednake relativne vlažnosti stepen korozije ovisan je o zagađenosti atmosfere.

Uslijed korozije metala dolazi do raznih oštećenja elektrotehničke opreme. Tako se kod kontakta uslijed korozije stvaraju oksidne prevlake koje ometaju njihov rad. Strane prevlake na električnim kontaktima

a) smanjuju trenje i zadržavanje kontakta u uključenom položaju,

b) stvaraju dopunski otpor,

c) utječu na pojave pražnjenja između kontakata.

Uslijed korozije strada rad pokretnih dijelova vijaka i priključaka, ometa se rad spojeva, zakovica, klinovi kod ležaja odebljaju, a isto tako i klizači. Na lemljenim mjestima dolazi uslijed korozije do smanjenja otpornosti lemljenog odnosno zavarenog mjesta.

Pojave korozije metala koji se upotrebljavaju u elektrotehnici mogu biti naročito opasne na instrumentima. Pojave korozije u raznim oblicima na dijelovima osjetljivih aparata (kao što su npr. igle, opruge galvanometra itd.), mogu dovesti brzo do netačnosti aparata. Korozione pojave u ovakvim slučajevima mogu biti ne samo površinske prirode (koje se lako uočavaju), već mogu često biti takve da su izvana nevidljive (razni oblici interkristalne korozije, korozije pod naponom ili koroziona krtost).

Naročita opasnost od korozije u instrumentima je oštećenje koničnih ležišta osovina. Kod metalnih površina koje su polirane i koje služe kao površine za refleksiju i najmanja potamnjenja uslijed lagane oksidacije od zraka mogu biti za njih štetna. Preporuča se zamjena posrebrenih površina kemijski poliranim aluminijskim površinama, koje su manje podložene tamnjenju. Teškoće mogu nastati i na materijalu koji služi za termoelektrična grijanja (žice za grijanje, na bazi nikalj-krom, kontakti termoelemenata, koji se upotrebljavaju za mjerenje visokih temperatura itd.).

Na drvenim dijelovima (šper-ploče, lamelirano drvo) elektrotehničke opreme dolazi uslijed djelovanja suviše vlage do trulenja, bubrenja i rastavljanja.

Kod plastičnih masa u elektrotehničkoj opremi uslijed prevelike vlage dolazi do mogućnosti bubrenja i upijanja vlage. Na armiranim (laminati) plastičnim masama tipa »tekstolit« došlo je uslijed kondenzirane vlage na površini do opadanja napona proboja za 25 % (na brodovima).

Uslijed oštećenja plastičnih masa opada kvalitet izolacije, nastaju iskrenja, a kod laminiranih plastičnih masa javlja se i odvajanje pojedinih slojeva s pojavom gljivica po površinama i duž ivica. Isto tako na tlačenim plastičnim masama ivice mogu biti mjesta gdje će se pojaviti gljivice koje prouzrokuju kratke spojeve i iskrenja.

Celulozni materijali (papir, karton, ljepenka, tekstil) naročito stradaju uslijed kondenzatne vlage i velike relativne vlažnosti okolne atmosfere.

Kod celuloznih materijala, kao što su to pamuk, lan, papir i ljepenka, koji se upotrebljavaju za izolacije slojeva i omatanje, dolazi uslijed vlage i gljivica do smanjenja njihovih mehaničkih osobina, do vlaženja i bubrenja, čime se smanjuju i pogoršavaju njihove izolatorske i dielektrične osobine. Kod dužeg djelovanja gljivica dolazi do trulenja i potpunog uništavanja celuloznog materijala, naročito kod velike vlažnosti i većih temperatura.

Utjecaj oborina na elektrotehnički materijal

Pored vlage elektrotehnički materijal može stradati i od utjecaja ostalih vodenih oborina a naročito uslijed snijega, leda i slično. Jasno je da se neki elektrotehnički materijali, a naročito elektronska oprema i materijali veze moraju osobito čuvati od direktnih utjecaja ovakvih padavina. Osim njih ovom utjecaju podliježu i razni drugi električni uređaji kao antene, dalekovodi, prijenosnici električne energije itd.

Poznate su teškoće uslijed povremenog nagomilavanja snijega na telefonskim žicama i vodičima električne energije koje mogu često dovesti do njihovog prekida. Isto tako opasna su i moguća povremena oštećenja uslijed stvaranja naslaga leda na ovim uređajima. Ovdje može doći ne samo do njihovog prekida već i do drugih električnih smetnji. Tako će na antenama zbog naslaga leda nastati smetnje električnog prilagođivanja kao i smetnje samom elektromagnetskom zračenju.

Utjecaj temperature na elektrotehničke materijale

Pored vlage i oborina na elektrotehničke materijale djeluju u raznim klimatskim područjima i temperaturne promjene. Kako visoke tako i niske temperature a naročito — kao što je to skoro uvijek slučaj — uz paralelno djelovanje i drugih klimatskih faktora (vlage, osunčavanja, atmosferskih zagađenja itd), mogu oštetiti razne tehničke materijale koji ulaze u elektrotehničku opremu.

U tropskim i osunčanim predjelima može doći do znatnih temperatura. Temperature u sjeni u ovim područjima mogu porasti i preko 50 stupnjeva (do 55° C), premda one obično ne traju suviše dugo. Međutim, temperature predmeta koji je direktno izložen sunčanim zrakama mogu se popeti i do 100° C.

Osim djelovanja geografske širine, temperaturne razlike postoje i na istim mjestima prema samoj nadmorskoj visini. S porastom nadmorske visine opada temperatura.

Utjecaj temperature na elektrotehnički materijal očituje se već prema tome od kakvih je materijala oprema sastavljena. Promjene temperature koje nastaju u klimatskim područjima ne utječu bitno na mehaničke i korozione osobine. Ipak se korozija metala povećava porastom temperature, dok se kod niskih temperatura (ispod −5° C) korozija zaustavlja, jer se voda zaledi na površini. Na nekim metalima može se pojaviti krtost kod nižih temperatura.

Utjecaj temperature na drvene materijale elektrotehničke opreme već je daleko veći, jer povećane temperature brzo suše drvo, koje se može izvitoperiti. Kod plastičnih masa povećanjem temperature mijenjaju se u velikoj mjeri i njihova svojstva i to naročito kod onih plastičnih masa koje nisu stabilne na povišenim temperaturama. Isto tako, tekstilni kao i celulozni materijali elektrotehničke opreme mogu u znatnoj mjeri stradati uslijed povećanih temperatura. Povećane temperature mogu djelovati i na brzinu starenja i kvarenja izolatorskih ulja.

Kod pojedine opreme veza, djelovanje povećanih temperatura može biti opasno naročito tamo gdje su se morala primijeniti izvjesna specijalna konstrukciona rješenja. Tako je, na primjer, elektronska oprema često potpuno oklopljena ili hermetički zatvorena, kako ne bi došlo do utjecaja vanjskih klimatskih faktora, prodiranja prašine itd. Isto tako oprema veza ili druga elektrooprema često se minijaturizira, tj. umanji do maksimalno moguće mjere. Kod ovakvih konstrukcionih rješenja mogu se vrlo često u unutrašnjosti zatvorene opreme, uslijed povećanih temperatura, pojaviti razna oštećenja.

Vijek trajanja pojedinih elemenata opreme (kondenzatora, ispravljača, ugljenih otpornika itd.) direktno ovisi o okolnoj temperaturi. Prema tome nije svejedno kroz koje vrijeme će ovakva oprema biti izložena maksimalnim temperaturama.

Pored djelovanja visokih temperatura mora se voditi računa i o utjecaju niskih temperatura koje se mogu pojaviti naročito u arktičkim i antarktičkim predjelima. Tako, na primjer, temperature od −40° C i niže mogu u velikoj mjeri zaustaviti rad pojedinih električnih aparata kao što su to elektrolitički kapacitori, kvarcni kristali i razne vrste baterija i akumulatora. Osim toga, i podmazivanje elektroopreme kod ovako niskih temperatura predstavlja specifične probleme. Električna oprema može biti izložena ovako niskim temperaturama ne samo u gore navedenim polarnim predjelima, nego često i kod aviona, projektila i sličnih transportnih sredstava koja dolaze u velike visine. Tako su Stevens i Anderson pokazali da na visini od 12 milja iznad zemlje vlada temperatura od −62,8° C, a na visini od 13 milja zabilježena je temperatura od − 55,5° C.

Električna oprema može stradati i uslijed brzih temperaturnih promjena kada na primjer neki aparat unesemo iz zimske hladne vanjske atmosfere u sobu, uslijed čega može vlaga brzo kondenzirati i orositi sve unutrašnje dijelove ovakvog aparata.

Utjecaj osvjetljenja i osunčavanja

Kao što smo to već naglasili utjecaj stalnog osunčavanja može se odraziti u velikom površinskom povećanju temperature, a naročito na nekim zatvorenim dijelovima elektrooprema.

Pored toga svjetlo utječe ne samo svojim toplinskim zračenjem već isto tako i djelovanjem ostalog zračenja koje se odražava u fotokemijskim reakcijama, naročito na površinama organskih materijala, a specijalno kod elektrotehničke opreme na površinama izolacionih materijala (guma, plastične mase i celulozni materijali).

Sunčano svjetlo ne dopire u toku dana i godine jednako do površine zemlje. Količina primjene aktivne svjetlosti mijenja se i ovisna je o oblačnosti, o nečistoćama u zraku, a isto tako i o refleksiji površine zemlje odnosno elektrotehničke opreme na koju ona pada.

Uslijed industrijskih zagađenja pojavljuju se lokalne magle i sumaglice koje u velikoj mjeri upijaju svjetlosna zračenja i smanjuju vidljivost, a prema tome i fotokemijski utjecaj ovog zračenja. Utjecaj atmosferskih zagađenja na propuštanje svjetlosnih zraka još je očitiji, jer normalno čista atmosfera apsorbira 15–30 % energije sunčanog zračenja.

Štetno djelovanje ultraljubičastog zračenja očituje se uglavnom u tome što ona fotokemijski razgrađuje organske materijale pri čemu naročito stradaju razni izolacijski materijali, jer se time oslabljuju njihova električna i mehanička svojstva. Isto tako, uslijed ovog djelovanja oštećuju se razni brtveni materijali od gume i plastičnih masa. Pokazano je na primjer, da se visokofrekventni kabeli, s plaštevima od plastičnih masa, a naročito s polietilenskim oblogama, mogu oštetiti uslijed ultravioletnog zračenja. Kod toga dolazi do katalitičke oksidacije polietilena, zbog čega se pogoršavaju njegove električne i mehaničke osobine. Često se kod jake fotokemijske razgradnje pokazuju i pukotine u ovakvim plaštevima, što može postepeno prouzročiti njihovo potpuno raspadanje.

Zaštita protiv ultravioletnih zračenja sprovodi se na taj način da se plaštevi oboje crno čime se pojačava refleksija svjetla i smanjuju fotokemijski utjecaji. Ukoliko i ovakvo bojadisanje polietilena, koji je izložen direktnom osunčavanju, ne dovede do pozitivnih rezultata, treba primijeniti zaštitu pomoću još jednog omotača preko njega, koji neće biti toliko osjetljiv na ultravioletno zračenje.

Utjecaj atmosferskog pritiska

Elektrotehnička oprema, a naročito ona koja je montirana na avionima može pored navedenih klimatskih utjecaja biti izložena i velikim brzim promjenama u atmosferskom pritisku. Naročito na velikim nadmorskim visinama opada zračni pritisak, koji je na 0 metara 1 atm, a na 1000 m svega 0,88 atm, na 2000 m 0,78 atm, na 5000 m 0,53 atm, na 10.000 m 0,27 atm, a na 30.000 metara 0,01 atm. Pošto je dielektrična konstanta zraka proporcionalna njegovoj visini, jasno da će efekt električne izolacije zraka biti manji s povećanjem nadmorske visine, a samim tim lako će doći i do proboja raznih izolacijskih materijala. Uslijed toga kod razne električne opreme dolazi i do stvaranja teškoća kada dođu na velike visine, odnosno pod smanjeni pritisak. Na velikim visinama dolazi i do pojave tzv. električne korone.

Promjene u atmosferskom pritisku isto tako utječu i na razne temperature elemenata koji emitiraju toplinu u raznim električnim uređajima. Budući da je gustoća zraka u višim dijelovima atmosfere niža, ona ne može tako dobro prenositi odnosno odvoditi toplinu, te se razni uređaji u aparatima mogu lako zagrijavati preko dozvoljene mjere.

Isto tako brze promjene temperature i atmosferskog pritiska mogu kod elektrotehničke opreme prouzročiti razaranje raznih brtvenih membrana i olabaviti brtvene dijelove, zbog čega može vlaga prodirati u unutrašnjost ovakvih aparata.

Na velikim visinama opažena je i pojava bržeg trošenja četkica grafitnih električnih motora i generatora, uslijed toga što nema dovoljno vlage koja inače stvara izvjestan mazivi film između četaka i metalne površine.

Utjecaj atmosferskih zagađenja na elektrotehničke materijale

U raznim klimatskim područjima može doći i do raznih stepena zagađenja atmosfere. Ova atmosferska zagađenja mogu biti prirodne aerosoli (kišne kapljice, prirodna sumaglica, prirodna magla, prirodna prašina, veće količine raspršene morske soli u primorskim krajevima itd.).

Pored ovih prirodnih zagađenja može se atmosfera znatno zagaditi i umjetno u ljudskim naseljima i industrijskim aglomeracijama. Takva umjetna zagađenja mogu biti razne vrste prašina i neke vrste teških i finih dimova.

Poseban oblik atmosferskih nečistoća koje se javljaju u posljednje vrijeme s povećanom motorizacijom su fotokemijske magle u vezi s povećanim procentom ozona u gradskim atmosferama.

Djelovanje raznih vrsta naprijed navedenih atmosferskih zagađenja može na električnoj opremi prouzročiti niz oštećenja i teškoća u radu od kojih ćemo navesti samo neke najkarakterističnije: može se oslabiti kontakt kod raznih kontaktnih površina, smanjiti naponska otpornost kod zračne izolacije, sumporni spojevi u dimovima mogu korodivno oštetiti razne metale, prije svega čelik i cink; veće količine kuhinjske soli u primorskoj atmosferi djeluju jako korodivno na metale; anorganska površina može prouzročiti mehaničke zastoje u radu finih instrumenata i mehanizama; organske prašine smanjuju prijenos topline, uslijed čega se rano zagrijava oprema i smanjuje vijek trajanja izolacionih materijala; prašina nošena vjetrom može oštetiti antene, a i uslijed stvaranja elektriciteta trenjem, može uzrokovati razne električne smetnje.

O važnosti poznavanja klime unutar objekata za čuvanje i uskladištenje elektrotehničkih materijala

Pored navedenih faktora vanjske klime koji mogu djelovati na vijek trajanja elektrotehničkih materijala i niz faktora unutrašnje klime, tj. utjecaja okolne atmosfere unutar nekog objekta, mogu znatno utjecati na upotrebljivost i trajanje elektrotehničkih materijala.

Unutrašnja klima može se u našem slučaju promatrati kao što je to već navedeno s gledišta unutrašnje makroklime i unutrašnje mikroklime.

Unutrašnju makroklimu sačinjava atmosfera grada i prostorija u kojoj se izrađuje. čuva i uskladištava takva elektrotehnička oprema.

Unutrašnju mikroklimu sačinjava atmosfera unutar zatvorenih elektrotehničkih aparata i instrumenata.

Unutrašnja makroklima u samim zgradama utječe ne samo na proces proizvodnje elektrotehničkog materijala već i na samu opremu i to kako na mašinsku i energetsku, tako i na građevinsku. Unutrašnja mikroklima može biti naročito nepodesna za opremu u odjeljenjima za bojenje ili prevlačenje elektrotehničke opreme raznim izolacionim prevlakama. U takvim odjeljenjima ima uvijek mnogo štetnih plinovitih kiselinskih isparivanja kao i isparivanja rastvarača koji djeluju na strojeve, zidove, podove i strop prostorija. Zaštita unutrašnjih zidova i tavanica od vlažne atmosfere i ovdje je poseban tehnološki problem ovakvih pogona.

Mjere odgovarajuće zaštite u ovim slučajevima svode se na to da je u prvom redu potrebno pomoću dobrih konstrukcionih mjera sprečavati svako nagomilavanje kondenzatnih voda. Kod toga treba paziti na dobru toplinsku izolaciju zidova prema vani i ne dozvoliti veće hlađenje zidova uslijed čega bi kondenzirala i vodena para. Zatim, treba se starati za dobru ventilaciju kako cijele prostorije, tako i potkrovlja, odnosno prostorije ispod stropa, gdje je kondenzacija najveća. Odgovarajuća ventilacija odnosi vodenu paru i ne dozvoljava njeno predugo zadržavanje na hladnim zidovima. Druga zaštitna mjera koja se vrlo često poduzima u ovim slučajevima je upotreba zaštitnih prevlaka i premaza na zidovima.

Važnost tehnoklimatoloških laboratorijskih i terenskih ispitivanja

Podjela klimatskih područja prema načinu djelovanja na elektrotehničke proizvode svakako je još samo grubi pokušaj prilaženja ovom problemu. Međutim, važnost i praktična upotrebljivost ovakve klasifikacije je očita, jer su elektrotehnički materijali sve više izloženi širokoj svjetskoj trgovačkoj razmjeni i transportu kroz široka klimatska područja. Proizvođači ove robe i izvođači radova moraju sve više voditi računa i o mjestima upotrebe svojih proizvoda, kao i o klimatskim uslovima kod korisnika. Isto pakovanje pa čak i ista dorada ni zaštita ne može se predvidjeti, a da se ne uzmu u obzir i uslovi koji će biti kod korisnika. U tu svrhu danas se elektrotehnička roba ne samo podvrgava postupcima tzv. tropikalizacije, već i drugim sličnim postupcima dorade, s obzirom na odgovarajuća klimatska područja kojima će ona biti izložena.

Za ispitivanje tehnoklimatoloških osobina pojedinih tehničkih materijala i opreme podižu se u odgovarajućm područjima i terenske klimatske stanice, u kojima se ti materijali izlažu kroz duže vremena vremenskim (klimatskim) utjecajima. Ovakve tehnoklimatološke stanice ne treba pobrkati mrežom meteoroloških stanica, koje se bave samo prikupljanjem meteoroloških podataka.

Za pojedine vrste tehničkih materijala postoji niz takvih stanica. Najviše stanica postoji za ispitivanje ponašanja metala i prevlaka na metalima u raznim prirodnim atmosferama. Kod metala ove stanice promatraju često i njihovo ponašanje u morskoj ili slatkoj vodi (uronjavanjem uzoraka).

Pored terenskih tehnoklimatoloških stanica za ispitivanje ponašanja tehničkih materijala u makroatmosferi, u posljednje se vrijeme sve više podižu ovakve stanice u samim privrednim industrijskim poduzećima. Zadatak stanica je ispitivanje ponašanja tehničke opreme i materijala na uzorcima izloženim u samim unutrašnjim prostorijama poduzeća, kako bi se ispitao utjecaj unutrašnje makroklime i pronašla odgovarajuća zaštita tih materijala od njihovog utjecaja.

Na temelju ovakvih ispitivanja mogu se dobiti dobri podaci za izbor materijala za mašinsku i građevinsku opremu.

Literatura

A. Fournol, Trav. de peinture 12 (1957), br. 11, str. 409.

G. Schikorr, Metalloberfläche 1 (1947), br. 11—12, str. 245—251.

R. Burns, Protective coating for metals. Reinholds Publ. Co., New York 1955, str. 320.

G. Greathouse, Deterioration of metals. Reinholds Publ. Co., New York 1955, str. 86 i 320.

A. Ganz i K. Michel, Bulletin SEV 47 (1956), br. 10, str. 444.

W. Schultze, ETZ 61 (1940), br. 52, str. 1194—1200; ETZ 70 (1949), br. 10—11, str. 343—348.

Z. Petrović, Zaštita materijala 3 (1955), br. 7, str. 227—231.

Z. Petrović, Mašinstvo i elektrotehnika 7 (1955), br. 6.

B. Doljak, Zaštita materijala 4 (1956), br. 11, str. 366—370.

Naslov pisca: Dr ing. Fran Podbrežnik, Tehnoklimatološka laboratorija Zavoda za zaštitu materijala, Beograd

Ponašanje blindiranih transformatorskih stanica vanjske montaže u Addis Ababi

»Hidromontaža« Maribor isporučila je u nekoliko pošiljaka za »Ethiopian Electric Light & Power Authority« iz Addis Ababe veći broj blindiranih transformatorskih stanica raznih snaga i raznih jednopolnih shema. Pored osnovnih isporuka isporučeno je uz transformatorske stanice još nekoliko raznih elemenata za potrebe pogona u distribuciji Addis Ababe, Nazaretha, Dire Dawe i drugih gradova u Etiopiji.

Budući da su sada elementi i transformatorske stanice iz prve pošiljke već više od 2 godine u pogonu (isporuka je bila u septembru 1958) »Hidromontaža« je organizirala tehnički pregled objekata u pogonu, da bi se ustanovile sve eventualne manjkavosti, koje bi se otklonile kod slijedećih narudžbi. Isto se je tako pokušalo na licu mjesta proučiti specifične uslove i eventualne specifične želje naručioca. U ovom su članku prikazani najbitniji rezultati tih pregleda.

1. *Antikoroziona zaštita*

Transformatorske stanice se u pogledu kvaliteta boje ponašaju bolje, nego što se očekivalo. Na svim objektima, koji su pregledani nisu zapaženi ni najmanji tragovi korozije ni s vanjske, ni s unutarnje strane. Korozija je počela jedino na dijelovima aparata, koji su u tvornici obrađivani ili prerađivani, ali kasnije nisu bili dovoljno zaštićeni (npr. skraćene osovine učinskih rastavljača, razni pogoni i sl).

Za bojenje je upotrebljena uvozna boja, postojana u tropskim uslovima, zaštićena protiv utjecaja gljivica. To je tražilo već u tvornici specijalnu organizaciju rada, budući da je disanje u prostorijama, gdje se radi takvim bojama već u relativno malim koncentracijama, opasno po život. Budući da su to predmeti velikih dimenzija (3300 mm × 2000 mm tlocrtne površine i visine 3200 mm), bilo je potrebno još i posebno definitivno bojenje u unutrašnjosti sastavljenih ćelija, gdje se praktički ne može provesti uspješna ventilacija za vrijeme rada.

Očekivalo se, da će velika visina, na kojoj su transformatorske stanice montirane, nepovoljno djelovati na postojanost boje. Pokazalo se međutim, da upotrebljena boja potpuno odgovara uslovima kojima su transformatorske stanice izložene.

Specifičnost klime, koja se odražava u obliku više ili manje izrazite podjele u period kiše i period suše, ima prema ocjeni, povoljniji utjecaj na držanje boje nego evropska klima. Razumljivo je, da stalno mijenjanje temperature (noćna i dnevna) u našim predjelima, i pored toga periodična izloženost suncu i kiši mora biti nepovoljnija od klime u Etiopiji, koja je prije svega temperaturno ipak više ustaljena, a u pogledu oborina uglavnom podijeljena u dva perioda.

2. *Transport i ambalaža*

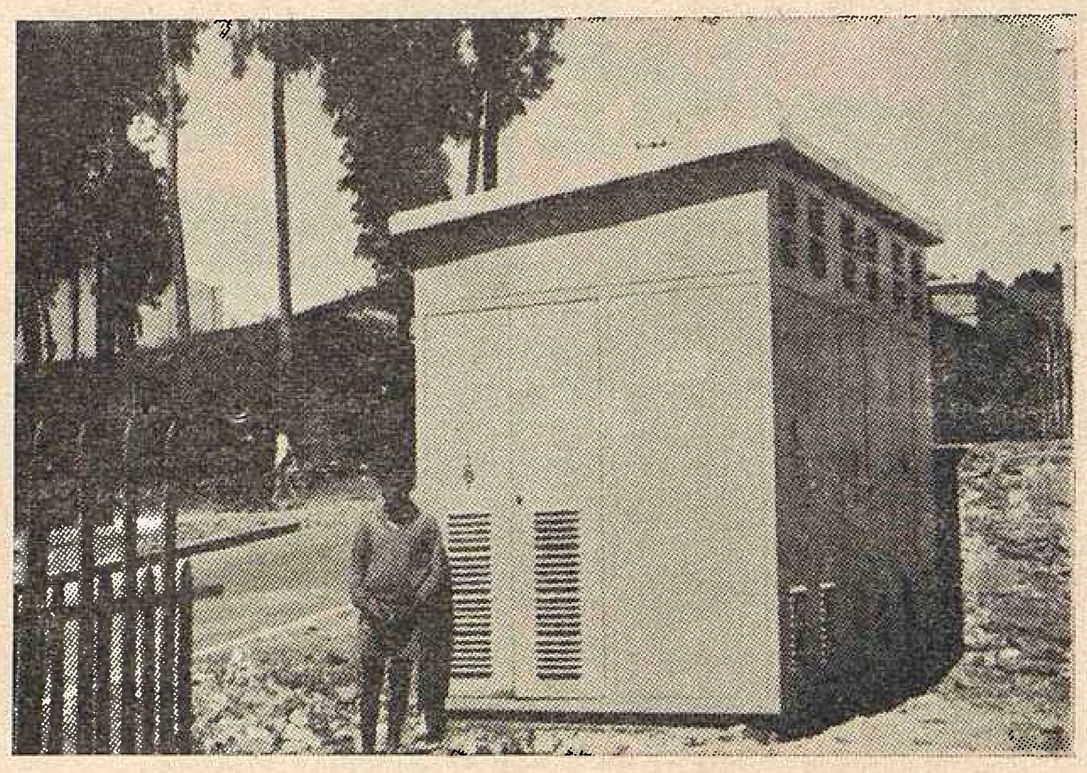
Transformatorske stanice i ostali elementi bili su upakovani u drvene sanduke odgovarajućih dimenzija. Sanduci su bili predviđeni za prekomorski transport.

S unutarnje strane sanduci su bili obloženi mekom oblogom, kako bi se spriječilo oštećenje boje za vrijeme transporta. Transport na relaciji Maribor – Rijeka obavio se kamionima, a na relaciji Rijeka – Djibouti brodom. Od Djiboutia do Addis Ababe stanice su opet transportirane željeznicom. Transport nije pravio nekih naročitih poteškoća, budući da »Hidromontaža« raspolaže specijaliziranom grupom teškog transporta, koja je tu surađivala s transportnim poduzećem, koje je izvršilo transport.

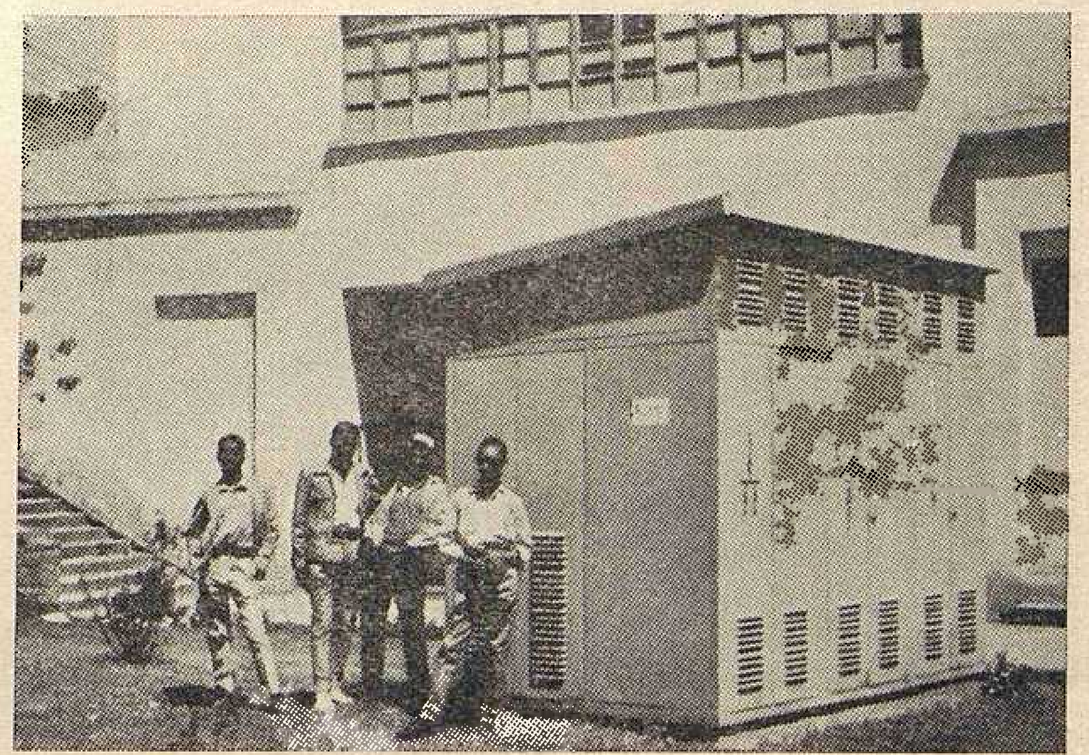
Nakon pregleda na licu mjesta, a i na osnovu izvještaja o prijemu transformatorskih stanica, moglo se konstatirati, da je ambalaža u punoj mjeri zadovoljila i da je postignut stepen zaštite, potreban za objekte takvog karaktera.

3. *Konstrukcije i pričvršćenje opreme*

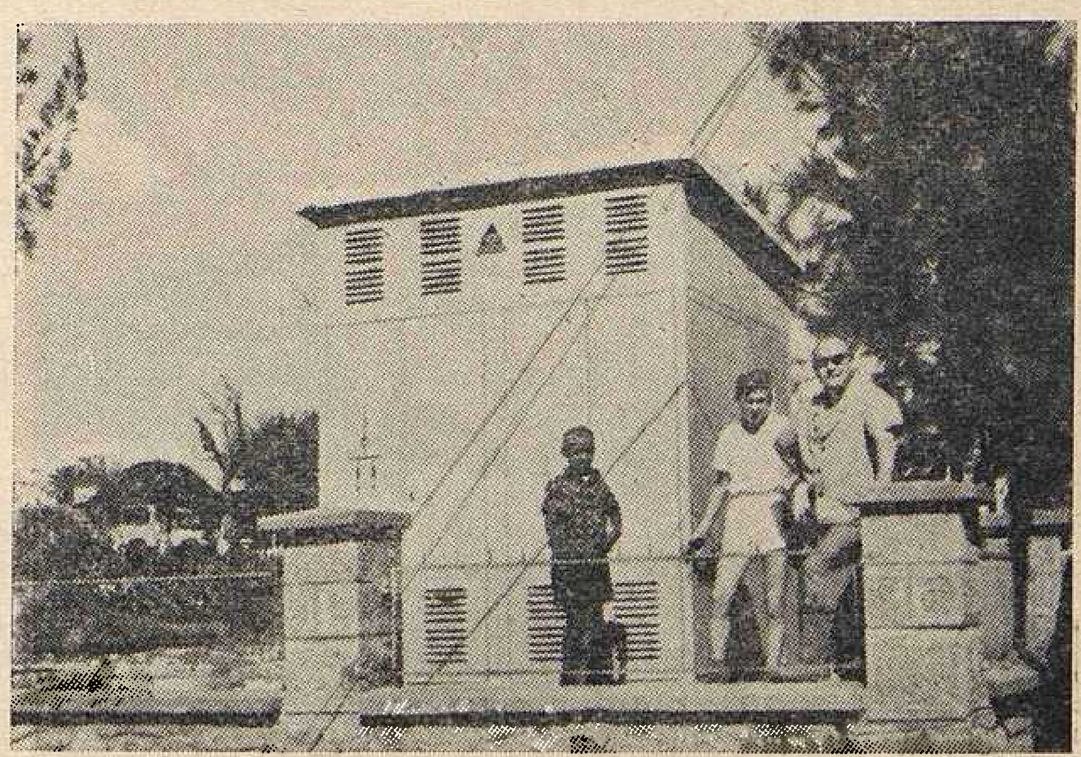
Zbog teškog dugačkog transporta došli su do izražaja izvjesni tehnički zahtjevi koje kod takvih isporuka treba uvažiti.



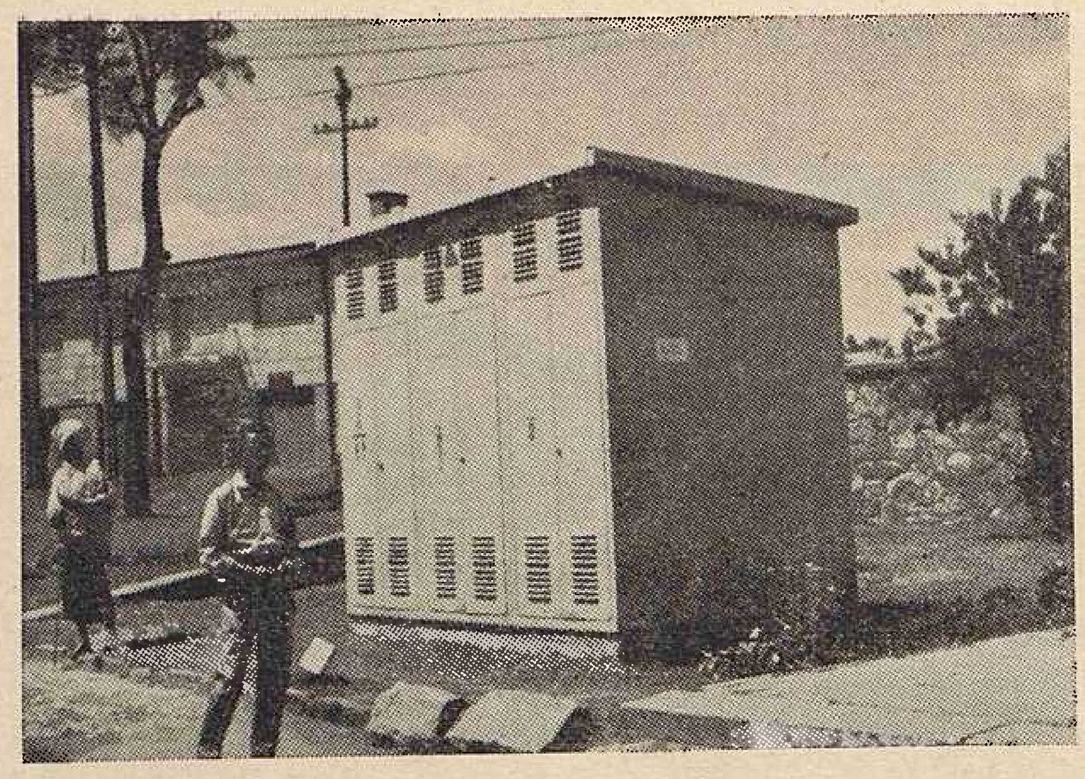
Transformatorska stanica prolaznog tipa do 500 kVA (630 kVA) 15/0,4/0,231 kV – Addis Ababa; dostavila »Hidromontaža«



Vrlo je teško dobiti za »statiste« crne prijatelje; na objašnjenje, da je to fotografiranje »tehničkog« karaktera ipak je uspjelo dati transformatorskoj stanici »više« afričke atmosfere



U Etiopiji očigledno rasizam nema uslova – domaći i stranci zajedno se zalažu, da što prije stvore uslove za najosnovniju industrijalizaciju zemlje



Na ulicama Addis Ababe još se mogu vidjeti »velike suprotnosti«. Pored relativno modernih »promenadnih lavova« vide se i originalni predstavnici plemena iz okolice i kao dokaz napretka, — moderna transformatorska stanica

Kod gradnje transformatorskih stanica i polaganja kabelske mreže često naiđu prijatelji iz Addis Ababe na neočekivane poteškoće — to nam potvrđuje ogromno kamenje na slici, koje je bilo potrebno iskopati da bi se mogli napraviti temelji transformatorske stanice i kratki kabelski kanali

Tržnice su svugdje u svijetu jednake: budući da je otpadaka u izobilju, to je okolina transformatorske stanice prikladno odlagalište

Nakon montaže na temelj, treba sve konstrukcije detaljno pregledati i vijke stegnuti. U tom pogledu su naročito osjetljivi aparati s prigrađenim ručnim polužnim pogonom (npr. autopneumatski aparati).

Zbog čestih utovara i istovara može doći do naprezanja i deformacija nosive konstrukcije, što otežava normalan rad polužnog prijenosa, pa je potrebno u tom smislu izvršiti na terenu definitivne korekture i podešavanja. U svakom slučaju je poželjno, da ambalaža bude toliko kruta i čvrsta, da onemogući veće deformacije kompletnog kućišta.

Svi mjerni instrumenti bili su normalno montirani i za vrijeme transporta kao i za vrijeme montaže nisu pretrpjeli nikakovih kvarova.

Temeljni okviri, koji su predviđeni za ubetoniranje u temelj bili su rastavljeni na elemente prikladne za transport, pa su se tek na terenu sastavljali.

Stanovit broj transformatorskih stanica predviđen je za direktan priključak na zračni vod. U tom su smislu u krovu ćelija predviđeni provodni izolatori za priključak zračnog voda. Provodni su se izolatori posebno ambalirali i transportirali u posebnom sanduku. Na taj je način visina kompletnih kućišta transformatorskih stanica za vrijeme transporta bila niža.

S obzirom na nadmorsku visinu, koja se kreće između 2000 i 3000 m, moralo se računati s povećanim izolacionim razmacima. Pošto je asortiman domaćih aparata ograničen, a i zbog nekonkurentne cijene, moralo se prijeći na izbor uvoznih aparata visokog napona reda 20 kV. Isto su tako svi razmaci računani za napon 20 kV, iako je pogonski napon 15 kV.

Kompletna izolacija kao i svi aparati predviđeni su za tropske uslove. Umjesto pertinaksa za provod niskonaponskih sabirnica upotrebljen je perspeks.

Transformatori nisu ušli u okvir isporuke. Ukoliko bi došlo do takve kompletne montaže, treba transformatore specijalno učvrstiti i u svakom slučaju bolje je i sigurnije transportirati transformatore odvojeno, pogotovo jedinice većih snaga.

Ispod transformatora predviđena je uljna jama za koju je isporučena potrebna mreža. Mreže su se transportirale u transformatorskoj komori.

Za Etiopiju iskoručene su i dvije jedinice transformatorskih stanica prijevoznog tipa na automobilskim točkovima. Prema izjavi ljudi iz pogona one su, kako mehanički tako i električki, ispunile očekivanja. S transformatorskim stanicama do sada nije se desila još nikakva nesreća, iako njima rukuju relativno slabo upućeni ljudi, što dokazuje visoki stepen zaštitnih mjera isporučenih stanica.

4. *Građevinska koncepcija*

Kod izrade temelja pokazalo se, da za Etiopiju nije najpovoljnija predložena koncepcija temelja koja se u našoj zemlji upotrebljava kod transformatorskih stanica i razvodnih postrojenja proizvodnje »Hidromontaža«. Zbog specifične lokacije Addis Ababe, kao i s obzirom na sastav osnove, moralo se prijeći na temelj, koji nije toliko dubok (ne postoji opasnost smrzavanja) i koji je u konstrukciji jednostavniji. Zbog čvrste osnove (velika specifična nosivost) i zbog činjenice, da nije potrebno računati s mogućnošću smrzavanja izabrana je jednostavnija profilna konstrukcija koja se jednostavno zalije betonom i to na dubini svega cca 30 cm. Za transformatorsku komoru predviđen je način za odtok ulja s mrežom, koja je predviđena u osnovnom projektu.

Na nekim lokacijama u Addis Ababi građevinska ekipa naišla je na nevjerovatne poteškoće. Na kratkom komadu kabela oko 15 m i temelju stanice od 1 ćelije moralo se iskopati kamenje takvih dimenzija koje bi i modernijim alatima pravilo prilične poteškoće, a kamoli jednostavnim »klasičnim« lopatama i slično.

5. *Urbanističko uklapanje ćelija u okolinu*

Transformatorske stanice — kao limeni element i u urbanističkom su pogledu povoljno primljene u afričkoj oko-

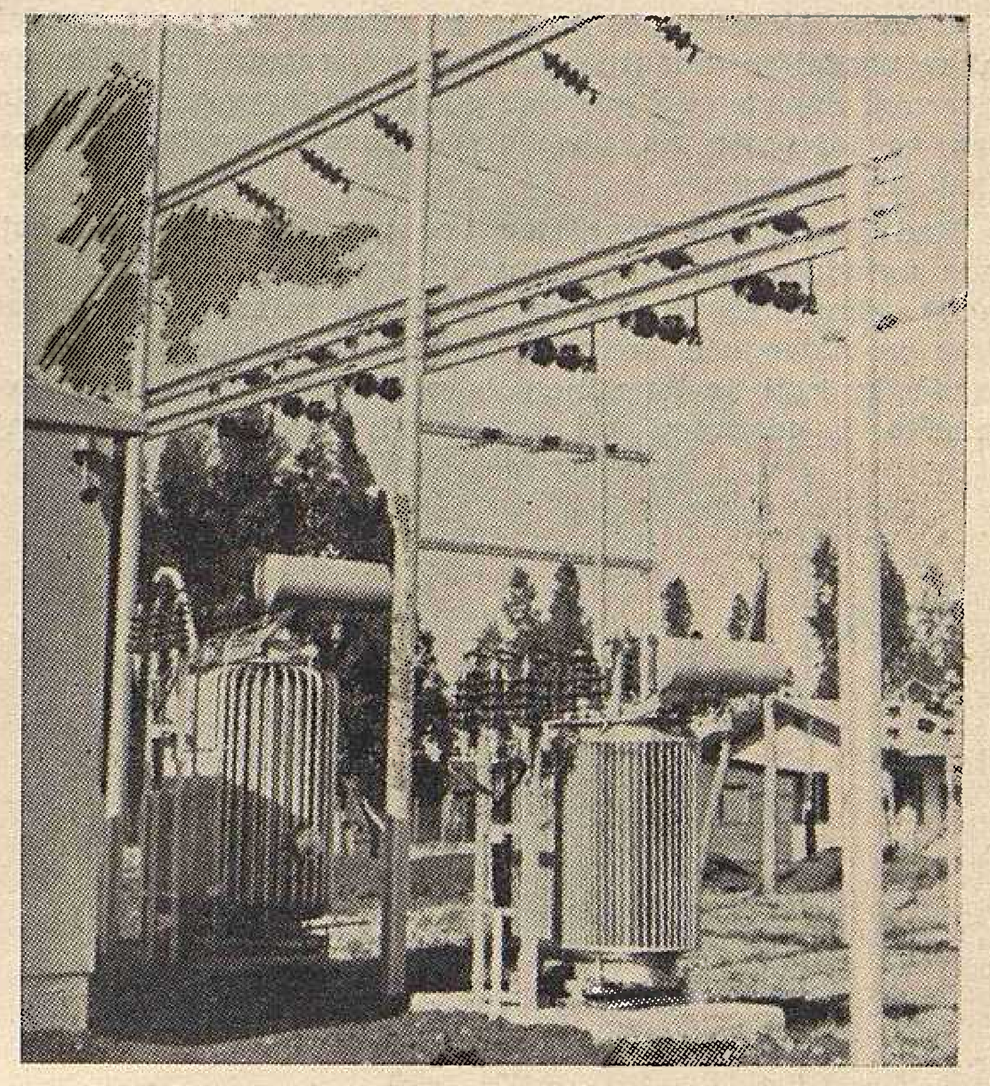
lini. U svrhu tehničkog pregleda obišlo se samo transformatorske stanice u Addis Ababi. Pošto je poduzeće »EELPA — Addis Ababa« kompententno za cijelu Etiopiju, te rukovodi proizvodnjom, prijenosom i distribucijom električne energije u Etiopiji, to se moglo na osnovu mišljenja mjerodavnih ljudi iz tog poduzeća zaključiti kako se ponašaju stanice u ostalim gradovima.

Transformatorske stanice proizvodnje »Hidromontaže« predstavljaju arhitektonski vrlo lijep i moderan element, koji je u svakom pogledu odgovorio zahtjevima velikog grada. Stanice se, kako u tonu boje tako i u pogledu konstrukcije, vrlo efektno uklapaju s jedne strane u okolinu modernih zgrada, a s druge strane predstavljaju i dobro rješenje u zelenom pojasu sa karakterističnom zelenom bojom Addis Ababe.

6. *Opći zaključci*

Na osnovu razgovora s generalnim direktorom »EELPA—Addis Ababa« gospodinom Ato Seifu Mahteme Selassiem i inženjerom za razdiobu gospodinom Ato Assefa Telahounom moglo se zaključiti, da su sve dosadašnje pošiljke isporučenih transformatorskih stanica i drugih elemenata u punoj mjeri zadovoljile. Jugoslavenska elektroindustrija postigla je u borbi s najrenomiranijim firmama svijeta velik uspjeh plasmanom na etiopsko tržište, a kvalitetnom isporukom osigurala je »Hidromontaža« sebi i Jugoslaviji stanovitu afirmaciju, koja će kod perspektivnog sarađivanja s EELPOM sigurno odigrati važnu ulogu.

Ing. Jože Vide



Razvodne transformatorske stanice grade u Etiopiji na moderan način kombinacijom vanjskih elemenata 63 kV i montažnog postrojenja 15 kV za vanjsku montažu — detalj visokonaponskog dijela postrojenja u Akaki-u kod Addis Ababe.

Ispitivanje ventilatora u termoelektranama prilikom preuzimanja

Kod preuzimanja ventilatora u termoelektranama problem se svodi na utvrđivanje njegovih aerodinamičkih karakteristika mjerenjem. Dovoljno tačno mjerenje razmjerno je jednostavno samo u slučaju kad se provodi na posebnom mjernom uređaju. Kad je ventilator već ugrađen u sistem cjevovoda i kotla onda se kod mjerenja pojavljuje niz poteškoća od kojih neke onemogućuju mjerenje, a druge mu znatno smanjuju tačnost. Ocjena tih utjecaja kao i analiza moguće tačnosti mjerenja dana je u internom elaboratu Instituta za elektroprivredu Zagreb [1]. Na jednom dijelu tog elaborata temelji se i ovaj članak.

Mogućnosti postizavanja ugovorenih uslova rada

Kod preuzimanja već ugrađenog ventilatora od proizvođača, dokazuje se mjerenjem na propisani način da su karakteristike ventilatora unutar ugovorenih propisanih tolerancija.

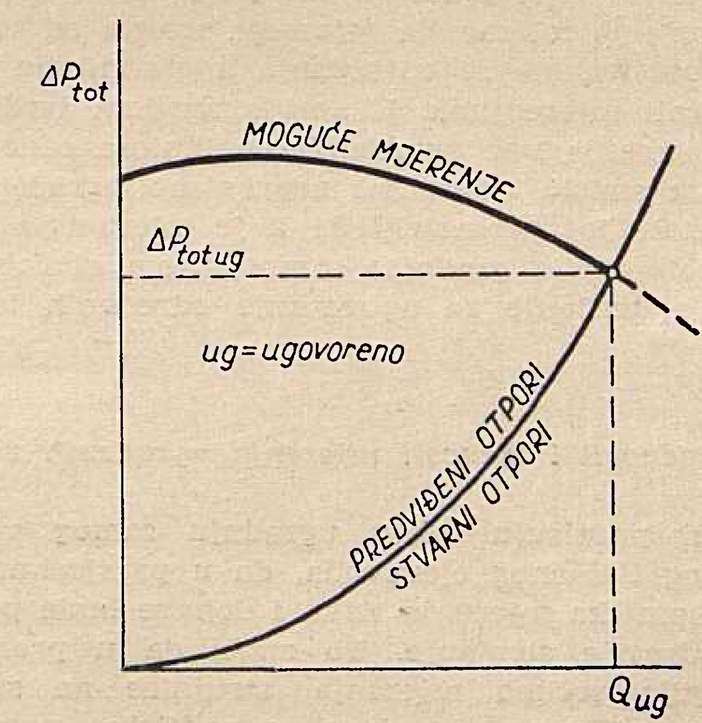
Osnovni uvjet koji kod toga mora biti zadovoljen je taj da se ugovoreno stanje, na gotovom sistemu cjevovoda i kotla u koji je ventilator ugrađen, uopće može postići. To može osigurati samo projektant pravilnim određivanjem aerodinamičke karakteristike kotla.

Ovo je naročito teško postići, jer se i kod najpomnijeg proračunavanja otpora griješi do ± 10 %, a u kasnijoj izvedbi, radi raznih manjih odstupanja, ta pogreška iznosi i do ± 20 %. Kako se radi sigurnosti još povećava tlak za kojih 10 %, to se stvarni aerodinamički otpori mogu znatno razlikovati od predviđenih. Oni mogu biti već prema prilikama manji, jednaki ili veći. Ako su stvarni otpori veći od predviđenih, onda se na licu mjesta na već ugrađenom ventilatoru ne može nikakvim praktičnim sredstvima postići ugovoreno stanje, niti dokazati ispravnost rada ventilatora. Ovo se vidi i na slikama 1, 2 i 3, gdje je dio krivulje koji se može mjeriti izvučen punom crtom, a onaj dio koji se uopće ne može uspostaviti ni mjeriti, crtkanom.

Mogućnost mjerenja po postojećim standardima i propisima

Kako je već spomenuto, preuzimanje se sastoji u tome da se propisanim načinom mjerenja postignu ugovorene karakteristike u propisanim tolerancijama.

Promotrimo prvenstveno mogućnosti propisanog načina mjerenja. Svim standardima i propisima [2, 3, 4, 5, 6] definirane su, iako na razne načine, metode mjerenja potrebnih veličina (u biti su to uvijek četiri osnovne veličine: dobava, tlak, učin i broj okretaja). Te metode opet uvjetuju propisani način ugradnje ventilatora, propisane instrumente, propisani način priključka tih instrumenata i način interpretiranja rezultata.

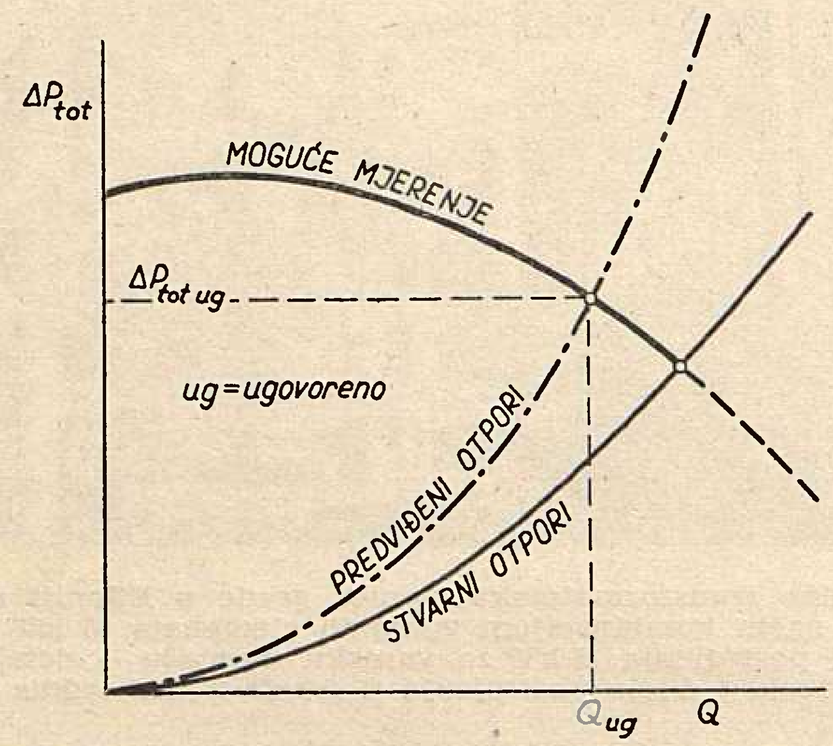


Slika 1

Najosnovniji od svih tih uvjeta je način ugradnje ventilatora koji onda omogućava propisani način mjerenja. Ovaj

se uvjet s lakoćom postiže na posebnom mjernom uređaju. Takav uređaj je međutim vrlo skup i, zajedno s troškovima mjerenja, dopire do polovice cijene samog ventilatora. Radi toga se mjerenja na posebnim mjernim uređajima skoro nikad ne provode.

Kad je jednom ventilator već ugrađen u sistem kotla, onda ugradnja obično odstupa od propisane u tolikoj mjeri da je primjena bilo kojeg standarda mjerenja nemoguća. Time je nemoguće koristiti se i prednostima mjerenja po standardu koji je zamišljen tako da mjerenja, iako mogu ponešto i odstupati od apsolutnih vrijednosti rezultata,



Slika 2

odstupaju uvijek na isti način, a uzroci odstupanja imaju uvijek približno isti utjecaj. Mjerenja su time međusobno usporediva.

Tačnost svakog mjerenja koje nije provedeno po propisima standarda treba dokazivati posebno. To je dugotrajan, skup, nesiguran a katkad i nemoguć način. Općim razmatranjem može se doći do brojčanih podataka o redu veličine pogreške. Tačniji podaci o tačnosti mjerenja mogu se ustanoviti samo na svakom pojedinom konkretnom primjeru a na temelju kontrolnih mjerenja i teoretskih razmatranja.

Neki od navedenih standarda propisuju osim ranije spomenutog načina mjerenja još i tačnost instrumenata, tačnost mjerenja a time i toleranciju mjerenja a poneki od njih čak i toleranciju gradnje. Standardi se uvijek temelje na činjenici da je tolerancija mjerenja manja od tolerancije gradnje; u protivnome se odstupanja u gradnji ne bi uopće mogla dokazati mjerenjima. U vezi s ranijom tvrdnjom, da ćemo kod mjerenja već ugrađenih ventilatora redovito naći da su oni, u smislu mjerenja, nepropisno ugrađeni, morat ćemo, uz ostalo još promotriti da li je tolerancija mjerenja manja od tolerancije gradnje; samo u tom slučaju postoji ekonomsko opravdanje za ugovaranje određenih tolerancija gradnje.

Realne mogućnosti i tačnosti mjerenja ugrađenih ventilatora

Standardi propisuju takvu ugradnju samog ventilatora kao i usisnog i tlačnog cjevovoda, da u presjecima gdje se vrše aerodinamička mjerenja tlaka i dobave bude po mogućnosti što zdravije strujanje. To znači da u promatranom presjeku, gdje vršimo mjerenja, strujnice ne smiju biti zakrivljene nego ravne i međusobno paralelne, profil brzina mora biti što jednoličniji, lokalne brzine moraju biti stacionarne, ili, ako pulziraju mora ta pulzacija biti što manja a raspored statičkog tlaka mora biti što jednoličniji Osim toga u tom presjeku ne smije postojati stacionarni vrtlog.

Kako smo spomenuli kotlovski ventilatori redovito nisu ugrađeni u skladu sa standardima za mjerenje. Bez obzira na to treba, ako se konstatira da je mjerenje moguće i svrsishodno, i u tim nestandardnim slučajevima pokloniti u prvom redu pažnju izboru mjernog presjeka. Taj presjek, da bi zadovoljio ranije spomenute uslove zdravog strujanja ne smije biti izabran

a) u samom tlačnom motoru ventilatora, jer tamo uvijek postoji stacionarni vrtlog i nejednolikost polja statičkog tlaka i polja brzina;

b) blizu iza koljena, difuzora, zasuna ili drugih dijelova cjevovoda prijelazne forme, jer je tamo uvijek samo jedan dio presjeka ispunjen zdravim strujanjem a ostali dio je u brazdi ispunjenoj vrtlozima;

c) u samom difuzoru ili bilo kojem drugom dijelu cjevovoda prijelazne forme, jer je tamo polje brzina vrlo nejednoliko, od prilike u istom smislu kao ono pod b).

Ako u nekom presjeku nisu zadovoljeni svi ovi uslovi, ne možemo očekivati tačnost mjerenja dvaju osnovnih podataka: dobave i tlaka. Pogreške mjerenja koje nastaju u neprikladnim presjecima su znatne [1]. Pogreška u mjerenju tlaka i dobave može doseći

$$TMP = TMQ = \pm\ 10\,\%$$

a kod nešto lošijeg mjerenja učina na osovini motora pogreška može doseći

$$TMN = \pm\ 5\,\%.$$

Kako je poznato, stepen djelovanja se računa

$$\eta_{tot} = \frac{Q \cdot \Delta P_{tot}}{75 \cdot N_s}$$

Svaka veličina iz ove jednadžbe mjeri se s gore navedenom pogreškom. Uzevši u obzir te pogreške red veličine pogreške stepena djelovanja je vrlo velik i iznosi

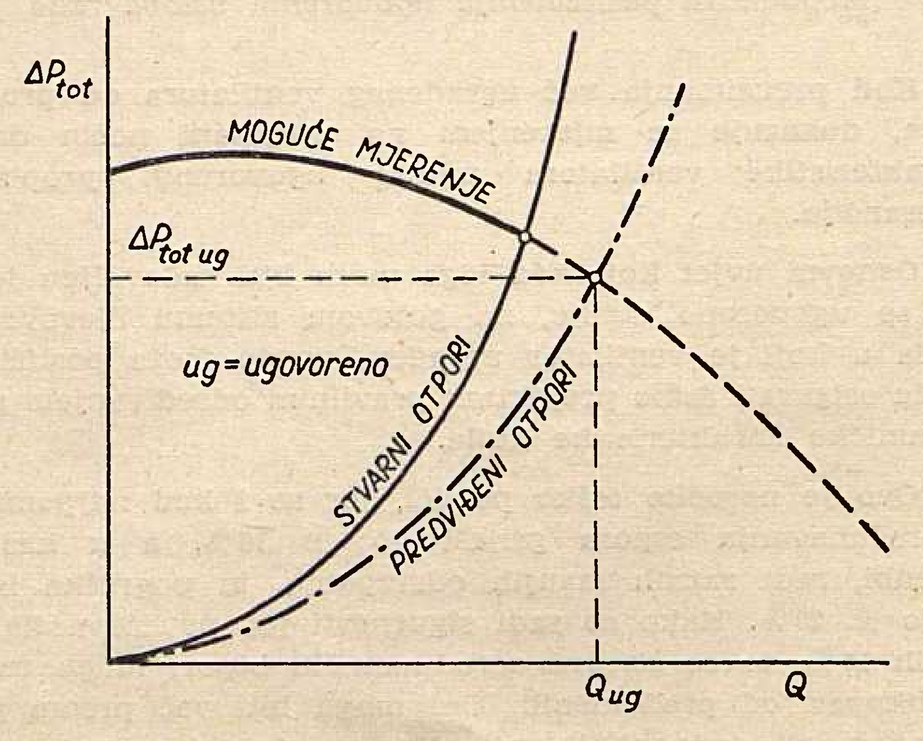
$$TM\eta = \pm\ 15\,\%.$$

Oznake u ovim jednadžbama i na slikama znače

Q	dobava ventilatora u m^3/sec
ΔP_{tot}	totalni tlak u kg/m^2
N_s	učin na spojci motora u KS
TMP	tolerancija mjerenja tlaka
TMQ	tolerancija mjerenja dobave
TMN	tolerancija mjerenja učina
$TM\eta$	tolerancija mjerenja stepena djelovanja
TGP	tolerancija gradnje tlaka
TGQ	tolerancija gradnje dobave.

Dokazivanje aerodinamičke ispravnosti ventilatora

Kako je pokazano ranije, kod ventilatora ugrađenih u sistem kotla nećemo imati mogućnosti izvršiti mjerenja prema



Slika 3

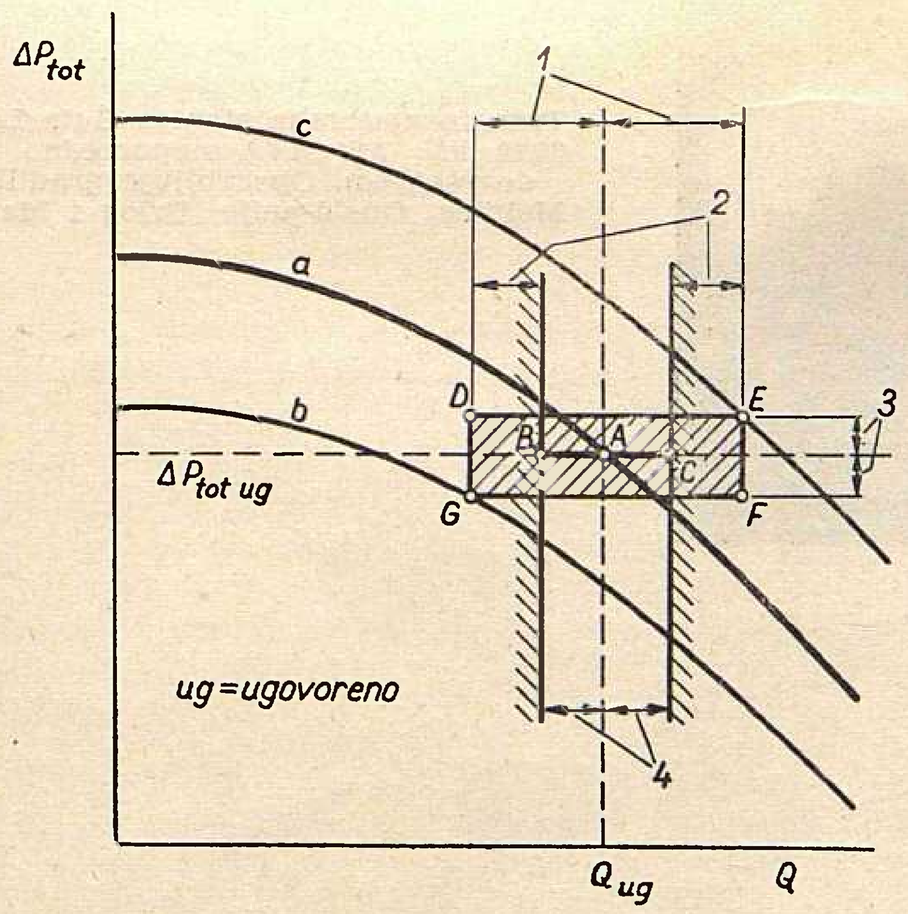
propisima standarda a niti će tolerancije tih mjerenja biti unutar onih koje su predviđene standardima. U ugovorima će ipak biti fiksirane neke tolerancije za osnovne aerodinamičke podatke. Te tolerancije će se opet redovito oslanjati

na jedan od standarda. U nekim državama proglašena je zakonska važnost bilo vlastitog bilo nekog usvojenog stranog standarda koji onda vrijedi uvijek i kad to ugovorom nije predviđeno. Katkada se ugovore i tolerancije gradnje izvan standardnih, ali su one obično istog reda veličine.

Usporedimo dakle tolerancije gradnje predviđene standardima s tolerancijama mjerenja koje su ustanovljene u prethodnom poglavlju. Promotrimo tolerancije gradnje predviđene po dva razna standarda: po VDI propisima za turbokompresore (i ventilatore) [5] i po britanskom standardu za ventilatore BS 848 : 1939 [4].

Po propisu VDI garancija je ispunjena kad uz ugovoreni broj okretaja, ugovorenu specifičnu težinu na ulazu u ventilator i ugovoreni totalni tlak (to znači dakle da je tolerancija gradnje tlaka jednaka nuli TGP = 0) mjerena dobava na ulazu u ventilator ne odstupa više od $\pm$ 5 % od ugovorene Kod iste dobave mora mjereni stepen djelovanja biti jednak ili veći od ugovorenog. Mjerene vrijednosti mogu se povećati odnosno smanjiti za toleranciju mjerenja. Ovo praktički znači da se tolerancije gradnje i tolerancije mjerenja zbrajaju. Linija tolerancije po VDI (*BC* na slici 4) pretvara se u polje tolerancije *DEFG* neprihvatljive veličine, jer bi ovime proglasili dobrim svaki ventilator kojemu karakteristika prolazi ili barem tangira garantno polje *DEFG* (krivulje *b* i *c* na slici 4).

Britanski standard BS 848 : 1939 priznaje dobrim svaki ventilator kojemu karakteristika prolazi pravokutnikom *ABCD* na slici 5. Taj je pravokutnik omeđen po širini apscisama »0,95 . $Q_{ugovoreno}$« i »1,05 . $Q_{ugovoreno}$«. Ako se ugovorenom tačkom i ishodištem položi kvadratna parabola, ona siječe spomenute dvije apscise u tačkama *A* i *C*. Tim tačkama su određene ordinate kojima je garantno polje omeđeno po visini (*ABCD* na slici 5). Kako BS 848 : 1939 vrijedi samo ako se mjerenja vrše na propisanom uređaju, to su u spomenutom pravokutniku tolerancija već zbrojene tolerancije gradnje i mjerenja. Postiziva tolerancija mjerenja dobave ugrađenih kotlovskih ventilatora, spomenuta u prethodnom poglavlju,



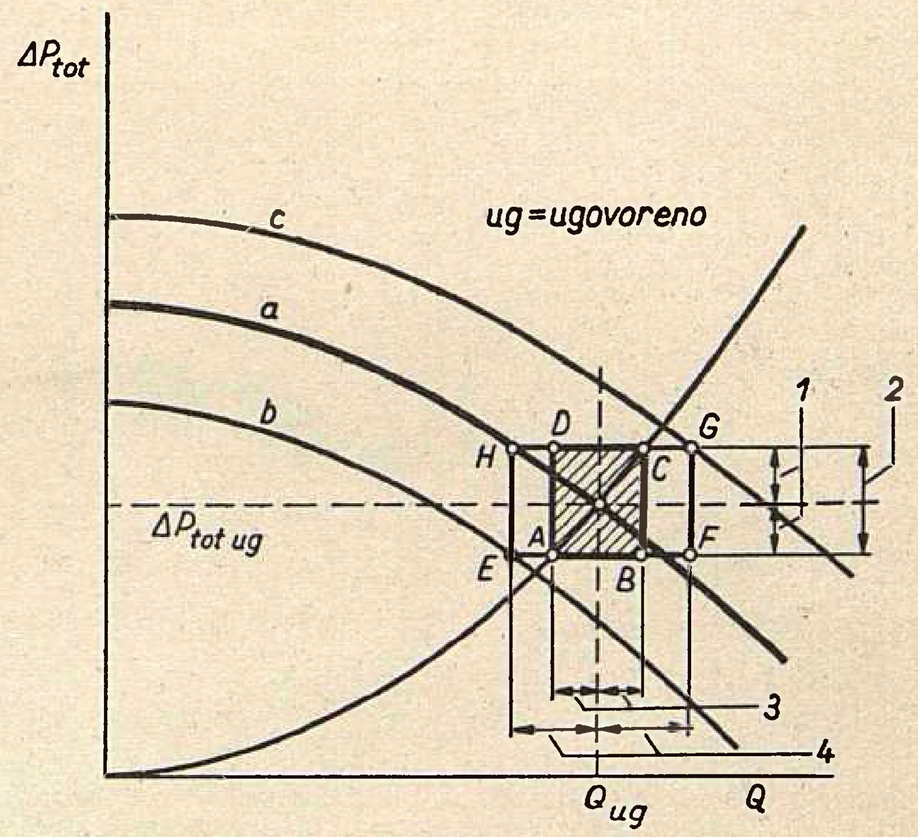
Slika 4

1 $TGQ + TMQ = 0{,}15\ Q_{ug}$; 2 $TMQ = 0{,}1\ Q_{ug}$
3 $TMP = 0{,}1\ \Delta\ P_{tot\ ug}$; 4 $TGQ = 0{,}05\ Q_{ug}$

veća je od ukupne tolerancije mjerenja i gradnje po BS 848 : 1939, dok je sama postiziva tolerancija mjerenja tlaka približno jednaka ukupnoj toleranciji mjerenja i gradnje po BS 848 : 1939.

Pravokutnik postizive tolerancije mjerenja (*EFGH* na slici 5) je time veći od pravokutnika ukupne tolerancije *ABCD*, te je prema tome i BS 848 : 1939 u promatranim uslovima nepromjenljiv.

Slično je i kod ostalih standarda.



Slika 5

1 $TMP = 0{,}1\ \Delta\ P_{tot\ ug}$ – postiziva tačnost mjerenja
2 $TGP + TMP \sim 0{,}1\ \Delta\ P_{tot\ ug}$ – po standardu
3 $TMQ = 0{,}1\ Q_{ug}$ – postiziva tačnost mjerenja
4 $TGQ + TMQ = 0{,}05\ Q_{ug}$ – po standardu

Zaključak

Primjena postojećih propisa za ispitivanje ventilatora i njima propisanih načina i tačnosti mjerenja je vrlo ograničena kod mjerenja samih ventilatora u pogonu.

Kod izvedenih uređaja, gdje su otpori strujanja kroz kotao veći od predviđenih, nije moguće postići projektirani i ugovoreni režim rada ventilatora. U tom bi se slučaju garantna tačka mogla postići nekom posebnom adaptacijom priključaka ventilatora samo u svrhu mjerenja.

Naročito je nesigurno mjerenje dobave i tlaka, jer aerodinamički nesređene prilike mogu biti uzrokom odstupanja do $\pm$ 10 % od mjerene vrijednosti.

Ako je ugradnja samog ventilatora nepovoljna za ispitivanja, ne može se ispitivanjima na licu mjesta dokazati i tolerancija gradnje koja se propisuje spomenutim standardima.

Konačno treba naglasiti da se može desiti da je gdjekoji ventilator ugrađen tako povoljno da je i u pogonu moguće mjeriti njegove karakteristike dovoljno tačno. Ukoliko to nije slučaj, trebaju se stranke unaprijed dogovoriti na osnovu kojih pogrešaka mjerenja će se priznati valjanost samog ispitivanja. Pri tome treba umjesto neprikladnih propisa uzeti u obzir realne mogućnosti i tačnosti mjerenja, koje su to veće što je pravilnija ugradnja ventilatora.

Literatura

[1] Ing. Eduard Smolej, *Studija o ispitivanju ventilatora termoelektrana.* Institut za elektroprivredu, Zagreb.

[2] *Test Code for Fans. Power Test Codes.* The American Society of Mechanical Engineers, New York N. Y. 1946.

[3] *Standard Code for the Testing of Centrifugal and Axial Fans.* National Association of Fan Manufactures, Detroit, Mich. 1938, Third printing 1941.

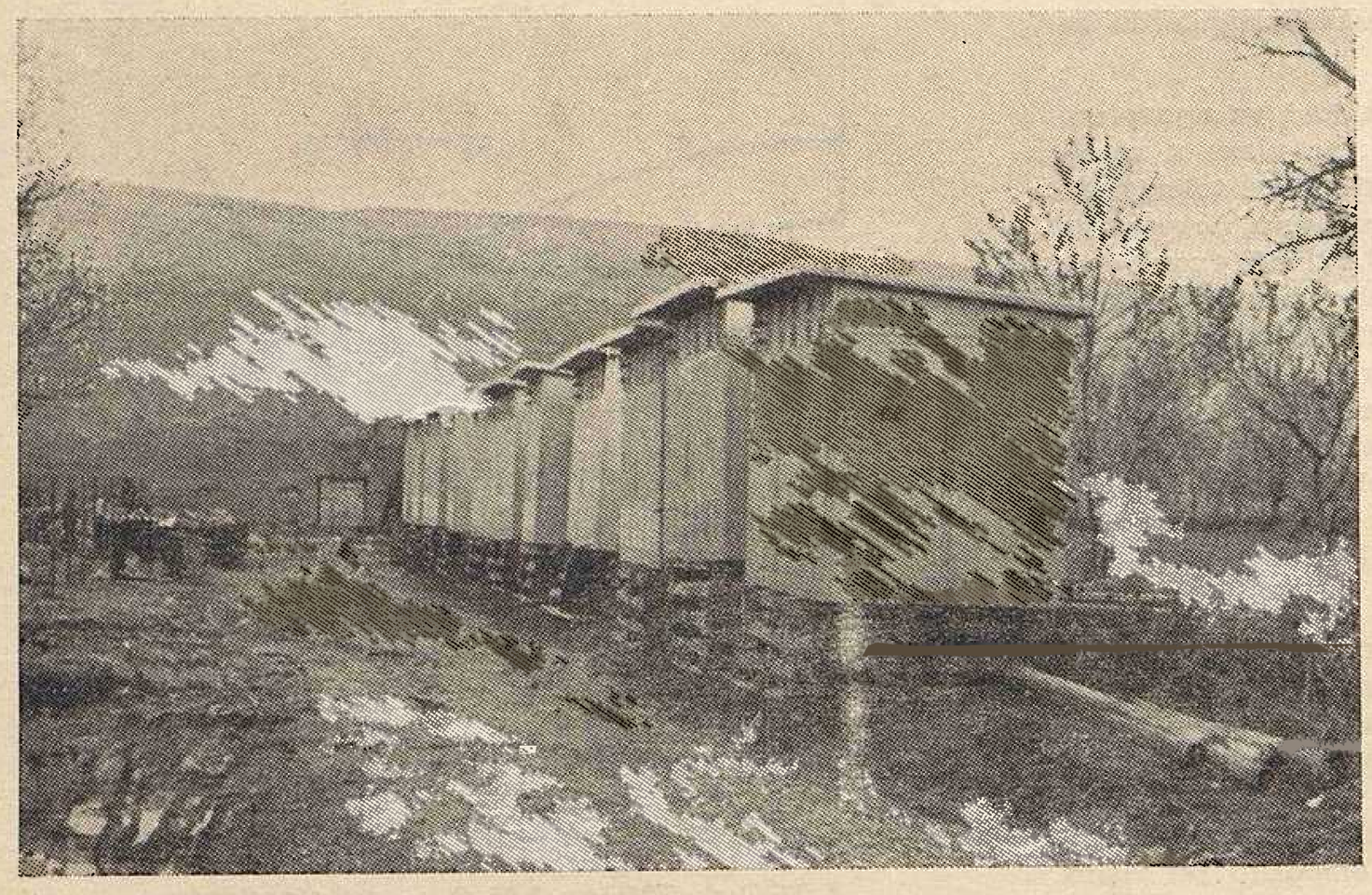
[4] British Standard Institution, *Testing of Fans for General Purposes.* British Standard 848 : 1939.

[5] *Regeln für Abnahme und Leistungsversuche an Verdichtern.* VDI Verdichter-Regeln, DIN 1945.

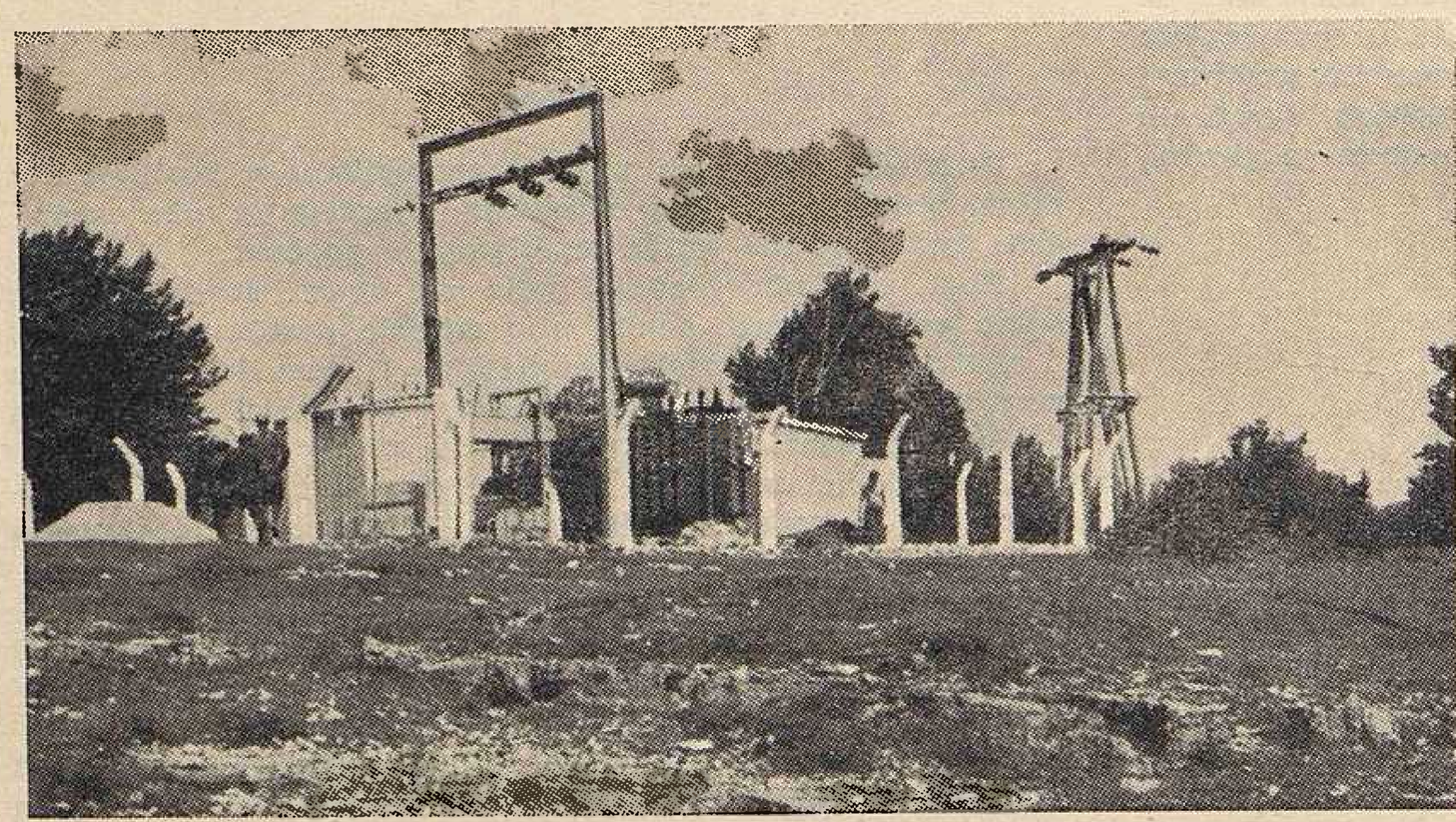
[6] *Abnahmeversuche an Kreiselpumpen.* VDI – Regeln, DIN 1944.

Ing. Eduard Smolej

Gradnja hidroelektrane Senj



Deponija gradilišnih transformatorskih stanica u Brlogu početkom 1961.



Transformatorska stanica Žuta Lokva 35/10 kV, 2,5 MVA neposredno pred dovršenjem. Opskrbljuje gradilište Melnice, Gusić-polje, Brlog i Marase.

Poplava u području Gusić-polja 1960.

Pošto je riješeno pitanje financiranja izgradnje Hidroelektrane Senj početkom ove godine, ponovo su oživjela sva njena gradilišta.

U toku su vrlo intenzivni pripremni radovi na brani Kruščica, gradilištu Selište, Crno Jezero i Šumečice, tunelu Lika-Gacka, zatim gradilištu Kosmačevo jezero, Kompolje i Marasi, tunelu Gornja Švica – Gusić-polje. Na gradilištu Gusić-polje i Melnice obavljaju se već glavni radovi na izbijanju tunela kroz velebitski masiv.

Izgrađuju se još neki nedovršeni pristupni putevi, buše se smjerni potkopi, započeti su vrlo obimni radovi na glavnim gradilišnim vodovodima, a isto tako se na svim gradilištima podižu pogonski gradilišni objekti, kao i objekti društvenog standarda.

Ovih dana pušten je u pogon dalekovod 110 kV Vinodol–Senj–Žuta Lokva s provizornom TS 110/35 kV u Grabovi, kraj buduće elektrane. Nadalje se puštaju u pogon gradilišne transformatorske stanice 35/10 kV Žuta Lokva, dalekovodi 10 kV do gradilišta Melnice i Gusić-polje, čime će se omogućiti brže napredovanje na glavnim radovima već organiziranih gradilišta Melnice i Gusić-polje.

Ing. Đ. Furač

Kanjon Like, područje buduće brane Kruščica

S raznih gradilišta

PODUZEĆE »BRAĆA KAVURIĆ« MONTIRA TERMOELEKTRANU »KOSOVO«

Nakon uspješnih radova na montaži većih elektroenergetskih postrojenja u našoj zemlji zagrebačko poduzeće »Braća Kavurić« ugovorilo je kompletnu montažu strojarske i električne opreme za 1. etapu izgradnje TE Kosovo snage 62,5 MW.

U konačnoj izgradnji TE Kosovo bit će jedna od najvećih jugoslavenskih termoelektrana, koja će koristiti otpadni lignit kosovskih rudnika. Glavnu opremu isporučit će poduzeća iz Zapadne Njemačke i SAD.

Stručne ekipe poduzeća »Braća Kavurić« otpočele su radove na montiranju pojedinih strojeva. Rad na montaži kotla, koji je isporučila tvrtka »Babcoc«, ulazi u završnu fazu. U strojarnici je postavljena dizalica, nosivosti 80 tona, koja je već u pogonu. Otpočeli su radovi i na postavljanju turbogeneratora, proizvod američke tvornice »Westinghouse«. Iako se radi o strojevima strane proizvodnje, stručnjaci poduzeća »Braće Kavurić« vrlo se dobro snalaze u radovima, i montaža se odvija prema planiranim rokovima.

TRANSFORMATORSKA STANICA 110/30 kV ZADAR PUŠTENA U POGON

U Zadru je koncem ožujka ove godine na svečan način puštena u pogon novosagrađena TS 110/30 kV, snage 20 MVA. Tom značajnom događaju prisustvovali su predstavnici republičkih i lokalnih vlasti, elektroprivrede i političkih i društvenih organizacija, te investitora i izvođača.

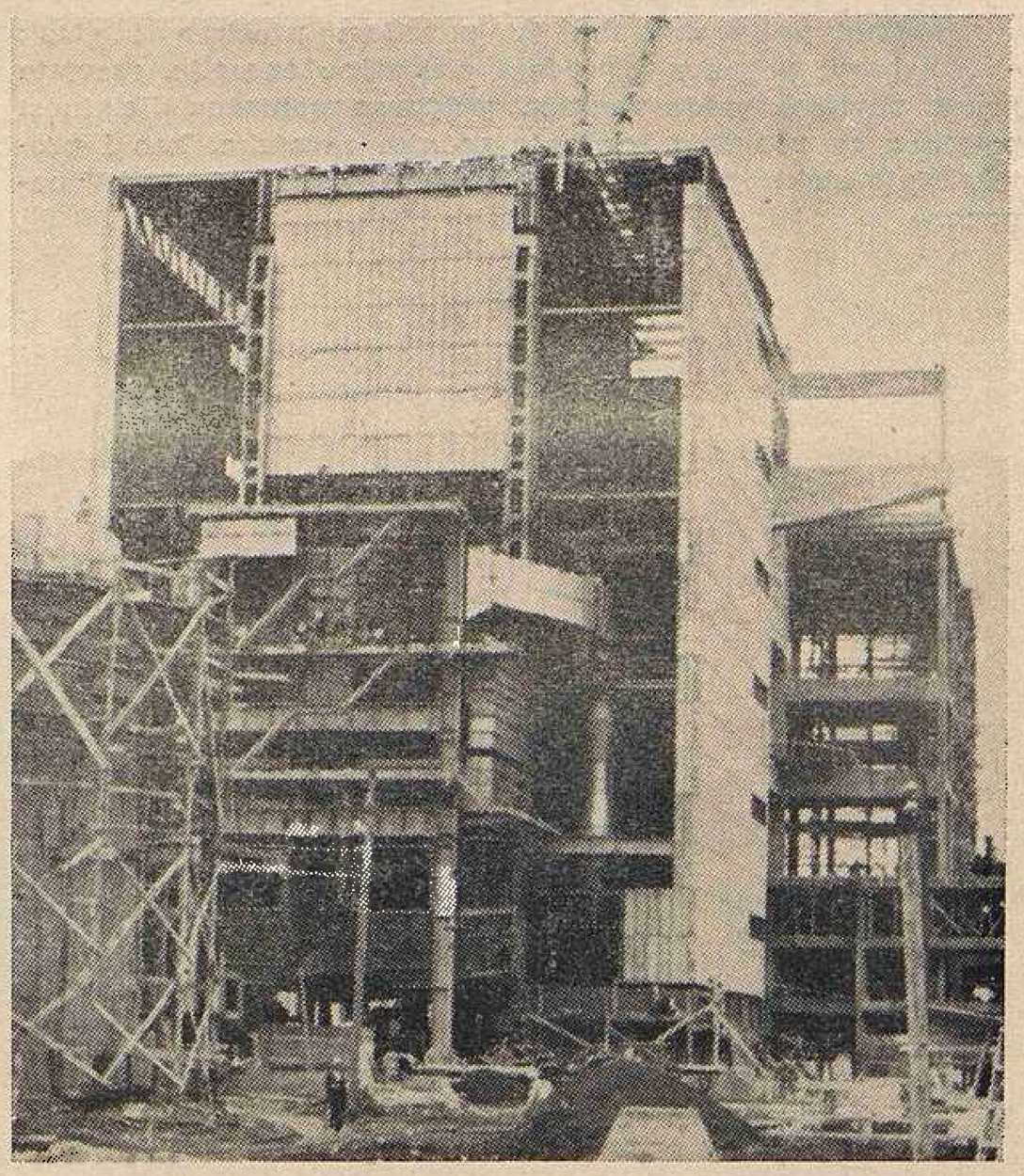
Ova transformatorska stanica je glavna pojna tačka za opskrbu električnom energijom zadarskog područja i otoka sjevernog Jadrana. U isto vrijeme pušten je u pogon i DV 110 kV Zadar–Šibenik, koji je izgrađen prije dvije godine, ali je prenosio energiju pod naponom od 30 kV, budući da u Zadru nije bila izgrađena transformatorska stanica odgovarajućeg napona.

Za izgradnju transformatorske stanice 110/30 kV i DV 110 Zadar–Šibenik, dugačkog 67,6 km, investitor »Elektroprenos« Split, utrošio je za građevne radove i nabavku elektrotehničke opreme iznos od oko 550 milijuna dinara.

Građevinske radove na transformatorskoj stanici izvelo je poduzeće »Izgradnja« Šibenik, a glavnu montažu poduzeće »Dalekovod« Zagreb. Protupožarnu zaštitu transformatora montiralo je poduzeće »Braća Kavurić« Zagreb, a električne instalacije poduzeće »Svjetlost«, Split.

Transformator i glavni dio opreme isporučila je tvornica »Rade Končar«, dok je manji dio nabavljen iz uvoza (u vrijednosti od svega oko 4 i pol milijuna deviznih dinara).

Kotlovnica i strojarnica TE Kosovo
Montaža 42 m visokog kotla Babcoc.



U POGONU DALEKOVD 110 kV VINODOL – SENJ

Nakon završnih radova na izgradnji provizorne TS 110/35 kV u Senju, koncem svibnja ove godine, pušten je u pogon DV 110 kV Vinodol–Senj, dugačak oko 41 km. Ovaj će dalekovod do konačne izgradnje HE Senj prenositi energiju za potrebe pojedinih gradilišta. Prema usvojenim projektima predviđeno je da se energija buduće HE Senj prenosi mrežom napona 220 i 110 kV na HE Vinodol za opskrbu konzuma u Hrvatskom primorju, Istri i Slovenskom primorju. No do izgradnje elektrane novi dalekovod prenosit će energiju u protivnom smjeru tj. iz HE »Nikola Tesla« za gradilišta.

Daljnji je zadatak DV 110 kV Vinodol–Senj, proširenje distribucione mreže Senja, Jablanca, Stinice (drvna industrija), koji se danas opskrbljuju iz nerentabilnih lokalnih elektrana. Otok Rab vezat će se podmorskim kabelom, dugačkim 4 km, na novoizgrađenu mrežu, koji će omogućiti uspješniji razvoj turizma, povrtljarstva i lokalne industrije rapskog područja.

Dalekovod je izgradilo i montiralo zagrebačko poduzeće »Dalekovod«. Za sve građevne radove i nabavu opreme investirano je oko 433 milijuna dinara.

Mreža se dalje podužuje izgradnjom 32 km DV 110 kV Senj–Otočac, tako da je već izgrađena prva dionica Senj–Melnice–Žuta Lokva, oko 13,6 km, koja će biti priključena na TS 35/10 kV Žuta Lokva. Svrha je ovog voda da energijom napaja gradilišta, a na prvom mjestu radilišta u Melnicama, gdje će se raditi na izgradnji tunela, dugačkog oko 13,6 km. Također otpočeli su radovi i na izgradnji druge dionice Žuta Lokva-Otočac.

I. R.

VIJESTI IZ POBUDEĆA ZAJEDNICE INSTITUTA

Poduzeće »Elektra« Zagreb u godini 1960.

O poduzeću *»Elektra«* u Zagrebu, koje je tokom pedeset i pet godina svoga postojanja prošlo kroz sve moguće razvojne faze, što ih je tokom pola stoljeća donosio politički, društveni i revolucionarni preobražaj, naš je list u nekoliko navrata, nekad sažetije, nekad opširnije, dosta pisao.

Posljednju fazu u razvoju poduzeća predstavlja Rješenje Narodnog odbora grada Zagreba (Službeni glasnik grada Zagreba br. 19 od 5. listopada 1958), kojim se »Elektra«, poduzeće za elektrifikaciju i opskrbu električnom energijom u Zagrebu, proglašuje, počevši od 1. siječnja 1958. *komunalnim poduzećem,* a prava i obaveze osnivača preuzima Narodni odbor grada Zagreba.

Predmet poslovanja tim je povodom proširen i glasi: »... nabava, prijenos i prodaja električne energije, rasvjeta javnih površina grada Zagreba, građevno-montažna djelatnost potrebna za uspješno izvršenje gornjih zadataka, kao i projektiranje elektropostrojenja za vlastite potrebe do 30 kV napona.«

Organizacija poduzeća

Poduzeće ima četiri odjela i to:

Opći odjel, koji obuhvaća pravnu službu, kadrovsku službu i upravu zgrada s telefonskim uređajima i arhivom.

Tehnički odjel, u čijem su sastavu prijenos i distribucija električne energije, investiciono uzdržavanje, investicije u vlastitoj režiji, radovi za druga lica, te vozni park i pomoćne radionice. Pomoćne radionice obuhvaćaju baždarnicu, trafo-radionicu, bravarsko-mehaničku radionicu i autoradionicu.

Komercijalni odjel, koji ima nabavnu službu sa skladištima, obračun, inkaso i evidenciju potrošača električne energije.

Privredno-računski odjel, koji obuhvaća cjelokupno knjigovodstveno poslovanje, plan s analizom i operativnu evidenciju.

Poduzeće ima i vlastitu ambulantu opće prakse, te ambulantu zubne prakse.

Zagreb, Trg Republike

Radna snaga

Koncem godine 1960. brojno stanje radnika i službenika je slijedeće:

Kategorija	radnika	službenika	ukupno
I	119	44	163
II	258	173	431
III	164	129	293
IV	93	55	148
Svega	634	401	1.035

Tokom godine otišlo je iz poduzeća 184, a došlo 217 osoba. Uzroci tolike fluktuacije radne snage odnosno odlaska iz poduzeća bili su:

	Radnici	Službenici
Sporazumnim prekidom radnog odnosa	60	25
Prekidom međusobnog pokusnog roka	8	5
Otkazom poduzeća	2	3
Disciplinski otpust	10	1
Odlazak na odsluženje vojnog roka	16	5
Samovoljno napuštanje radnog odnosa	15	6
Osobna mirovina	6	15
Umrli	6	1

Pitanje tolike fluktuacije radne snage raspravljano je u poduzeću na nekoliko sjednica Radničkog savjeta, te su detaljno razmotreni uzroci. Analizom gornjeg prikaza ustanovljeno je, da su poduzeće napustile 84 osobe I i II kategorije, što je značilo oslabljenje stručne kvalitete zaposlenog osoblja. Ispoljilo se da su tarifni stavovi tako niski, da dobar dio vrijednih mladih kadrova napušta poduzeće u potrazi za višim tarifnim stavom.

Za pohađanje škola i daljnju stručnu izobrazbu vlada među mladim kadrovima velik interes i u toku godine položili su ispite za višu kvalifikaciju 23 radnika i 1 službenik. Međutim s obzirom na spomenute niske tarifne stavove (srednje-stručni službenik ima 13.000 dinara, dok drugdje podvornik ima 14.000 dinara) izgleda da će mladim stručnim kadrovima boravak u poduzeću biti samo polazna točka za daljnju seobu. Jer služba u elektroprivredi nije laka. Opasna je i odgovorna. (U »Elektri« su u 1960. pored niza manjih ozljeda bila 2 smrtna slučaja i 2 teža slučaja trajne invalidnosti, 7 teških i 74 lakših ozljeda). O rješenju toga problema Radnički je savjet poduzeća, kako smo već naveli, u nekoliko navrata raspravljao, predlažući konkretne mjere.

Komercijalno i financijsko poslovanje

Sporazumno sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske za godinu 1960. utvrđen je plan nabave i prodaje električne energije koji je i ostvaren, kako slijedi:

	1959. Ostvaren MWh	1960. Planirano MWh	%	1960. Ostvareno MWh	%	Indeks ostvarenja
Nabava	393.397	398.271	100	403.368	100	101
Prodaja	337.857	341.350	85,7	352.494	87,4	103
Gubici	55.540	56.921	14,3	50.874	12,6	89
Realizacija 1000 Din	3,722.199	4,051.765	—	4,221.908	—	104
Troškovi mjerenja i i kontrole 1000 Din	45.576	46.834	—	46.215	—	99
Prosječna cijena Din/kWh	11,01	11,87	—	11,97	—	

Usporedba ostvarenja konzuma u 1960. sa 1959. pokazuje, da je nabava električne energije u odnosu na 1959. porasla u svemu za samo 2 %, što je s obzirom na porast prethodnih godina veoma malo. Razlog za taj relativan pad leži u povišenju cijene električne energije za kućanstvo, a djelomično i u ograničenju potrošnje po odluci Saveznog izvršnog vijeća o izvanrednim mjerama štednje električne energije iz 1959., koje je bilo na snazi još i u prvom tromjesečju 1960.

Po strukturi potrošača pad potrošnje bio je najveći u skupini »kućanstvo« — za 9 %. (Cijena je u toj skupini bila u 1959. godini 4,39, a u 1960. godini 5,48 Din/kWh). Budući da ta grupa predstavlja 76 % potrošnje svih malopotrošača jasno je, da je sniženje potrošnje u toj grupi znatno utjecalo na opće sniženje potrošnje.

Struktura potrošača bila je u 1960. ovakova:

Grupa potrošnje	Broj potrošača	Prodano MWh	Realizirano 1000 dinara	Cijena Din/kWh
Malopotrošnja				
Kućanstvo	130.413	131.608	721.509	5,48
Rasvjeta poslov. prostorija	10.379	16.665	417.856	25,57
Rasvjeta društv. prostorija	1.686	4.245	80.841	19,04
Motori i aparati	5.629	23.091	579.417	25,09
Poljoprivr. motori	728	1.370	24.990	18,24
Javna rasvjeta	301	6.782	42.389	6,25
Preprodavaoci	59	1.697	13.124	7,73
Ukupno	149.195	185.458	1,880.126	10,14
Velepotrošnja				
Tramvaj	1	14.445	103.597	7,17
Vodovod	2	12.546	118.175	9,41
Cementarne	1	19.673	246.911	12,55
Ostala velepotrošnja	195	120.372	1,873.099	15,56
Ukupno	199	167.036	2,341.782	14,01
Sveukupno	149.394	352.494	4,221.908	11,97

Ostale djelatnosti	
Izgradnja novih objekata	169.205
Investiciono uzdržavanje	259.667
Sporedne djelatnosti	580.436
Vanredni prihodi	5.931
Ukupno	1,015.239
Odbivši interne učinke	— 173.173
Ostaje za ostale djelatnosti	842.066
Stvarno izvršenje svih djelatnosti	5,063.974

Za toliki broj potrošača bila je, naravno, potrebna i odgovarajuća organizacija, pa su tako tu službu obavljali pododsjeci: »Prijave i evidencija potrošača«, »Obračun potroška električne energije«, »Inkaso«, te neposredno iza ovih radnih jedinica: referada za tarife, plan i analiza potrošnje, evidencija i analiza rada, kontrola potrošnje i obračun nepovlasnog potroška, obračun realizacije, te obračun i utjerivanje zateznih kamata.

Ostvareni dohodak i njegova raspodjela

Ukupni dohodak poduzeća iznosio je Din 580,567.487.—

Budući da je poduzeće prema odluci o raspodjeli dohotka komunalnh poduzeća za 1960. (Službeni glasnik grada Zagreba br. 5/1960) oslobođeno od doprinosa iz dohotka, to čitav dohodak predstavlja čisti prihod kojim poduzeće samostalno raspolaže.

Dohodak je ostvaren ovako:

Zalaganjem kolektiva	518,922.606 Din
Kretanjem na tržištu i općim uvjetima poslovanja	17,902.915 Din
Premija za pogonsku spremnost ostvarena iz kolektivnog dohotka ZEPH	43,741.966 Din
Svega dohodak, kao gore	580,567.487 Din

Tako ostvareni dohodak raspoređen je zaključkom kolektiva, kako slijedi:

Osobni dohoci	494,251.680 Din
Fondovi poduzeća	86,315.807 Din

Tehničko poslovanje

Nabavna vrijednost osnovnih sredstava iznosila je 31. XII 1960. dinara 11,,065,959.161, ukupni dosadašnji otpisi 5,,368,521.811, a sadašnja vrijednost prema tome 5,,697,437.350.

Glavni zadatak Tehničkog odjela vezan je uz osnovnu djelatnost poduzeća tj. opskrbu potrošača električnom energijom na području grada i kotara Zagreb. Iz toga je razloga kao prva i osnovna briga poduzeća bilo uzdržavanje u ispravnom stanju elektroenergetske mreže, te stalna dobava električne energije ogromnom broju od cca 150 tisuća potrošača.

Električna mreža sastoji se od:

18 kom	transformatorskih stanica	30/10/5 kV, 114 MVA
821 kom	transformatorskih stanica	10/ 5/0,4 kV, 206 MVA
4 kom	ispravljačkih stanica	7,7 MVA
716 km	kabela raznih napona	
3209 km	zračnih vodova svih napona	
11802 kom	rasvjetnih mjesta javne rasvjete	(opteret. 1458 kW)

Propusna moć ukupne mreže iznosi 147 MVA.

Tehnički odjel ima 9 odsjeka sa slijedećim brojem zaposlenih:

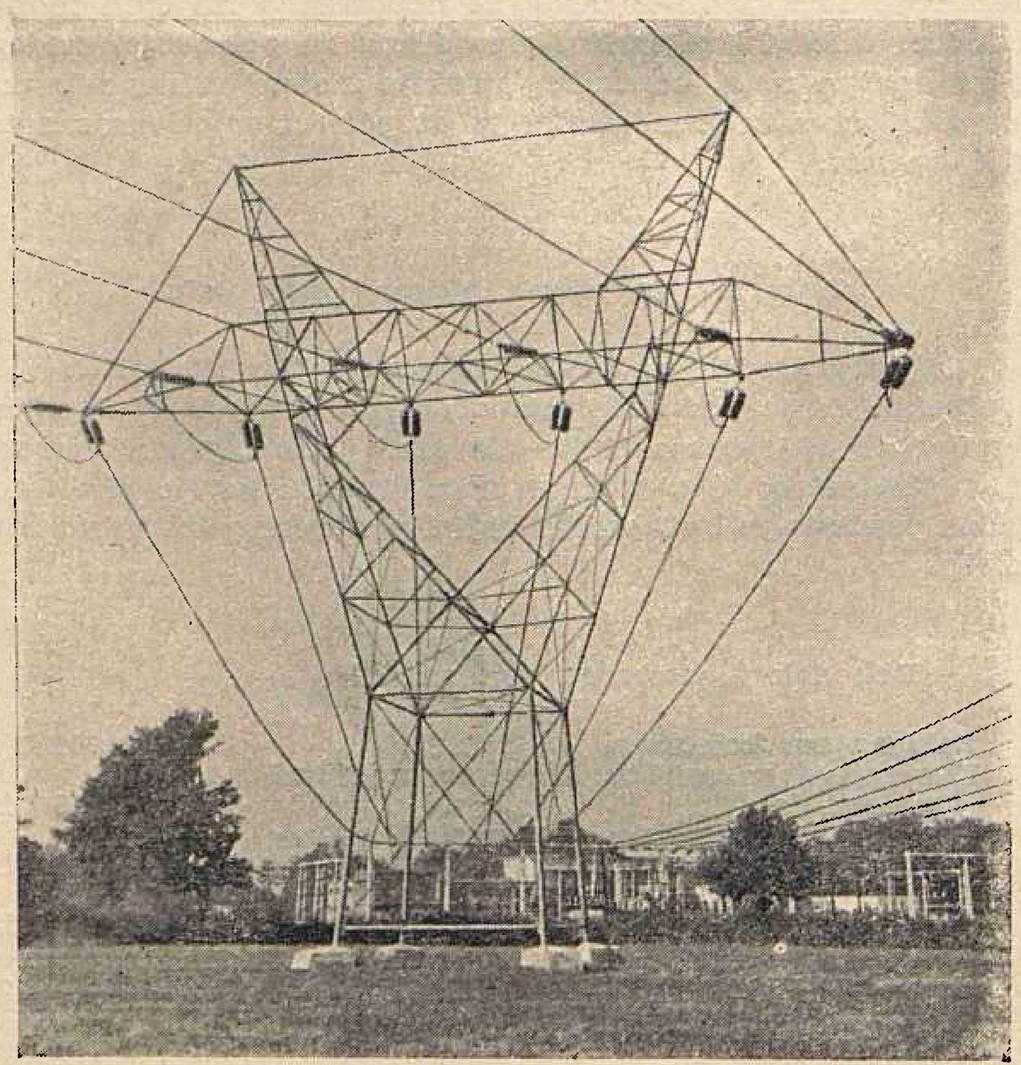
1. Izgradnja i pomoćne djelatnosti	183
2. Energetski	10
3. Pogonski	84
4. Transformatorske i ispravljačke stanice	59
5. Kabelski	58
6. Zračna mreža u gradu	70
7. Vanjska mreža	116
8. Priključci	81
9. Javna rasvjeta	48
Ukupno zaposlenih	709

Interesantna je i struktura te radne snage:

Inženjeri s propisanom kvalifikacijom	10
Viši stručni službenici	11
Tehničari	28
Crtači	6
Administrativci	32
Radnici:	
visokokvalificirani	115
kvalificirani	259
polukvalificirani	186
nekvalificirani	62

Energetska problematika grada Zagreba

Kao i prethodnih godina tako je i u 1960. porast vršnog opterećenja bio prilično velik, ne doduše onako velik kao prijašnjih godina, što smo već obrazložili. Maksimalno opterećenje mreže iznosilo je 75 MW u 1959., a 76,2 MW u 1960. Razlog je tome već spomenuta administrativna redukcija za čitav teritorij FNRJ, koja je imala odraza i na potrošnju prvog tromjesečja 1960. Osim toga stupila je na snagu i nova, povišena, tarifa električne energije, što smo također već spomenuli. Količina prodane energije iznosila je u 1959. godini 337,857.000 kWh, a u 1960. godini 352,450.000 kWh, što je samo za 4,3 % više.



Rasteretni stup dalekovoda Jajce - Resnik

Iz analiza godišnjih vršnih opterećenja i količina prodane električne energije vidi se, da vršno opterećenje mreže još uvijek raste iz godine u godinu, uz minimalni porast potrošnje električne energije, a to iziskuje uvijek nova financijska ulaganja u mrežu. Da bi smanjilo vršno opterećenje, odnosno financijska ulaganja, poduzeće je uzelo u razmatranje uvođenje uređaja mrežne telekomande, što bi omogućilo usmjeravanje potrošnje električne energije u vrijeme slabijeg opterećenja mreže.

Mreža 30 kV

Na mreži 30 kV grada Zagreba nije tokom godine bilo značajnijih preopterećenja, osim što su zračni vodovi 30 kV Zagreb I i II u pogonu na granici svojeg maksimalno dozvoljenog opterećenja, te što je vod Resnik-Božjakovina-Bjelovar koncem godine više puta ispadao iz pogona zbog povećanog tereta prema Bjelovaru. Međutim je za stanje mreže 30 kV od bitnog značaja da je cijela mreža s obzirom na prijenosnu moć i dozvoljeni pad napona tako izbalansirana, da su svi vodovi u pogonu gotovo na granici dozvoljenog opterećenja, bez ikakve rezerve. S obzirom na takovo stanje ne može se govoriti o nekoj sigurnosti pogona.

U 1960. puštena je u pogon nova TS 30/5 kV Uklopna VI, a potkraj godine i provizorij TS 30/5 kV Uklopna VII sa transformacijom 8 MVA.

Sve se više ispoljava potreba novog izvora 110/30 kV za snabdijevanje zapadnog dijela grada, pogotovo kad je zbog gradnje naselja Novog Zagreba vod Klara-Elektrana stavljen van pogona, a sama Elektrana zbog remonta prestala radom. Stoga je odlučeno, da se pristupi gradnji nove TS 110/30 kV na području Elektrane kao najpovoljnijoj lokaciji.

Mreža 5/10 kV

Mreža 5/10 kV pokazuje u odnosu na 1959. povoljnije stanje s obzirom na preopterećenja. Međutim općenito uzevši sadašnji kapacitet mreže 5/10 kV još uvijek ne zadovoljava niti uslove pogona, niti mogućnosti priključka novih transformatorskih stanica.

Gradska mreža srednjeg napona izgrađena je kao kabelska s kabelima za napon 5 i 10 kV, a u pogonu je cijela pod naponom 5 kV, čime je znatno smanjen njezin kapacitet. Zbog toga je razmatrana mogućnost stavljanja kabela 5 kV pod pogonski napon od 10 kV čime bi se omogućilo korištenje kabela, koji su već građeni za napon 10 kV i tako povećao kapacitet mreže bez novih financijskih ulaganja. Pokusi u tom pravcu pokazali su pozitivne rezultate.

Mreža 0,4 kV i transformacija 5/10/0,4 kV

U godini 1960. izgrađene su ukupno 62 transformatorske stanice 5/10/0,4 kV pretežno snage 400 kVA, od toga iz sredstava poduzeća 37 stanica. Ta povećana snaga transformacije mnogo je utjecala, da se broj preopterećenih transformatorskih stanica ove godine kretao samo oko 10 % i da nije bilo nikakvih planskih redukcija, kao što je to bilo prošlih godina. No situacija je još uvijek takova, da mreža ne može pokriti potrebe konzuma zbog čega dolazi do ograničenja potreba novih potrošača. Međutim, iako nije bilo redukcije potrošnje, kvaliteta energije je u pojedinim dijelovima grada zbog slabog napona tako loša, da su ti potrošači praktički reducirani, jer mogu električnu energiju koristiti jedva za potrebe rasvjete. Područja s izrazito slabim naponom su periferni dijelovi grada, te predgrađa Gračani, Remete, Šestine, zapadni dio Dubrave, Vrapče i Podsused.

Radi poboljšanja naponskih prilika u pojedinim je dijelovima grada ugrađeno u mrežu oko 40 tona bakrenih vodiča i to tamo, gdje su s obzirom na slabe presjeke električnih vodova prilike bile najkritičnije.

Uslijed raznih ispada mreže bilo je ukupno izgubljeno 12,630.000 kWh, a gubici prijenosa iznosili su 50,874.000 kWh.

Za uspješno poslovanje poduzeća neophodno je potrebno uvesti automatizaciju. Električna mreža područja »Elektre« vrlo je velika i upravljanje njome postaje sve kompliciranije i skuplje. Danas kad svi prelaze na poslovanje po ekonomskim jedinicama, svaki je izgubljeni kilovatsat dragocjen, kako za poduzeće tako i za potrošača. Mrežu treba učiniti pokretljivijom u pogonskom smislu, što prije ukloniti svaki zastoj i troškove upravljanja svesti na ekonomsku mjeru. Poduzeće razmatra stoga mogućnost uvođenja daljinskog upravljanja iz jednog mjesta na svim transformatorskim stanicama 30/10 kV čime bi dosadašnje posade uklopničara u TS otpale. Na taj bi se način troškovi upravljanja tim postrojenjima toliko smanjili, da bi se uređaj potpuno isplatio već za četiri do pet godina. Godišnja bruto-primanja uklopničara iznose danas oko 24 milijuna dinara, što bi, nakon amortizacije uređaja od 4 do 5 godina, bila čista ušteda.

Društveni život

U pitanjima, koja zadiru direktno u život čovjeka zaposlenog u poduzeću, situacija je još uvijek dosta nejasna. Nagrađivanje prema individualnom zalaganju i uspjehu pojedinca, briga za njegovo stručno uzdizanje, za njegovu rekreaciju i godišnji odmor, za rješenje njegovih stambenih neprilika — sve je to za sada tek u počecima rješavanja.

Nagrađivanje po učinku, koje su mnoge privredne organizacije već davno uspješno riješile i već ga primjenjuju na opće zadovoljstvo svojih kolektiva, u elektroprivredi, općenito, nije još uvedeno, pa taj problem mori i kolektiv »Elektre«.

Da bi se mogla postići što življa zainteresiranost pojedinca za rad i uspjeh na njegovom radnom mjestu, za veću produktivnost i veće uštede troškova, neophodno je potrebno što prije riješiti to pitanje. U tom pogledu postoji niz prijedloga, kako komisije za stimulativno nagrađivanje tako i pojedinih odjela. Od svih tih prijedloga bilo bi možda potrebno izabrati jedan i po njemu započeti rad. Praksa bi pokazala eventualne nedostatke, kojih će sigurno biti, ali koji bi se u radu mogli ispravljati. Očekivati generalno rješenje, neku čarobnu formulu, koja bi jednim potezom riješila sve slabosti i nedostatke, ne bi bilo pravilno.

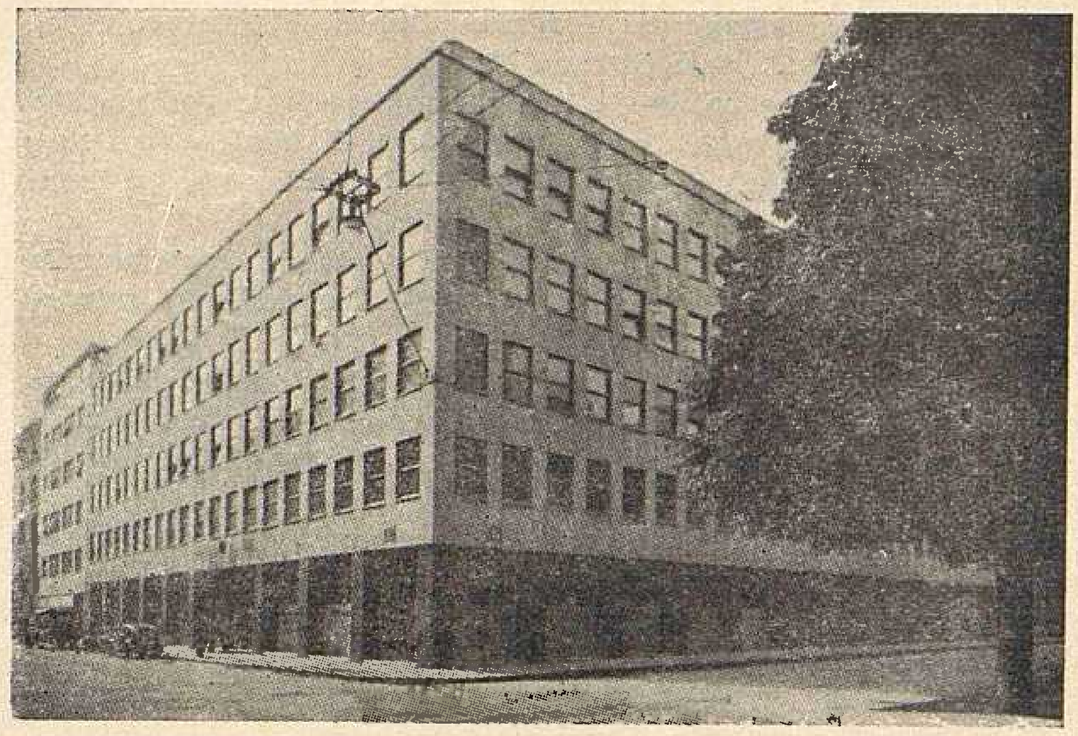
Školsko i stručno uzdizanje kadrova trebalo bi riješiti smišljenom razradom plana školovanja svih onih koji pokazuju za to interes, a tih ima priličan broj (od 75 omladinaca u poduzeću, 45 ih pohađa večernje škole). Kod zainteresiranih komisija trebalo bi provesti anketu, razmotriti sve slučajeve i dati prijedlog organima upravljanja, kojim drugovima treba omogućiti povoljnije uvjete za stručno obrazovanje, uz kakove uvjete i uz koje obaveze s njihove strane prema poduzeću. Fluktuacija radne snage, koju smo odmah na početku ovoga prikaza iznijeli, mogla bi dati utisak, kao da je poduzeće tek neka prolazna stanica.

Rješenje ispravnog nagrađivanja po učinku dobrim bi dijelom utjecalo i na rješenje te poteškoće.

I nagrađivanje pogonske spremnosti treba također konačno riješiti smišljeno i znalački sastavljenim definitivnim pravilnikom.

Rekreacija i godišnji odmor članova kolektiva još uvijek nije pravilno riješen. Činjenica je da stanoviti broj članova »Elektre« vrlo lijepo djeluje na kulturno-prosvjetnom i fiskulturnom polju. Primjer glazbe »Elektra«, koja je eminentna kulturno-prosvjetna jedinica u poduzeću, u gradu, a i u republici, dokazuje da se članovi kolektiva mogu s uspjehom iživljavati na kulturnom radu.

Sindikat je ulagao mnogo truda, da bi se pobudio interes i za ostale grane duševne razonode, naročito kod mlađih članova kolektiva. Sindikalna organizacija u poduzeću posjeduje instrumente za gitarističko-mandolinistički orkestar, koji se je do pred dvije godine vrlo lijepo razvijao. Prije dvije godine, međutim, orkestar je rasformiran zbog premalog odaziva i slabog interesa omladine.



Upravna zgrada »Elektre« Zagreb

Fiskulturni rad bio je uspješan, što je, uostalom, i u tradiciji »Elektre«, koja je bila oduvijek stjecište najboljih nogometaša u zemlji. Nogometni klub »Sparta«, osnovan prije pet godina, pokazao je na takmičenjima vidan uspjeh. Seniorska se je momčad takmičila u podsavezu i osvojila prvo mjesto na jesenskom prvenstvu. Omladinci su ušli u prvi razred i zauzeli u svojoj grupi šesto mjesto.

Dobre rezultate postigla je i kuglaška sekcija, koja se je natjecala u I ligi i zauzela treće mjesto. Odigrala je 44 utakmice, od kojih je 30 dobila. S provincijskim klubovima u Zelini, Dugoj Resi i Varaždinu odigrala je 6 utakmica od kojih je u 4 pobijedila.

I stolno-teniska sekcija radila je dobro, pogotovo kad se uvaži da nema svojih prostorija.

Pitanje provođenja godišnjeg odmora i radničkog odmarališta još uvijek iziskuje kompleksnije rješenje. Pravilno korištenje godišnjeg odmora *izvan mjesta stanovanja* na promjeni zraka i ambijenta, u odmaralištima i rekreativnim objektima, u svrhu duševnog i fizičkog osvježenja trudbenika, bilo je dosta nepovoljno.

Kolektivi elektroprivrede iz susjednih republika, koji su na tom polju veoma aktivni, mogli bi nam u mnogome poslužiti kao uzor. »Elektra« u 1960. nije imala svoga odmarališta, iako po broju trudbenika spada u red najjačih elektroprivrednih poduzeća u zemlji.

Izvršni odbor sindikalne organizacije u poduzeću mnogo se u tom pravcu zalagao, ali uspjeh nije zadovoljio. »Grafika«, koja ima lijepo odmaralište u Vodicama kod Šibenika, s kojom se dugo pregovaralo, na koncu je javila, da može ugovoriti samo 2 kreveta u sezoni. »Ventilator« je u svojem odmaralištu u Baškoj dao 10 ležaja, ali izvan sezone, a »Katran« je dao 10 ležaja u prvoj polovici rujna.

Za jedan kolektiv sa preko 1000 ljudi i barem dvaput toliko članova njihovih obitelji, to nije rješenje. (U 1961. tome se problemu pristupilo energičnije, pa je unajmljena zgrada u Preku kod Zadra i u njoj opremljeno 44 ležaja).

Ni stambeni problem koji za dobivanje i zadržavanje kadrova u poduzeću utječe ponekad više negoli i samo nagrađivanje, nije riješen. Baš zbog pomanjkanja stana dobar i uhodan stručni kadar odlazi u druga poduzeća, koja mu osiguravaju stan, a novi kadar, kad vidi da nema izgleda za dobivanje stana, uopće se ne pojavljuje.

Osim toga ni postojeći poslovni prostor nije dovoljan za normalno poslovanje poduzeća, jer nedostaje još najmanje 1000 četvornih metara poslovnog prostora.

Industrijska ambulanta

Kako smo već napomenuli, »Elektra« ima vlastitu industrijsku ambulantu opće prakse i zubnu ambulantu. U njoj se liječi i osoblje ostalih poduzeća koja imaju svoje uredske

prostorije u istoj zgradi tj. Gradske plinare, Elektroprojekta, Elektroopskrbe i Termoelektrane II.

Prema podacima za 1960. u ambulanti je tokom godine bilo 14.453 pregleda i prosječno 1600 pacijenata. Zanimljiv je i podatak o broju nezgoda, kojih je u »Elektri« bilo 285, od čega na radu 187.

Najviše oboljenja bilo je iz područja dišnih i probavnih organa, te gripe, koja je početkom godine epidemski zahvatila velik broj osiguranika.

Ambulanta zubne prakse imala je u 1960. godini 5881 intervenciju. Od 1600 službenika i radnika, koliko ih spada u tu ambulantu, 1510 njih ju redovito posjećuje. Prosječno ima 24 pregleda dnevno.

Suradnja zdravstvene stanice s upravom poduzeća, s referentima HTZ i sa sindikatom bila je uska i uspješna, pa su bili održavani i zajednički sastanci u svrhu razmatranja problema nezgoda i oboljenja.

Da zaključimo!

Poduzeće »Elektra« u Zagrebu spada u red najvećih elektroprivrednih distributivnih poduzeća u zemlji, a svakako je jedno od najstarijih i najsređenijih već s obzirom na dugogodišnje iskustvo. Problemi, koji se u njemu pojavljuju u najvećoj su većini istovjetni s problemima u drugim manjim i sličnim distributivnim poduzećima. Stav »Elektre« je stoga u stanovitim pitanjima ponekad za njih mjerodavan, pa je prema tome i odgovornost kolektiva »Elektre« prigodom rješavanja pojedinih pitanja to veća.

Dobri primjeri privlače! Ako kolektiv »Elektre« uspije svladati poteškoće, koje mu se ispriječuju, može se reći, da ih je uglavnom svladala i sva ostala elektroprivreda.

Poslovanje »Elektre« u 1960. daje nade da će se u tome uspjeti.

Ernest Radetić

Vijesti iz elektroprivrednih poduzeća

IZ »DALEKOVODA« ZAGREB

Uspješno poslovanje poduzeća u godini 1960.

Poduzeće »Dalekovod« Zagreb u 1960. je ostvarilo bruto-produkt u vrijednosti od 2527 milijuna dinara, dok je planirano 2350 milijuna, što predstavlja povećanje za 7,5%. Iako je u realiziranju postavljenih planova bilo izvjesnih poteškoća, poduzeće je postiglo vrlo dobre rezultate.

Navest ćemo glavne objekte koji su u toku prošle godine izvedeni na području NR Hrvatske i u drugim republikama. Svakako je najznačajniji rad izgradnja DV 220 kV Zagreb (Mraclin) – Split, čija je gradnja u toku. U NR Sloveniji dovršen je DV 110 kV Ožbolt – Falski grad – Pekre.

Za buduću HE Senj izvedeni su ovi radovi na izgradnji dalekovodne mreže: DV 110 kV Vinodol–Senj, DV 35 kV Senj–Senj, Senj–Žuta Lokva, te DV 30 kV Vrbovsko–Vrbovsko i Malinska–Cres.

Na području Dalmacije izvedeni su daljnji radovi na povezivanju otoka podmorskim kabelima, te su tako izgrađeni DV 30 kV Ston–Korčula i DV 110 kV Split–Peruća. Među važnim objektima potrebno je istaknuti DV 30 Brod–Đakovo. U sjevernom dijelu Hrvatske započeta je izgradnja DV 30 kV Zabok–Krapina i Zabok–Klanjec, koji će biti u pogonu još u toku ove godine.

Velik uspjeh polučen je i u izgradnji mreže niskog napona, te je u ovoj djelatnosti ostvaren bruto-produkt od oko 300 milijuna dinara.

Pogon za montažu transformatorskih stanica montirao je slijedeće transformatorske stanice: 110 kV Zadar i Vrbovsko, i 30 kV Popovača, Pakrac i Konjščina. Projektni sektor ostvario je bruto-produkt od oko 104 milijuna dinara.

Proizvodnja željeznih stupova

S obzirom na proširenu izgradnju dalekovodne mreže na području NR Hrvatske »Dalekovod« je proširio proizvodne kapacitete pogona za izradu metalnih konstrukcija. Prije dvije godine izgrađena je suvremena velika hala. Uvođenjem postepene mehanizacije omogućena je povećana proizvodnja željeznih stupova i drugih metalskih konstrukcija za dalekovode. U 1960. prerađeno je oko 1500 tona željeza za izradu stupova, a plan je za ovu godinu 2000 tona.

Potrebno je istaknuti da je povećanje proizvodnje postignuto istim brojem radnika, kao i ranijih godina kad se je u radionicama prerađivalo svega oko 400 tona željeza. To je rezultat uvođenja mehanizacije, pravilnije organizacije radnih mjesta, te nagrađivaja po ekonomskim jedinicama i unapređenja stručnog kadra. Organizirano je nekoliko tečajeva za polukvalificirane i kvalificirane radnike.

I pogon ovjesnog materijala unaprijedio je svoju proizvodnju. Proizvodi su dobro primljeni na domaćem tržištu.

Organi radničkog samoupravljanja poduzeća »Dalekovod« usvojili su perspektivni petogodišnji plan za period 1961 – 1965. Prema planu za 1961. predviđeno je ostvarenje bruto-produkta od oko 2,5 milijarde dinara. U narednim godinama se predviđa stalno povećanje godišnje vrijednosti bruto-produkta, tako da će ostvarenje u 1965. iznositi 3,1 milijarde dinara, što će predstavljati povećanje od oko 32% u odnosu na ovogodišnji plan.

Perspektivni plan predviđa dovršenje svih započetih radova. Od značajnijih elektroprivrednih objekata izgradit će se slijedeći dalekovodi:

220 kV Mraclin–Kidričevo i 110 kV Žuta Lokva–Lički Osik, Međurić–Virovitica, Međurić–Slavonski Brod, Mraclin–Sisak, Mraclin–Rakitje, Mraclin–Bjelovar, zatim Vinodol–Matulji, Matulji–Pula, Ston–Dubrovnik, te Osijek–Brčko i Ožbolt–Vuhred (NR Slovenija).

Pored opsežnih radova u našoj zemlji poduzeće »Dalekovod« organizirat će izgradnju raznih elektrotehničkih objekata i u inozemstvu, pa su tako već ugovoreni poslovi za Pakistan i mladu afričku državu Togo.

Poduzeće je u skladu odluka radničkog savjeta počelo uvoditi obračun poslovanja po ekonomskim jedinicama uz primjenu novih oblika nagrađivanja po učinku. Prošle godine izvršene su sve pripreme i analize za uvođenje obračuna po ekonomskim jedinicama i nagrađivanje po učinku, tako da je poduzeće s 1. siječnjom 1961. prešlo na obračun poslovanja po ekonomskim jedinicama.

Rad na društvenom standardu

Pored velikih uspjeha u realiziranju svojih programa i zadataka poduzeće je posvetilo veliku brigu i članovima kolektiva. U pogledu poboljšanja radnih uslova učinjen je vidan korak naprijed, u prvom redu u pogonima Zagreba.

Na terenu ova su se pitanja doduše teže rješavala, jer se tamo većina radova odvija uglavnom na otvorenom prostoru. Tu se nastoji olakšati uvođenjem što suvremenije i bolje mehanizacije.

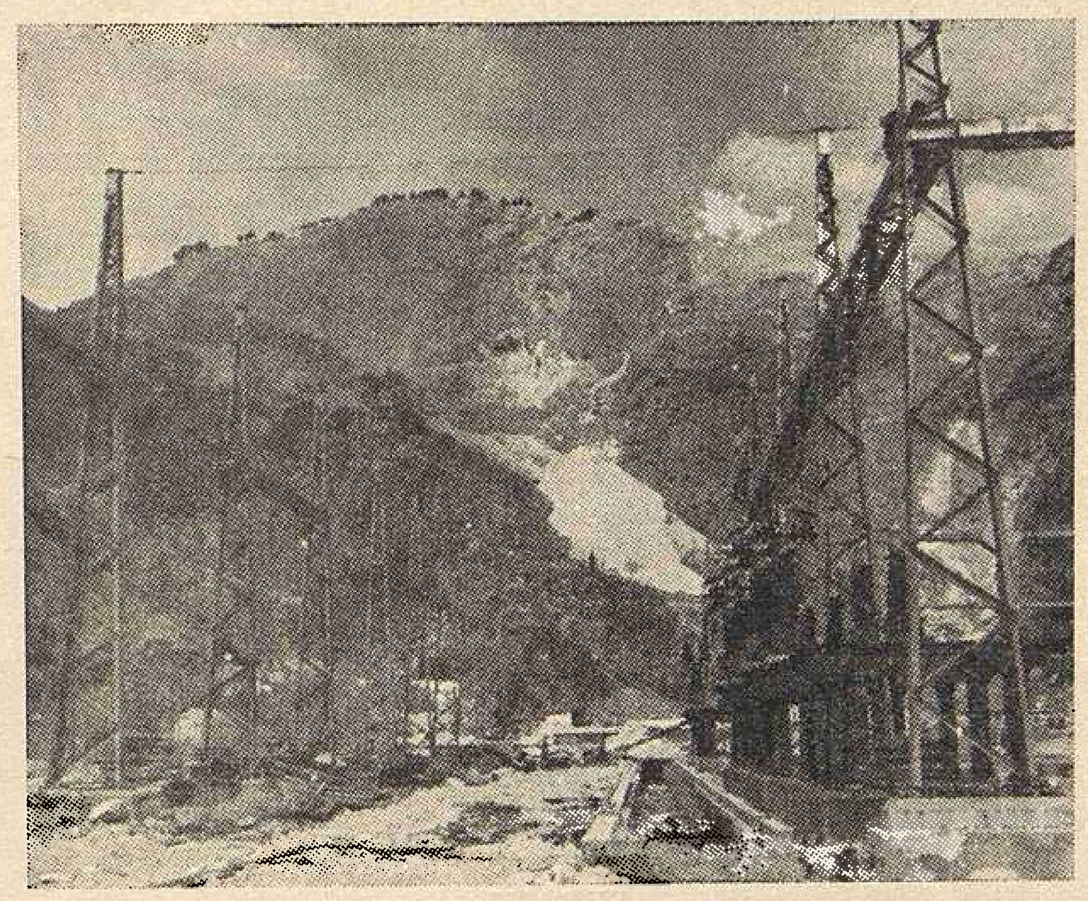
Postignut je uspjeh i u rješavanju društvene prehrane. Radnicima u pogonima osiguran je topli obrok, koji zadoljava po kvaliteti, količini i cijeni. Za što bolju i sigurniju opskrbu menza pri pojedinim pogonima osnovana je manja ekonomija za povrće.

Velike teškoće čini organizacija prehrane i smještaja radnih ljudi na terenu. Tu ljudi rade pod vrlo teškim uslovima, a uz to su i odvojeni od svojih obitelji, pa je nužno da kolektiv uloži mnogo truda za stvaranje boljih i ljepših uslova rada na terenu. Na gradilištima organizirana je prehrana i

smještaj, ali tu ima mnogo propusta i nedostataka. Treba osigurati dobre i udobne stambene prostorije, koje će omogućiti ljepši i udobniji život terenaca.

U Vodicama, kod Šibenika, već četiri godine postoji sindikalno odmarište koje se iz godine u godinu sve više koristi. Tako je u 1960. ostvaren najbolji posjet gostiju; ukupno 121. No time su bili popunjeni kapaciteti tek nešto više od polovice. Korištenje mogućnosti ljetovanja u sindikalnom odmaralištu treba što bolje popularizirati, a naročito među radnicima.

U rješavanju stambenog problema zabilježeni su također povoljni rezultati. Prije nekoliko godina izgrađena je zgrada sa 17 komfornih stanova, a u 1959. kupljeno je 11 stanova koji su podijeljeni na temelju kriterija postavljenih »Pravilnikom o dodjeli stanova na korištenje«, koje je usvojio Radnički savjet. To je tek početak rješavanja stambenog pitanja. Kako bi daljnja izgradnja stanova bila što bolja i brža, u kolektivu je osnovana stambena zadruga. Poduzeće će pomoći rad zadruge na taj način, što će ulagati slobodna sredstva koja će dodijeliti putem natječaja pojedinim zadrugarima i osigurati im uplatu vlastitog učešća za dobivanje potrebnog zadružnog zajma za izgradnju stanova.



»Dalekovod« montira rasklopno postrojenje HE Split

IZ »ELEKTROPRENOSA«, ZAGREB

Zamjena električne opreme u TS Rakitje

Prema programu radova iz sredstava amortizacije za 1961. poduzeće »Elektroprenos« izmijenit će pojedine električne uređaje u transformatorskoj stanici 110 kV Rakitje. To je jedna od glavnih čvornih stanica za opskrbu zagrebačkog područja i sjevernog dijela Hrvatske. Ona prenosi energiju iz elektrana Vinodol, Gojak, Jertovec i Brestanica, te TS Resnik.

Budući da je stanica puštena u pogon 1951., trebalo je zamijeniti već dotrajalu opremu. Radi boljeg osiguranja potrošača energijom prešlo se na tehniku ponovnog uključenja sklopki. Sklopke 110 kV izmijenjene su novima, koje je isporučila tvornica »Rade Končar«. Za kupnju je investirano oko 12 milijuna dinara. Zbog prijelaza na rad s jednim uklopničarom treba zamijeniti rastavljače, koji se često ni s dvojicom ljudi ne mogu uključiti. Zastarjela konstrukcija rastavljača »Laško« bit će zamijenjena novijom izvedbom proizvodnje tvornice »Rade Končar«. S novim konstrukcijama rastavljača omogućeno je daljinsko upravljanje. Ukupno je potrebno zamijeniti 8 sabirničkih i 1 linijski rastavljač. Radovi su u toku i za nove rastavljače uložt će se iznos od oko 14,6 milijuna dinara.

Izvršena je rekonstrukcija razvoda komprimiranog zraka, a to je potrebno radi ponovnog uklapanja sklopki. Zbog prijelaza na zaštitu BBC izvršit će se zamjena mjernih instrumenata. Nadalje u TS Rakitje kao i u TS Resnik, treba i zamijeniti kućne centrale s obzirom na nove uvjete telefonske mrežne grupe. Za zamjenu kućnih automatskih telefonskih centrala uložit će se oko 6 milijuna dinara.

Nabava rezervnog transformatora 110 kV

Poduzeće »Elektroprenos« Zagreb nabavilo je rezervni transformator 110/30/35 kV, 31,5 MVA, koji će služiti za osiguranje redovite opskrbe potrošača električne energije u slučaju kvara na nekom transformatoru 110 kV na području Narodne Republike Hrvatske.

Za kupnju transformatora poduzeće je dobilo investicioni kredit u visini od 66,000.000 dinara, od čega oko 60 milijuna deviznih dinara, budući da je nabava iz uvoza.

Prema sklopljenom ugovoru s talijanskom tvrtkom »Savignano« već je isporučen transformator, koji je privremeno smješten u TS 110/30 kV Sisak.

IZ »ELEKTROPROJEKTA« ZAGREB

Izgradnja stanova za stručnjake

U zagrebačkom poduzeću »Elektroprojekt« velik problem predstavlja rješavanje stambenog pitanja za stručnjake i namještenike. Zadnjih godina uloženo je mnogo truda i materijalnih sredstava za što brže i efikasnije rješenje izgradnje stanova, tako da je taj rad donio relativno dobre rezultate.

Poduzeće je vlastitom izgradnjom i kupnjom stanova iz slobodnih fondova i odobrenih kredita izgradilo 32 jednosobna i dvosobna komforna stana. S novim stanovima i izvršenim zamjenama 40 članova kolektiva riješilo je svoje stambene teškoće.

Odlučeno je da se ubuduće stanovi ne izgrađuju i ne kupuju na dosadašnji način, nego da poduzeće pojedincima daje zajmove za izgradnju stanova. Dobitnik zajma moći će koristiti sredstva putem zadruge ili individualne izgradnje. Visina zajma kretat će se od 700.000 do 1,000.000. Za ovu godinu iz svojih fondova poduzeće će podijeliti 5 milijuna dinara zajma.

Organi radničkog samoupravljanja »Elektroprojekta« donijeli su »Pravilnik o raspodjeli zajmova«. Pravilnikom su utvrđeni pokazatelji i kriteriji tko može dobiti zajam. Glavni pokazatelji za dodjelu zajma su slijedeći: radno mjesto, stambena situacija tražioca zajma, godine službe provedene u poduzeću, odnos prema radu i društvenim organizacijama i dr.

Velik broj interesenata podnio je zahtjev za odobrenje zajma, a poduzeće će u idućoj godini osigurati još veća sredstva namijenjena stambenoj izgradnji.

Uzdizanje stručnog kadra

Projektno poduzeće »Elektroprojekt« izradilo je plan o unapređenju i osiguranju stručnog kadra za svoju projektantsku djelatnost. U ovoj školskoj godini poduzeće stipendira 29 slušača elektrotehničkog, strojarskog i arhitektonsko-građevno-geodetskog fakulteta, kao i polaznike srednjih tehničkih škola (građevinski i elektrotehnički smjer).

Između rukovodstva poduzeća i stipendista održavaju se stalni kontakti i sastanci na kojima se pretresaju pitanja korisna za obe strane.

Poduzeće »Elektroprojekt« organiziralo je u zajednici s Radničkim sveučilištem »Moša Pijade« tečajeve za izobrazbu crtača za sve projektantske grupe koje posluju u sastavu kolektiva. Za stalni stručni kadar priređuju se stručne ekskurzije radi upoznavanja glavnih elektroenergetskih postrojenja i izvora električne energije u našoj zemlji. Koncem mjeseca svibnja organizirana je zajednička ekskurzija u NR Sloveniju, gdje su članovi kolektiva razgledali nove hidroelektrane na tom području.

Ivan Radman

SEMINAR O PRIMJENI MJERNO-REGULACIONIH UREĐAJA

Jugoslavenski Komitet za ETAN u okviru svoje široke aktivnosti na primjeni automatizacije organizirao je seminar: »Primjena mjerno-regulacionih uređaja u termoenergetskim objetima.« Seminar je održan od 13. do 16. IV ove godine u organizaciji stručnog odbora ETAN Saveza elektroinženjera i tehničara Hrvatske u Zagrebu.

Polaznici seminara su srednjestručno i visokokvalificirano osoblje, te ložači i upravnici kotlovnica i dr.

Predavali su stručnjaci zagrebačkog Elektrotehničkog fakulteta, Instituta za elektroprivredu, poduzeća »Braća Kavurić« i Tvornice parnih kotlova. U predavanjima je obrađeno projektiranje i konstrukcija parnih kotlova, primjena mjerne tehnike, automatska regulacija na parnim kotlovima kao i montaža i uzdržavanje mjerno-regulacionih uređaja.

Znatan interes za seminar potvrđuje činjenica, da je prisustvovalo 64 polaznika iz gotovo svih narodnih republika, tako da je tečaj imao općejugoslavenski značaj.

U cilju praktične demostracije, mogućnosti primjene moderne tehnike u termoenergetskim objektima, tokom seminara organiziran je pod stručnim vodstvom i kolektivni posjet zagrebačkoj Toplani u izgradnji na Žitnjaku i posjet TE Šoštanj.

I. R.

Važniji pogonski događaji u elektroenergetskim postrojenjima 1960.

SRPANJ

A. Hidroelektrane

HE Gojak. 18. VIII počeo remont koji je trebao po planu početi 1. VII, no bio je odgođen s obzirom na dosta velik dotok. Počeli su radovi na agregatima, a 28. VII na saniranju tunela.

HE Kraljevac. Temeljni ispust na brani u Perući nije tokom mjeseca bio otvoren pa je HE Kraljevac proizvodila relativno malo što je omogućilo da se 21. VII pregleda tlačni cjevovod agregata 4.

HE Nikola Tesla. Tokom cijelog mjeseca radilo se na radovima za otklanjanje kavitacije u CHE Fužine.

HE Ozalj. Dne 5. VII obustavljen je pogon II radi radova na ugradnji novih zapornica. Ovi su radovi dovršeni 31. VII.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 21. VII uslijed nevremena i atmosferskih pražnjenja uništena su dva naponska i jedan strujni transformator blok-spoja turboagregata 1. Kvar je otklonjen 22. VII.

TE Zagreb. 1. VII završen je remont turboagregata 1 na kojem su izmijenjene statorske i rotorske lopatice reakcionog dijela.

Krajem mjeseca završeni su radovi na zamjeni dotrajalog dijela uređaja za rasprskivanje vode na rashladnom tornju 1.

TE Vlaška. 3. VII završeno je čišćenje kotla 2 i odmah poslije njega očišćen je kotao 1. Nakon toga elektrana je bila u stalnom pogonu radi remonta DV Matulji-Raša.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

3. VII Stavljen u pogon novi DV 110 kV Mostar–Ston.

27. VII Završen remont DV 110 kV Matulji–Raša (počet 15. VII).

D. Postrojenja za razdiobu

Vremenske prilike u ovom periodu bile su kišovite i uz česta atmosferska pražnjenja, koja su uglavnom i bila uzročnici kvarova na postrojenjima za razdiobu u ovom mjesecu.

9. VII Proboj kabela 5 kV NOO Zrinjski Trg, Karlovac.

12. VII Srušena 3 stupa na DV 10 kV PS Mrsunja, »Elektroslavonija« Osijek.

16. VII Pregorio transformator 250 kVA u TS 15, Zagreb.

23. VII Proboj transformatora 4000 kVA u TS »Partizan«, »Elektrodalmacija« Split.

30. VII Proboj transformatora 1600 kVA u TS 351, Zagreb.

E. Novi objekti pušteni u pogon

»Elektra« Koprivnica

TS 10/04 kV

1. 30 kVA Velika
2. 30 kVA Peščenik
3. 30 kVA Hudovljani
4. 30 kVA Rovištanci
5. 50 kVA Batinska
6. 50 kVA Novačka

»Elektra« Križ

TS 10/04 kV

7. 250 kVA Daruvar, Ciglana
8. 250 kVA Daruvar, Pivovara
9. 400 kVA Daruvar, grad
10. 100 kVA Vrbova
11. 30 kVA G. Obrež
12. 50 kVA D. Obrež

»Elektrojug« Dubrovnik

13. TS 35/10 kV, 2500 kVA Korčula

F. Telekomunikacioni uređaji

U toku je montaža uređaja u HE Peruća i HE Jaruga.

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektro-prenos Zagreb	Elektro-prenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	8	6	14
B. Trajanje smetnji (h)			
ET5	10,45	8	18,45
BBC	16	2	18

KOLOVOZ

A. Hidroelektrane

HE Gojak. Tokom cijeloga mjeseca radilo se na predviđenim remontima kako na agregatima, tako i na saniranju tunela.

HE Jaruga. 1. VIII počeli su planom predviđeni remontni radovi.

HE Nikola Tesla. 18. VIII završeni su radovi na brušenju ostruge statora, zbog otklanjanja kavitacije. U probnom je pogonu ustanovljeno da kavitacija nije otklonjena i da do nje i dalje dolazi kod viših kota u Lokvarci. Zbog toga ostaju i dalje na snazi ranija ograničenja crpljenja kod viših vodostaja.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. Od 6. VII do 13. VIII očišćen je kotao 2 i obavljeni su najvažniji popravci.

TE Zagreb. Od 20. VIII do 22. VIII izvršeno je plansko pranje kondenzatora turboagregata 1.

31. VIII završeni su remontni radovi na kotlu 3.

TE Vlaška. Od 6. VIII do 11. VIII očišćen je kotao 1. Kotao 2 nije odmah nakon toga čišćen, jer se željelo ustanoviti kako dugo može ostati u pogonu bez čišćenja. Do začepljivanja pepelom došlo je 27. VIII tj. nakon 52 dana pogona, pa je kotao obustavljen radi čišćenja.

18. VIII došlo je do defekta na uzbudnom stroju turboagregata 2. Ovaj defekt nije otklonjen do konca mjeseca.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Dovršen novi DV Kopar Buje 110 kV 150 mm² Alče, 16 km i stavljen 31. VIII u pogon s naponom 50 kV.

Izvršen remont DV Rakitje – HE Gojak 1. – 13. VIII i započet 23. VIII remont DV HE Gojak – HE Vinodol i DV Mostar – Split.

Transformatorske stanice

Dovršeno postavljanje i spajanje novog transformatora II, 110/30 kV, 20 MVA u TS Osijek i transformator stavljen u pogon.

D. Postrojenja za razdiobu

Nevrijeme i česta atmosferska pražnjenja bila su opet glavni uzrok kvarova na postrojenjima za razdiobu u ovom mjesecu.

1. VIII Pregorio transformator 100 kVA u TS 27 Varaždin.
3. VIII Proboj kabela 30 kV TS Uklopna III, TS Resnik.
12. VIII Srušena 4 stupa na DV 30 kV Sisak – Klara.
22. VIII Proboj podmorskog kabela 35 i 10 kV Pelješac – Korčula.

E. Telekomunikacioni uređaji

Ostvarena je VF-veza: Dubrovnik – Zavrelje – Trebinje – Bileće.

Montiran je posrednički stol u Perući i Jarugi.

U toku je ispitivanje uređaja UKV.

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektro-prenos Zagreb	Elektro-prenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	6	–	6
B. Trajanje smetnji (h)			
ET5	100	–	100
BBC	50,30	–	50,30
C. Remont dalekovoda (h)	24	–	24

RUJAN

A. Hidroelektrane

HE Gojak. 8. IX završen je remont ove elektrane. Izvedeni su svi planom predviđeni radovi

HE Jaruga. 22 IX ušao je u pogon jedan agregat nakon remonta, a krajem mjeseca dovršen je cijeli predviđeni remont elektrane.

HE Nikola Tesla. 8. IX su u crpnoj hidroelektrani Fužine završena ispitivanja nakon izvršenih radova na otklanjanju kavitacije. Utvrđene su maksimalne kote do kojih agregat može raditi kao pumpa.

HE Peruća. 25 IX agregat 1 radio je prvi puta paralelno na mrežu. Od toga roka uz povremeno otklanjanje manjih nedostataka agregat je svakodnevno u paralelnom pogonu.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 6. IX nastao je kratki spoj na kabelskoj glavi otcjepa 2 vlastitog potroška i ispao ovaj agregat iz pogona. Kratki spoj izazvao je štakor. Kvar je otklonjen 7. IX.

18. IX obustavljen je kotao 3 radi izmjene rotora mlinova. Radovi su završeni istoga dana.

TE Vlaška. 2. IX završeno je čišćenje kotla 2.

20. IX počelo je čišćenje kotla 1 koje je završeno 26. IX. Ostale termoelektrane proizvodile su tokom mjeseca prema potrebi. Krajem mjeseca, kada je došlo do povoljnih vodnih prilika, termoelektrane su smanjile proizvodnju, a termoelektrana Rijeka je obustavljena.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Novi DV Sisak – Međurić 110 kV stavljen u pogon 15. IX privremeno s naponom 30 kV između TS Sisak 110/30 kV i TS Međurić 30/10 kV pomoću privremenih uvoda na drvenim stupovima.

Novi DV Split – HE Peruća 110 kV stavljen u pogon 25. IX.

Završen remont DV Gojak – Vinodol 110 kV (23. VIII – 3. IX).

Završen remont DV Mostar – Split 110 kV (23. VIII – 2. IX).

Izvršen remont DV Doboj – Brod 110 kV (4. IX).

Transformatorske stanice

U TS Nedeljanec transformator 110/30 kV, 10 MVA (Elin) zamijenjen novim 20 MVA (Končar) koji je 28. IX stavljen u pokusni pogon. Transformator 10 MVA ide u TS Vrbovsko.

U TS Resnik izvršena revizija sklopke transformatora I 60 MVA

D. Postrojenja za razdiobu

5. IX Oštećen od groma transformator br. 1, 1000 kVA, 30/10 kV u TS Umag (Elektra Buje).

6. IX Proboj kabela 5 kV Turnić – Krujevo (»Elektroprimorje« Rijeka).

Srušeno 7 stupova od nevremena na vodu 10 kV – za Lipik (»Elektra« Križ).

Srušeno 6 stupova na 10 kV vodu Snašići.

8. IX Srušena 3 stupa na 10 kV vodu Helena.

10. IX Proboj transformatora 400 kVA, 10/0,4 kV u TS Travarića (»Elektrodalmacija« Split).

17. IX Prekid vodiča na vodu 50 kV Črni Kal – Karojba (»Elektroistra« Pula).

19. IX Ispad DV 10 kV Privlaka, jer su poginula dva radnika JŽ (»Elektroslavonija« Osijek).

21. IX Oštećen od groma transformator 1000 kVA, 30/6 kV u Novom Marofu (»Elektra« Varaždin).

29. IX Oštećen od groma transformator br. 2, 1000 kVA, 30/10 kV u TS Umag (»Elektra« Buje).

Probijen podmorski kabel 15 kV Prvić – Jaruga (Električno poduzeće Šibenik).

E. Novi objekti pušteni u pogon

»Elektra« Koprivnica

1. TS 10/0,4 kV, 250 kVA Šip – Bilo – Kalnik.
2. TS 10/0,4 kV, 30 kVA Prkos.

F. Telekomunikacioni uređaji

Završena montaža svih telekomunikacionih uređaja u HE Perući.

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektro-prenos Zagreb	Elektro-prenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	4	4	11
B. Trajanje smetnji (h)			
ET i EG	21	23,30	44,30
BBC	3,30	1,30	5
C. Remont dalekovoda (h)	20	—	20

LISTOPAD

A. Hidroelektrane

HE Manojlovac. 15. X nastao je defekt na generatoru 3. Pokidane su sve lopatice generatora, a zbog toga i jače oštećeni statorski namoti. Uzrok je najvjerojatnije trganje jedne lopatice prilikom promjena broja okretaja izazvanih udarcem u mreži. Stator je rastavljen u dva dijela i prevezen u tvornicu »R. Končar« na popravak, koji će prema predviđanju biti završen krajem siječnja 1961.

HE Peruća. 19. X obustavljen je agregat 1 da se omoguće završni radovi na agregatu 2. Radovi su završeni kako je bilo predviđeno u roku od sedam dana.

Ostale hidroelektrane nisu tokom cijelog mjeseca imale defekte koji bi utjecali na proizvodnju.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 6. X počeo je remont turboagregata 2 .Glavni poslovi se odnose na uređenje ulaznog uređaja u turbinu kao i regulacionih uređaja. Ove radove izvodi »Jugoturbina«. Predvidivo trajanje remonta je 6 tjedana.

15. X probijen je niskonaponski kabel za napajanje elektromotora uređaja za otpremu drozge, pa su zbog toga obustavljeni kotlovi 1 i 2. Kvar je otklonjen isti dan.

TE Vlaška. 15 X do 17. X obustavljen je pogon radi čišćenja dimovodnih kanala i dimnjaka.

Kako su vodne prilike tokom mjeseca bile veoma povoljne, TE Rijeka nije bila u pogonu cijelog mjeseca, a TE Zagreb obustavljena je 9. X.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

U pogonu nije bilo promjena niti remonta. Na DV Matulji – Divača puknuo je jedan fazni vodič 12 km od Matulja 6. X u 19,37 i vod je nakon popravka uključen 7. X u 13,14.

Transformatorske stanice

U TS Neđeljanec stavljen u pogon transformator II, 110/30 kV, 20 MVA, »Končar« (28. IX išao u pokusni pogon) umjesto prijašnjeg transformatora 10 MVA »Elin«.

U TS Brijest zamijenjen transformator I, 20 MVA, onim predviđenim za TS Međurić, jer taj može raditi paralelno s novim transformatorom II, 20 MVA.

U TS Rakitje je zbog pogrešne manipulacije došlo do oštećenja i većeg ispada iz pogona.

D. Postrojenja za razdiobu

1. X Pad vodiča na 35 kV DV Metković – Ploče zbog nevremena na vodu.

8. X Proboj kabela 30 kV Resnik – Uklopna II.

Proboj kabela 30 kV Uklopna II – Uklopna IV (»Elektra«, Zagreb).

11. X Zbog kvara na vodu 10 kV Osijek – Darda, puknuo vodič preko Drave. (»Elektroslavonija«, Osijek)

13. X Ispad 30 kV dalekovoda Lozovac – Miljacka I, zbog nevremena došlo do prekida užeta. (»Elektroprenos«, Split).

18. X Proboj transformatora u TS Batini 10/0,4 kV (»Elektra«, Križ).

25. X Proboj na kabelu 6 kV za TS 6 kV Čakovec-Martone (»Elektra«, Čakovec).

26. X Proboj strujnog transformatora na ulaznoj ćeliji 35 kV u TS Titova Korenica (»Elektrolika«).

Pregaranje vodiča zbog udara groma na 10 kV DV Stalije – Pumpna stanica (»Elektroistra«).

E. Telekomunikacioni uređaji

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektro-prenos Zagreb	Elektro-prenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	2	4	6
B. Trajanje smetnji (h) ET 5	8,45	28,15	37

STUDENI

A. hidroelektrane

HE Nikola Tesla. 26. XI obustavljen je pogon radi mjerenja gubitaka u tlačnom cjevovodu do vodne komore u Razromiru. Mjerenje je završeno istoga dana.

28. i 29. XI izvršeno je brušenje kliznih prstena i kolektora na grupi 1, a na kojoj to nije učinjeno za vrijeme remonta.

HE Ozalj. 13. XI obustavljen je pogon I radi prelaza na transformaciju 5/30 kV, a u sklopu rekonstrukcije. Radovi su završeni istog dana.

HE Peruća. 25. XI izvršeno je svečano puštanje u pogon ove hidroelektrane pa je agregat 1 od toga dana u normalnom pogonu.

Zbog visokih voda Cetine nizvodno od brane i opasnosti poplavljivanja gradilišta Prančevići kroz izvjesno je vrijeme bio ograničen rad ove hidroelektrane.

Tokom cijelog mjeseca vladale su povoljne hidrološke prilike i hidroelektrane su mnogo proizvodile.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 7. XI počeo je remont kotla 2. Planirano trajanje ovog remonta je četrdeset dana. 12. XI završen je remont kotla 3. 18. XI završen je remont turboagregata 2.

TE Rijeka. 17. XI Započeto unutrašnje čišćenje kotla 1 koji treba pregledati Inspekcija parnih kotlova.

TE Vlaška. 16. XI do 22. XI očišćen je kotao 2.

Zbog povoljnih vodnih prilika TE Rijeka i TE Zagreb bile su cijeli mjesec izvan pogona, a TE Jertovec i TE Vlaška bile su u pogonu s malim opterećenjem.

C. Prijenosna opterećenja

Dalekovodi

U ovom mjesecu izvršen je remont vodova Nedeljanec – Söjtör (1–5. XI), Jertovec – Resnik (16–22. XI) i Split – Šibenik I (11–16. XI). Prigodom remonta postavljeno je i dozemno uže na 10 raspona DV Split – Šibenik I.

Na DV Matulji–Divača izmijenjeno zaštitno uže između stupova 1 i 3.

Transformatorske stanice

Nova TS Vrbovsko–provizorij stavljena je u pogon 3. XI. Priključena je na odvojak DV Gojak–Vinodol preko malouljne sklopke te ima transformator 110/30 kV, 10 MVA »Elin«.

Transformator ima mjesto diferencijalne zaštite novu vrstu zaštite tzv. »kotlovsku zaštitu«. Stanica služi za napajanje željezničkih ispravljačkih stanica.

U TS Nedeljanec izmijenjeni su 16. XI u polju DV Kidričevo strujni transformatori 150/300/1A novima za 220/400/1A primarne struje.

U TS Matulji postavljen je 16. XI rastavni relej na DV 110 kV prema Divači i udešen za struju u vodu 88 A i vrijeme 0,5 sek. Rastavljeni relej u HE Vinodol na DV Matulji preudešen na 1 sek (uz 54 A).

U HE Peruća uključen je 15. XI transformator 110/30 kV, 12,5 MVA, »Končar« i dalekovodi 30 kV Sinj i Livno.

D. Postrojenja za razdiobu

Veći kvarovi

4. XI Ispad DV 35 kV Ston–Korčula kvar na splopki u TS 110 kV Ston (»Elektrojug« Dubrovnik).

8. XI Pregorio transformator 50 kVA u TS Garščaki 5/0,4 kV (»Elektra«, Karlovac).

9. XI Proboj kabela 35 kV – Uklopna I (»Elektra« Zagreb).

10. XI Isključen vod za Pavlovac radi razbijenih stupova od udara groma (»Elektra« Bjelovar).

12. XI Prekinuta dva vodiča na vodu 10 kV Kozarac–Koranac.

13. XI U Podgradima proboj transformatora 50 kVA.

U TS Banovići proboj rastavljača.

Proboj kabelske glave 10 kV na izlaznom stupu iz TS Sisak II (»Elektra« Sisak).

13.i 20. XI. Proboj kabelske glave u TS Novi 1 i TS Novi 2.

17. i 24. XI Prekinuće vodiča na DV Kozjak (»Elektroslavonija«, Oosijek).

22. XI Pregorio transformator 50 KVA TS Crno, 10/0,4 kV (»Elektra«, Zadar)

24. XI Isključen centar grada u Križevcima radi kvara na regulacionom transformatoru.

29. XI Iskopčala sklopka 30 kV u HE »Tesla« radi požara u TS Obala – Crikvenica (»Elektroprimorje« Rijeka).

E. Telekomunikacioni uređaji

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektro-prenos Zagreb	Elektro-prenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	7	3	10
B. Trajanje smetnji (h)			
ET5	24,45	0,5	25,15
BBC	67,30	—	67,30
C. Remont dalekovoda i vremenske nepogode (h) ET5	—	24	24

PROSINAC

A. Hidroelektrane

Planiranih remonta u hidroelektranama nije bilo u ovom mjesecu. Povoljne hidrološke prilike uvjetovale su konstantan rad svih agregata u hidroelektranama, u nekoliko navrata čak i u HE Vinodol.

Defekata tokom mjeseca nije bilo.

Stator generatora 3 iz HE Manojlovca još je na popravku kod »R. Končar«.

U HE Peruća vršene su 5. XII probe naglog rasterećenja agregata 1 i 2 zbog ustanovljavanja hidrauličkog udara u dovodnom cjevovodu.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 13. XII izvršen je remont kotla 2.

TE Rijeka. 22. XII završeno je unutarnje čišćenje kotla 1.

TE Zagreb. 12. – 24. XII izvršeno je čišćenje konednzatorskih cijevi turboagregata 1 otopinom solne kiseline.

Tokom mjeseca su termoelektrane Jertovec i Vlaška vozile uglavnom tehničke minimume, dok su Rijeka i Zagreb bile izvan pogona.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Remont DV Rakitje – Klara izvršen je od 6. do 11. XII.

Remont DV Rakitje – Brestanica izvršen je 17. XII.

U TS Rakitje izmijenjena je sklopka 110 kV na DV Jertovec novom sklopkom »Končar« tip 2 V, koja je stavljena u pogon 12. XII.

D. Postrojenja za razdiobu

1. XII Pregorio kabel 5 kV, 480 (»Elektra« Zagreb).

3. XII Pregorio transformator 150 kVA u TS Toreta (»Elektroprimorje« Rijeka).

9. XII Srušeni stupovi na DV 15 kV Vodice (Električno poduzeće Šibenik).

11. XII Pregorio kabel u Kaštel Novom.

17. XII Izgorio rastavljač u TS Bilice (»Elektra«, Zadar).

18. XII Prekid vodiča na DV 10 kV Plase, radi odronjavanja stijene (»Elektroprimorje«, Rijeka).

29. XII Prekid vodiča uslijed rušenja drveta na vod (»Elektra«, Karlovac).

E. Telekomunikacioni uređaji

Broj kvarova i trajanje smetnji

	Elektro-prenos Zagreb	Elektro-prenos Split	Ukupno
A. Broj kvarova	8	3	11
B. Trajnje smetnji (h)			
ET	568,05	4,30	572,35
BBC	12	—	12
C. Remont dalekovoda (h)			
ET5	125	—	125

Iz Pogonskog odjela ZEPH

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Problemi uzemljenja

Izgradnjom mreže napona 220 kV s kruto uzemljenom nul-točkom postaje naročito aktuelno pitanje uzemljenja, a osobito kad se ima u vidu, da se mnogi naši izvori električne energije nalaze u krševitom zemljištu i da prenosni vodovi, koji spajaju izvore s potrošačkim područjima, također prolaze dobrim dijelom kršem, gdje je teško postići potrebna uzemljenja. Stoga su za nas od interesa razmatranja W. Kocha u članku *Pitanja uzemljenja* u časopisu *ETZ-B* 12 (1960), br. 7. Za dimenzioniranje uzemljenja mjerodavna su tri faktora: osjetljivost čovjeka na struju, električna vodljivost tla i veličina struje greške koju treba prenijeti na tlo. U praksi postoje još dva dodatna faktora: raspoloživi prostor za smještaj uzemljenja i ekonomske granice. Tlo ima različiti specifični otpor i potrebno je ovo utvrditi u različitim dubinama. Dijagram u sl. 1 prikazuje greške do kojih dolazi, ako se ne vodi računa o uvjetima tla u dubini.

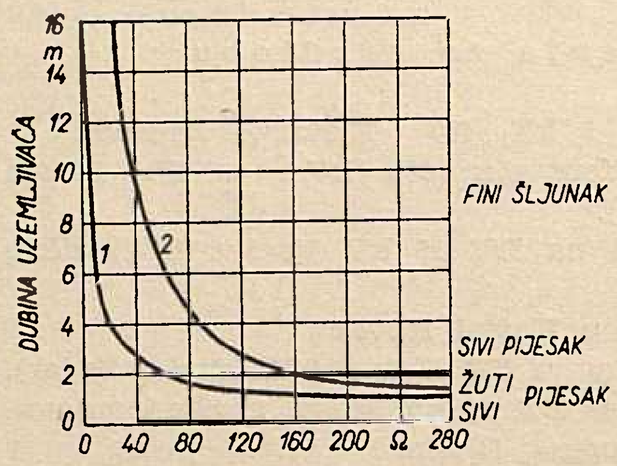
Za određivanje specifičnog otpora tla u ovisnosti od dubine može se štapni uzemljivač postepeno zabijati po 1 m i pri tome neprekidno mjeriti otpor tla. Prema formuli za otpor štapnog uzemljivača može se odrediti specifični otpor tla na osnovu pojedinačnih mjerenja otpora. Ako tlo ima i u dubini jednaki specifični otpor, ustanovit će se i iz mjerenih otpora kod pojedinih dužina uzemljivača uvijek isti otpor tla pomoću formule. Ako se pak specifični otpor tla mijenja s dubinom, kao što je to često slučaj, te postaje manji, to će i proračun, koji se osniva na formuli za homogeno tlo, dati za povećanu dužinu uzemljivača uvijek manje

specifične otpore tla. Naravno to su srednje vrijednosti, koje su uvijek veće, nego što odgovara najmanjem postojećem specifičnom otporu tla, jer rezultat nastaje uslijed djelovanja svih slojeva zemlje različite vodljivosti, s kojima uzemljivač dolazi u dodir.

Stvarni specifični otpor tla iznosi:

$$\rho' = \frac{\Delta R}{R_a - R_b} \cdot \rho_m$$

gdje je ρ_m srednji specifični otpor tla ustanovljen mjerenjem do dubine b, ΔR računska razlika otpora kod produženja uzemljivača za Δl i uz pretpostavku nepromijenjenog srednjeg specifičnog otpora tla ρ_m, R_a otpor uzemljivača prije produženja, R_b stvarni otpor nakon produženja.

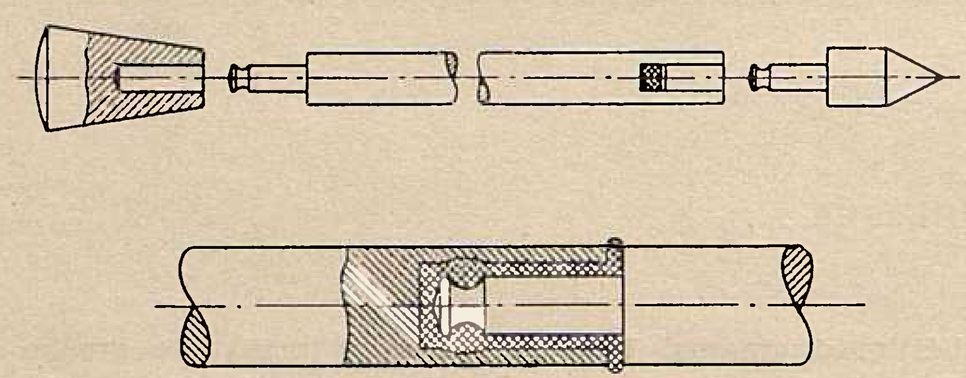


Sl. 1. Otpor cijevnog uzemljivača dužine 1 do 16 m

1 mjerene vrijednosti, *2* izračunane vrijednosti na osnovu mjerenja na površini

S geoelektričnim ispitivanjem tla moguće je pomoću 4 kratke sonde relativno brzo odrediti red veličine specifičnog otpora tla do dubine od 50 m. Time se najprije dobivaju samo srednje vrijednosti za različite dubine, ali je moguće iz toga proračunati stvarni specifični otpor tla pojedinih slojeva.

Danas se upotrebljavaju uglavnom trakasti i štapni uzemljivači, a ovi potonji samo tamo, gdje nema poteškoća oko zabijanja u zemlju, te stoga ne dolaze u obzir u kamenitom tlu. Za veće dubine danas se sve više upotrebljavaju štapni uzemljivači većih dužina do 20 m i više, koji se uvode u zemlju vrtanjem ili u novije vrijeme na način, koji je uobičajen u SAD, pri čemu se zabiju kratki štapovi dužine 1,5 do 2 m i nastavljanjem produživača sve dalje zabijaju u zemlju. Kod kraćih uzemljivača upotrebljavaju se kao alat za zabijanje ručni zabijači, s kojima se u rastresitom zemljištu mogu zabijati uzemljivači do dužine od 8 m, ili mehanički zabijači na vodilicama na električni pogon ili na pogon tlačenim zrakom, odnosno benzinom. U sl. 2 prikazan je dubinski uzemljivači, koji se upotrebljavaju tamo, gdje se potreban mali otpor ne može postići površinskim uzemljivačima zbog pomanjkanja prostora ili u slučajevima, gdje je potrebno prodrijeti u dublje slojeve zemlje veće vodljivosti i time izbjeći znatno veće troškove razgranatog površinskog uzemljivača u slabo vodljivom gornjem sloju zemlje.



Sl. 2. Dubinski uzemljivač

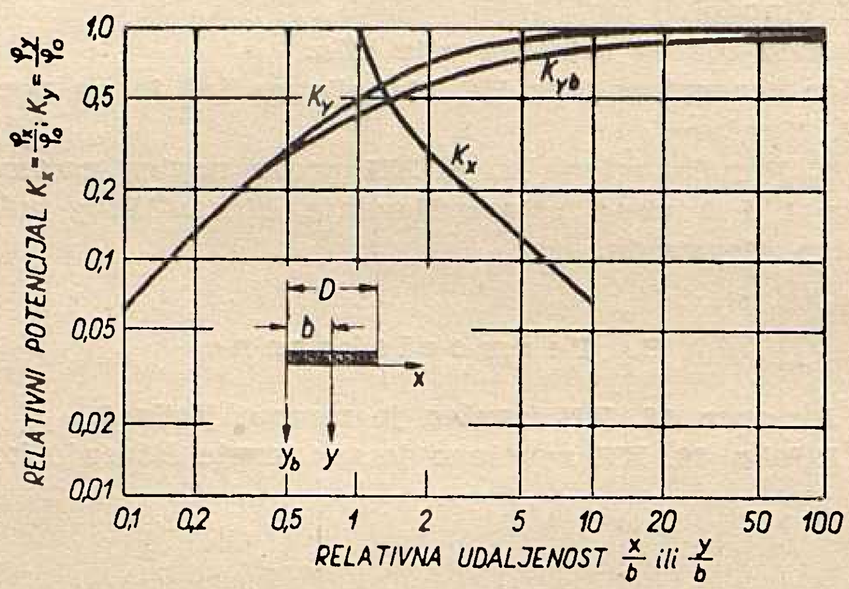
Trakasti uzemljivači su takozvani površinski uzemljivači, kojima otpor prema dužini i smještaju ovisi više ili manje od specifičnog otpora tla površinskog sloja zemlje. Kod kratkih ili prstenastih traka mjerodavan je prvenstveno specifični otpor tla gornjeg sloja zemlje. Kod štapnog uzemljivača dužine 2 m potencijal na dubini od 3 m ispod vrha uzemljivača iznosi 14 % napona uzemljivača, na dubini od 4 m 9,5 %, a na dubini od 8 m još samo 4,3 %. Iz toga se vidi, da kod štapnog uzemljivača dužine 2 m, koji se nalazi u lošije vodljivom sloju debljine na primjer 4 m, ispod kojeg se nalazi dobro vodljivi sloj, pad potencijala od uzemljivača do dobro vodljivog sloja iznosi oko 90 % napona uzemljivača. To znači, da je pod takvim uvjetima otpor štapnog uzemljivača sa 90 % određen otporom tla loše vodljivog sloja. Dobro vodljivi sloj, koji se nalazi ispod toga, skoro ništa ne koristi.

Ponašanje trakastih ili prstenastih uzemljivača je slično, iako su ovdje nešto povoljnjiji uvjeti zbog dužine uzemljivača. Ovi se površinski uzemljivači nalaze 50 do 100 cm ispod površine zemlje. U slijedećoj tablici dan je pregled razdiobe potencijala ispod uzemljivača dužine 10 m (I) i ispod uzemljivača dužine 100 m (II):

Dubina	m	1	2	3	4	5	10
Potencijal u % napona uzemljivača	I	34	24	18	15	13	7
	II	55	43	39	35	34	22

Odgovarajuće ponašanje pločastog uzemljivača prikazano je u dijagramu sl. 3, gdje je φ_x tok potencijala na površini zemlje, φ_y okomito ispod središta, φ_{yb} okomito ispod ruba ploče, prikazan pomoću faktora K_x, K_y i K_{yb} u odnosu na potencijal uzemljivača $\varphi_o = I \cdot \rho / 4\, b$. Udaljenost x od središta ploče data je odnosom x/b, dubina ispod središta odnosno ispod ruba ploče odnosom b/y odnosno $b/y \cdot b$, gdje je ρ specifični otpor tla u $\Omega \cdot$ m, b polumjer ploče, a I struja uzemljivača.

Oblikovanje potencijala osniva se na tome, da postoji jaki međusobni utjecaj dvaju uzemljivača, kojima je međusobna udaljenost — u odnosu na njihovu dužinu — malena.



Sl. 3. Tok potencijala kod pločastog uzemljivača

Oni se međusobno sprečavaju u predavanju struje zemlji. Uslijed toga nastaju između uzemljivača odsjeci s malo struje, gdje je i manji pad potencijala. Oblikovanje potencijala može se postići i ugradnjom čelične armature u temelje zgrada, pri čemu treba armaturu spojiti s uzemljenjem postrojenja. Kod novogradnji trebalo bi u načelu koristiti čeličnu armaturu za oblikovanje potencijala. Čelična armatura se zavaruje na svakih 10 m, te se stvara kavez s velikim zamkama, koji je povezan s uzemljenjem postrojenja i svim dijelovima postrojenja, koje treba uzemljiti.

Stavljanjem šljunka može se ublažiti djelovanje pada potencijala, te se ovo može korisno spajati s regulacijom potencijala. Napon dodira može se relativno jednostavno smanjiti oblikovanjem potencijala, jer to treba provesti svega na udaljenost do 1 m od dijelova postrojenja, koja se mogu dodirnuti. Na rubu tog prostora nastupa jači pad napona, koji može biti suviše velik za napon koraka. Prekrivanjem opasnog područja slojem šljunka zaštićuje se čovjek od prevelike struje.

Otpor ploče, koja se nalazi na površini zemlje, iznosi

$$\frac{\rho}{2D} = 0{,}44 \cdot \frac{\rho}{\sqrt{F}}$$

gdje je ρ specifični otpor tla u $\Omega \cdot$ m, a F površina ploče u m². Otpor pada proporcionalno s korijenom površine. Raz-

ni kabeli, cjevovodi i ostali u zemlji položeni uređaji čine površinski uzemljivač postrojenja. Takva mreža uzemljenih vodova kod postrojenja srednje veličine ima približno dvostruki otpor od ploča jednake površine, dok kod vrlo velikih postrojenja 1,2-struki otpor. Prema tome relativno najveći su troškovi za uzemljenja malih stanica srednjeg napona. Za stanice, koje napajaju mjesne mreže i gdje se stoga traži vrlo mali otpor uzemljenja, upotrebljavaju se dubinski uzemljivači, naročito ako su donji slojevi zemlje dobro vodljivi. Za mala i srednja postrojenja sve se više upotrebljavaju dubinski uzemljivači, dužine do 20 m, a i više ukoliko se mogu zabiti u zemljište. Kod velikih postrojenja su svrsishodniji površinski uzemljivači.

Zbog vrlo velike aktuelnosti problema uzemljenja kod nas razmatrao je 27. II 1961. Stručni savjet Elektroprivrede Hrvatske uzemljenje na vodovima i dao tumačenje propisa, s obzirom da su na snazi *Tehnički propisi za izvođenje postrojenja jake struje za pogonski napon iznad 1000 V* i *Tehnički propisi za gradnju nadzemnih vodova jake struje,* te se u obim propisima nalaze odredbe za dimenzioniranje uzemljenja.

Ing. K. Fišer

Novi postupak za naknadnu zaštitu drvenih stupova

U našoj je zemlji impregnacija drvene građe u pravilu još uvijek slaba, iako to ima za posljedicu nepotrebne velike izdatke. U Zapadnoj Njemačkoj predlaže se primjena novog postupka za naknadnu impregnaciju drvene građe, koji je opisao prof. K. Lohwag u članku »O novom postupku za naknadnu zaštitu stupova i uređaji za to«, u časopisu *ÖZE,* 13 (1960), br. 11. Svrha je uređaja naknadna impregnacija dijela stupa iznad zemlje, pa ako je potrebno čak i bez prekida pogona. Ovim postupkom se usmrćuju postojeći insekti i gljivice u drvu i postiže se dobra preventivna zaštita od novih oštećenja.

Za vrijeme rata i nakon rata upotrebljavani su nedovoljno impregnirani stupovi, te je stoga razumljivo, da su prouzrokovane velike štete u područjima, koja klimatski odgovaraju insektima. Odgovarajućim prskanjem površine stupova sredstvom za zaštitu drveta uništavaju se štetočine i time produžava vijek trajanja stupova.

Uređaj se sastoji od vijenca sa sapnicama, koji se može rastvoriti i koji je u svim smjerovima zaštićen, da ne dođe do gubitka zaštitnog sredstva prilikom prskanja stupa. U ovisnosti od različitih promjera stupova treba da je uređaj konstruiran tako, da ostanu izrezane prema gore i dolje odgovarajuće površine krugova. Na rubu ovih površina pričvršćeni su duži vijenci od čekinja, koji treba također da spriječe otjecanje tekućine. Ako su u pitanju dvostruki stupovi, treba uređaj odgovarajuće oblikovati.

Za ovaj naknadni postupak potrebna su tri do četiri čovjeka. Preporučuje se upotreba terenskog vozila za transport uređaja, ručne crpke i tekućine za prskanje. Uređaj lako nose dva čovjeka, te je bez daljnjega moguća i obrada stupova udaljenih od puteva.

Postupak je slijedeći: radnik se popne na stup i zabije tik ispod izolatorske podupore specijalni klin s koturom, preko kojeg prelazi uže uređaja za prskanje. Čim se radnik spusti na zemlju, postavi se uređaj za zaštitu oko osnovice stupa i zatvori se zaklopcem. Istovremeno se učvrsti na uređaj karabiner, koji se nalazi na kraju užeta.

Vijenac sa sapnicama spojen je pomoću crijeva s ručnom pumpom. U crijevu ugrađen je filter, da se spriječi začepljenje sapnica. Na dani znak stavlja se u pogon ručna pumpa i uređaj se povuče u visinu. Važno je, da se prskanjem obuhvati cjelokupna površina stupa. Kad je završeno prskanje cjelokupne površine stupa, iskopča se pumpa, a uređaj se spusti. S čekinjama na rubu se jednoliko razmaže izvjesni dio suviška zaštitnog sredstva, dok se ostatak ocijedi po stupu u zemlju.

Čim se uređaj za štrcanje spusti do zemlje, odriješi se karabiner vlačnog užeta i otvara se zaklopac uređaja. Zatim se uređaj prenese k slijedećem stupu. Jednim pokretom vlačnog užeta izbije se klin iz stupa.

U Njemačkoj se ovaj postupak provodi od 1927. s ksilamonom, a od 1947. radi se s opisanim uređajem. Za jedan stup treba oko 4 kg ksilamona. Ovo sredstvo razvija mnogo plina, što je povoljno za borbu protiv insekata. Kod ovog postupka treba u normalnim prilikama tek nakon 5 do 7 godina primijeniti novi zaštitni postupak. Naknadna zaštita se provodi za vrijeme mrtve sezone, tako da se ne ometa poljoprivreda. Uvedena ekipa može obraditi 60 do 100 stupova dnevno.

Ing. K. Fišer

Razvoj jugoslavenske energetike s posebnim osvrtom na elektroprivredu

U časopisu *Energie – Wirtschaft* 2 (1960), br. 7, Wien, objavio je Peter Feith, Beč, članak *Die Entwicklung der jugoslawischen Energiewirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Elektrizitätswirtschaft.* Članak je štampan na 19 stranica formata 21 × 30 cm, te sadrži 10 tablica i 10 fotografija elektrana u Jugoslaviji. Odlikuje se obiljem podataka i daje prikaz ostvarenog razvoja energetike u Jugoslaviji i perspektiva za budućnost. U cjelini treba ovaj prikaz veoma povoljno ocijeniti. Kao izvor podataka, sakupljenih na jednom mjestu, ovaj prikaz jugoslavenskog razvoja na polju energetike može korisno poslužiti i našim energetičarima. Prezentacija je vrlo lijepa, pa možemo biti zadovoljni da je ovaj prikaz objavljen u Austriji, i da je tako tretirana materija postala pristupačna čitaocima njemačkog jezika. Ovako opširni prikazi ove materije objavljeni su posljednjih godina na engleskom, francuskom, ruskom i talijanskom jeziku, pa je ovom publikacijom na njemačkom popunjena jedna praznina.

Članak se uglavnom osniva na referatu koji je autor iznio u okviru privredno-geografskog seminara što ga je organizirala Visoka škola za svjetsku trgovinu u Beču, tokom zimskog semestra 1959/1960. Ovakovo porijeklo članka, iz usmenog referata, odrazuje se u tekstu: na više mjesta riječima se ponavljaju podaci izneseni u tablicama. Autoru su očito bili pristupačni samo objavljeni podaci. Kako je autor u prikazu ostvarenog razvoja težio što većoj aktuelnosti podataka, to se jedni zaključni podaci o razvoju odnose na 1956. dok se drugi odnose na kasnije godine, sve do 1960. Time se dosta izgubilo na preglednosti prikaza dostignutog razvojnog stepena. U obradi čvrstih fosilnih goriva u štampani tekst ušlo je par grešaka, neslaganja između pojedinih navoda, koja neće onemogućiti pažljivu čitaocu da sebi stvori ispravnu sliku o razmotrenom predmetu. Obrada elektroprivrede dana je u članku mnogo šire i bolje. I tu ima u tekstu par nedovoljno jasno definiranih navoda i podataka koji više nisu aktuelni. Autor se posebno osvrnuo na ostvareni razvoj na području izvoza i izmjene električne energije i na perspektive za daljnji razvoj na tom polju. Sve u svemu, ovaj članak ekonomiste P. Feith-a značajan je prilog poznavanju prilika preko granica i time favoriziranju međunarodnih veza, te mu se moraju priznati velika informativna vrijednost i reprezentativni karakter, koji doprinose poznavanju naše privrede i ugledu naše zemlje u svijetu. Uredništvo *Energije* pozdravlja inicijativu časopisa *Energie-Wirtschaft* da objavi članak ekonomista Feith-a.

M. L.

Proizvodnja i potrošnja električne energije u Švicarskoj 1959-60.

Savezni ured za elektroprivredu u Bernu objavio je u švicarskom časopisu *Bulletin SEV* 51 (1960) br. 24, kratki pregled o ukupnoj proizvodnji i potrošnji električne energije u hidrografskoj godini, tj. od 1. X 1959. do 30. IX 1960.

To razdoblje bilo je u Švicarskoj u znaku pojačane konjunkture i uslijed toga bio je neobično velik porast u potrošku električne energije. Ne uzimajući u obzir višak energije za električne kotlove i vlastiti potrošak elektrana za akumulacione crpke porastao je potrošak od 15.722 milijuna kWh iz prijašnje godine na 17.076 milijuna kWh u ovoj godini, od čega jedna polovina otpada na zimsko polugodište, a druga na ljetno. Porast potroška reduciran na jednaki broj dana iznosio je 1300 (u prijašnjoj godini 637) milijuna kWh ili 8,3 (4,2) %. U potrošačkoj grupi kućanstvo, zanatstvo i poljoprivreda iznosio je potrošak 9,1 (6,0) %, kod industrije 9,0 (2,4) %, a za željezničku vuču 6,2 (5,7) %.

U petogodištu od 1945/46. do 1950/51. iznosio je srednji godišnji prirast potrošnje 483 milijuna kWh, odnosno 5,4 %; u 1950/51. do 1955/56. bio je 658 milijuna kWh, odnosno 5,6 %; a za 4 godine 1955/59. dosegao je 839 milijuna kWh, odnosno 5,6 %. Apsolutni godišnji prirast potrošnje stalno se znatno povećavao, dok je procentualni prirast ostao približno jednak.

Upotreba viška energije za električne kotlove bila je u zimskom polugodištu sa 31 (90) milijuna kWh znatno manja, a u ljetnom polugodištu sa 379 (276) milijuna nešto veća nego u prethodnoj godini. Potrošak akumulacionih crpki porastao je u zimskom polugodištu sa 81 (33) milijuna kWh, a u ljetnom polugodištu sa 189 (142) milijuna kWh u odnosu na prethodnu godinu.

Vodostaj Rajne dostigao je u IV tromjesečju 1959. samo 59 %, u I tromjesečju 1960. 95 %, u II tromjesečju 83 % i u III tromjesečju 119 % dugogodišnje srednje vrijednosti. Stvarna proizvodna mogućnost hidroelektrana iznosila je u zimskom polugodištu 94 (107) %, a u ljetnom polugodištu 102 (87) % srednje proizvodne mogućnosti hidroelektrana u pogonu. Proizvodne mogućnosti bile su dakle zimi znatno nepovoljnije, a ljeti znatno povoljnije nego prethodne godine.

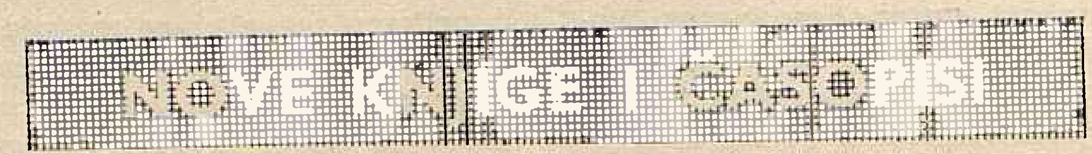
Proizvodnja hidroelektrana ostala je u zimskom polugodištu uslijed nepovoljnih vodnih prilika, unatoč skromne dodatne proizvodnje novih elektrana, sa 7438 milijuna kWh za 10,3 % ispod iznosa prethodne godine od 8294 milijuna kWh, dok je u ljetnom polugodištu zahvaljujući povoljnijim vodnim prilikama i znatnog doprinosa novih elektrana sa 11.388 milijuna kWh nadmašila za 16,4 % iznos iz prethodne godine 9.784 milijuna kWh. U zimskom polugodištu nije energija proizvedena u zemlji ni približno zadovoljila potražnju, nego je bilo potrebno pokriti iz uvoza još 959 milijuna kWh, odnosno 11,1 % potrošnje. U ljetnom polugodištu moglo se izvesti u inozemstvo 2.275 milijuna kWh, odnosno 19,8 % zemaljske proizvodnje.

Kretanje energije u švicarskoj elektroprivredi

	Milijuna kWh		Prirast	
	1959/60.	1958/59.	10^6 kWh	%
1. *Izvor energije*				
Hidroelektrane	18.826	18.078	748	4,1
od toga u zimskom polugodištu iz akumulacija	*2.515*	*2.349*	*166*	*7,1*
Termoelektrane	246	103	143	138,8
Proizvodnja u zemlji	19.072	18.181	891	4,9
Uvoz energije	2.080	942	1.138	120,8
Proizvodnja + uvoz	21.152	19.123	2.029	10,6
2. *Potrošak energije*				
Kućanstvo, zanatstvo i poljoprivreda	7.338	6.705	633	9,4
Industrija	6.299	5.762	537	9,3
od toga				
Opća industrija	*2.982*	*2.716*	*266*	*9,8*
Elektrokemijska, metalurška i termička primjena	*3.317*	*3.046*	*271*	*8,9*
Željeznice	1.452	1.363	89	6,5
Prenosni gubici	1.987	1.892	95	5,0
Zemaljski potrošak bez električnih kotlova i akumulacionih crpki	17.076	15.772	1.354	8,6
Električni kotlovi	410	366	44	12,0
Akumulacione crpke	270	175	95	54,3
Ukupni potrošak u zemlji	17.756	16.263	1.493	9,2
Izvoz	3.396	2.860	536	18,7
Zemaljski potrošak + izvoz	21.152	19.123	2.029	10,6

Intenzivna izmjena energije s inozemstvom dala je, kako je spomenuto, u zimskom polugodištu uz uvoz od 1.772 milijuna kWh i izvoz od 813 milijuna kWh dosada najveći uvozni saldo od 959 milijuna kWh, a u ljetnom polugodištu uz izvoz od 2.583 milijuna kWh i uvoz od 308 milijuna kWh dosada najveći izvozni saldo 2.275 milijuna kWh.

Ing. K. Fišer



H. Franckowiak: *Isotope in Forschung und Produktion.* Izdanje Amt für Kernforschung und Kerntechnik Berlin. Naklada VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1961, 78 str., format 22,5 × 16,5. Cijena 5 DM.

Ova mala popularna brošura prikazuje istraživanje i primjenu radioaktivnih i stabilnih izotopa u ovim granama djelatnosti: biologiji, medicini, teškoj i lakoj industriji (specijalno metalurgiji), te u kemiji. Na početku rečeno je nekoliko riječi o pronalasku izotopa, strukturi atomske jezgre i njenoj pretvorbi, te o djelovanju zračenja i njegovom označavanju. Najveći dio zauzima prikaz o primjeni izotopa.

Knjiga je opremljena brojnim slikama, dijagramima i tablicama, pisana je jednostavno i sažeto, te daje zaista dobar i zoran pregled gradiva širokim krugovima onih interesenata kojima je i namijenjena.

P. Dabac

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE OŽUJAK I TRAVANJ 1961.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh								Razmjena			Ukupno (7-11)
		Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5.	1960	89081	14579	1606	15477	145	221	90832	30277	34077	28158	— 1969	181375
6.	1960	31740	30969	832	22205	150	234	32722	53408	59646	26956	— 201	172531
7.	1960	31913	32874	803	23983	142	554	32858	57411	76171	16038	— 8532	173946
8.	1960	43095	38050	529	26176	141	317	43765	64543	91160	— 3773	— 15981	179714
9.	1960	73846	31960	612	25384	246	272	74704	57616	83923	—21685	— 11657	182901
10.	1960	139433	12794	2015	19668	158	245	141606	32707	44646	— 3425	— 11898	203636
11.	1960	139936	6003	1996	18707	163	262	142095	24972	31826	19700	— 7207	211386
12.	1960	159576	6081	2109	18657	194	296	161879	25034	26007	—26109	— 9351	229678
Ukupno 1960		1177548	234843	18672	234468	1813	3982	198033	473293	452487	263249	— 93765	2293297
1.	1961	150449	13391	1722	16509	188	282	152359	30182	31598	26001	— 14653	225487
2.	1961	105089	20389	1301	16862	180	206	106570	37457	52594	5440	— 1598	200463
3.	1961	70737	17771	1049	15856	197	222	71983	33849	71635	42452	— 9563	210356
4.	1961	61363	15624	1041	14625	158	216	62562	30465	73910	38684	— 8439	197182
Ukupno 1. — 4. 1961.		387638	67175	5113	63852	723	326	393474	131953	229737	112577	— 34253	833488

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1961.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja 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	79,0	8153	2986	45551	45,5	46,9	71,1	98,0	99,0	—	—
		Gojak	48,0	7486	11326	60463	21,3	41,2	48,8	98,0	92,0	—	—
		Ozalj	5,1	1654	1946	7793	55,1	67,0	70,0	97,0	98,0	—	—
		Kraljevac	62,0	31910	27566	152410	65,1	61,7	80,7	93,0	97,0	—	—
		Peruća	42,0	8872	5594	62835	—	—	—	91,0	92,0	—	—
		Manojlovac	24,0	8505	8237	39947	57,1	56,9	68,9	98,0	96,0	—	—
		Jaruga	5,5	3353	2807	13905	84,0	73,4	90,1	99,0	96,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	798	450	1248	63,6	—	15,4	4,6	2,7	3990	4460
		Jertovec	39,0	16961	14916	64371	178,0	176,9	141,6	57,3	50,4	4068	4008
		Vlaška	9,5	—	247	1968	—	—	12,9	—	4,9	—	5362
		Rijeka	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1462	1420	5724	39,2	48,3	63,2	11,3	11,3	....	....
		Sladorana, Županja	3,0	—	—	764	—	—	54,5	—	—	....	....
		Jug. komb., Borovo	6,0	2020	1797	7742	94,7	86,6	86,6	45,3	41,6	....	....
		Željezara, Sisak	5,5	2630	3425	11802	88,3	168,1	99,1	64,2	86,4	....	....

[1]) Indeks u ovoj tablici, kao i u svima narednima iskazan je u odnosu na godinu 1960. = 100.
[2]) Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje vode, a kod termoelektrana iskorišćenje raspoloživog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1961.

Elementi energetske bilance	Ožujak		Travanj		Od početka god.		Indeks 1960 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Ožujak	Travanj	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	88508	37,9	76987	34,5	454813	48,2	63,8	69,7	85,7
Proizvodnja industr. elektrana	16904	7,2	15666	7,0	68964	7,3	86,9	87,5	95,3
Proizvodnja lokalnih elektrana	419	0,2	374	0,2	1649	0,2	71,0	88,8	80,2
Ukupna proizvodnja na generatoru	105831	45,3	93027	41,7	525426	55,7	66,6	72,2	86,9
Nabava el. en. od susj. zajednica	127559	54,7	129800	58,3	418028	44,3	205,5	200,8	162,9
Nabava el. en. iz inozemstva	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Ukupno raspoloživa električna energija	233390	100,0	222827	100,0	943455	100,0	105,6	115,2	109,5
Vlast. potroš. elektrana u sistemu	2981	1,3	2843	1,3	10963	1,2	120,1	196,1	104,2
Vl. potr. industr. i lokal. elektrana	1732	0,7	1604	0,7	7061	0,7	86,4	87,5	94,9
Ukup. raspolož. na pragu elektr.	228677	98,0	218380	98,0	925431	98,1	105,7	114,8	109,7
(Dobava industr. elektrana sistemu)	(1114)	(0,5)	(665)	(0,3)	(3118)	(0,3)	(99,6)	(31,8)	(70,4)
(Prag elektrana u sistemu)	(214200)	(91,8)	(204609)	(91,8)	(864997)	(91,7)	(107,4)	(116,4)	(110,7)
Gubici prijenosa u sistemu	12165	5,2	11393	5,1	45457	4,9	129,4	133,7	125,1
Gubici razvoda u sistemu	20047	8,6	12709	5,7	59582	6,3	112,6	115,0	104,3
Gubici razvoda lokal. elektrana	42	0,0	37	0,0	165	0,0	71,2	88,1	80,1
Ukupna predaja el. en. potrošačima	196423	84,2	194241	87,2	820227	86,9	103,8	113,9	109,4
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	13472	5,8	17206	7,7	75715	8,0	60,9	266,8	99,0
Predano inozemstvu	9563	4,2	8439	3,9	34254	3,6	246,8	136,3	127,0
Industrijska vlastita opskrba	14100	6,0	13434	6,0	58950	6,3	86,0	95,8	97,1
Lokalna opskrba	335	0,1	300	0,1	1319	0,1	71,0	89,0	80,3
Potrošači u sistemu	158953	68,1	154862	69,5	649989	68,9	108,4	107,8	111,3
Struktura potrošnje u sistemu — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	32688	20,6	34132	22,0	145817	22,4	110,8	110,2	112,9
Rasvjeta poslovnih prostorija	5755	3,6	4907	3,2	25682	4,0	107,0	109,3	114,7
Rasvjeta društvenih prostorija	1296	0,8	1087	0,7	5813	0,9	108,5	106,7	115,1
Motori i aparati	6127	3,8	6288	4,1	26440	4,1	113,7	111,6	118,3
Poljoprivredni motori	673	0,4	699	0,5	2875	0,4	99,1	100,6	102,2
Javna rasvjeta	2665	1,7	2463	1,6	11349	1,7	124,2	120,5	122,9
Preprodavaoci	1077	0,7	1004	0,6	5104	0,8	85,5	100,3	94,7
Ukupna potrošnja na malo	50281	31,6	50580	32,7	223080	34,3	110,5	110,5	113,6
Vodovod	4197	2,7	4027	2,6	15648	2,4	110,6	103,1	102,6
Gradska električna vuča	1795	1,1	1708	1,1	7167	1,1	111,4	111,2	111,8
Ukupna komunalna velepotrošnja	5992	3,8	5735	3,7	22815	3,5	110,9	105,4	105,3
Ugljenokopi	6416	4,0	6151	4,0	27002	4,2	80,6	87,8	92,8
Tvornice cementa	9155	5,8	8040	5,1	32520	5,0	129,0	108,7	115,9
Ostala opća velepotrošnja	43350	27,3	39156	25,3	167289	25,7	114,3	105,3	111,0
kod elektrokemije	(1119)	(0,7)	(1031)	(0,7)	(4276)	(0,6)	(168,4)	(117,2)	(148,6)
kod elektrometalurgije	(1792)	(1,2)	(1724)	(1,1)	(7066)	(1,1)	(98,2)	(84,2)	(96,7)
kod ostalih	(40439)	(25,4)	(36401)	(23,5)	(155947)	(24,0)	(114,0)	(106,2)	(111,0)
Ukupna ostala velepotrošnja	58921	37,1	53347	34,4	226811	34,9	111,1	103,4	109,1
Karbid	13170	8,3	13045	8,4	50924	7,8	97,8	105,6	97,3
Aluminij	13577	8,5	13318	8,6	51479	7,9	141,8	125,8	153,6
Ostala elektrokemija	3603	2,3	3536	2,3	13932	2,2	158,0	112,5	151,5
(Ukupno elektrokemija)	(30350)	(19,1)	(29899)	(19,3)	(116335)	(17,9)	(120,0)	(115,1)	(122,4)
Ferolegure el. metalurgije	6669	4,2	8723	5,7	36049	5,6	52,8	79,6	76,8
Elektrotoplina	3099	1,9	3398	2,2	12542	1,9	98,6	136,5	110,5
Željeznička električna vuča	3577	2,3	3091	2,0	11786	1,8	353,0	263,7	300,6
Melioracije	64	0,0	89	0,0	571	0,1	21,5	70,6	46,4
Ukupna spec. velepotrošnja	43759	27,5	45200	29,2	177283	27,3	103,0	110,6	112,0

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1961.

Pokazatelj	Mjesec	FNRJ			Po narodnim 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. 1961	744	455	289	70	18	114	83	140	113	70	74	25	0	36	1
	4. 1961	676	433	243	61	16	82	86	173	76	68	59	17	6	32	0
Indeks na bazi	3. 1960	112	83	247	57	142	106	143	106	352	46	796	129	7	294	456
	4. 1960	108	79	295	60	173	82	199	108	344	50	1089	69	219	140	40600

Proizvodnja ugljena za mjesece ožujak i travanj 1961.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1960 = 100		
		Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi		60560	70000	263820	99,1	110,6	97,6
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	5965	6328	23881	91,9	98,5	89,4
	Rudnik Pregrada	5019	4996	19333	106,0	112,0	102,4
	Ostali	4371	4477	16978	142,5	114,3	127,4
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	14597	15256	62165	83,6	99,7	91,8
	Dalmacija: Rudnik Siverić	10641	10162	39254	97,2	96,0	92,9
	Ostali	630	730	2390	94,7	105,3	95,6
	Ostala područja	4699	4030	16803	129,1	105,8	117,3
	Ukupno mrki	45922	45979	180804	97,4	100,4	99,2
Lignit	Hrvatsko Zagorje: Ivanečko-ladanjski uglj.	35622	30174	132616	99,1	87,8	96,4
	Konjščinski ugljenokopi	27987	26347	107200	117,0	113,7	114,7
	Stubički ugljenokopi	12321	11901	50171	72,9	75,3	80,7
	Ostali	2000	1940	8543	127,1	121,0	132,6
	Bilogora — Podravina: Koprivnički ugljenokopi	8344	7245	35712	14,5	69,9	97,5
	Križevački ugljenokopi	3977	3402	15946	72,1	64,4	78,8
	Ostali	7415	6872	30148	78,5	90,2	82,8
	Ostala područja	802	1274	3995	60,2	98,0	129,2
	Ukupno lignit	98468	89110	384331	92,7	89,6	94,9
Ukupno sve vrste ugljena		213950	205955	828955	95,7	96,0	96,2

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1961.

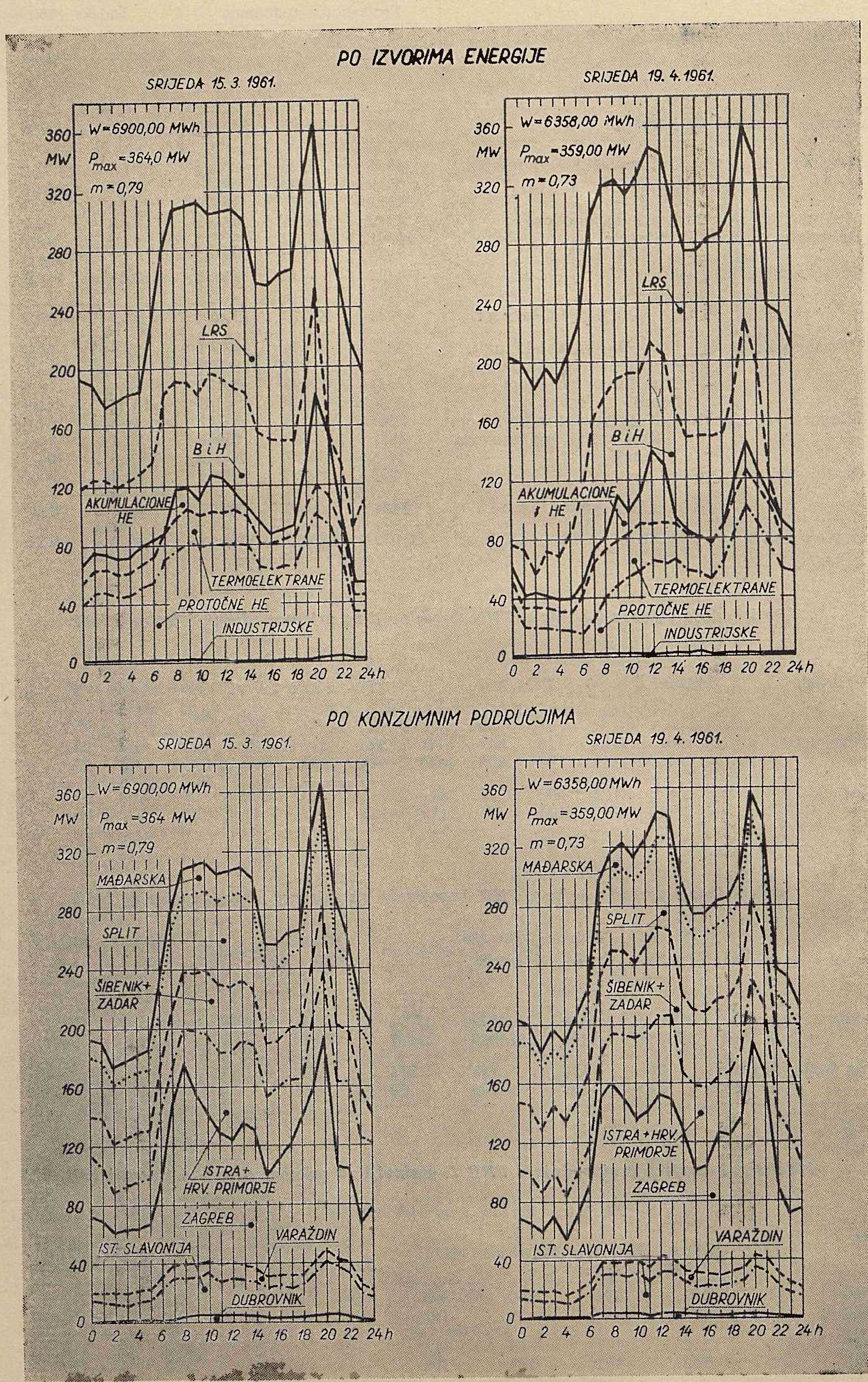
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksara	plinara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	3. 1961	2105	115	849	1141	586	214	429	847	1.0	28.0	95	1,6
	4. 1961	1972	114	800	1058	519	205	400	824	1,0	23,5	89	1,5
Indeks na bazi	3. 1960	104	102	97	111	[illegible]	96	100	101	125	105	102	89
	4. 1960	105	104	97	112	114	95	98	106	—	126	100	94

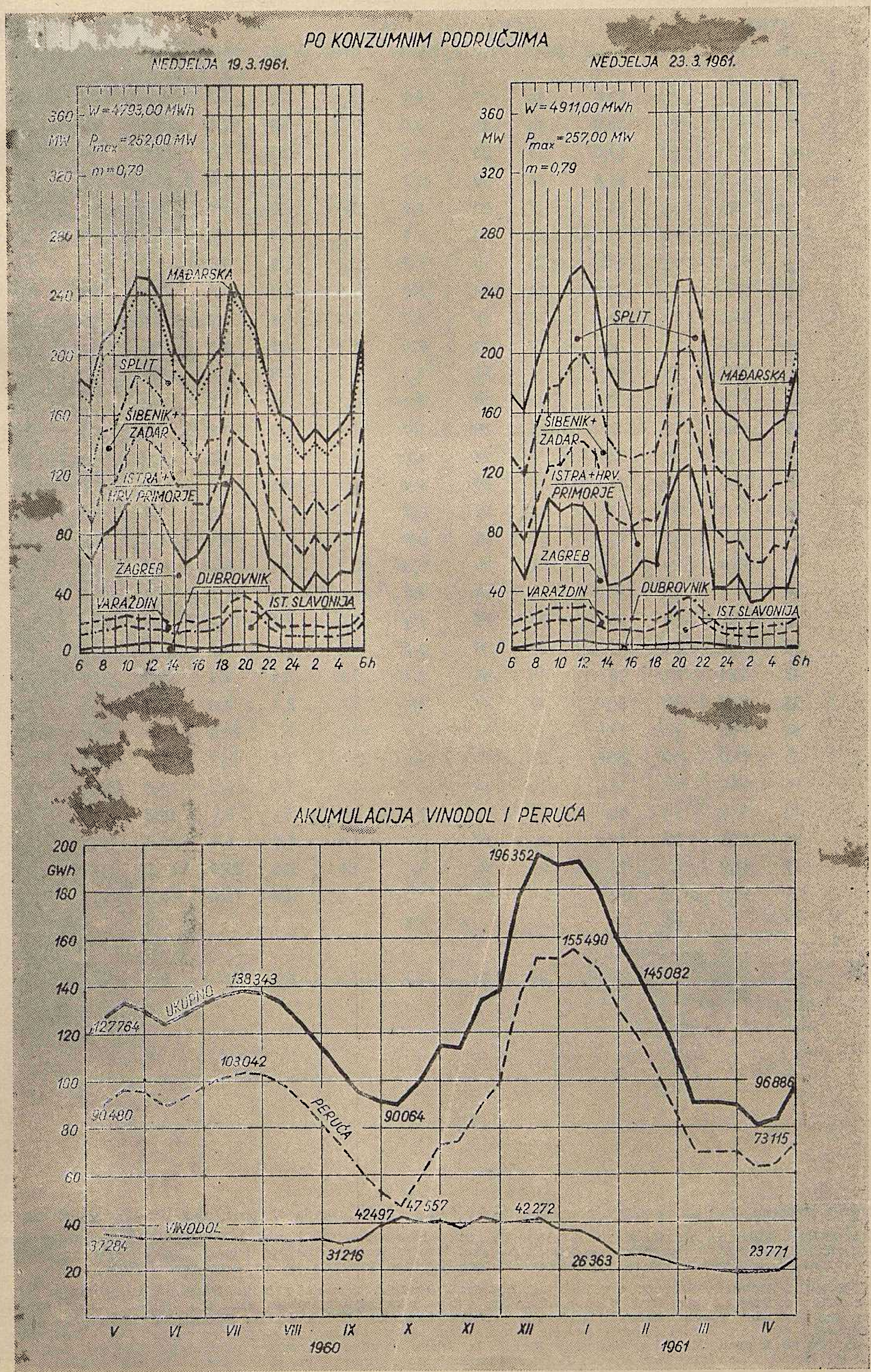
Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1961.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	3. 1961	108093	5634	120879	28704	1008	3766	36001	6061	397
	4. 1961	117188	5190	118069	23137	567	4150	33692	5397	323
Indeks na bazi	3. 1960	211	131	111	123	132	61	125	116	125
	4. 1960	240	127	128	89	65	74	121	58	122

Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1961.

Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
3. 1960	101	101	100	100	105	104	87	102	101	100
4. 1960	99	99	97	99	102	101	108	100	101	96
3. 1961	111	112	107	114	111	103	135	110	112	109
4. 1961	106	104	105	108	106	113	119	106	108	102


PO IZVORIMA ENERGIJE
SRIJEDA 15. 3. 1961.
W=6900,00 MWh
P_{max}=364,0 MW
m=0,79
MW
LRS
BiH
AKUMULACIONE HE
TERMOELEKTRANE
PROTOČNE HE
INDUSTRIJSKE
SRIJEDA 19. 4. 1961.
W=6358,00 MWh
P_{max}=359,00 MW
m=0,73
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
SRIJEDA 15. 3. 1961.
W=6900,00 MWh
P_{max}=364 MW
m=0,79
MAĐARSKA
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+ HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
SRIJEDA 19. 4. 1961.
W=6358,00 MWh
P_{max}=359,00 MW
m=0,73


PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
NEDJELJA 19.3.1961.
W=4793,00 MWh
P_{max}=252,00 MW
m=0,79
MW
MAĐARSKA
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+ HRV. PRIMORJE
ZAGREB
DUBROVNIK
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
NEDJELJA 23.3.1961.
W=4911,00 MWh
P_{max}=257,00 MW
m=0,79
MW
SPLIT
MAĐARSKA
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
DUBROVNIK
IST. SLAVONIJA
AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA
GWh
UKUPNO
PERUĆA
VINODOL
127764
138343
103042
90480
90064
196352
155490
145082
96886
73115
47557
42497
42272
37284
31216
26363
23771
V VI VII VIII IX X XI XII I II III IV
1960
1961

Srednji dnevni protoci vode za mjesece ožujak i travanj 1961.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sek		m³/sek		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj
1	101	45,0	14	12,0	30	21	2,9	2,2	4,0	3,2	8,6	11,4	1,5	2,3
2	87	53,7	14	12,0	30	21	3,0	1,3	4,0	2,5	13,0	9,2	3,0	2,3
3	86	60,0	14	13,0	29	20	3,0	6.2	3,0	5,3	11,0	9,0	3,0	2,0
4	81	61,0	13	13,0	28	20	2,2	8,7	1,8	7,2	10,0	6,1	2,0	2,7
5	78	62,3	14	12,5	27	20	2,1	5,0	1,9	5,9	8,9	6,8	2,0	3,0
6	80	63,0	13	13,0	26	20	1,8	4,3	2,0	4,6	4,2	5,4	1,9	2,3
7	79	64,0	13	12,0	26	20	1,7	3,2	1,5	3,5	7,7	5,4	1,7	2,0
8	80	57,3	13	12,5	26	20	1,0	1,9	1,0	2,8	7,2	4,5	1,8	1,8
9	79	54,0	13	12,0	25	20	0,7	2,5	1,8	2,2	7,1	5,5	2,0	1,8
10	68	43,0	12	12,0	25	20	2,0	1,9	1,7	2,0	7,0	2,7	1,7	1,8
11	62	38,0	13	12,0	25	19	0,7	1,3	0,8	1,6	8,0	4,0	1,8	1,6
12	48	37,0	13	12,0	25	19	2,0	1,3	2,0	1,5	7,0	2,0	2,0	1,3
13	51	38,0	13	12,0	25	18	1,0	0,6	1,0	0,8	7,0	2,6	2,0	1,3
14	52	37,0	13	12,0	25	18	1,0	1,3	1,0	1,4	6,0	3,4	2,0	1,2
15	48	32,0	14	12,0	25	18	1,0	0,6	0,5	1,1	7,0	3,1	2,0	1,2
16	49	32,3	14	12,0	25	17	0,7	1,9	0,9	0,5	5,7	3,2	1,5	1,1
17	44	30,0	13	11,0	25	16	0,8	2,2	0,9	6,5	6,3	3,0	1,7	1,3
18	42	30,0	14	12,0	25	16	0,6	11,3	0,3	4,6	5,2	4,0	1,6	2,1
19	18	33,6	13	12,0	24	18	3,8	13,2	1,0	11,0	7,2	11,8	1,6	4,2
20	45	59,0	15	20,0	25	25	1,9	7,0	2,2	10,9	6,3	40,0	2,2	preljev
21	38	13,6	14	19,0	25	28	3,2	6,3	4,1	6,2	6,5	18,2	2,6	preljev
22	43	45,0	14	18,0	25	30	2,4	3,8	2,5	8,3	15,0	15,9	3,3	3,6
23	34	40,0	17	16,0	24	29	3,4	9,6	2,4	6.0	12,7	12,0	3,2	2,6
24	46	44,0	13	17,0	24	31	1,3	10,8	3,2	12,0	13,0	67,0	3,2	3,6
25	36	75,0	14	16,0	23	35	4,0	28,0	3,0	40,0	15,7	284,0	2,4	preljev
26	16	60,0	13	17,0	23	36	1,9	10,0	5,4	16,0	18,6	135,0	3,4	4,0
27	40	50,0	12	16,0	22	36	2,5	5,2	5,8	8,0	18,6	80,5	3,0	4,2
28	35	45,3	12	16,5	22	36	3,2	3,6	5,0	6,1	20,0	53,1	3,0	4,7
29	35	41,9	12	17,0	22	36	2,4	5,6	2,6	15,0	13,0	49,4	2,8	4,1
30	35	54,0	12	18,0	21	41	3,2	7,4	2,8	14,0	14,0	118,0	2,7	preljev
31	45		12		21		3,2		3,5		9,6		2,2	
Mjesečni prosjek	54	46,6	13	14,0	25	24	2,1	5,6	2,4	7,0	9,9	32,5	2,3	2,1

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53-822, kućni 341.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Božidar *Filipović. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Miroslav *Balling*, ing. Zdenko *Sakar* i ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja energetskih postrojenja: ing. Radoslav *Planić.* Elektrodispečerska problematika: ing. Milan *Šodan.* Ekonomsko-financijska problematika: Anđelko *Marušić* i dipl. ec. Daniel *Feöcze.* Tarifna pitanja: ing. Ivan *Lučev.* Opća problematika: Ivan *Medvedec.* Vijesti: Josip *Pišpek.* Vijesti s gradilišta: ing. Radoslav *Planić.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Statistika: Krešimir *Lang.* Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 10 (1961) energija BROJ 7 — 8

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

USPOREDBA EKONOMIČNOSTI TRANSPORTA UGLJENA I ELEKTRIČNE ENERGIJE S OSVRTOM NA DANAŠNJE PRILIKE U JUGOSLAVIJI

Jerko Jerić, Zagreb

Ispitani su troškovi transporta glavnih jugoslavenskih vrsta ugljena u sirovom stanju na razne udaljenosti (100, 200 i 300 km) od ugljenika radi snabdijevanja termoelektrana raznih opterećenja (40, 80, 120 i 240 MW) lociranih u odgovarajućim konzumnim područjima. Rezultat ispitivanja pokazuje, da se u današnjim ekonomskim uslovima niskokalorični lignit može ekonomično koristiti samo izgradnjom termoelektrana u okviru lignitskih polja i prijenosom proizvedene električne energije vodovima do konzumnih područja.

DK 662.6.002.71 : 621.3

I

Transport nosioca energije, ugljena u sirovom stanju, od nekog udaljenog ugljenokopa do određenog konzumnog središta ili prijenos odgovarajuće količine električne energije vodovima do istog središta, predstavlja u suštini ekonomski problem, koji su u prošlosti razmatrali i obrađivali u mnogim zemljama razni autori, kako pokazuje kratak pregled popisa literature o tom predmetu naveden na kraju ovog referata.

Konačni rezultati provedenih ispitivanja komparacije tj. da li je ekonomičnije transportirati sirovi ugljen od ugljenokopa do elektrane, koja je locirana u središtu konzuma ili izgraditi odgovarajuću termoelekranu u okviru ugljenog polja i prenositi proizvedenu energiju električnim vodom do istog središta, razlikuju se međusobno, prema tome o kojoj se zemlji radi. Međutim, autori se odnosnih studija u jednoj tački slažu, naime, da je prijenos električne energije ekonomičniji kad se radi o niskokaloričnim vrstama ugljena, nego transport na veće udaljenosti takvih vrsta ugljena direktno sa ugljenika do mjesta elektrane u središtu konzuma. Tako je u studiji *R. Conrada* [5] konstatirano da se, općenito kazano, ugljen kalorične moći manje od 4000 kcal/kg ni u kojem slučaju neće moći ekonomično transportirati osim u obliku električne energije, a za ugljen većom kaloričnom moći od 4000 kcal/kg odluka uglavnom zavisi od direktnih prijenosnih troškova ugljena s jedne strane, a s druge od visine godišnje stope troškova na investicije električnog prijenosnog postrojenja. U oba ova dva faktora odražavaju se bitne ekonomske prilike svake zemlje za sebe.

II

Pokušat ćemo da u razmatranjima koja slijede obradimo s ekonomskog stanovišta ovaj problem komparacije između transporta ugljena i električne energije za sadašnje prilike u Jugoslaviji. Prije svega smatramo da je potrebno utvrditi kojim vrstama i količinama ugljena raspolažemo.

Prema najnovijim ocjenama procijenjeno je da bilansne rezerve ugljena u Jugoslaviji dosižu do okruglo 21,6 milijardi tona, koju količinu sačinjavaju ove vrste [12]:

Vrsta	Količina		Prosječna kal. moć kcal/kg
	10^6 t	~ %	
Kameni ugljen	235	1	6500
Mrki ugljen	1 960	9	4000
Lignit	19 445	90	2400
Ukupno	21 640	100	

Iz ovih podataka neposredno proizlazi da 90 % svih bilansnih zaliha ugljena u Jugoslaviji otpada na niskokaloričnu vrstu, lignit, te da prema spomenutim ispitivanjima u dosadašnjim studijama u inostranstvu, ovakva vrsta može da se eksploatira za elektroprivredne svrhe jedino izgradnjom termoelektrana u okviru ugljenog polja i prijenosom proizvedene električne energije vodovima do centra konzuma, što se stvarno u Jugoslaviji danas tako i provodi. Količine pak ostalih vrsta su relativno male, a pogotovo rezerve kamenog ugljena koje se kreću oko 1 % od ukupnih.

Dakle, oslanjajući se na rezultate studija ovog problema, koje su izvršili inostrani stručnjaci u raznim zemljama i uzimajući u obzir postojeće prirodne odnose između bilansnih rezervi različitih vrsta ugljena u Jugoslaviji, moglo bi se zaključiti da se korišćenje ugljena za svrhe elektrifikacije naše zemlje može eko-

nomično provoditi jedino izgradnjom termoelektrana u neposrednoj blizini lignitskih nalazišta i prijenosom električne energije do mjesta konzuma.

Međutim, smatramo da je potrebno, bez obzira na inostrane rezultate, provesti odgovarajuća detaljnija ispitivanja ovog problema na temelju današnjih ekonomsko-tehničkih prilika u našoj zemlji.

Da bi se dobila dovoljno zaokružena slika, obuhvatit ćemo u narednim analizama sve tri vrste ugljena, iako je prilično jasno da mrki ugljen, a pogotovo kameni, s obzirom na rezervne količine, ne može učestvovati u većim razmjerima u elektrifikaciji Jugoslavije.

III

Pretpostavljamo da udaljenosti transporta ugljena od rudnika do mjesta gdje će biti izgrađena termoelektrana za opskrbu električnom energijom nekog područja iznose 100, 200 i 300 km.

Kao osnova za usporedbu troškova transporta poslužila je tarifa za prijevoz robe Jugoslavenskih željeznica, koja vrijedi od 1. januara 1960. Prema klasifikaciji robe svaka vrsta ugljena ima svoj tarifni razred i stavku za prijevoznu naplatu dinara po 100 kg zavisnu od dužine prijevoza u km, kako je navedeno u ovoj tablici za 15-tonska kola:

Udaljenost km do	Kameni ugljen	Mrki ugljen	Lignit
	dinara po 100 kg		
100	101	87	59
200	169	142	87
300	213	210	118

Osim željezničkih troškova za prijevoz, u referatu je prema procjeni, za utovar i istovar vagona na krajnjim stanicama uračunano 40 Din po 100 kg, a osim toga uzeti su gubici uslijed rasipanja pri prijevozu oko 1,5 do 2 % od ukupne težine prevezenog ugljena.

Kao drugo prijevozno sredstvo ugljena razmatrana je mogućnost prijevoza cestom autokamionima s prikolicama koji bi natovareni saobraćali na određenoj relaciji i prazni se vraćali. Međutim, danas u Jugoslaviji uopće nema masovnog prijevoza ugljena cestom, već kamioni samo sporadički prevoze manje količine na kraćim relacijama. Tako za ilustraciju navodimo transport ugljena iz Livna (Ugljenokop »Tušnica«) do Sinja sa cijenom od oko 35 do 40 Din/tona na relaciji od oko 70 km [11].

Prema dobivenim informacijama od raznih postojećih transportnih poduzeća moguće je ocijeniti da bi se ugljen mogao prevoziti na relaciji do 400 km približno po cijeni od 17 do 18 Din/tkm. Važeća željeznička tarifa daje pak kao gornju graničnu cijenu 10 Din/tkm za kameni ugljen, iz čega bi se moglo zaključiti da prema današnjim transportnim prilikama i mogućnostima, prijevoz ugljena cestom u Jugoslaviji ne bi dolazio u obzir, jer bi bio skuplji od željezničkog.

Kao treće prijevozno sredstvo ugljena razmotren je transport vodenim putem. Prema obavijestima »Dunavskog Lloyda« u Sisku, poduzeće bi moglo vršiti takav prijevoz, a u pogledu tarifa je navedeno za informaciju, da bi vrijedila postojeća željeznička tarifa sa približno 20 % nižim cijenama. Iako je ova cijena samo informativnog karaktera ipak ćemo je u slijedećim analizama uzeti kao osnovu za prispodobe.

Razmotren je i prijevoz ugljena morskim putem. Ali jedini ugljenokop na morskoj obali koji bi dolazio u obzir jest ugljenokop kamenog ugljena Raša (Istarski ugljenokopi). Međutim bilansne rezerve ugljena ovog područja procijenjene su na 37 milijuna tona, te se ne mogu za naše svrhe smatrati kao dovoljno izdašna baza za snabdijevanje neke termoelektrane gorivom. S druge strane zamišljena termoelektrana bi se mogla izgraditi na našoj jadranskoj obali, na kojoj se međutim, nižu moćne akumulacione hidroelektrane Vinodol, Senj, Split, Trebišnjica, koje opskrbljuju električnom energijom ne samo uže obalno područje, već preko povezanog elektroenergetskog sistema i svoj prostrani »*Hinterland*« *hidraulične proizvodnje* u unutrašnjosti države [14]. Prema tome ovakva mogućnost prijevoza ugljena morskim putem nema realne osnove i nismo je pobliže analizirali.

Spomenuta i razmatrana sredstva za prijevoz ugljena od ugljenokopa do predviđene termoelektrane podignute u središtu konzuma, pokazuju da se prema današnjoj situaciji u Jugoslaviji može realno računati prvenstveno s prijevozom željeznice, a onda s prijevozom vodenim putem ukoliko su na potrebnim relacijama rijeke regulirane i plovne.

IV

U slijedećoj tablici navedeni su osnovni podaci na kojima se temelje razmatranja i analize prispodobe prijenosa električnim putem za svrhe ovog referata:

Tablica 1

Napon kV	100		220	
Udaljenost km	100	100	200	300
Snage MW	40	80	120	240
Presjeci vodiča Ač mm²	3×240	2(3×240)	3×360	2(3×2×240)
Otpori vodiča Ω/km	0,121	0,121	0,080	0,061
Investicije za vodove KTR po km	49	84	80	160

Objašnjenje za jedinicu investicija KTR po km nalazi se dalje u tački V.

U pogledu snaga od 40 do 240 MW koje se prenose na udaljenosti od 100 do 300 km treba napomenuti da one predstavljaju optimalna opterećenja odgovarajućih termoelektrana i da se ta opterećenja kreću u području od približno 70 do 75 % od instalirane snage u dotičnoj elektrani [9].

Pri tome potrošnja topline za snage 40 do 80 MW pretpostavljeno je da iznosi okruglo 3200 kcal/kWh, u slučajevima kad je potrošnja topline veća ili manja da na prazni hod otpada oko 12—13 % od ukupne potrošnje pri optimalnom opterećenju. Na taj način smatramo da nema poteškoća da se preračunaju rezultati a za snage 120 do 240 MW oko 2850 kcal/kWh, i to tako od pretpostavljene.

Nadalje treba spomenuti, da veličine prenijetih snaga sa postojećim naponima 110 i 220 kV u jugoslavenskom elektroenergetskom sistemu, baziraju na računskoj pretpostavci da opterećenje vodiča ne prelazi 1 A po mm² presjeka i da gubitak napona dosiže do najviše 10 %, pri faktoru snage 0,95.

Posebni kompenzacioni uređaji nisu predviđeni, jer je očigledno, da u oba slučaja tj. bilo da je elektrana podignuta u blizini konzuma ili na udaljenom ugljeniku, jalove snage što ih izazivaju u pogonu potrošači moraju biti proizvedene i jasno je da je pravilnije odnosnu proizvodnju predvidjeti u blizini potrošnje, a ne da jalove snage budu vezane za izvor energije.

Gubici električne energije u vodičima prijenosnih vodova valorizirani su u ekvivalentnim količinama ugljena utrošenog za njihovu proizvodnju u elektranama ne uzimajući u obzir povećanje njima odgovarajućih investicija za snage. Ovaj način valorizacije gubitaka smatramo da je u našem slučaju opravdan, budući da je pretpostavljeno da elektrane rade pri optimalnim opterećenjima koja su za oko 25 do 30 % niža od instalirane snage, pa su investicije već po sebi izvršene i za gubitke, koji uostalom ne iznose više od 4,5 do 5 % od prenijetih snaga. Za ovu valorizaciju uzeto je da se cijena kamenog ugljena kreće oko 1 Din/1000 kcal, mrkog 0,85 Din/1000 kcal, a lignita 0,65 Din/1000 kcal.

Pretpostavljeno je da se prijenosne snage iskorišćuju godišnje od 2000 do 8000 sati, a faktor gubitaka Θ energije računan je pomoću izraza

$$\Theta = m\,[m + 0{,}273\,(1 - m)^2]$$

koji odgovara godišnjoj krivulji trajanja opterećenja baziranoj na krivulji frekvencija, gdje je m faktor opterećenja, a odnos između maksimalnog i minimalnog opterećenja jednak je m^2 [13]. Na taj način su dobiveni ovi odnosi između faktora m i Θ odnosno između sati h iskorištenja maksimalno prenijete snage i odgovarajućih trajanja maksimalnih gubitaka u satima h_g:

Godišnje iskorištenje maksimalnih snaga		Faktor gubitaka	
h sati	m	Θ	h_g sati
2000	0,228	0,088	770
4000	0,456	0,246	2150
6000	0,685	0,487	4250
8000	0,913	0,853	7450

V

U tablici 1 pri kraju navedene su investicije za prijenosne vodove u jedinicama KTR po km. Ovu jedinicu su uveli *Perrin* i *Magnien* godine 1949. [1], a prihvatili su je i ostali autori [3, 5, 6] kao podesnu komparativnu internacionalnu jedinicu pri ispitivanjima prijenosa električne energije na velike udaljenosti. Ona predstavlja specifične investicije po instaliranom kilovatu u termoelektranama i označena je slovima KTR kao kratica početnih slova odgovarajućeg francuskog izraza *Kilowatt Thermique de Référence* (što bi značilo *termički kilovat za komparacije)* i može se smatrati kao dovoljno stabilna jedinica u dotičnoj zemlji za usporedbe investicija u ostalim dijelovima i elementima koji sačinjavaju prijenosna postrojenja. Za naše svrhe uzeli smo da ova jedinica odgovara investicijama od 125 000 dinara po instaliranom kilovatu u termoelektranama, dakle 1 KTR = = 125 000 Din/kW$_i$.

Sve ostale investicije i troškove izrazili smo u odnosu na ovu jedinicu. Preračunavanje je prema tome jednostavno, a omogućeno je time da se dobije jasniji pregled o utjecaju raznih faktora na konačne rezultate ispitivanja.

VI

Osim već u tablici 1 navedenih investicija za prijenosne vodove u KTR po km, u slijedećoj tablici 2 navodimo investicije u istoj jedinici za ostale elemente prijenosnog postrojenja, koji su od važnosti za naše analize prijenosa električne energije od termoelektrane situirane u okviru ugljenog polja do područja konzuma [8].

Investicije

Tablica 2

Transformator	10/110 kV	50 MVA	880 KTR
Transformator	10/110 kV	100 MVA	1600 KTR
Transformator	10/220 kV	150 MVA	2880 KTR
Transform. polje	110 kV		320 KTR
Transform. polje	220 kV		720 KTR
Vodno polje	110 kV		320 KTR
Vodno polje	220 kV		720 KTR

Godišnji troškovi na izvršene investicije za prijenosno postrojenje su uračunati sa 12 % za vodove i 14 % za transformatore i ostale uklopne uređaje.

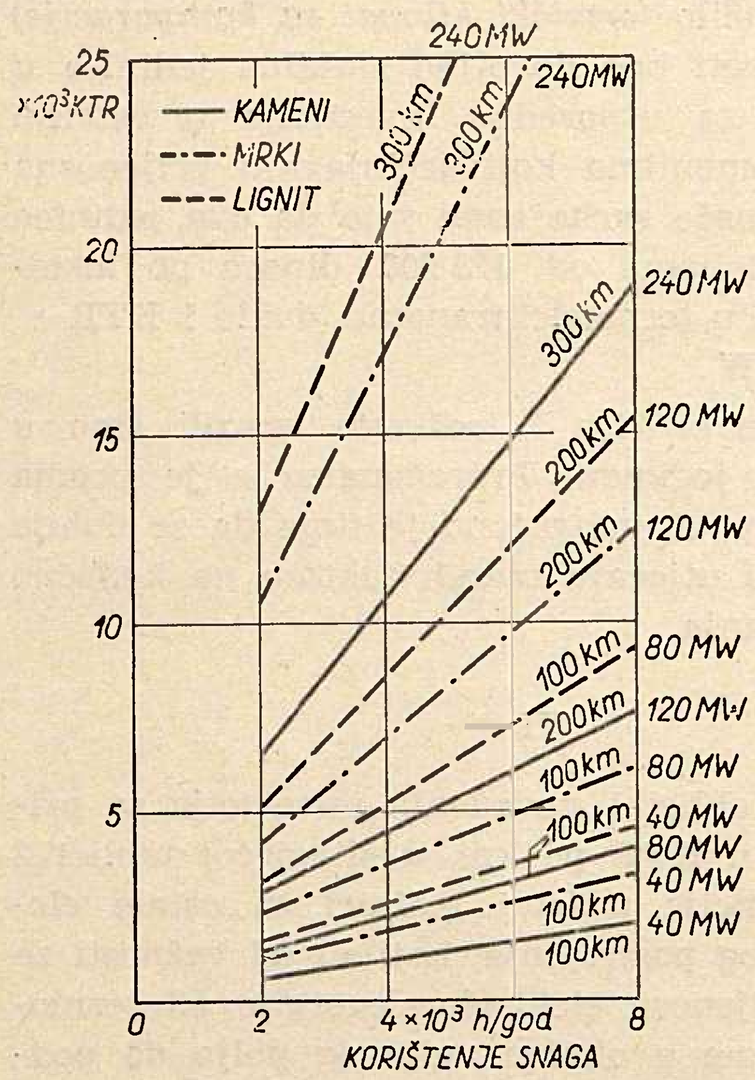
U investicije prijenosnog postrojenja uračunani su uzlazni transformatori (10/110 i 10/220 kV), vod (s jednom odnosno s dvije trojke) i odgovarajući uklopni uređaji na početku s ulaznim poljima na kraju voda u centru konzuma.

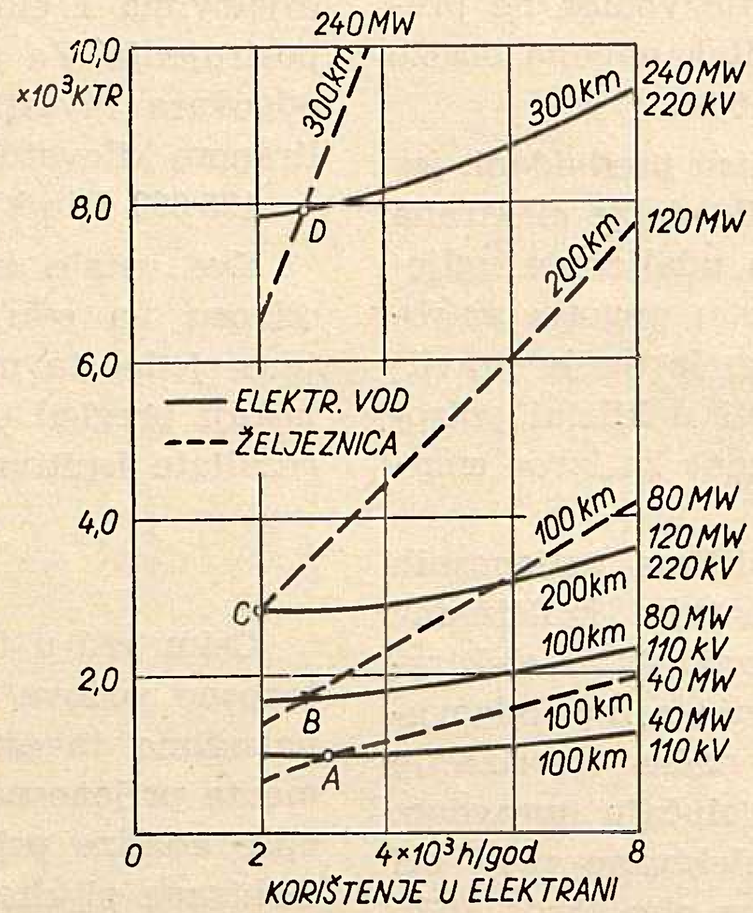
Asortiman ugljena, koji normalno elektroprivreda u današnjim prilikama troši za loženje kotlova u elektranama, je sitan uz ostale otpadne količine, te smo prema tome za ove asortimane pretpostavili prosječnu kaloričnu moć u kcal/kg za kameni 6000, mrki 3200 i za lignit 1800.

VII

Rezultati izvršenih ispitivanja usporedbe troškova između direktnog transporta željeznicom kamenog i mrkog ugljena, te lignita od ugljenika do elektrane u središtu konzuma i prijenosa električnim vodovima odgovarajućih količina energije od elektrane podignute u okviru ugljenog polja do istog središta konzuma, sakupljeni su u tablici 3 i grafički predočeni na slikama 1 i 2.

Usporedbom brojčanih vrijednosti u vertikalnim kolonama ove tablice kao i pomoću grafičkog prikaza na slikama 1 i 2, može se konstatirati da jedino kameni ugljen s pretpostavljenom kaloričnom moći od 6000 kcal/kg dolazi u obzir za prijenos u sirovom stanju željeznicom, kako je to vidljivo na slici 2, točke





Sl. 1. Troškovi transporta različitih vrsta ugljena željeznicom na udaljenosti 100, 200 i 300 km u zavisnosti godišnjeg korištenja snaga 40, 80, 120 i 240 MW u termoelektranama

Sl. 2. Poredba troškova transporta kamenog ugljena 6000 kcal/kg željeznicom i troškova prijenosa električne energije vodovima na udaljenosti 100, 200 i 300 km u zavisnosti godišnjeg korištenja snaga 40, 80, 120 i 240 MW u termoelektranama

A, *B*, *C* i *D* i to u onim slučajevima, kada je godišnje iskorišćenje snaga manje od graničnih vrijednosti sati navedenih u ovom pregledu:

Udaljenost km	Godišnje iskorištenje sati	Snage MW	Troškovi prijevoza željeznicom i električnim vodovima KTR
100	3200	40	1000
100	2800	80	1700
200	2000	120	2900
300	2800	240	7900

Za sve druge slučajeve kad godišnje iskorišćenje snaga prelazi gore navedeni broj sati, prijenos energije električnim vodovima je jeftiniji od transporta ugljena željeznicom.

Ako se pak pretpostavi da se ugljen prevozi vodenim putem, (tj. sa 20 % nižom tarifom od željezničke), broj sati iskorišćenja snaga povisuje se za oko 50 do 40 % u zavisnosti od udaljenosti prijenosa.

Da bi se dobila zornija predodžba o ovim odnosima, predstavili smo u prostornom dijagramu na slici 3 zavisnosti između tri glavne veličine: maksimalne prenesene snage P_M u MW, udaljenosti prijenosa L u km i godišnje iskorišćenje snaga h u satima. Na istoj slici povučene su granične linije jednakih troškova prijenosa kamenog ugljena 6000 kcal/kg željeznicom i vodenim putem te odgovarajućih količina energije električnim vodovima. Linije koje ograničavaju pojase *1* i *2* predstavljaju granične troškove između prijenosa željeznicom odnosno vodenim putem i prijenosa električnim vodovima. Ako je godišnji broj sati iskorišćenja snaga veći od onih zabilježenih u slici, prijenos je jeftiniji u formi električne energije.

Zaključak

U referatu su na temelju današnjih ekonomsko-tehničkih prilika u Jugoslaviji izvršena ispitivanja troškova transporta ugljena željeznicom i vodenim putem u sirovom stanju, kao nosioca energije za elektroenergetske svrhe radi usporedbe s troškovima prijenosa odgovarajućih količina energije sadržanih u ugljenu, neposredno vodovima u formi električne energije i pri tome se je moglo konstatirati slijedeće:

1) Kameni ugljen kalorične moći od oko 6000 kcal/kg može se transportirati jeftinije nego električna energija od ugljenika na udaljenosti od 100 do 300 km željeznicom ili vodenim putem do termoelektrana koje snabdijevaju električnom energijom neko područje, ali samo onda ako godišnje iskorišćenje odgovorajućih snaga od 40 do 240 MW u dotičnim termoelektranama ne prelazi prosječno 3000 do 4500 sati.

U slučaju pak da iskorišćenje prelazi navedeni prosječni broj sati godišnje, onda je prijenos energije sadržane u takvoj vrsti kamenog ugljena od 6000 kcal/kg jeftiniji električnim vodovima iz termoelektrana podignutih u okviru ugljenog polja do istih opskrbnih područja.

2) Energija sadržana u ostalim vrstama jugoslavenskih ugljena, naime u mrkom ugljenu od oko 3200 kcal/kg i u lignitu od oko 1800 kcal/kg ni u kojem slučaju ne može se prenositi u sirovom stanju na udaljenosti od 100 do 300 km jeftinije, nego samo u formi električne energije.

Dakle, rezultati ispitivanja problema prijenosa ugljena ili električne energije u današnjim ekonomsko-tehničkim prilikama Jugoslavije uglavnom se podudaraju s rezultatima sličnih ispitivanja u raznim inostranim zemljama.

Na kraju smatramo da je potrebno spomenuti, da u Jugoslaviji od ukupno procijenjenih rezervi svih vrsta ugljena otpada 90 % na niskokaloričnu vrst lignita, iz čega proizlazi, da za korišćenje termičkih izvora energije za elektrifikaciju zemlje mogu da dolaze u obzir samo lignitska polja u okviru kojih je nužno izgrađivati potrebne termoelektrane i vodovima prenositi proizvedenu električnu energiju do konzumnih područja, kako se danas u Jugoslaviji i provodi.

Rezultati ispitivanja troškova transporta ugljena željeznicom i troškova prijenosa električne energije vodovima u KTR na udaljenosti 100, 200 i 300 km

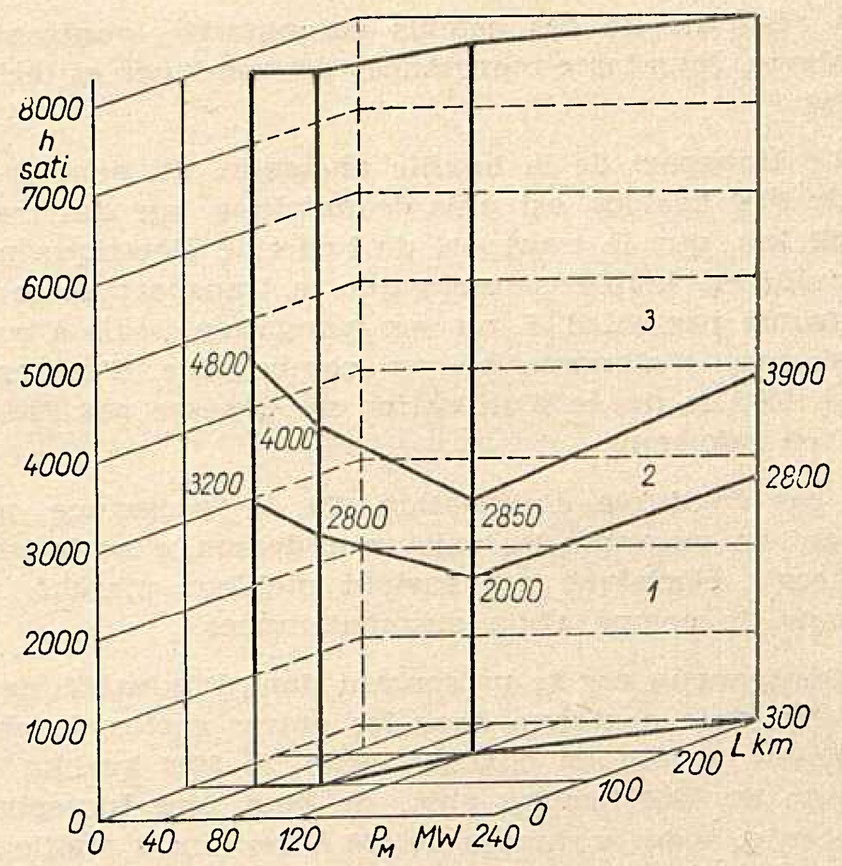
Tablica 3

Transport		željeznicom			električnim vodovima		
Vrst ugljena		kameni	mrki	lignit	kameni	mrki	lignit
Napon kV						110	
Udaljenost km			100			100	
Snaga MW	*God. iskor.* sati						
40	2000	665	1120	1550	948	928	910
	4000	1118	1870	2580	1014	987	950
	6000	1570	2010	3660	1129	1142	1087
	8000	2020	3360	4670	1270	1200	1118
80	2000	1330	2240	3100	1660	1636	1430
	4000	2236	3740	5160	1790	1748	1680
	6000	3040	5220	7220	2030	1940	1825
	8000	4040	6720	9340	2310	2180	2010
Napon kV						220	
Udaljenost km			200			200	
Snaga MW	*God. iskor.* sati						
120	2000	2880	4250	5180	2880	2840	2780
	4000	4460	6930	8640	2990	2930	2845
	6000	5960	9760	12080	3300	3200	3030
	8000	7680	12500	15520	3680	3510	3290
Udaljenost km			300			300	
Snaga MW	*God. iskor.* sati						
240	2000	6320	10480	12880	7850	7750	7620
	4000	10500	17300	20500	8070	7940	7750
	6000	14700	24000	30100	8670	8440	8140
	8000	19000	30900	38700	9450	9100	8720

Sl. 3. Granične linije jednakih troškova transporta kamenog ugljena 6000 kcal/kg u zavisnosti od

maksimalne snage P_M MW
udaljenosti L km
godišnjeg iskorištenja h sati

1 željeznicom, *2* vodnim putem, *3* električnim vodovima



Literatura

[1] Perrin et Magnien, *L'aspect économique du transport de l'énergie électrique aux très grandes distances tenu des facteurs de régulation et de stabilité*, UNIPEDE, Bruxelles 1949. Rap. IV-14.

[2] Pedante R., *Etudes comparatives des différentes formes de transport d'énergie*, UNIPEDE, Rome 1952. Rap. IV-12..

[3] Peterson G. R., *Comparaison du coût de transport de l'énergie électrique et du charbon, pour le choix de l'emplacement des centrales*, UNIPEDE, Rome 1952. Rap. IV-13.

[4] Van Mele R., *Comparaison des frais de transport du charbon et de l'énergie électrique*, UNIPEDE, Rome 1952. Rap. IV-4.

[5] Conrad R., *Comparaison économique du transport du charbon et de l'énergie électrique*, UNIPEDE, Londres 1955. Rap. III-2.

[6] Lesch G., *Derzeitige Probleme des Energietransportes und ihr Einfluss auf die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung*. Berichte der Gesellschaft für praktische Energiekunde. H. 1/1952. Verlag H. L. Meyer Karlsruhe.

[7] Falomo G., *I costi dei transporti di energia per la scelta dell'ubicazione delle centrali termoelettriche*. L'Energia Elettrica Milano, 1959. p. 595-608.

[8] Markovčić B., *Superponirana mreža Jugoslavije. Prilog VIII.* Institut za elektroprivredu, Zagreb 1959.

[9] Lucati J., *Određivanje potrošnje topline u termoelektranama*. Institut za elektroprivredu, Zagreb 1960.

[10] Jerić J., *Studij lokacije novih kondenzacionih termoelektrana u NR Hrvatskoj s obzirom na potrebe konzuma i nalazišta goriva*. Institut za elektroprivredu, Zagreb 1958.

[11] Ekonomski institut NR Hrvatske, *Prilog studiji izgradnje željezničke pruge od Splita do Duvna i Livna*, Zagreb 1958.

[12] Blažek A., *Ugalj*, Tehnika br. 3, 1960. str. 502–505. Vidi također Tehnika br. 6, 1957, str. 937–947 od istog autora.

[13] Hamilton R. F., *Syntheric or Equivalent Load Curve*. AIEE Transaction, Vol. 61, 1942. str. 369–381.

[14] Perrin R., *Hinterland de la production hydraulic*, UNIPEDE 1952. Rap. IV-17.

SOMMAIRE

Comparaison de l'économie du transport de charbon et d'énergie électrique en regard aux circonstances actuelles de Yougoslavie. On a examiné, dans cet article, les moyens de transport disponibles et les frais du transport de principales sortes de charbons yougoslaves: de la houille ancienne (pétrifiée), du charbon brun et du lignite, pris à l'état brut aux houillères et transportés sur de trajets de 100, 200 et de 300 km dans le but d'approvisionner en combustible des usines génératrices thermiques de 40, 80, 120 et 240 MW, situées près des centres de consommation d'électricité.

On s'est penché sur les différents modes de transport: par ch. d. f. (tarif »marchandises« des Ch. d. f. yougoslaves du 1. janvier 1960), par camions avec remorque, par chalands fluviaux et bateaux de navigation maritime.

A titre de comparaison des frais de transport, on a supposé que des centrales thermoélectriques de mêmes puissances soient construites près des houillères, et que des quantités d'énergie électrique égales à la production d'usines envisagés en première hypothèse soient transportés aux mêmes centres de consommation.

Les tensions du transport d'électricité ont été prises conformément à l'état actuel du réseau yougoslave, soit:

ZUSAMMENFASSUNG

Die Wirtschaftlichkeit des Kohlen– und Elektrizitätstransports. Ein Vergleich mit Rücksicht auf heutige Verhältnisse in Jugoslawien. Für hauptsächliche jugoslawische Kohlensorten (Stein- und Braunkohle und Lignit im Rohzustand) wurden die Transportkosten zwischen den Gruben und 100, 200 und 300 km entfernten Kraftwerken untersucht. Die Kraftwerke befinden sich in entsprechenden Verbrauchsgebieten; maximale Belastungen wurden mit 40, 80, 120 und 240 MW angenommen.

Folgende Transportmittel wurden untersucht: die Bahnen (Tarife für Warentransport der jugoslawischen Staatsbahn von 1. I. 1960), Lastkraftwagen mit Anhänger für den Strassenverkehr, Flussschlepper und Schiffe für den Seeverkehr.

Weiterhin wurde vorausgesetzt, dass die in den in Kohlenrevieren gedachten Kraftwerken derselben Leistung erzeugte und der transportierten Kohle entsprechende Strommenge zu denselben Verbrauchsgebieten durch Fernleitungen übertragen wird.

Als Übertragungspannungen sind die im jugoslawischen Höchstspannungsnetz bestehenden angenommen worden, und zwar

Tension kV	110		220	
Distance de transport km	100	100	200	300
Puissance de transport MW	40	80	120	240
Section des conducteurs en Al. acier mm²	3x240	2(3x240)	3x360	2(3x2x240)

Les résultats de ces calculs comparatifs montrent qu'en Yougoslavie, sous les circonstances économiques et techniques actuelles:

1) Le transport de la houille ancienne, du pouvoir calorifique de 6000 kcal/kg, est plus économique, sur des trajets de 100 à 300 km, que le transport de l'énergie électrique produite aux houillères, indifféremment que le transport de la houille soit effectué par ch. d. f. ou par navigation, mais à condition qu'il s'agisse d'alimentation en combustible d'usines génératrices dont la durée d'utilisation ne dépasse pas 3000 à 4500 heures en moyenne.

En cas de durée d'utilisation de la puissance produite dépassant en moyenne les valeurs ci-dessus, c'est le transport de l'énergie électrique qui revient meilleur marché, — sous conditions de comparaison susmentionnées.

2) Dans aucun cas se présentant dans l'Industrie de l'Electricité, l'énergie contenue dans les autres sortes de charbons yougoslaves, c.-à-d. en charbon brun de 3200 kcal/kg env. et en lignite de 1800 kcal/kg env., ne peut être transportée en forme brute, à des distances de 100 à 300 km, à meilleur marché que sous forme d'électricité.

Donc, sous conditions économiques et techniques actuelles, vu les réserves disponibles de combustibles fossiles solide en Yougoslavie, constituées pour 90% de lignite de faible valeur calorifique, ce combustible ne peut être économiquement utilisé pour la génération d'électricité que par l'érection d'usines thermiques aux gisements mêmes et par le transport d'énergie électrique y produite aux centres de consommation. Effectivement, en Yougoslavie, ce principe est à présent appliqué en pratique.

Spannung kV	110		220	
Entfernung km	100	100	200	300
Übertragungsleistungen MW	40	80	120	240
Leiterquerschnitte St-Al mm²	3x240	2 (3x240)	3x360	2 (3x2x240)

Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen:

1) Auf Entfernungen von 100 bis 300 km zwischen den Gruben und den Kraftwerken, die ein bestimmtes Gebiet versorgen, kann die Steinkohle mit einem Heizwert von etwa 6000 kcal/kg nur dann mit der Bahn oder auf dem Wasserwege billiger transportiert werden, als der aus ihr erzeugter Strom über Freileitungen, wenn die jährliche Benutzungsdauer der entsprechenden Leistungen von 40 bis 240 MW in diesen Wärmekraftwerken durchschnittlich nicht 3000 bis 4500 Stunden übersteigt. Bei einer grösseren jährlichen Benutzungsdauer wird die Stromübertragung aus den auf den Gruben errichteten Wärmekraftwerken in die Verbrauchsgebiete billiger als der Kohlentransport.

2) Die Energie aus anderen jugoslawischen Kohlensorten dh. die in der Braunkohle von etwa 3200 kcal/kg und im Lignit von etwa 1800 kcal/kg enthaltene Energie kann in keinem Fall im Rohzustand als Kohle auf Entfernungen von 100 bis 300 km billiger transportiert werden als der Strom über Fernleitungen.

Abschliessend kann gesagt werden: auf Grund der heutigen wirtschaftlich-technischen Verhältnisse und der verfügbaren Mengen der festen Brennstoffe, kalorisch minderwertiger Lignit, der 90% aller geschätzten Kohlenvorkommen bildet, kann elektrizitätswirtschaftlich ökonomisch ausgenutzt werden nur dann, wenn in Lignitrevieren Wärmekraftwerke errichtet werden und der erzeugte Strom über Fernleitungen in Verbrauchsgebiete übertragen wird, was heute in Jugoslawien auch der Fall ist.

Naslov pisca: Ing. Jerko Jerić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

CIJENE PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE U NAŠIM SADAŠNJIM USLOVIMA

Božidar Stefanini, Zagreb

U svrhu mogućnosti usporedbe cijene prijenosa električne energije pri planiranju i projektiranju mreža, dani su pregledno dijagramski, unaprijed izračunani podaci o cijenama prijenosa i to za vodne napone 110 i 220 kV. Obradivši cijene prijenosa električne energije u našim uslovima autor je dao mogućnost da se prijenos električne energije usporedi s bilo kojim prijenosom bilo koje vrsti energije.

DK 621.311.1.003

Uvod

Često je kod planiranja i projektiranja mreža za prijenos električne energije potrebno raspolagati podacima o cijeni prijenosa na određenu daljinu. Takvi se podaci doduše dadu za svaki konkretni slučaj lako izračunati, ali ih redovito treba međusobno uspoređivati, pa je mnogo prikladnije ako ih imamo pri ruci, već unaprijed izračunane.

Zbog toga su u ovom referatu dani podaci o cijeni prijenosa, unaprijed izračunani i pregledno prikazani na dijagramima, tako da je njihovo korištenje i međusobna usporedba olakšana. Cijene prijenosa izračunane su za vodove napona 110 i 220 kV, koji naponi danas u tu svrhu dolaze kod nas u obzir. Dakako da je pri ovom poslu bilo potrebno uvesti mnoge pretpostavke i zanemarenja, što ide na račun tačnosti rezultata. No oni će ipak moći sasvim korisno poslužiti, jer u praksi niti uslovi, za koje tražimo cijenu prijenosa nisu nikada strogo definirani.

Matematska podloga

Ova razmatranja ćemo započeti pojednostavnjenim izrazom za ukupne godišnje troškove prijenosa električne energije

$$T = \frac{k}{100} K + e \cdot G \quad \text{Din/god} \qquad (1)$$

U tom izrazu prvi član daje troškove ovisne o kapitalu a drugi član troškove ovisne o gubicima. U okviru ovog elaborata ograničit ćemo se na promatra-

nje prijenosa energije unutar samih vodova, tako da troškove vezane uz transformaciju i rasklopna postrojenja nećemo uzeti u račun.

U izrazu (1) prema tome znači:

k = godišnja stopa kapitala %/god, koja sadržava sve troškove vezane uz iznos uloženog kapitala, npr. kamate, amortizaciju, uzdržavanje i sl.,

K = uloženi kapital za izgradnju voda Din,

e = cijena električne energije Din/kWh,

G = gubici električne energije u vodu na godinu kWh/god.

U izrazu (1) potrebno je potanje razraditi samo izraz za gubitke. Za gubitke električne energije u vodu kroz godinu dana možemo pisati

$$G = 3\ I^2\ R\ t_g \cdot 10^{-3}\ \text{kWh/god} \qquad (2)$$

gdje je

I = struja koja odgovara najvećoj snazi u vodu A

R = djelatni otpor voda om

t_g = vrijeme maksimalnih gubitaka h/god.

Izraz (2) ne daje tačno iznos gubitaka u vodovima za prijenos energije, jer se zbog kapaciteta i vodova mijenja struja duž voda, a osim toga tu nisu uračunani gubici odvoda. Ipak ćemo koristiti izraz (2), jer bi inače račun ispao previše složen. Uostalom izraz (2) će nam to tačnije dati gubitke u vodu, što je prenesena snaga bliža prirodnoj snazi voda (za taj pogonski slučaj i napon i struja duž voda ostaju približno konstantni!), a baš takav prijenos nas često veoma interesira.

Dalje ćemo pisati izraz za struju

$$I = \frac{P \cdot 10^6}{3 \cdot U \cdot 10^3 \cdot \cos\varphi}\ \text{A} \qquad (3)$$

gdje je

P = najveća djelatna snaga u vodu MW

U = linijski napon voda kV

$\cos\varphi$ = faktor snage.

Uvrstimo li izraz (3) u izraz (2), dobijemo

$$G = 3\,\frac{P^2 \cdot 10^{12}}{3 \cdot U^2 \cdot 10^6 \cos^2\varphi}\,R \cdot t_g \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{R \cdot t_g \cdot 10^3}{U^2 \cdot \cos^2\varphi}\,P^2\ \text{kWh/god} \qquad (4)$$

Ako sad još izraz (4) uvrstimo u izraz (1), dobit ćemo godišnje troškove

$$T = \frac{k}{100}\,K + e\,\frac{R \cdot t_g \cdot 10^3}{U^2 \cos^2\varphi}\,P^2\ \text{Din/god} \qquad (5)$$

Ti ukupni troškovi potrebni su da se prenese tokom godine električna energija, koja je dana izrazom

$$W = P \cdot 10^6 \cdot t_p \cdot 10^{-3} = P \cdot t_p \cdot 10^3\ \text{kWh/god} \qquad (6)$$

gdje je

t_p = vrijeme maksimalnog opterećenja h/god.

Cijenu prijenosa električne energije u Din/kWh dobit ćemo, ako ukupne troškove podijelimo s prenesenom energijom, dakle

$$C = \frac{T}{W} = \frac{k \cdot K}{100 \cdot P \cdot t_p \cdot 10^3} + e\,\frac{R \cdot t_g \cdot 10_3}{U^2 \cos^2\varphi} \cdot \frac{P^2}{P \cdot t_p \cdot 10^3} \qquad (7)$$

Konačno ćemo za potrebe ovog referata prikazati cijenu prijenosa u postocima od cijene električne energije, pa dobijemo:

$$c = 100\,\frac{C}{e} = \frac{k \cdot K}{e\,P\,t_p\,10^3} + 100\,\frac{R \cdot t_g\,P}{U^2 \cos^2\varphi\,t_p}\ \%$$

Taj ćemo izraz sređen pisati

$$c = \frac{k}{e} \cdot \frac{K}{t_p}\,10^{-3}\,\frac{1}{P} + \frac{R}{U^2 \cos^2\varphi} \cdot \frac{t_g}{t_p}\,10^2 \cdot P\ \% \qquad (8)$$

U dobivenom izrazu (8) imamo za relativnu cijenu prijenosa dva člana: prvi član odgovara troškovima kapitala a drugi troškovima gubitaka. Oba člana su proporcionalna dužini voda, pa će prema tome i cijena prijenosa biti proporcionalna daljini prijenosa.

Brojčane podloge

Na osnovu izraza (8) možemo konstruirati dijagrame za relativnu cijenu prijenosa u ovisnosti o najvećoj djelatnoj snazi u vodu. No tu se moramo odlučiti za određene brojčane podloge.

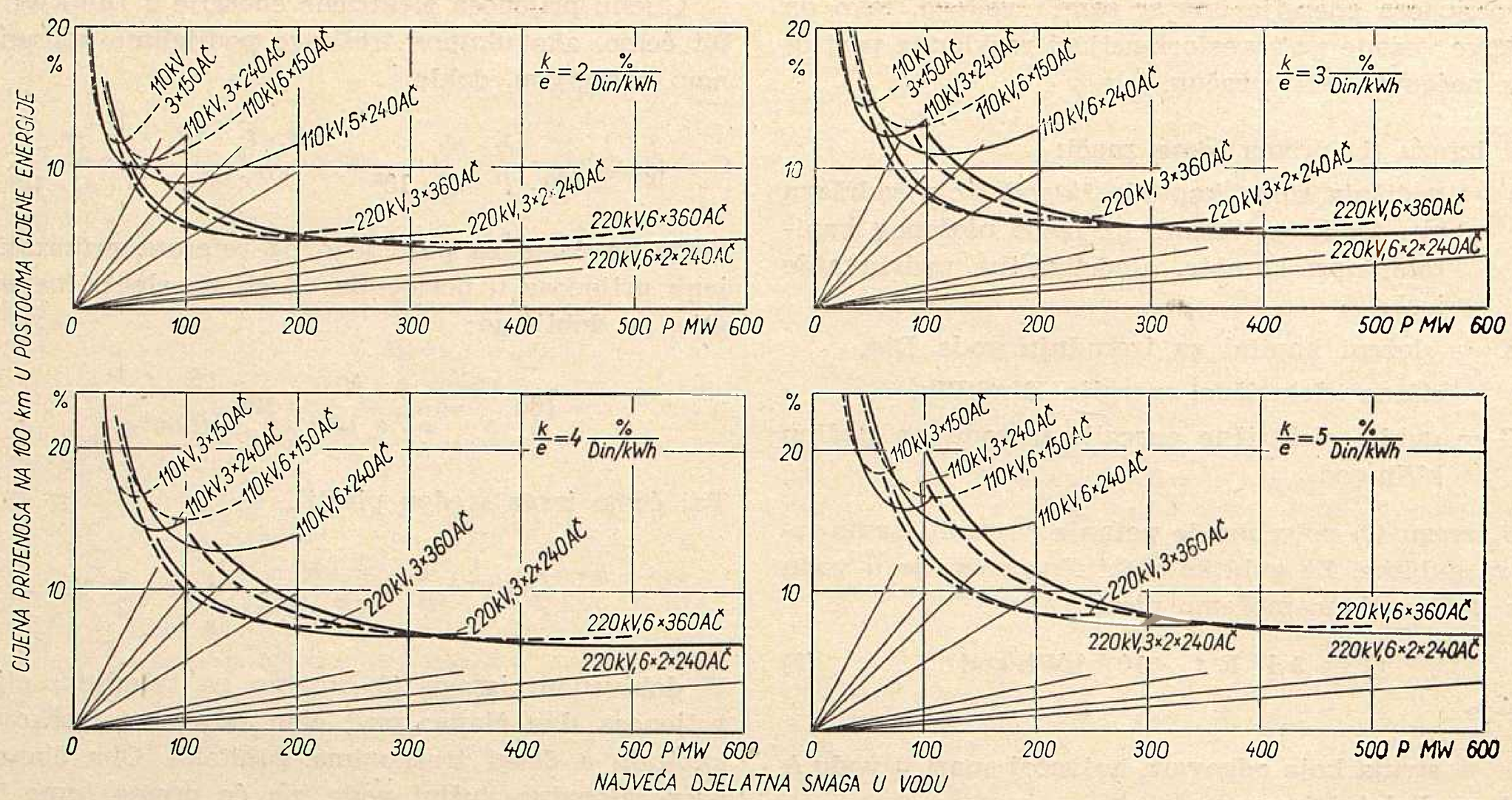
U prvom redu odlučit ćemo se za dužinu voda odnosno daljinu prijenosa. Kako je cijena prijenosa linearno proporcionalna daljini prijenosa, možemo odabrati neku okruglu brojku, pa ćemo se odlučiti za dužinu voda od 100 km, i to kako za napon 110 kV tako i za napon od 220 kV.

Nadalje moramo odrediti podatke u vezi s izvedbom vodova. Što se tiče izvedbi vodova uzet ćemo u obzir one izvedbe, koje su danas kod nas uobičajene i to za vodiče 110 kV 150 i 240 mm² alučel, a za vodič 220 kV 360 mm² alučel i srop 2 × 240 mm² alučel. Sve navedene izvedbe uzet ćemo kao jednostruke i kao dvostruke na istim stupovima.

Osim napona, koji je gore već utvrđen, potrebno je odrediti i otpor pojedinog voda. To ćemo izračunati za 100 km dugi vod iz specifičnog otpora 29 om/km i nazivnog presjeka. Konačno je potrebno poznavati i cijenu pojedine izvedbe voda, opet za dužinu 100 km, i to je uzeto prema podacima iz naše prakse. Pregled svih podataka, ovisnih o izvedbi voda dan je u tablici na slijedećoj strani.

Dalje su nam potrebni podaci za godišnju stopu kapitala i cijenu električne energije. Godišnja stopa iznosi za naše prilike oko 10 do 12 %, a cijena električne energije oko 3 do 4 Din/kWh. U stvari u izraz (8) za relativnu cijenu prijenosa ulazi odnos ovih dviju veličina. Zbog toga ćemo se odlučiti za ove brojčane iznose za koje ćemo crtati dijagrame, i to

$$k/e = 2;\ 3;\ 4\ \text{i}\ 5\ \frac{\%}{\text{Din/god}}.$$



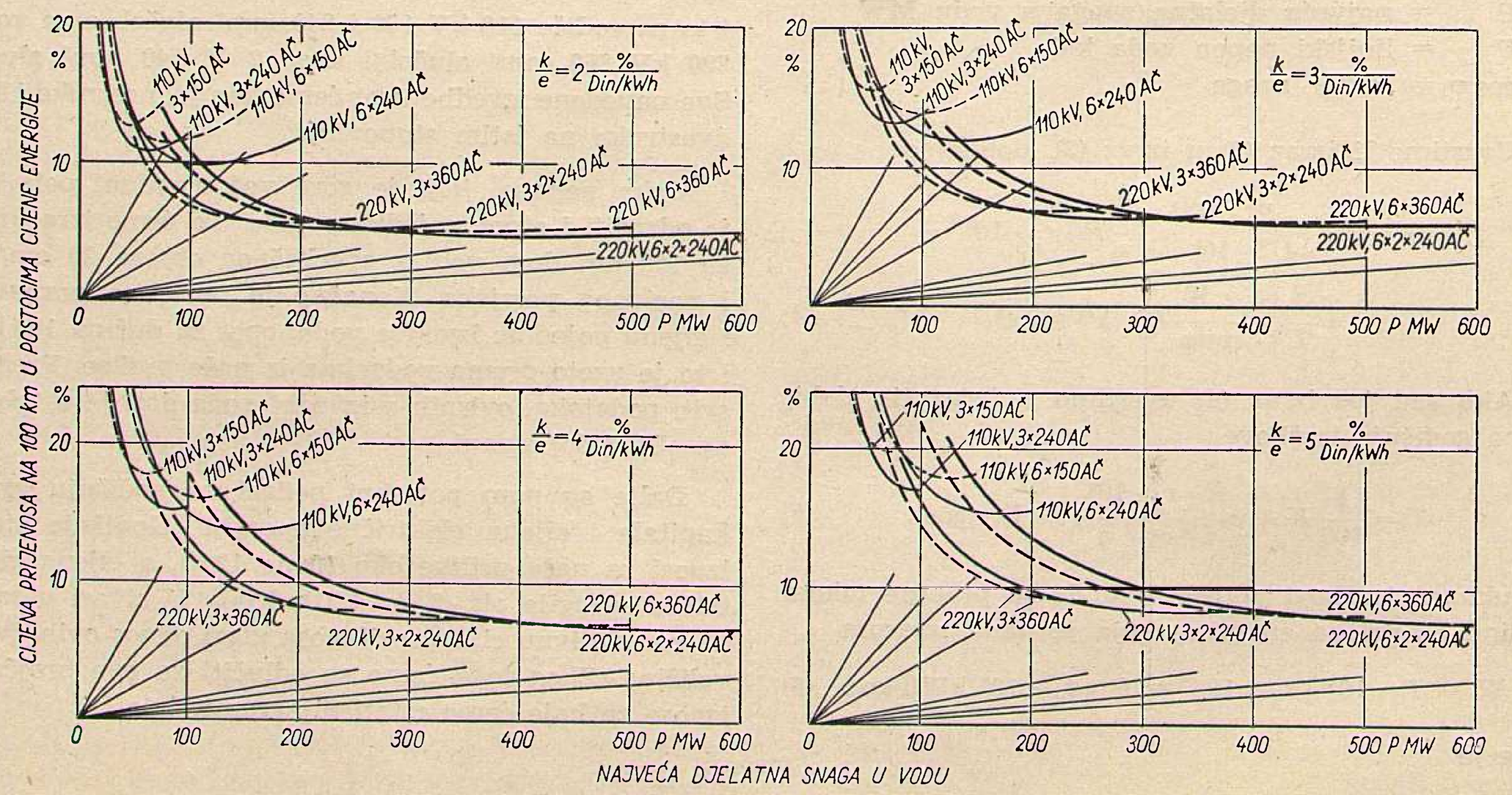
Slika 1–4. t_p = 5000 h; cos φ = 0,9

Nazivni napon	Vodiči alučel	Broj trojki	Napon U kV	Otpor R om	Cijena voda K Din
110	150	I	110	19,30	550 . 10⁶
		II	110	9,65	900 . 10⁶
	240	I	110	12,10	640 . 10⁶
		II	110	6,05	1050 . 10⁶
220	360	I	220	8,06	1050 . 10⁶
		II	220	4,03	1700 . 10⁶
	2×240	I	220	6,05	1200 . 10⁶
		II	220	3,025	2000 . 10⁶

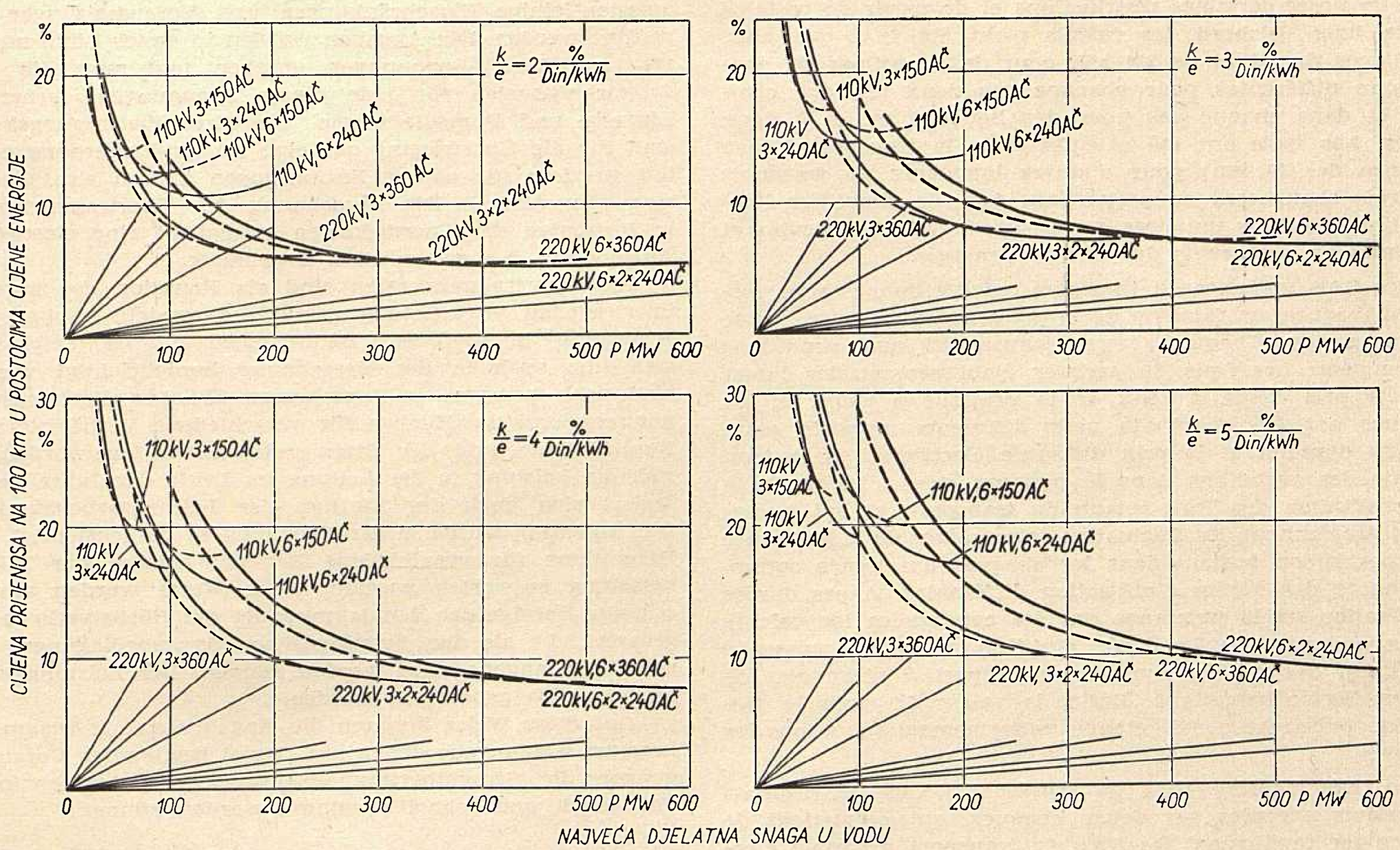
Potrebno je nadalje odabrati vrijeme maksimalnog opterećenja i vrijeme maksimalnih gubitaka. Što se tiče vremena maksimalnog opterećenja, s obzirom na podatke iz pogona naših mreža izabrat ćemo slijedeće vrijednosti

$$t_p = 3000,\ 4000 \text{ i } 5000 \text{ h/god.}$$

Vrijeme maksimalnih gubitaka, ovisi o vremenu maksimalnog opterećenja i o obliku krivulje opterećenja. Za potrebe ovog referata računat ćemo ga prema



Slika 5–8. t_p = 4000 h; cos φ = 0,9



Slika 9–12. t_p = 3000 h; cos φ = 0,9

izrazu (za koji možemo pretpostaviti da će dobro zadovoljiti prilike našeg pogona)

$$\frac{t_g}{8760} = 0{,}5\,\frac{t_p}{8760} + 0{,}5\left(\frac{t_p}{8760}\right)^2 \qquad (9)$$

Za odabrane veličine (t_p) odatle možemo izračunati pripadne iznose (t_g) odnosno odmah njihov omjer, što je potrebno za izraz (8) pa dobijemo t_g/t_p = 0,672; 0,729 odnosno 0,786.

Konačno je potrebno odabrati vrijednosti za faktor snage cos φ. On također može varirati, ali razlike nisu velike, i to znatno manje utječe na cijenu prijenosa nego varijabilnost drugih veličina Kao grubo moglo bi se uzeti da kod 110 kV faktor snage iznosi 0,85, a kod 220 kV da iznosi 0,95. No da bismo mogli u poređivati cijene prijenosa s jednim i drugim naponom računat ćemo za oba napona s istim faktorom snage, pa se odlučujemo za cos φ = 0,90.

Dijagrami

Na temelju utvrđenih brojčanih podataka konstruirat ćemo potrebne dijagrame. Na svakom dijagramu bit će za određene uslove dana relativna cijena prijenosa (tj. cijena prijenosa u postocima od cijene same električne energije) u ovisnosti o najvećoj snazi u vodu. Svi dijagrami vrijede za daljinu prijenosa od 100 km i za faktor snage 0,9. Na svakom dijagramu bit će prikazana cijena prijenosa za sve usvojene izvedbe vodova. Različite vrijednosti za (k/e) i za (t_p) bit će obuhvaćene svaka na posebnom dijagramu. Kako smo za (k/e) usvojili 4 različite vrijednosti, a za (t_p) 3 različite vrijednosti, to ćemo morati konstruirati 12 dijagrama.

Na svakom dijagramu prema tome ima 8 krivulja za cijenu prijenosa, svaka krivulja za jednu izvedbu voda. No osim toga nacrtani su na dijagramima i pravci, koji odgovaraju drugom članu u izrazu (8), tako da se iz dijagrama mogu očitati i pojedini udjeli u cijeni.

Za svaku izvedbu voda crtana je pripadna krivulja i pravac do istog iznosa djelatne snage, koja otprilike odgovora termičkoj granici.

Korištenje ovih dijagrama jasno je samo po sebi i ne treba ga posebno objašnjavati.

SOMMAIRE

Les frais du transport d'énergie électrique en Yougoslavie sous conditions actuelles. Quand on procède à la planification et à l'élaboration du projet d'un réseau électrique, il est indispensable de connaître les frais du transport d'énergie électrique à de distances différentes. Dans se but on a calculé en cet article les frais du transport relatifs à la ligne aérienne, sous conditions actuelles. Pour pouvoir faire les calculs correspondant aux différents cas, il était néces-

ZUSAMMENFASSUNG

Die Übertragungskosten der elektrischen Energie in Jugoslawien unter den gegenwärtigen Bedingungen. Es ist notwendig bei der Planung und Projektierung der elektrischen Übertragungsnetze die Höhe der Übertragungskosten auf eine bestimmte Entfernung zu kennen. Die auf die Fernleitung entfallenden Übertragungskosten sind hier entsprechend den heutigen Verhältnissen in Jugoslawien berechnet worden. Um diese Angaben für verschiedene Fälle geben zu können,

saire de poser certaines restrinctions et de partir de certains points fixes. D'abord, les calculs n'ont été faits que pour des lignes de 110 et de 220 kV, pour deux sections de conducteurs différentes pour chacune des deux tensions choisies, et dans chaque cas pour des lignes à un et à deux ternes. Les frais ont été calculés pour le transport à une distance de 100 km; pour d'autres longueurs de transport les frais changeront en proportion. Afin de simplifier l'application, les frais unitaires du transport ont été calculés et exprimés en pour-cents du prix de l'energie.

Les frais unitaires du transport ont été donnés sous formes d'abaques, en fonction de la puissance maximum wattée à transporter. Chaque abaque correspond aux conditions déterminées. Les frais de premier établissement des lignes ont été pris égaux à ceux de la pratique actuelle, et les abaques ont été construits pour différents rapports entre le taux d'intérêt et le prix d'énergie électrique. On a tenu compte des variations dans le moment qu'ont les pertes à la constitution des frais totaux du transport, et qui (variations) proviennent des fluctuation saisonnières de la puissance transportée, en portant dans les abaques des lignes correspondant à des durées d'utilisation différentes. A ces durées d'utilisation de la puissance ont été conjuguées les valeurs correspondantes de la durée d'utilisation de la puissance maximum des pertes, choisies en rapport à notre état de choses électroénergétique. Enfin, la valeur 0,9 pour le facteur de puissance a été retenue uniformement pour tous les calculs.

De telle manière on a pu représenter tous les résultats de calculs exécutés sur douze abaques, qui permettent de déterminer rapidement les frais du transport d'énergie électrique en chaque cas donné, — sous conditions générales déterminées.

mussten einige Einschränkungen und Voraussetzungen eingeführt werden. Die Angaben wurden in erster Linie nur für 110- und 220-kV-Spannungen gegeben und zwar für zwei Querschnittsarten für jede dieser Spannungen, ferner für Einfach- und Doppelleitungen. Die Stromübertragungskosten sind für die Übertragung auf eine 100 km-Entfernung ermittelt worden; für andere Entfernungen ändern sich die Kosten proportional. Die Berechnung der Übertragungskosten in Prozenten der Energiekosten ermöglicht eine elastischere Anwendung der gewonnenen Ergebnisse.

Die Übertragungskosten sind als Funktion der maximal übertragenen Wirkleistung grafisch dargestellt, wobei jedes Diagramm für bestimmte Bedingungen gilt. Die Leitungskosten (die auch in der Berechnung berücksichtigt werden) sind nach heutigen in Jugoslawien üblichen Verfahren genommen und die Kurven für verschiedene Verhältnisse der Kapitalkosten und der Strompreise entworfen worden. Da sich die Leistung in der Leitung im Laufe der Jahre ändert, ändert sich auch der Einfluss der Leitungsarbeitsverluste. Die Änderung wurde in der Rechnung so berücksichtigt, dass Diagramme für verschiedene Benutzungsdauer der Höchstbelastung entworfen wurden. Diese Werte wurden um bestimmte Beträge der Benutzungsdauer der Höchstverluste vergrössert, die als den jugoslawischen Strombedingungen entsprechend angenommen werden können. Der Leistungsfaktor ist 0,9 gleich genommen worden.

Auf diese Weise konnten die Angaben auf 12 Diagramme bezogen werden aus denen auf Grund bestimmter Voraussetzungen die Stromübertragungskosten für jeden konkreten Fall leicht und schnell bestimmt werden können.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički fakultet Zagreb, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

ELEKTRIFIKACIJA ISTRE

Ivan Janić, Zagreb

Principijelne postavke razvitka elektrifikacije Istre za perspektivu od 30 godina. Na kraju promatranog razdoblja obuhvaćeno područje imat će oko 280.000 stanovnika i 80.000 kućanstava. Rezultat analize konzuma pokazuje da će maksimalno opterećenje iznositi 230.000 kW, a potrošnja električne energije 836,000.000 kWh. Ovom odgovara prosječni godišnji eksponencijalni prirast od 7,6 % za potrošnju električne energije.

DK 621.311.1 (497.13)

SADANJE STANJE

Područje i stanovništvo

Obuhvaćeno područje Istre odnosi se na područje kotara Pule. To područje se uglavnom poklapa s područjem Istre, izuzevši slovenski dio Istre (Slovensko primorje) i područja koje spada kotaru Rijeka, tj. dio od Brseča do Rijeke. Ono je omeđeno sa zapadne i južne strane morem, s istočne strane morem i masivom Učke, a na sjeveru granicom NR Slovenije. Površina obuhvaćenog područja iznosi 2 690 km². Prema popisu od godine 1953., na tom je području bilo ukupno 173 000 stanovnika i 48.000 kućanstava. Prosječno je bilo 64 stanovnika na km² i 3,6 stanovnika po kućanstvu. Stanovništvo Istre je bilo u periodu 1931.—1953. u opadanju. Samo područje Labina pokazuje neprekidni porast stanovništva, dok grad Pula pokazuje veliko povećanje stanovništva u poslijeratnom periodu.

Istru možemo podijeliti u tri dijela: na planinsku ili bijelu Istru, na srednju ili žutu Istru, te na primorsku ili crvenu Istru.

Planinska ili bijela Istra je krševito i kamenito područje, koje se prostire na visini od 800 m od predgrađa Trsta do Rijeke i Plomina. Najviši vrh je Učka (1398 m). To se područje općenito naziva Ćićarijom.

Srednja ili žuta Istra je prostrana visoravan na visini od oko 400 m južno i zapadno od Učke. Zemlja je ovdje žuta, koja zadržava vodu, pa se tu nalaze glavne rijeke Istre: Mirna, Dragonja i Raša.

Primorska ili crvena Istra se prostire uz zapadnu i južnu obalu, a seže otprilike dvadesetak kilometara u unutrašnjost. Zemlja je crvena, koja ne propušta vodu, te je vrlo pogodna za raslinstvo. To je najplodniji dio Istre. Naročito je razvijeno vinogradarstvo, a ima i dosta šuma.

Dok je zapadna, srednja i južna Istra izrazito poljoprivredno područje, jugoistočna Istra je izrazito rudarsko područje. Tu se nalaze ugljenokopi Istarskih rudnika, Raša. Glavni rudarski centri su: Raša, Labin i Potpićan.

Glavni, a ujedno i najveći industrijski centar je grad Pula. U Puli se nalaze dva velika industrijska

poduzeća: brodogradilište »Uljanik« i tvornica cementa »Giulio Revelante«. Od većih industrijskih postrojenja treba još spomenuti tvornicu cementa u Koromačnom, te novu tvornicu cementa u Umagu.

Vrlo važan potrošač električne energije na području Istre je i »Istarski vodovod«. To je veliki grupni vodovod s duljinom mreže od oko 380 km. Glavna kaptaža nalazi se u Buzetu, a glavne crpne stanice su Kras u Buzetu (H_m = 980 m), Sv. Stjepan (H_m = 320 m) i Karojba (H_m = 120 m).

I turizam postaje sve važnija privredna grana Istre. Glavna turistička područja su Poreč, Rovinj, Pula, te Umag i Savudrija. Broj turista i broj noćenja je u stalnom porastu. Naročito je veliko povećanje kod stranih turista (udeseterostručenje zadnjih pet godina).

Stanje elektrifikacije i konzum

Na području kotara Pule nalaze se dva distributivna poduzeća: Elektroistra Pula i Elektra Buje. Djelokrug poslovanja Elektroistre Pula je područje kotara Pule osim općina Buje, Novigrad i Umag, koje potpadaju pod Elektru Buje.

Područje Istre općenito je dobro elektrificirano. Godine 1958. bilo je na području kotara Pule elektrificirano 35.290 kućanstava, odnosno oko 73 %. Međutim, ipak ima područja koja još uopće nisu elektrificirana (na pr. područja između Pazina i Buzeta, dijelovi općina Poreč i Žminj i dr.)

Ukupna potrošnja električne energije godine 1958. iznosila je 121 659 MWh. Od toga otpada na područje Elektroistre Pula 116 110 MWh, a na području Elektre Buje 5 549 MWh.

Prosječni eksponencijalni prirast ukupne potrošnje električne energije za čitavo područje od 1955.—1958. iznosio je 8,5 % godišnje.

Od ukupne potrošnje električne energije otpada na

široku potrošnju	31 658 MWh
a na ostale potrošače	90 001 MWh.

Naročito je velik porast široke potrošnje. Prosječni eksponencijalni prirast široke potrošnje od godine 1955.—1958. iznosio je 27,0 % godišnje.

Specifična potrošnja električne energije široke potrošnje svedena na kućanstvo iznosila je 897 kWh, a potrošnja električne energije u kućanstvu 656 kWh. Obje vrijednosti su iznad prosjeka u NR Hrvatskoj.

Ukupno nabavljena energija iznosila je 137 377 MWh. Od toga su proizvele i industrijske elektrane 7232 MWh.

Ukupni gubici električne energije iznosili su 11,4 %.

Ukupno maksimalno opterećenje godine 1958. iznosilo je 25,7 MW. Maksimalno opterećenje široke potrošnje procijenjeno je sa 11,3 MW, a maksimalno opterećenje ostalih potrošača 18,6 MW. Uzevši u obzir i gubitke snage ukupno maksimalno opterećenje je iznosilo 30,4 MW.

Gubici snage iznosili su 15,45 %.

Glavni potrošač električne energije su Istarski ugljenokopi Raša. Potrošnja električne energije Istarskih ugljenokopa Raša 1958. iznosila je 51 775 MWh, a vršno opterećenje 15 MW.

Elektrane

Na promatranom području postoji svega jedna javna elektrana i to termoelektrana Vlaška s instaliranom snagom od 9,2 MW. Termoelektrana Vlaška proizvela je 25.821 MWh godine 1958., s vršnim opterećenjem od 8 MW.

Od industrijskih elektrana može se spomenuti: termoelektrana tvornice cementa u Puli s instaliranom snagom od 1,7 MW, termoelektrana tvornice cementa u Koromačnom s instaliranom snagom od 1,2 MW i dizelska elektrana brodogradilišta »Uljanik« s instaliranom snagom od 0,7 MW.

Proizvodnja električne energije ovih triju industrijskih termoelektrana iznosila je 1958. ukupno 7.228 MWh.

Električna mreža

Istra se napaja sada iz TS 110/30 kV Matulji preko voda 110 kV, 3 × 150 mm² Alče, duljine 41,6 km do TS 110/50 kV Raša 2 × 10 MVA, iz koje se napajaju Istarski ugljenokopi — Raša, te dalje vodom 110 kV, 3 × 95 mm² Alče, duljine 27,9 km do TS 110/35 kV Pula (2 × 10 MVA) iz koje se napaja područje Pule. TS 110/35 kV Pula sada se dovršava, a nalazi se u provizornom pogonu.

S druge strane napaja se Istra preko TS 110/50 kV Divača i Črnog Kala vodom 50 kV, 3 × 240 mm² Alče (vod je građen za napon 110 kV) i iz RS Sežana preko voda 50 kV, 3 × 150 mm² Alče.

Iz Črnog Kala ide dvostruki vod 2 × 3 × 50 mm² Cu do Karojbe, duljine 33 km, a dalje s presjekom 2 × 3 × 35 mm² Cu, duljine 49,1 km do Pule (Gregovica). Osim toga od Sv. Vinčenta do TS 110/50 kV Raše postoji poprečni vod 2 × 3 × 35 mm² Cu, duljine 17,5 km.

Ukupna duljina vodova 110 kV u području kotara Pule iznosi 70 km, a vodova 50 kV 107 km.

Godine 1958. položen je kabel NHEKBA 35 kV, 3 × 150 mm², duljine 3,1 km od TS 110/35 kV Pula do TS 35/10 kV Centar.

Osim toga postoji napon 27 kV kojim se napajaju Buje i Umag preko TS 50 kV Karojba.

Ukupna duljina vodova 35 (27) kV iznosi 35 km.

Osim vodova 10 kV postoje i vodovi 6 i 2 kV koji su vlasništvo Istarskih ugljenokopa Raša.

Na području kotara Pule postoje dvije transformatorske stanice 110 kV: TS 110/50 kV Raša i TS 110/35 kV Pula s ukupno instaliranom snagom od 40 MVA, četiri elektroprivredne transformatorske stanice 50 kV: TS 50/27(10) kV Karojba, TS 50/10 kV Sv. Vinčent, TS 50/10 kV Gregovica (Pula) i TS 50/10 kV Vlaška s ukupno instaliranom snagom od 27 MVA, četiri 50 kV stanice vlasništvo Istarskih rudnika Raša: TS 50/10 kV Vlaška (Rudnik), TS 50/10(2) kV Krapanj, TS 50/6 kV Labin i TS 50/6 kV Pićan s ukupno instaliranom snagom od 28,3 MVA, te četiri transformatorske stanice 35(30,27) kV: Centar (Pula), Buje, Umag te Istracement Umag (industrijska stanica) s ukupno instaliranom snagom od 27,3 MVA. Osim toga postoji 299 elektroprivrednih transformatorskih stanica 10/0,4 kV s ukupno instaliranom snagom od 44,1 MVA.

Perspektivni razvoj konzuma

Za dimenzioniranje vodova i transformatorskih stanica potrebno je utvrditi perspektivno opterećenje. Perspektivno opterećenje odnosno konzum električne energije procijenjeni su za period od 30 godina, koliko se prosječno uzima i trajnost mreže.

Analiza perspektivnog konzuma provedena je posebno za široku potrošnju, a posebno za ostale potrošače.

Široka potrošnja

Grupa široka potrošnja obuhvaća konzum za kućanstvo, obrt, poslovne i društvene prostorije i javnu rasvjetu.

Potrošači grupe »široka potrošnja« podijeljeni su u seosko i gradsko stanovništvo, dok je gradsko stanovništvo opet podijeljeno u dvije grupe. U I. grupu spadaju: Pula, Fažana, Rovinj, Poreč i Umag, a u II. grupu: Buje, Novigrad, Buzet, Pazin, Vodnjan, Labin, Rabac, Raša, Potpićan.

Kod odabiranja specifičnog vršnog opterećenja široke potrošnje uzeta je u obzir i veća primjena električne energije u termičke svrhe, naročito u gradovima.

Analiza vršnog opterećenja široke potrošnje dala je ove rezultate za specifična opterećenja (W po kućanstvu):

Tablica 1

Vrst stanovništva	Specifično opterećenje (W/kuć)		
	Mreža 10 kV	TS 35/10 kV	TS 110/35 kV
Gradsko stanovništvo			
I. grupa	1700	1570	1540
II.grupa	1415	1305	1280
Seosko stanovništvo	500	460	450

Kod toga je uzeta u obzir neistovremenost nastupa vršnih opterećenja pojedinih potrošača tj. uzeto je da je ukupno vršno opterećenje znatno manje od sume pojedinih vršnih opterećenja.

U ovom slučaju primijenjen je izraz

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

gdje je k_n faktor koji označuje udio u vršnom opterećenju za n potrošača.

Specifična široka potrošnja električne energije svedena na kućanstvo je slijedeća:

Gradsko stanovništvo

I. grupa	5.140 kWh/god.;
II. grupa	4.280 kWh/god.;
seosko stanovništvo	1.320 kWh/god.

Ta potrošnja je jednaka za sve elemente mreže uz zanemaranje gubitaka.

Porast stanovništva

Porast stanovništva je određen na temelju statističkih podataka o porastu stanovništva pojedinih kotara prema bivšoj administrativnoj podjeli za period 1921. do 1953., kao i urbanističkih planova za pojedina veća mjesta.

Iz analize porasta stanovništva proizlazi, da bi promatrano područje imalo oko 280.000 stanovnika i 80.000 kućanstava. Prosječno bi dolazilo 3,5 stanovnika po kućanstvu. Na seosko stanovništvo otpalo bi oko 130.000 stanovnika i 32.000 kućanstava, a na gradsko stanovništvo oko 150.000 stanovnika i 48.000 kućanstava. Ukupno povećanje stanovništva do 1989. iznosi 62 %. što se uglavnom odnosi na povećanje gradskog stanovništva.

Rekapitulacija konzuma široke potrošnje

Ukupni konzum široke potrošnje 1989. iznosio bi 278 200 MWh/god. Od toga bi na seosko stanovništvo otpalo 42.200 MWh, a na gradsko stanovništvo 236.000 MWh.

Specifična široka potrošnja po kućanstvu iznosila bi 3.490 kWh.

Ukupni porast konzuma široke potrošnje za promatrani period iznosi 8,8 puta što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 7,5 %.

Ukupni porast specifične široke potrošnje po kućanstvu za isti period iznosi 3,9 puta s prosječnim godišnjim eksponencijalnim prirastom od 4,65 %. Vidi se dakle, da je prirast specifične široke potrošnje znatno manji od prirasta ukupnog konzuma široke potrošnje.

Predviđeno vršno opterećenje široke potrošnje 1988. na nivou TS 110/30 kV iznosi oko 85 MW. Ukupni porast vršnog opterećenja široke potrošnje od 1958. do 1988. iznosi 7,5 puta, s prosječnim godišnjim eksponencijalnim prirastom od 7,0 %.

Ostali potrošači

Podaci o opterećenjima ostalih potrošača skupljeni su najvećim dijelom na terenu od samih potrošača, narodnih odbora općina, Narodnog odbora kotara Pule, te distributivnih poduzeća. Djelomično su dobiveni podaci i od Zavoda za privredno planiranje NR Hrvatske, te nekih projektnih poduzeća i urbanističkih instituta (razvoj turizma).

Glavni potrošači ove grupe jesu Istarski ugljenokopi Raša, s velikim kemijskim kombinatom u Plominu, tvornica cementa u Umagu, Puli i Koromačnom, brodogradilište »Uljanik« u Puli te turistički objekti. U Istri se predviđa znatni razvoj turizma. Samo u glavnim turističkim područjima kotara Pule: Poreču, Rovinju, Umagu, Novigradu, Rapcu i Puli predviđa se oko 74.000 ležaja.

Ukupno vršno opterećenje ostalih potrošača iznosilo bi 166 MW što prema sadašnjem stanju znači porast od 8,9 puta. Prosječni godišnji eksponencijalni prirast iznosi 7,6 %. Udio ostalih potrošača u ukupnom vršnom opterećenju iznosi oko 145 MW. Ukupna potrošnja električne energije ostalih potrošača iznosila bi 577.700 MWh. To odgovara porastu od 6,4 puta, odnosno prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 6,4 %.

Energetska rekapitulacija

Ukupno vršno opterećenje promatranog područja iznosilo bi 230 MW, čemu odgovara ukupni porast od

8,9 puta odnosno prosječni godišnji eksponencijalni prirast od 7,6 %. Ukupni konzum iznosio bi 836 GWh, čemu odgovara ukupni porast od 6,9 puta i prosječni godišnji eksponencijalni prirast od 6,6 %.

Potrošnja električne energije i vršno opterećenje po pojedinim transformatorskim stanicama 110/35 kV su slijedeći:

Tablica 2

TS 110/35(50) kV	Potrošnja električne energije MWh	Vršno opterećenje MW
Buje	116 554	37,5
Baderna	132 524	42
Raša	164 368	53
Pula	242 254	62,5
Plomin	180 200	35
Sveukupno	835 900	230

Uzevši u obzir i gubitke iznosit će u pojnoj točki promatranog područja:

Potrošnja električne energije 930 GWh
Vršno opterećenje 264 MW.

Ako se uzme u obzir i TE Vlaška (20 GWh, 8 MW) i industrijske elektrane tvornica cementa u Puli i Koromačnom (10 GWh, 2 MW), onda u pojnoj točki područja treba nabaviti 900 GWh električne energije s vršnim opterećenjem od 254 MW.

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA ISTRU

Predviđa se da se za snabdijevanje električnom energijom izgradi transformatorska stanica 220/110 kV s instaliranom snagom 2 × 150 MVA, koja bi mogla biti smještena sjeverno od Sv. Vinčenta u težištu opterećenja. Stanica bi bila povezana s dva voda 220 kV u smjeru zapadne Hrvatske i Slovenije.

Na strani 110 kV predviđaju se tri dvostruka voda 110 kV: za Rašu, Pulu i Badernu.

Napominje se da bi u energetskom pogledu bilo vrlo povoljno, da se u Istri izgradi veća elektrana. Npr. postoji mogućnost da se izgradi termoelektrana snage 64 MW na bazi raškog ugljena u sklopu novog kemijskog kombinata kod Plomina.

OBLIKOVANJE VISOKONAPONSKE MREŽE

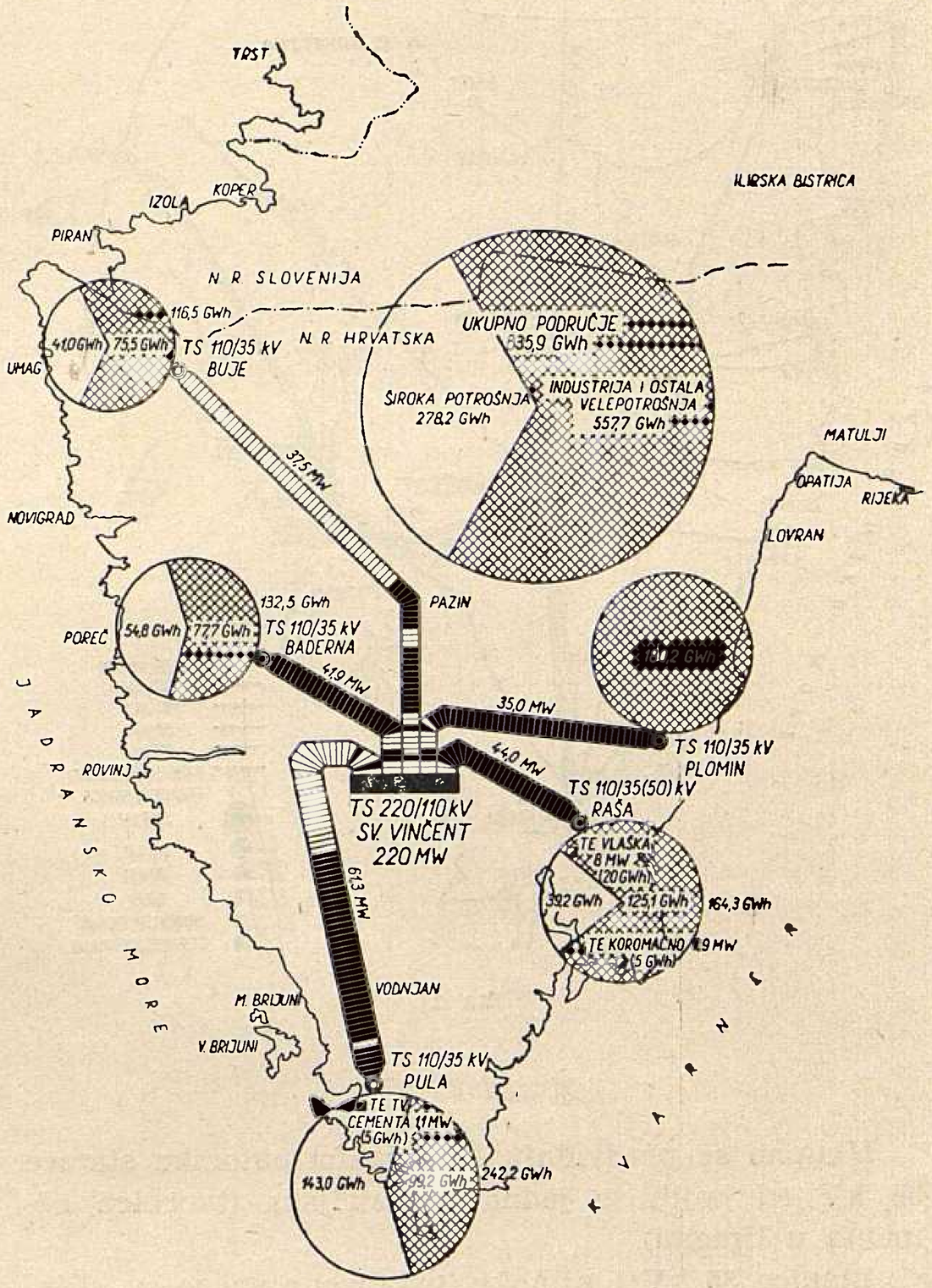
Na temelju prije izloženih energetskih podataka oblikovana je visokonaponska mreža. Na sl. 1 prikazana je raspodjela vršnog opterećenja i potrošnje električne energije po transformatorskim stanicama 110 kV.

Težište opterećenja se nalazi sjeverno od Sv. Vinčenta, gdje se i predviđa izgradnja transformatorske stanice 220/110 kV. Za prijenos i razvod električne energije uzeti su u obzir slijedeći naponi: 220, 110, 50, 35 i 10 kV. Napon 50 kV zadržan je samo za Istarske ugljenokope, kod kojih bi prijelaz od 50 kV na 35 kV izazvao znatne teškoće i utrošak znatnih sredstava.

Međutim, eventualni kasniji prijelaz od 50 kV na 30 kV bit će uvijek omogućen. Za ostalu visokonaponsku mrežu 50 kV predviđa se prijelaz na 35 kV i to već u I. etapi, tj. do godine 1963.

Mreža 110 kV

Mreža 110 kV je formirana uglavnom iz TS 220/110 kV Sv. Vinčent kao ishodišne točke. Osim spajanja TS 110/35 kV Raša, Pule i Baderne s dvostrukim vodovima s TS 220/110 kV Sv. Vinčent, predviđa se i udvostručenje voda 110 kV Matulji—Raša. S ova dva voda će se uglavnom vršiti i napajanje Istre do izgradnje TS 220/110 kV Sv. Vinčent. Osim toga s time se osigurava napajanje Raše s dva voda 110 kV što će biti potrebno nakon prijelaza elektroprivredne mreže od napona 50 kV na 35 kV.



Slika 1

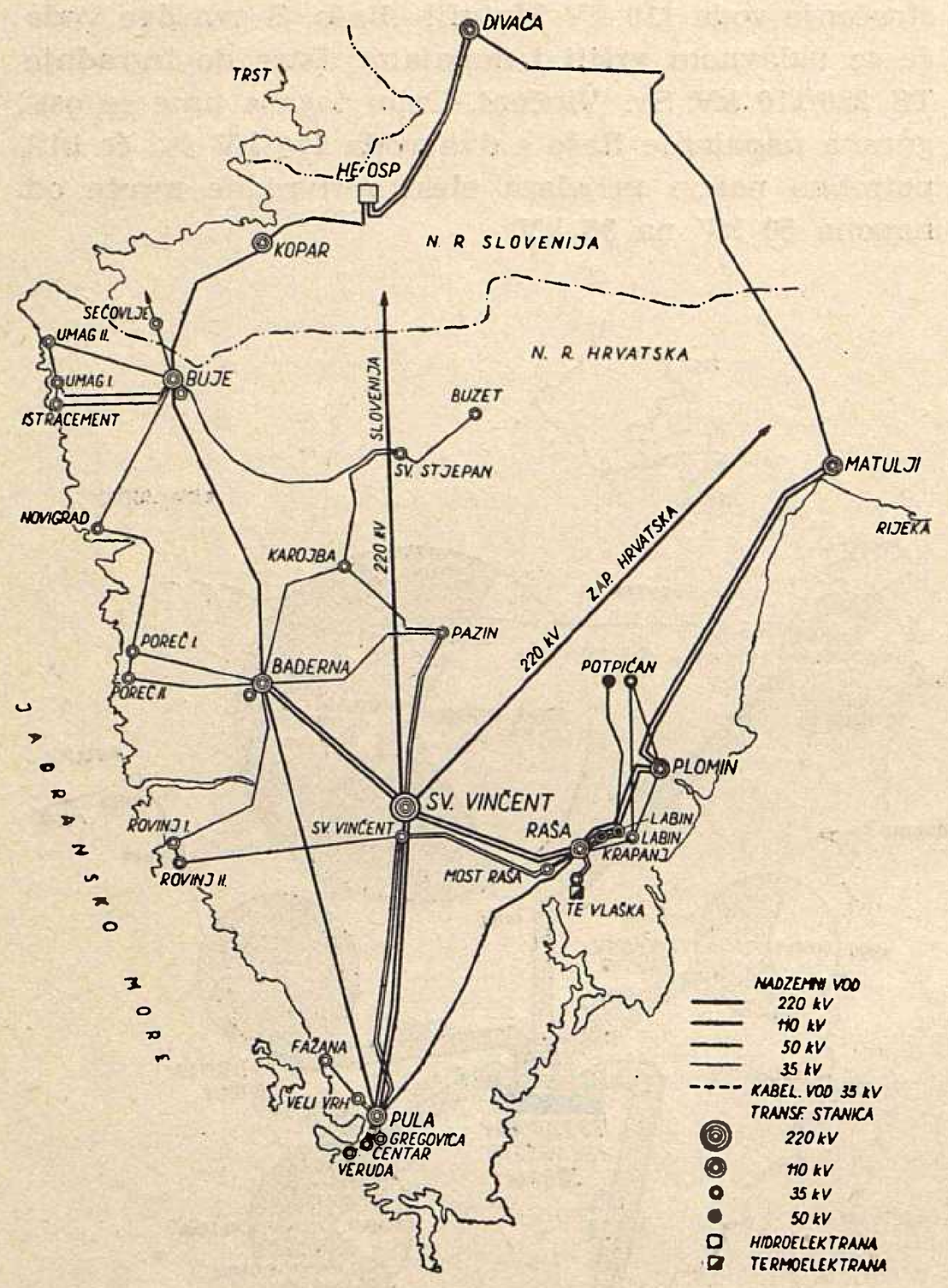
Također se predviđa zatvaranje prstena 110 kV Istre s vodovima Buje—Baderna—Pula. Svi vodovi 110 kV su predviđeni s presjekom 3 × 150 mm² Alče.

Kao što je već navedeno ukupno se predviđa 5 transformatorskih stanica 110 kV: Buje 2 × 31,5 MVA, Baderna 2 × 31,5 MVA, Pula 2 × 40 MVA, Raša 2 × 20 MVA 110/35 kV i 2 × 20 MVA, 110/50 kV i Plomin 2 × 31,5 MVA. Od toga su dvije stanice (Pula, Raša) već izgrađene, samo će se morati popuniti opremom. Situacija visokonaponske mreže 110, 50 i 35 kV prikazana je na sl. 2.

Mreža 50 kV

Vodovi 50 kV ostaju isti kao i do sada, a služit će za Istarske ugljenokope i za TS Vlašku. Ukupna duljina vodova 50 kV iznosi 20 km.

Također se predviđa da ostane isti broj transformatorskih stanica 50 kV samo bi bila veća instalirana snaga i to u TS 50/6 kV Labin 4 × 4 MVA i TS 50/6 kV Pićan 2 × 4 MVA.



Slika 2

Mreža 35 kV

Ukupno se predviđaju 23 transformatorske stanice 35 kV od kojih je jedna industrijska (tvornica cementa u Umagu).

Stanice 35 kV i njihove instalirane snage su slijedeće:

TS 35/10 kV		TS 35/10 kV	
Stanice	MVA	Stanice	MVA
Umag I	2 × 6,3	Potpićan	2 × 2,5
Umag II	2 × 4	Labin	2 × 8
Novigrad	2 × 4	Fažana	2 × 4
Sv. Stjepan	2 × 2,5	Veli Vrh—Pula	2 × 8
Buzet	2 × 4	Gregovica—Pula	2 × 8
Poreč I	2 × 4	Centar Pula	3 × 8
Karojba	2 × 4	Veruda Pula	3 × 8
Pazin	2 × 6,3		
Rovinj I	2 × 6,3	Istracement—	
Rovinj II	2 × 6,3	Umag	3 × 2,5+
Sv. Vinčent	1 × 2,5	TS 35/6 (0,4) kV	+4 × 1
Most Raša	3 × 4		

Stanice bi bile izvedene u pravilu s jednostrukim sabirnicama 35 i 10 kV, izuzevši važnije gradske stanice gdje se predviđaju dvostruke sabirnice 10 kV.

Kod oblikovanja mreže 35 kV nastojalo se da ona ima oblik prstena, odnosno da se svaka stanica 35/10 kV može napajati s dvije strane. U normalnom pogonu se predviđa da će mreža 35 kV raditi kao radijalna mreža.

Ukupna duljina 35 kV vodova iznosi 317 km.

Usvojeni presjeci vodiča novih nadzemnih vodova su 120, 95 i 50 m² Alče, a kabela NHEKBA 3 × 150 mm².

Mreža 10 kV

Kod oblikovanja mreže 10 kV uzeta je u obzir, koliko je to bilo moguće, i sadašnja mreža 10 kV. Nadalje se kod oblikovanja mreže 10 kV pazilo na to, da se omogući etapna izgradnja mreže. Vodovi 10 kV radit će u normalnom pogonu kao radijalni vodovi.

Ukupno je predviđeno 1 160 km nadzemnih distributivnih vodova 10 kV. Presjeci vodiča su 50, 35 i 25 mm² Alče.

Ukupno se predviđaju 1 062 distributivne transformatorske stanice 10/0,4 kV. One se predviđaju u pravilu u obliku tornjića za smještaj transformatora do 160 kVA, odnosno 250 kVA, a za gradove i veće turističke objekte kabelskog tipa za smještaj transformatora do 500 kVA.

Etapna izgradnja

U I. etapi do godine 1963. predviđa se izgradnja vodova 110 kV Kopar—Buje 3 × 150 m² Alče, duljine 15,6 km (u gradnji) i Matulji—Raša 3 × 150 mm² Alče, duljine 41,6 km km (drugi vod).

Od transformatorskih stanica 110 kV izgradila bi se stanica Buje s instaliranom snagom 2 × 10 MVA, Pula 2 × 10 MVA, (dovršenje) i Raša 2 × 10 MVA (110/35 kV) i 2 × 10 MVA (110/50 kV) (preuređenje).

Također se predviđa izgradnja 83 km vodova 35 kV i izgradnja transformatorskih stanica s instaliranom snagom od 39,5 MVA.

APROKSIMATIVNI TROŠKOVI ZA ELEKTRIFIKACIJU ISTRE

Aproksimativni troškovi za elektrifikaciju Istre dani su za nove objekte visokonaponske mreže uključivši i TS 220/110 kV Sv. Vinčent. U troškovima nisu obuhvaćene gradske mreže niti industrijske stanice.

	Milijuna dinara
1. TS 220/110 kV Sv. Vinčent 2 × 150 MVA	1 922
2. Vodovi 110 kV ukupne duljine 166,5 km	1 083
3. Transformatorske stanice 110/35 kV: Buje 2 × 31,5 MVA, Baderna 2 × 31,5 MVA, Pula 2 × 40 MVA, Raša 4 × 20 MVA, Plomin 2 × 31,5 MVA	3 065
4. Vodovi 35 kV, ukupne duljine 251 km	1 258
5. Transformatorske stanice 35/10 kV	1 737
6. Vodovi 10 kV, ukupne duljine 678 km	1 049
7. Transformatorske stanice 10/0,4 kV ukupno 1 062 komada	3 585
Ukupno	13 699

Literatura

I. Janić: *Osnovno rješenje elektrifikacije Istre, I. i II. dio*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1960.

E. Radetić: *Poduzeće »Elektroistra — Pula«*, Energija 7—8/1959.

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

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA ŠIREG SLIVA CETINE U SVRHU ENERGETSKOG ISKORIŠTENJA

Žarko Plančić, Split

Vode sa viših horizonata jugozapadne Bosne slijevaju se u Cetinu predstavljajući tako njen širi sliv. Istražni radovi vršili su se, uz prekide, od 1947. Radovima u 1960. obuhvaćene su zone i problemi, koji su hidroenergetski značajni. To je ponorska zona Buškog Blata, zatim bazeni Lipa, Donja Korita i na Livanjskom polju te strojarnica Orlovac. Istražni radovi su prošireni i na fosilna goriva, kao i na ispitivanje poljoprivrednog iskorišćenja.
Energetski potencijal na glavnoj stepenici Orlovac iznosi 650, a na uzvodnih 6 stepenica daljnjih 150 GWh.

DK 621.22 : 621.311.21

1. OPĆENITO

Rijeka Cetina zajedno sa vodotocima svog šireg sliva predstavlja energetski potencijal od oko 3,0 milijarde kWh, te spada među najvažnije hidroenergetske izvore Jugoslavije. Pored svog neposrednog oborinskog sliva u taj širi sliv spadaju i kraška polja jugozapadne Bosne: Livanjsko s Buškim Blatom, Duvanjsko i Šujičko polje, te veći dio Kupreškog i Glamočkog polja. Sve vode, koje se pojavljuju na spomenutim poljima, formiraju kraće vodotoke koji nakon izvjesnog poteza poniru u ponore koji su nastali uz jugozapadni rub polja, te se podzemnim kraškim putevima pretaču i slijevaju u niže horizonte, da bi se pretežni dio pomenutih voda konačno pojavio kao lijevi obalni izvori Cetine na potezu od njenog izvorišta pa sve do njenog izlaza iz Sinjskog polja kod Trilja.

2. TOK ISTRAŽNIH RADOVA

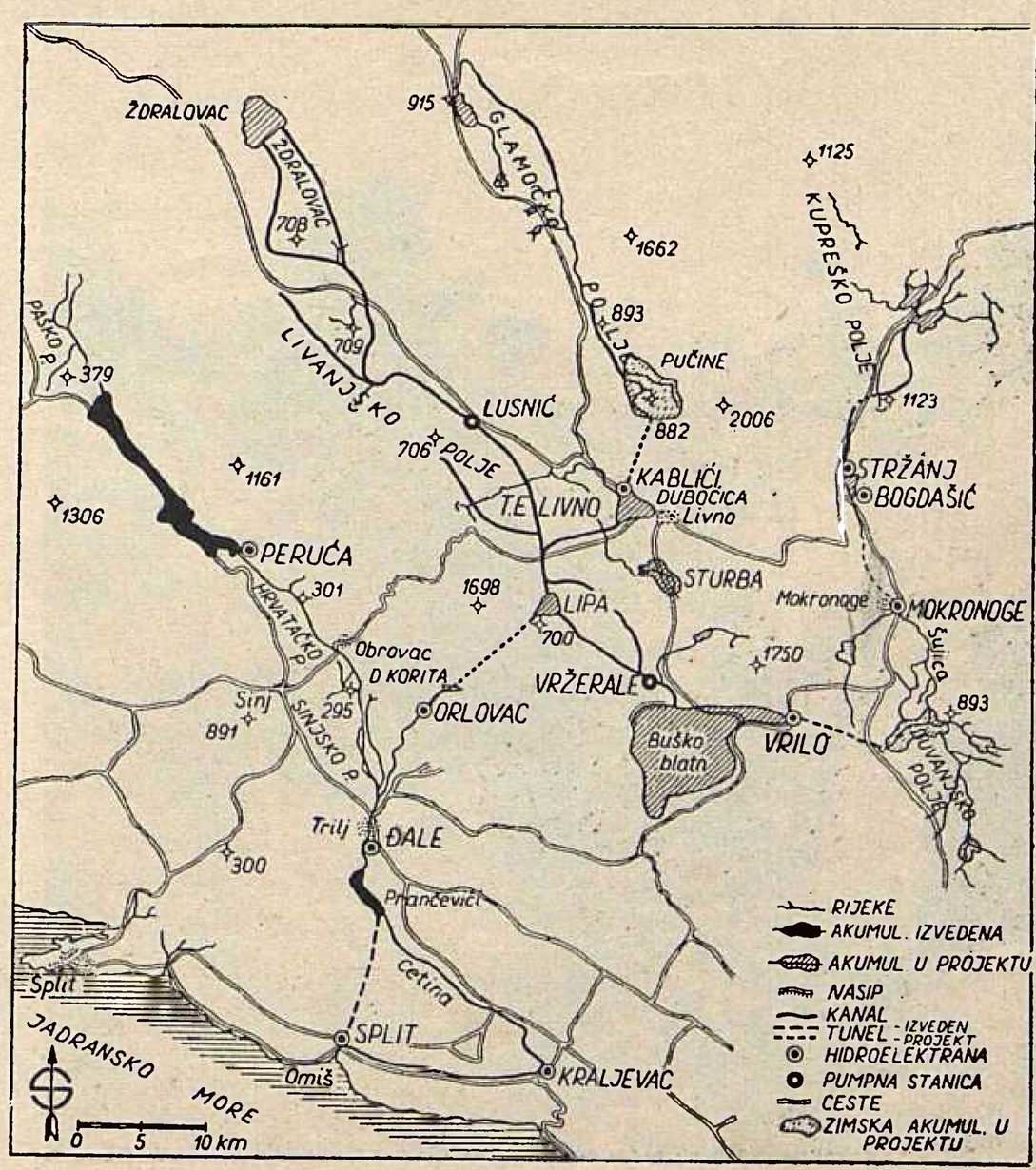
Već od početka 1947. pojavila se potreba za ujednačenom produkcijom naše, tada najveće, hidroelektrane Kraljevac, što je zahtijevalo ostvarenje većih akumulacija u gornjem toku rijeke Cetine. Otpočeli su tada, na inicijativu elektroprivrede, opsežni prethodni i istražni radovi šireg područja Cetine, koji su među ostalim dokazali odnosno potvrdili vjerovanje, da vode kraških polja jugozapadne Bosne pripadaju slivu Cetine. Od tada su svi energetski zahvati na samoj Cetini razmatrani odnosno usko povezani sa spomenutim poljima. Intenzitet istražnih radova na njima je prema tome varirao s jedne strane s fazama u kojima se nalazila izgradnja energetskih postrojenja u samom toku rijeke Cetine, a s druge pak strane u ovisnosti o aktuelnosti potreba za električnom energijom, kao i o zahtjevima poljoprivrede kraških polja za likvidacijom ekstenzivne i krajnje zaostale proizvodnje.

U periodu od 1947. do 1951. ispituju se podzemne komunikacije pomoću bojenja uraninom, proširuje se hidrološka mreža, sabiru se i dopunjuju potrebni podaci te rade geološka kartiranja Kao rezultat ovih radova objavljen je u izdanju »Elektroprojekta«, Zagreb, elaborat *Idejno vodoprivredno rješenje šireg područja Cetine* u čijoj se devetoj knjizi daje okvirna vodoprivredna osnova i postupnost rješavanja sliva Cetine unutar kojega energetsko korištenje kraških polja predstavlja krajnju etapu.

Početkom 1954. dolazi do početka radova na izgradnji akumulacije HE Peruća, a u 1958. počinju radovi na HE Split I, te se s obzirom na ovu potonju kao i na rastuće potrebe za elektroenergijom sve više ispoljava zahtjev za jednom daljnjom krupnom akumulacijom na horizontu kraških polja. Dolazi tako početkom 1958. do ponovnog nastavka odnosno intenzifikacije istražnih radova na kraškim poljima. Kod toga zahtjevi poljoprivrede postaju sve jači. Povedeni su veći i obimni istražni radovi na polju rudarstva kojima su utvrđene ogromne rezerve kvalitetnog lignita na horizontu Livanjskog polja. Što radovi više napreduju, to se otvara sve raznorodnija problematika koja sve više nameće zaključak, da jedino cjelovito i kompleksno gledanje na ovu materiju može dati optimalna rješenja.

U tom periodu nastavljeno je s intenzivnim hidrometrijskim radovima. Aerofotogrametrijski snimljena su kraška polja te ugovorena izvedba restitucije snimljenog područja. Izvršeno je i geološko kartiranje južne odnosno jugozapadne zone Buškog Blata. Ovim je radovima rukovodio, odnosno financirao ih je, Odjel za studije pri Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u zajednici s Dalmatinskim hidroelektranama

Situacija



u Splitu. Na inicijativu *Jugela* koncem 1959. održan je u Beogradu sastanak sviju predstavnika zainteresiranih grana privrede navedenog područja na kojem je zaključeno, da će *Jugel* posredstvom Dalmatinskih hidroelektrana, a iz sredstava svoga fonda za studije i istraživanja namaknuti potrebna financijska sredstva za nastavak istražnih radova. Dalmatinske hidroelektrane će predložiti program ukupnih studija i istražnih radova (u uskoj vezi s poljoprivredom i rudarstvom) za izradu kompletne vodoprivredne osnove kao i osnovnog projekta korištenja vodnih snaga.

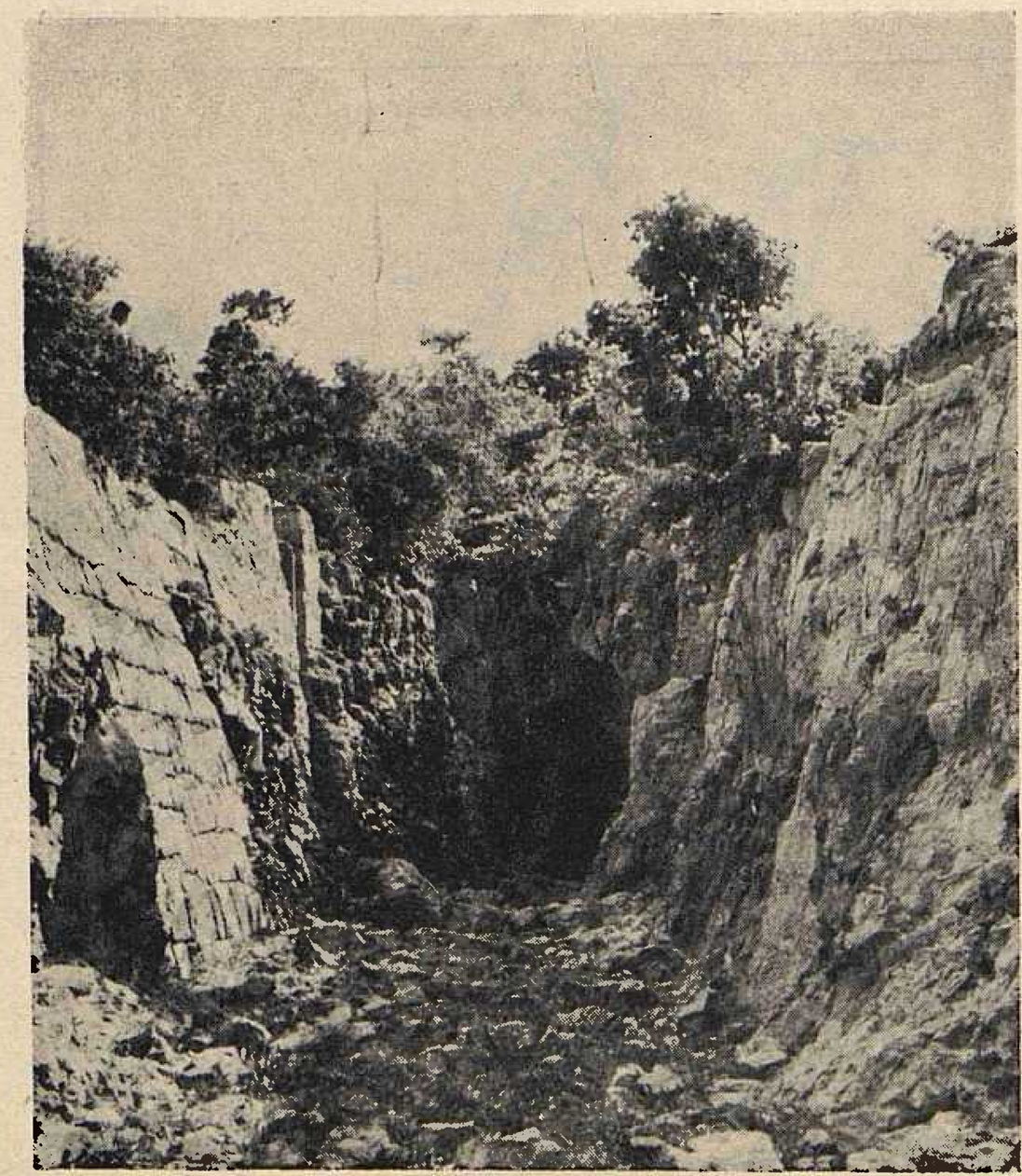
Na osnovu odluke donesene na tom sastanku, izradio je Elektroprojekt, Zagreb, okvirni program koji je na idućem sastanku u Beogradu početkom 1960. u cijelosti prihvaćen.

Ovim se programom specificiraju svi istražni radovi po vrstama radova, a u trajanju od 3 godine tj. u 1960, 1961. i 1962. Ukupno potrebna sredstva za realizaciju istoga iznose 750 milijuna din. Tom je prilikom pozdravljen dosadašnji način pristupanja rješavanju kompleksne problematike ovoga kraja, te daljnja suradnja na tom polju, osigurana putem stvaranja Koordinacionog odbora zainteresiranih grana privrede, preko kojega će se svakoj pojedinoj grani privrede osigurati sudjelovanje koliko u razmatranju i rješavanju toliko i u donošenju odluka na tretiranoj problematici.

Na temelju pomenutog odobrenog okvirnog programa ugovoreni su radovi za 1960. u ukupnom iznosu od cca 250 milijuna dinara, uz prethodnu saglasnost Koordinacionog odbora koja je dana na sastanku u 4. mjesecu 1960. u Splitu.

U međuvremenu, na traženje kotara Livno, prošireni su istražni radovi i na području fosilnih goriva kao baze za izgradnju termoelektrane u Livanjskom bazenu. U tom se cilju pristupilo izvedbi istražnog niskopa kod Orguza.

Buško Blato, ponor Liskovača



Istražnim radovima u 1960. obuhvaćene su prvenstveno zone i problemi koji su od prvostepenog značaja za hidroenergetsko korištenje šireg sliva Cetine. Tu prvenstveno spada ponorska zona Buškog Blata koja s geološkog stanovišta predstavlja ključni problem čitavog ovog kompleksa. Nadalje kompenzacioni bazen Lipa i Donja Korita, područje buduće strojarnice HE Orlovac, te akumulacije na Ždralovcu, Sturbi i Dubočici na Livanjskom polju.

3. KRATAK PREGLED IZVRŠENIH RADOVA U 1960.

Geodetski radovi. Zavod za fotogrametriju Tehničkog fakulteta u Zagrebu izvršio je restituciju 2/3 avionski snimljenog terena ukupne površine cca 110.000 ha. Poljoprojekt, Sarajevo završio je terenski dio radova na tahimetrijskom snimanju dijelova Glamočkog i Kupreškog polja ukupne površine 10.000 ha.

Geološki radovi. Zavod za geološka i geofizička istraživanja Sarajevo izvršio je vrlo obimni posao geološkog kartiranja na širem području Buškog Blata u slivu Bistrice, Žabljaka i Sturbe, te područja predviđenih akumulacija Sturba i Dubočica, zatim pojasa trase dovodnog tunela, strojarnice i ulaznih uređaja HE Orlovac, u ukupnoj površini od preko 2.000 km².

Geofizički radovi izvodili su se u spomenutoj obrubnoj ponorskoj zoni oko Buškog Blata primjenom geoelektrične metode. Radove je izvodila ekipa Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd, sa svrhom da se utvrdi stepen i dubina karstifikacije. Prilikom odabiranja profila, kao i kasnije pri konačnoj interpretaciji dobivenih podataka postojala je puna saradnja između geologa i projektanata tako, da su već sami terenski podaci često bili dragocjen indikator nekih anomalija koje je tada geologija trebala raščistiti. Ukupno je izvršeno preko 52 km geoelektričnih profila.

Istražna bušenja. Ove radove izvodilo je poduzeće Elektrosond, Zagreb, a bili su koncentrirani skoro isključivo na zonu Buškog Blata. Prilikom lociranja pojedinih bušotina razmatrani su i terenski podaci geofizike što je često pridonijelo da se smanji njihov broj. Ukupno je izvedeno oko 5.700 m bušotina koje su proviđene cijevima i na kojima se vrše dnevna opažanja podzemnog vodostaja.

Hidrometeorološki radovi bili su usmjereni na intenzivnu obradu dosadašnjih podataka i stvaranje preduvjeta za daljnju razradu, da se dobije jasni uvid na vodnim odnosima u pomenutom području. Znatno je proširena meteorološka mreža tako, da je u 1960. postavljeno šest novih kišomjernih stanica, kojih sada ima ukupno 34, što odgovara razmjerno gustom prosjeku. Postavljeno je nadalje 6 ombrografa tako, da ukupni broj iznosi sada 7 komada. Mreža totalizatora od 9 povećana je na ukupno 12. Još u 1948. i 1949. prilikom pripremnih radova za studiju kraških polja, obnovljen je čitav niz starih djelomično austrijskih, a djelomično jugoslavenskih vodokaza, a također nešto tokom 1958. i 1959. U 1960. postavljeno je daljnjih 12 vodokaza što je svelo broj nekontroliranih vodotoka

Buško Blato, Stara Mlinica

na mnogo manji broj tako, da su se koncem 1960. na tom terenu vršila opažanja na ukupno 49 vodokaza. Zbog opasnosti mjerenja protoka pred ponorima na uobičajeni način, iz čamca, izgrađeno je 7 malih žičara na koje se prilikom mjerenja objese mjerni instrumenti. Postavljen je također automatski registrator vodostaja (limnigraf) na Ričini kod Karlovog Hana. Do kraja godine izvršeno je ukupno 110 mjerenja pretežno malih i srednjih voda, od kojih neka prvi put simultano na više vodotoka.

Nastavljeno je praćenje podzemnih tokova. Obojen je potok Mrtvica na krajnom sjeveru Kupreškog polja, čime je potvrđena pretpostavka da ovaj vodotok pripada slivu Save, jer se glavnina boje pojavila na vrelima Plive i Sane. Ovdje se međutim radi o malenim vodnim količinama. Bojenje Milača na istom polju nije dalo zadovoljavajuće rezultate. Bojenje Draganić-ponora na Glamočkom polju dokazalo je pretpostavljenu vezu s Livanjskim poljem na predjelu Prisap—Kablić. Izvršeno je nadalje bojenje Stare Mlinice na Buškom Blatu, te se boja pojavila na lijevom boku Cetine na potezu od Hana do Graba. Bojenje Sinjskog ponora također na Buškom Blatu potvrdilo je vezu s čitavim nizom izvora na daleko širem području (Prološko jez ro, izvor Opačca u Imotskom, Klokun u dolini Tihaljine, Vrulja ispod Dubaca u Jadranskom moru, izvor Jadro kod Splita itd.)

S obzirom na neke nedostatke, metoda bojenja pomoću uranina (nepostojanost, vezivanjem s muljem) vođeni su pregovori sa speleološkim institutom iz Beča o prelasku na metodu bojenja pomoću spora, međutim do primjene ove metode nije došlo uglavnom zbog znatnih deviznih sredstava koje je ona iziskivala.

Istražni potkopi. Izveden je jedan istražni niskop, u vezi s nalazištem lignita kod Prologa na Livanjskom polju, te jedan potkop u selu Rude na rubu Sinjskog polja, u svrhu lociranja buduće strojarnice HE Orlovac.

Pokusno usporavanje vode BUŠKOG BLATA. Svrha ovog pokusa je da se uz umjetno održavanje visokog vodostaja vrši opažanje oscilacija nivoa podzemne vode u izvedenim bušotinama u ponorskoj zoni Buškog Blata, u vremenu kada je ona suha. U tu svrhu je Elektroprojekt Zagreb u zajednici s odsjekom za studije i istraživanja pri Dalmatinskim hidroelektranama izradio elaborat pokusnog zatvaranja ponora Stara Mlinica i Liskovača. U toku ljeta izvedene su betonske zaporne građevine i postavljene zapornice. Istodobno je Poljoprojekt Sarajevo izradio elaborat o mogućim štetama, koje bi ovaj pokus mogao izazvati s obzirom na produženje poplavnog perioda.

Poljoprivredne ekonomske studije. U vezi sa zahtjevom za stvaranje izvjesnog broja novih akumulacija (Ždralovac, Dubočica, Sturba) naručena je i izrađena studija o vrijednostima privredno-ekonomskog potencijala tretiranih terena.

Projektiranje. Čitavim ovim planom kao i praćenjem plana rukovodili su stručnjaci iz Elektroprojekta Zagreb. Time se postigao kontinuitet kod ovih ra-

dova, jer su navedeni stručnjaci na ovom području radili već od 1948. u okviru nekadašnje »Projektantske brigade za kraška polja«.

Organizacija studija. Unutar Dalmatinskih hidroelektrana u direkciji, organizirana je grupa za studije i istraživanja s pripadajućim područnim organima na samom terenu. Zadatak je ovog odjela da se brine za realizaciju predloženog programa, pronalazeći najpodobnije izvođače, da ugovara radove, prati izvršenje i osigurava potrebna financijska sredstva. Osim toga, odjel prikuplja podatke potrebne za stvaranje organizacije budućih gradilišta, istodobno proučava i razmatra pojedine predložene varijante.

4. DOSADAŠNJI REZULTATI

Na osnovu rezultata dosada izvršenih radova mogu se dati neki zaključci, usvojiti izvjesni parametri, a odbaciti pojedine varijante rješenja.

Kao najosnovniji podatak, raščišćeno je uglavnom pitanje hidrologije. U elaboratu Elektroprojekta *Bilans voda kraških polja šireg sliva Cetine* od 1960. za desetgodišnje razdoblje hidroloških godina 1950/1951. do 1959/1960. dani su podaci o srednjim mjesečnim protocima za sve vodotoke. Izračunan je sadašnji srednji protok na horizontu Livanjskog polja sa 27,6 m³/sek. Od toga su 3 m³/sek dobivena procjenom uspoređujući sa sličnim vodotokom (svakako rezultat na strani veće sigurnosti), a ostalo na osnovu podataka na vodokazima.

Uzevši ovo u obzir, kao i činjenicu, da se u sadašnjoj situaciji dio voda sa sjeverozapadnog dijela Glamočkog polja (0,6 m³/sek) te voda Mrtvice na Kupreškom polju (0,4 m³/sek) slijeva u drugi sliv, kao i da sve vode koje poniru u gornjim horizontima (npr. voda s ponora Kovači na Duvanjskom polju) ne dostiže horizont Livanjskog polja, to se sigurno može računati da će se — a nakon izgradnje čitavog sistema, dakle usmjerenog i dirigiranog pretakanja voda — u horizontu Livanjskog polja raspolagati sa najmanje 30 m³/sek.

Time je dakle dokazano, da preko 95% svih voda s ovih kraških polja pripada slivu Cetine.

Do sada izvršeni geološki radovi — uz pomoć geofizike, geološkog bušenja, promatranja podzemnih vodostaja i bojenja — stvorili su solidnu podlogu za ocjenu mogućnosti ostvarenja akumulacije na Buškom Blatu. Ova su istraživanja dokazala da postoje — doduše mjestimično prekinute — naslage krednog dolomita, koji u širokom luku zagaćuje veliki dio bokova a možda i samo dno, i time stvara nepropusnu barijeru. U tom svjetlu povezivanje i popunjavanje te dolomitne barijere pomoću injekcionih zavjesa podnošljivih dimenzija predstavlja tehnički moguće i ekonomski opravdano rješenje. Ovo je svakako jedan od osnovnih problema, jer se na Buškom Blatu predviđa jedna centralna akumulacija. Daljnja je dakle zadaća geologije da detaljnije istraži ove sumnjive zone (potez Aržano—Vinica kao i dio estavelskog područja na istoku Buškog Blata) kako bi se moglo sagledati definitivno rješenje.

5. PRIKAZ POSTROJENJA

Vode kraških polja šireg sliva Cetine, kao što je već rečeno, svest će se u centralni akumulacioni bazen Buško Blato kapaciteta oko 600 milijuna m³. Pad između Livanjskog polja i Cetine na Sinjskom polju iznosi oko 410 m. Ta će se energetska stepenica koristiti elektranom Orlovac. Njena bi snaga iznosila oko 150 MW, a srednja godišnja proizvodnja oko 650 milijuna kWh. Osim toga koristio bi se energetski potencijal voda viših kraških horizonata i na putu prema Buškom Blatu u nizu manjih elektrana (HE Stržanj, HE Vrilo, HE Kablić) ukupne srednje godišnje proizvodnje oko 150 milijuna kWh. Uz trasu puta voda s viših polja prema Buškom Blatu izvest će se niz akumulacija koji će omogućiti optimalno dimenzioniranje dovodnih organa i elastični rad spomenutih manjih elektrana.

Ove bi akumulacije zajedno s akumulacijom Buško Blato osigurale inverzan rad HE Orlovac, tj. maksimalan u sušnom periodu kada je energija najdragocjenija. Ove će akumulacije također u daljnjoj mjeri poboljšati režim rada HE Split.

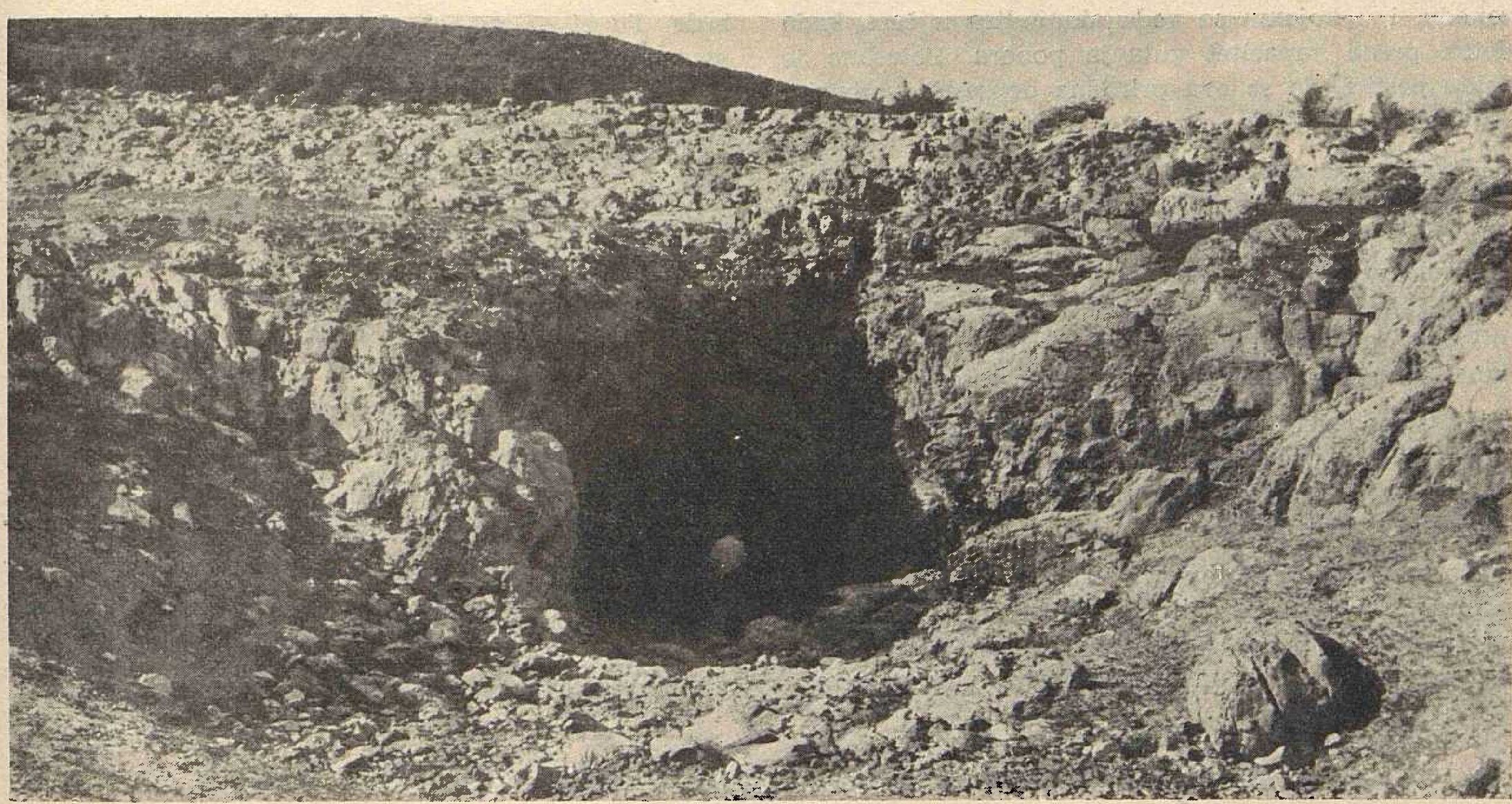
Daje se kratak prizak postrojenja zamišljenih na osnovu dosadašnjih razmatranja i dostignuća u studijama i istražnim radovima koji su u toku.

Kupreško polje i HE Stržanj

Na krajnjem sjeveroistoku Kupreškog polja zamišljeno je ostvarenje dviju manjih akumulacija ukupnog sadržaja 5 milijuna m³ kojima bi se vode Milača i Mrtvice djelomično izravnale. Akumulacija će se postići izvedbom dvaju zemljanih nasipa visine oko 4 m, dužine 400 odn. 700 m. Voda će se iz akumulacije Mrtvice priključiti na prirodno korito Milača, te će njime dalje udruženo teći. U najnizvodnijem dijelu, zbog ponorske zone koja presijeca ovo korito, treba ovo korito djelomično preložiti pomoću derivacionog kanala dužine 1,5 km kapaciteta 5 m³/sek. Protoci iznad ove količine ispuštali bi se u staro korito, a njime u postojeće ponore. U produženju navedenog kanala predviđena je izvedba gravitacionog tunela dužine 1,5 km promjera 2 m, koji zatim prelazi u presvođeni derivacioni kanal dug 4 km. Vode obližnjeg Riljičkog polja priključit će se derivacionom kanalu za HE Stržanj pomoću laterarnog kanala dužine 4 km kapaciteta 2 m³/sek. Na kraju derivacionog kanala smještena je prelievna vodna komora odakle se pomoću tlačnog cjevovoda promjera 1 m i dužine 260 m voda dovodi do turbina. Bruto-pad iznosi 183 m, instalirani protok 1,5 m³/sek a produkcija oko 13 milijuna kWh godišnje.

HE Bogdašić

Predviđena je izvedba akumulacije od 5 milijuna m³ u dolini Šujice što će se postići pomoću nasute kamene pregrade visine 17 m, dužine oko 200 m. Na pribranskoj centrali bruto-pada 15 m i instaliranog protoka 3 m³/sek postići će se produkcija od oko 1,5 milijuna kWh godišnje.



Buško Blato, ponor Proždrikoza

HE Mokronoge

Iz centrale Bogdašić voda otiče dalje koritom Šujice koju napušta, te uz pomoć betonske pregrade visine 11 m, dužine oko 80 m, smještene u kanjonskom dijelu uzvodno od Mokronoga, prelazi u tunelski dio kako bi se izbjegl poniranje dijela voda Šujice na tom potezu. Dužina tunela iznosi 3 km kapaciteta 5 m³/sek na čijem je kraju smještena preljevna vodna komora odakle je položen do turbina armirani betonski tlačni cjevovod dužine 50 m, promjera 1,5 m.

Bruto-pad iznosi 30 m, instalirani protok 3,5 m³/sek, godišnja produkcija 4,4 milijuna kWh godišnje.

HE Vrilo

Nizvodni dio korita Šujice zadovoljava potrebe energetike u najnižem zamočvarenom dijelu Duvanjskog polja. Predviđena je zimska akumulacija sadržine oko 40 milijuna m³. Osim toga, izvest će se u tri manje akumulacije na pritocima Šujice: Kongori, Drini i Ostrošcu, ukupne sadržine 7 milijuna m³. Na završetku nadzemnog toka Šujice pred ponorom Kovači priključuje se kraći derivacioni kanal kapaciteta 15 m³/sek te se na taj način znatno skraćuje tunel za HE Vrilo. Njegova ukupna dužina iznosi 5 km, a centrala bi se izgradila na izvoru Ričine, te bi se koristio pad od 150 m uz instalirani protok od 15 m³/sek i produkciju od oko 90 milijuna kWh.

HE Kablić

Zamišlja se energetsko korištenje svih voda Glamočkog polja, bez obzira na pripadnost slivu, u smjeru Livanjskog polja kod mjesta Kablići. U tu svrhu treba prekopati vododjelnicu između sjeverozapadnog i ostalog dijela polja, izolirati ponore potoka Ribnjak i provesti njegovu vodu reguliranim koritom postojećeg potoka Jaruge kapaciteta 5 m³/sek. Krajnji dio tog potoka treba produžiti kanalom sve do najnižeg jugoistočnog dijela zvanog Pučine, koji bi se koristio za zimsku akumulaciju veličine 35 milijuna m³. Iz ove se akumulacije odvodi voda tunelom dužine 4 km, promjera 2,5 do vodne komore, a odatle tlačnim cjevovodom dužine 220 m do hidrocentrale Kablić, kojom se uz bruto-pad od 150 m i instalirani protok od 12 m³/sek postizava produkcija od oko 45 milijuna kWh godišnje.

Livanjsko polje i HE Orlovac

Kao što je uvodno spomenuto glavnina raspoloživih voda nalazi se na horizontu Livanjsko polje—Buško Blato. Za prihvaćanje velikih vodnih valova i odvođenje pomenutih voda u svrhu energetskog korištenja na HE Orlovac predviđa se ostvarenje niza akumulacija, te čitavog sistema dovodnih kanala. Glavni dovodni kanal započinje na krajnjem sjeverozapadu kod akumulacije Ždralovac sadržine 30 milijuna m³ da bi se vijugajući i povremeno se uklapajući u formirano korito postojećih vodotoka, dostigla pumpna stanica kod sela Lusnić, odakle se nastavlja tok dovodnog kanala bilo direktno prema kompenzacionom bazenu Lipe bilo da se preko pumpne stanice Vržerale kod Kraljičinog nasipa voda akumulira u Buško Blato. Akumulacija Buško Blato predstavlja centralni recipijent ovih polja. Ova će se akumulacija postići nadvišenjem postojećeg prirodnog nasipa zvanog Kraljičin nasip za oko 8 m čime će se dobiti sadržina od 600—700 milijuna m³. Ovdje se zapravo radi o nadvišenju i ustaljenju već postojećeg prirodnog periodičnog jezera u koje se ulijeva potok Ričina, koje se drenira kroz ponorsku zonu na jugu odnosno jugo-

zapadu, i u kojemu se voda akumulira u času kada dotok pređe kapacitet gutanja ponora. Potrebno je dakle postići, da se ova prirodna depresija nadvisi i otijesni.

Pretežno za svrhe natapanja kao i za postizavanje manjih dimenzija dovodnih organa predviđa se izvedba još dviju akumulacija na ovom horizontu i to akumulacije Dubočica kod Livna sadržine 30 milijuna m^3, te akumulacije u dolini Sturbe sadržine oko 35 milijuna m^3. Sve su ove akumulacije odgovarajućim kanalima priključene na centralnu mrežu kanala.

Za samo energetsko korištenje navedenih voda postoji veći broj varijanata od kojih HE Orlovac dobiva sve više na vrijednosti. Ovo međutim ne isključuje još čitav niz podvarijanata.

Sa spomenutog kompenzacionog bazena Lipe, gdje se nalazi zahvat, voda bi se provodila tunelom promjera 4,6 m, dužine 8,5 km kroz masiv Kamešnice do kompenzacionog bazena Donja Korita s druge strane brda. Tu bi se uz pomoć kamene nasute brane lako mogao ostvariti manji kompenzacioni bazen. Odatle bi se nastavilo tunelom istoga profila dužine 2 km da bi se preko vodne komore i dva vanjska tlačna cjevovoda promjera 3 m, dužine 1700 m, došlo do centrale koja bi se smjestila negdje na potezu od sela Rude do izvora potoka Rude u horizontu Sinjskog polja. Na ovaj bi se način uz instalirani protok od 50 m^3/sek i bruto-pad od 410 m postigla proizvodnja od oko 650 milijuna kWh godišnje.

Literatura

Ing. Stjepan Reštarević: *Hidroenergetsko rješenje područja Cetine i kraških polja.* Građevinar broj 1, 1956.

Ing. Boris Pavlin: *Energetsko iskorištenje i vodoprivredno rješenje kraških polja šireg sliva Cetine.* — Elektroprojekt 1959.

Ing. Bičanić: *Bilans voda kraških polja šireg sliva Cetine.* Elektroprojekt 1960.

Ing. Bičanić: *Dovodni kanali za energetsko korištenje kraških polja šireg sliva Cetine.* — Elektroprojekt 1961.

Naslov pisca: Ing. Žarko Plančić, Dalmatinske hidroelektrane, Split, Svačićeva ulica 4/II

ODVODNICI PRENAPONA I NJIHOVA ISPITIVANJA

Blaž Uzelac, Zagreb

Dani su osnovni pojmovi i definicije karakteristika odvodnika prenapona, te je ukazano na uvjete koji trebaju biti ispunjeni, da bi odvodnici prenapona postigli svoju svrhu. U drugom dijelu članka izloženi su rezultati ispitivanja odvodnika prenapona, koja su provedena u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu od 1957. do kraja 1960. Na kraju su dodani prijedlozi za poboljšanje prenapona zaštite u našim postrojenjima.

DK 621.316.98

Prije nego pređemo na iznašanje iskustva o zaštiti električnih postrojenja od prenapona, odnosno o ispitivanju odvodnika prenapona, osvježit ćemo neke pojmove i definicije, koje se odnose na taj predmet, razmatrajući samo vanjske prenapone tj. one, koji nastaju zbog atmosferskih utjecaja.

Sredstava za zaštitu od prenapona ima više vrsti, a svrha im je da zaštite izolaciju postrojenja ili jednog njegovog dijela od nedozvoljenih naprezanja, koja bi mogla biti štetna za izolaciju.

Od tih sredstava ovdje će se govoriti samo o *ventilnim odvodnicima.* To su aparati, koji se sastoje od iskrišta i s njima u seriju spojenih otpora, čija je veličina zavisna o naponu. Kod nekih izvedaba ovih aparata nalaze se još i otpori, koji su spojeni paralelno s iskrištima tj. koji ih na taj način premošćuju.

Ventilni odvodnici kod pojave prenapona probojem preko iskrišta uspostavljaju spoj vodiča sa zemljom preko prije spomenutih otpora i tako ograničavaju visinu prenapona. Pri tome otpori toliko ograniče struju, da je iskrišta mogu poslije prekinuti.

Proboj iskrišta odvodnika zove se *prorada odvodnika.*

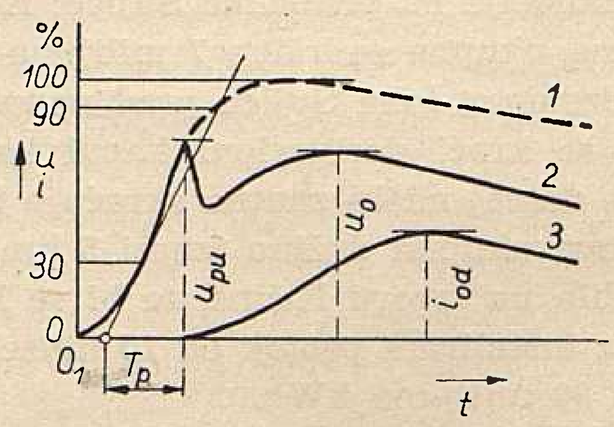
Proradni izmjenični napon odvodnika je efektivna vrijednost izmjeničnog napona, kod kojega odvodnik proradi, a ustanovi se tako, da se izmjenični napon postepeno diže, dok odvodnik ne proradi.

Proradni udarni napon je maksimalna vrijednost udarnog napona, koji se pojavljuje na odvodniku u toku proradnog vremena.

Proradno vrijeme je vrijeme od nazivnog početka udarnog napona pa do prorade odvodnika.

Ostatni napon je maksimalna veličina napona na odvodniku za vrijeme, dok kroz njega prolazi struja.

Nazivna odvodna struja je tjemena vrijednost struje za čiji je odvod dimenzioniran odvodnik prenapona.



Sl. 1. Karakteristike odvodnika prenapona

O_1 nazivni početak udarnog napona
U_{pu} proradni udarni napon
u_o ostatni napon
i_{od} odvodna udarna struja
T_p proradno vrijeme
1 krivulja udarnog napona kad odvodnik ne proradi
2 krivulja udarnog napona na odvodniku
3 krivulja udarne struje kroz odvodnik

Broj ispitanih odvodnika prenapona od 1. I. 1957. do 31. XII. 1960.

Tablica 1

Proizvodnja	Nazivni napon odvodnika u kV						
	0,4	6	10	20	30(35)	50(60)	110
Godina 1957.							
Merlin & Gerin		1	5		5		
G. E. C.			6				
N. E. P.			2				
Siemens & Schuckert	2	4	3	3	26		
AEG.		4	3			1	
Elektrosrbija			21		12		
BBC			3				3
Sprecher & Schuh						3	
Magrini					3		
C. G. E.					2		
ACEC		1					
Ukupno 1957.	2	10	43	3	48	4	3
Godina 1958.							
Merlin & Gerin		13					
G. E. C.			6				
N. E. P.		2	3				
Siemens & Schuckert	3	71	3	16	6		3
AEG.		60	3	7	3		
Elektrosrbija			100		3		
BBC				3			
Sprecher & Schuh						3	
Magrini			16				
CGE		1					
ACEC			3				
—			3				
Ukupno 1958.	3	147	137	26	12	3	3
Godina 1959.							
Merlin & Gerin			9		3		
N. E. P.			1				
Siemens & Schuckert		1	7	6	50		3
AEG		4	6		8		
Elektrosrbija			90		26		
BBC			3		4		
Sprecher & Schuh						3	
Magrini			11		8		
C. G. E.					4		
ACEC			1				
—	1	1	2				
Ukupno 1959.	1	6	130	6	103	3	3
Godina 1960.							
Siemens & Schuckert		3	11		24		
AEG.			5		10		
Elektrosrbija			464		39		
Magrini					5		
Ganz					3		
Sprecher & Schuh					3	3	
BBC			3				
ASEA			3		8		3
—			4	3	3		
Ukupno 1960.		3	490	3	95	3	3

Popratna struja je struja, koja utjecajem pogonskog napona teče kroz odvodnik u vremenu od početka prorade pa do prekida te struje.

Napon gašenja je efektivna vrijednost maksimalnog napona pogonske frekvencije, kod kojeg se popratna struja još prekida.

Na sl. 1 radi lakšeg pregleda vide se neke od gore definiranih veličina.

Kao što smo već spomenuli svrha je odvodnika prenapona, da štiti izolaciju postrojenja. Prema tome kod pojave prenapona odvodnik mora ograničiti prenapon na veličinu, koja je niža od preskočnog ili probojnog napona izolacije postrojenja, koje odvodnik štiti. Drugim riječima on mora koordinirati izolaciju.

Pod *kordinacijom izolacije* (kao što to propisuju i JUS N. BO. 030) razumiju se mjere, poduzete s ciljem sprečavanja štete od prenapona na električnim postrojenjima kao i lokaliziranjem proboja odnosno preskoka na ona mjesta, na kojima neće nanijeti štetu. Za ta mjesta predviđaju se u dobrom tehničkom rješenju odvodnici prenapona.

U nekim državama prihvaćene su tri izolacione razine, a u nekim (npr. u Švicarskoj) dvije. Kod nas taj problem još nije riješen, pa se prema tome nećemo ovdje ni osvrtati na to, a izlaganje gledišta o tome, da li 2 ili 3 izolacione razine, zahtijevalo bi opširne elaborate, koji se ne mogu staviti u okvir ovog članka. Bez obzira na sve to, potrebno je kao osnovno naglasiti činjenicu, koja je gore spomenuta, da odvodnik mora ograničiti prenapon na veličinu, koja ne može izazvati štetu u postrojenju.

Kako se iz svega dosadašnjeg vidi odvodnik mora imati određene granice proradnog napona, i to donju i gornju. Donju zato, da ne bi prorađivao kod prenapona, prouzrokovanih pogonom, što bi dovelo do njegovog oštećenja odnosno uništenja, a gornju zato, da bi mogao štititi postrojenje. Prema propisima VDE 100% udarni proradni napon ne smije prijeći slijedeće veličine:

Nazivni napon odvodnika	Maks. 100% pror dni udarni napon
10 kV	40 kV
30 kV	120 kV
110 kV	374 kV

Isti propisi preporučuju, da proradni izmjenični napon bude u niže navedenim granicama za nazivne napone

od 1—6 kV u granicama (2—3,5) U_n
za 6 i iznad 6 kVA u granicama (2—2,5) U_n

Treba obratiti pažnju i na uzemljenja odvodnika. Treba paziti, da odvodnik bude što kraćim putem spojen s uzemljenjem postrojenja, koje štiti. Otpor uzemljenja treba biti što niži po mogućnosti oko 5 oma i niže.

Za vrijeme odvođenja prenapona napon na odvodniku prema zemlji postrojenja jednak je sumi ostatnog napona odvodnika i pada napona u spoju od odvodnika do uzemljenja. Radi toga smo i tražili, da taj spoj bude što kraći.

Ospeg zaštite odvodnikom prenapona određuje se na temelju poznatih karakteristika odvodnika za odgovarajući udarni napon. Budući da ti podaci obično nedostaju, kao praktične smjernice treba uzeti, da udaljenost od odvodnika prenapona do štićenog objekta ne bude veća od 30 m kod nazivnog napona do 30 kV, odnosno 60 m kod nazivnog napona preko 40 kV.

Prema ovome izlazi, da bi trebalo odvodnike prenapona postavljati u transformatorskim stanicama do 30 kV na svaki zračni vod, kako bi se postrojenje moglo štititi i kod iskopčanog bilo kojeg voda, dok ih u stanicama 110 kV treba postaviti u blizini transformatora, jer su u tim stanicama udaljenosti takove, da odvodnik na ulazu dalekovoda u stanicu, ne bi mogao uspješno štititi transformator.

Budući da će odvodnik samo onda moći vršiti svoju zadaću ako je ispravan, to je neophodno potrebno, da se od vremena do vremena njegova ispravnost kontrolira.

Radi toga i naši »Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja« traže, da se odvodnici prenapona kontroliraju iza jačih atmosferskih pražnjenja odnosno najmanje jedanput godišnje. Ovaj se rok smije prekoračiti samo u iznimnim slučajevima teške elektroenergetske situacije i to na temelju dokumentiranog nalaza stručne komisije i uz saglasnost nadležnog tehničkog inspektorata (Služb. list FNRJ broj 6 od 6. 2. 1957.)

Kontrolna ispitivanja sastoje se u tome, da se ispita proradni napon, bilo izmjenični bilo udarni.

Institut za elektroprivredu u Zagrebu provodi već godinama takva ispitivanja, pa će biti interesantno nabrojiti neke rezultate toga rada, kao i opažanja odnosno primjedbe u vezi s time.

Unatoč našim službenim propisima u mnogim se postrojenjima kontrolna ispitivanja odvodnika prenapona ne vrše. Elektroenergetska inspekcija upozoravala je okružnicama poduzeća na tu njihovu dužnost, što je imalo povoljne rezultate, jer su poslije toga neka poduzeća slala na ispitivanje odvodnike. Druga su se djelomično ili posve oglušila. Navodila su i neke objektivne razloge, kao npr. da radi velike udaljenosti transport odvodnika vrlo dugo traje, za koje vrijeme ostaje postrojenje nezaštićeno, zatim opasnost oštećenja odvodnika prigodom transporta itd. Da se to što je više moguće uskladi, Institut se je s pojedinim poduzećima dogovorio, da ga poduzeća par dana prije obavijeste o danu prispjeća odvodnika u laboratorij i o količini, kako bi mogao izvršiti potrebne pripreme.

Na taj način je bilo moguće odvodnike odmah ispitati, čim je kamion s njima prispio i još ih isti dan odvesti natrag s rezultatima ispitivanja.

Rezultati ispitivanja odvodnika prenapona u laboratorijima Instituta vide se iz priloženih tablica.

U tablici 1 prikazane su količine ispitanih odvodnika prenapona raznih proizvođača i nazivnih napona u pojedinim godinama počevši od 1957. pa do kraja 1960.

U tablici 2 naveden je za svaku pojedinu godinu i nazivni napon, ukupan broj ispitanih odvodnika, kao i broj odvodnika, koji su ispitivanjem utvrđeni neispravnima.

U tablici 3 izražen je u procentima od ukupno ispitanih, broj neispravnih odvodnika.

Treba napomenuti, da kroz čitavi ovaj period uvijek ista poduzeća šalju odvodnike na ispitivanje i to ona, koja su u blizini Zagreba. Iz udaljenijih krajeva slali su se na ispitivanje odvodnici samo u iznimnim slučajevima, npr. kad je nastao kvar u postrojenju zbog prenapona, pa su htjeli provjeriti prenaponsku zaštitu ili slično.

Isto tako bila su iznimna ispitivanja odvodnika prenapona niskog napona, kao i napona 110 kV.

Iz priloženih tablica se vidi da je od tih napona ispitano svake godine samo par komada, pa zato nisu njihovi rezultati ni uzimani u obzir.

Kod slaganja tablica namjerno nije naveden broj odvodnika, koji su prilikom ispitivanja pronađeni neispravnima, za svaku pojedinu firmu posebno, kako bi se izbjeglo eventualno uspoređivanje i krivi zaključci. Uzrok neispravnosti, naime, ne mora biti konstrukcija odvodnika, odnosno proizvodnja, nego to zavisi i od raznih drugih faktora (da li je pravilno odabran, kad je postavljen u postrojenje, koliko puta je zbog atmosferskih prenapona prorađivao, kakvi su bili prenaponi itd.; nadalje bi usporedba bila onemogućena radi velike razlike u količinama ispitanih odvodnika pojedinih firma i slično). Budući da tih podataka nema ili se ne mogu svesti na zajednički nazivnik, to bi svako uspoređivanje samo dovodilo do zablude.

Treba još općenito spomenuti, da je malen broj ispitanih odvodnika, a da bi se mogao odrediti realan procent neispravnih. Ali to za naše razmatranje nije od odsudne važnosti. Važno je ovdje ustanoviti činjenicu, da u *našim postrojenjima ima priličan postotak neispravnih odvodnika, kao što su to ova djelomična ispitivanja pokazala, a njihova uprava živi u uvjerenju, da su postrojenja zaštićena.*

Osim broja neispravnih odvodnika, koji je u tablice unesen, utvrđen je i manji broj odvodnika, koji je imao nešto veći proradni napon od garantiranog odnosno propisima preporučenog. Ti su odvodnici okarakterizirani, da nisu sigurna zaštita, pa bi u tim slučajevima trebalo prokontrolirati izolacione razine u odnosnim postrojenjima, da se utvrdi uspješnost zaštite odvodnicima. Kako je to u vezi s odlukom o načinu koordinacije izolacije, trebalo bi tome problemu posvetiti više pažnje i što prije ga riješiti.

Broj ispitanih i među njima pronađenih neispravnih odvodnika prenapona — Tablica 2

Godina	Nazivni napon odvodnika prenapona u kV													
	0,4		6		10		20		30 (35)		50 (60)		110	
	Ispitano	Neispravno	Ispitano	Neispravno	Ispitano	Neispravno	Ispitano	Neispravno	Ispitano	Neispravno	Ispitano	Neispravno	Ispitano	Neispravno
1957.	2	—	10	2	43	5	3	—	48	4	4	—	3	—
1958.	3	—	147	46	137	5	26	10	12	1	3	—	3	—
1959.	1	1	6	—	130	16	6	—	103	17	3	—	3	—
1960.	—	—	3	—	490	56	3	2	95	26	3	—	3	3
Ukupno	6	1	166	48	800	82	38	12	258	48	13	—	12	3

U vezi s postavljanjem i održavanjem odvodnika prenapona u postrojenjima opaženo je slijedeće:

a) Kad se jedanput završi montaža postrojenja, u većini slučajeva, više se odvodniku prenapona ne obraća pažnja.

b) Ne vidi se evidencija o odvodnicima prenapona (dan stavljanja u pogon, karakteristike, datum ispitivanja itd).

c) Rijetko gdje su postavljeni registratori prorade odvodnika prenapona, a ako i jesu, to je za sva tri odvodnika jedan.

d) Ne vodi se statistika ni evidencija kvarova niti se detaljno opisuju, kao ni uvjeti pod kojima su nastali.

e) Ne mjere se struje gromova u pojedinim područjima, što bi poslužilo za pravilan izbor i postavljanje prenaponske zaštite.

ZAKLJUČAK

1) Unatoč našim propisima kontrolna ispitivanja odvodnika prenapona samo su djelomična i rijetka.

2) Dosadašnjim ispitivanjima utvrđen je priličan postotak neispravnih odvodnika prenapona u našim postrojenjima.

3) Potrebno je izvršiti studije prenaponske zaštite u našim postrojenjima.

Od ukupno ispitivanih u procentima izraženi broj neispravnih odvodnika Tablica 3

Godina	Nazivni napon odvodnika prenapona				
	6 kV	10 kV	20 kV	30 (35) kV	50 (60) kV
1957.	20 %	11,6 %	—	8,3 %	—
1958.	31,4 %	3,6 %	38,5 %	8,3 %	—
1959.	—	12,3 %	—	16,5 %	—
1960.	—	11,4 %	66,6 %	27,3 %	—
Od 1957. do kraja 1960.	29 %	10,2 %	31,5 %	18,6 %	—

4) Treba postići, da se obavljaju kontrolna ispitivanja odvodnika prenapona osobito viših napona i naročito u područjima, koja su više izvrgnuta atmosferskim pražnjenjima.

5) Treba organizirati u svim postrojenjima statistiku i evidenciju u vezi s prenaponskom zaštitom.

6) Treba uz odvodnike prenapona postaviti registratore prorade odvodnika.

7) Potrebno je organizirati opću službu mjerenja struja gromova.

8) Treba što prije riješiti način koordinacije izolacije u našim postrojenjima.

9) Potrebno je, dok se ne donesu naši propisi, odrediti kojih se propisa treba privremeno pridržavati.

Naslov pisca: Ing. Blaž Uzelac, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

BAKAR I ALUMINIJ U GRADNJI RAZVODNIH POSTROJENJA

Jože Vide, Maribor

Autor iznosi glavne karakteristike aluminija kao vodiča u razvodnim postrojenjima te uspoređuje bakar i aluminij s obzirom na električnu vodljivost, mehaničku čvrstoću i zagrijavanje profila. Na temelju cijelog razmatranja donosi na kraju zaključke o upotrebljivosti aluminija.

DK 621.311.4 : 621.316.1

U najnovije vrijeme upotreba bakra u elektrotehnici sve se više ograničava kako u svijetu tako i u našoj zemlji. Najnovija uredba Saveznog izvršnog vijeća o upotrebi bakra na području prijenosa električne energije već je osjetno orijentirala poduzeća za prijenos električne energije na upotrebu aluminija i na kombinaciju aluminij-čelik umjesto bakra Budući da se razvodna postrojenja i transformatorske stanice u velikoj većini projektiraju i izvode bakrenim materijalom, to bi se mogle uštedjeti znatne količine bakra, kad bi se u takvim postrojenjima bakar zamijenio aluminijem. Kratka ekonomska analiza upotrebe aluminija umjesto bakra, odnosno usporedba karakterističnih elemenata bakrenih i aluminijskih sabirnica, prikazuje područje opravdanosti upotrebe jednog ili drugog materijala.

Uvod

Elektrolitski bakar za potrebe elektroindustrije i prijenosa postaje u posljednje vrijeme sve kritičniji materijal. U svijetu se već duže vremena bakar za pojedine namjene u elektrotehnici zamjenjuje aluminijem. Upotrebom aluminija pojavili su se novi problemi — ekonomični presjeci, aluminij ili čelik-aluminij, egzaktno rješavanje spojnih mjesta, ponašanje aluminija u korozionoj atmosferi i slično. Manja specifična težina i manja cijena aluminija povlači za sobom i negativnu stranu — povećanje specifičnog otpora i manja dozvoljena mehanička naprezanja. Budući da su mehanička naprezanja u savremenim rasklopnim postrojenjima, zbog sve većih rasklopnih snaga, već postigla velike vrijednosti, to se mehaničke karakteristike ne smiju zanemariti pri dimenzioniranju sabirnica. Aluminij stvara s nekim drugim metalima, uz prisustvo elektrolita, galvanski element, koji prouzrokuje koroziju na kontaktnom mjestu. Na osnovu poznate tablice [5] može se odrediti s kojim elementima stvara aluminij elektrolitski nepovoljne kombinacije, a u kojim kombinacijama ne postoji vjerojatnost korozije odnosno postoji u smanjenoj mjeri.

S bakrom se aluminij može dobro spajati. Veće su teškoće s vijčanim materijalom. Pocinčani vijčani dijelovi ne dolaze u obzir, jer cink stvara s aluminijem jak element, koji dovodi do korozije aluminija. Prema dosadašnjim iskustvima s aluminijem osnovni je pro-

blem korozije stvaranje malih galvanskih jedinica, koje dovode do električnog pretvaranja ili putovanja materijala s elektrode na elektrodu.

Na tome se osniva glavni princip, koji uslovljava upotrebu aluminija u gradnji razvodnih električnih postrojenja ili sličnih uređaja: kontaktno mjesto aluminija s drugim metalima mora biti suho ili tako zaštićeno, da se spriječi stvaranje elektrolitske korozije.

Koeficijent rastezanja aluminija u usporedbi s bakrom je nepovoljniji (α_{Al} = 22,5 — 24,5 · 10^{-6} ^{0}C; α_{Cu} = 15,5 · 10^{-6} ^{0}C). To povlači za sobom pažljivije predviđanje mogućnosti dilatacije i relativno kratkih aluminijskih profila. Posebna pažnja mora biti posvećena dobrom spoju. Različiti materijali s raznim koeficijentima rastezanja mogu kod promjena opterećenja, a time i promjena temperature kontaktnog mjesta u nepovoljnoj kombinaciji, odnosno neispravnoj izvedbi kontaktnog mjesta, prouzročiti prekomjerno zagrijavanje spoja.

Površinski dozvoljeni pritisak za aluminij je manji od bakra, pa se treba kod izvedbe spoja brinuti, da se plastički ne deformira spojno mjesto.

S obzirom na k atak prikaz najbitnijih problema prilikom uvođenja aluminija umjesto bakra u razvodno postrojenje, može se zaključiti, da će se morati računati s izvjesnim povećanjem troškova, koji kod upotrebe bakra otpadaju; spojna mjesta kako aluminija s aluminijem, a posebno aluminija s drugim metalima, traže brižljivu obradu i donekle specijalni spojni materijal.

Kod vanjske montaže spoj aluminija s ostalim materijalima skoro je uvijek problematičan. Specijalne spojnice odnosno podloške (na pr. Cupal-lim) koje imaju za cilj onemogućiti spoj aluminij-bakar (ili bilo koji drugi metal) ne zadovoljavaju u punoj mjeri. Izgleda da će tehnika plastičnih materijala, koji se u najnovije vrijeme sve više upotrebljavaju i za vanjsku izolaciju (npr. mjerni transformatori za najviše napone, potporni izolatori i sl.) bolje riješiti problem spojnog mjesta time da se ono sasvim zalije masom.

Možemo zaključiti: aluminij u usporedbi s bakrom kao element u razvodnom postrojenju ima svojih dobrih i slabih osobina. Nekoliko ekonomskih usporedbi aluminija i bakra sa stanovišta električnih opteretivosti, mehaničkih osobina i cijena pokazanih u karakterističnom dijagramu, pokazat će, u kakvim odnosima trenutno nastupaju oba metala u našoj zemlji u gradnji električnih razvodnih postrojenja.

TEHNIČKA USPOREĐENJA ALUMINIJA I BAKRA PRI UPOTREBI U ELEKTRIČNIM RAZVODNIM POSTROJENJIMA

Sabirnice i goli vodiči u električnim razvodnim postrojenjima moraju se projektirati na takav način, da se uzimaju u obzir slijedeći faktori:

1. izbor materijala,
2. oblik profila,
3. struja opterećenja,
4. mehanička čvrstoća u normalnom pogonu i dinamičko opterećenje kod kratkog spoja,
5. termičko opterećenje kod kratkog spoja,
6. proračun rezonancija sabirnica,
7. mogućnosti priključka aparata,
8. troškovi za materijal sabirnica, spojni materijal i montažu.

Ne ulazeći u potankosti pojedinih kriterija za proračun sabirnica i priključnih vodova napravit ćemo nekoliko usporedbi aluminijskog i bakrenog profila kod ponašanja u električnom razvodnom postrojenju.

a) Usporedba bakrenog i aluminijskog profila s obzirom na Džulove gubitke profila

Pretpostavimo, da je za vođenje određene struje I potreban bakreni profil težine T_b. Tražimo ekvivalentni aluminijski profil, koji će imati jednake Džulove gubitke kao bakreni.

Izraz za Džulove gubitke bakrenog profila glasi

$$P_{Cu} = I^2 \cdot \frac{l}{\lambda_{Cu} F_{Cu}} \quad \text{W}$$

a za aluminijski profil

$$P_{Al} = I^2 \frac{l}{\lambda_{Al} F_{Al}} \quad \text{W}$$

gdje je

l	dužina profila	m
λ	vodljivost materijala	m Ω^{-1} · mm^{-2}
F	presjek profila	mm^2.

Podijelimo li ova dva izraza, uz pretpostavku jednakih gubitaka $P_{Cu} = P_{Al}$ dobivamo

$$\frac{F_{Al}}{F_{Cu}} = \frac{\lambda_{Cu}}{\lambda_{Al}} \quad \text{W}$$

Ako se za vodljivost uvrste odgovarajuće brojke za bakar i aluminij, dobije se odnos presjeka profila kod jednakih gubitaka

$$\frac{F_{Al}}{F_{Cu}} = \frac{56}{36} = 1{,}65 .$$

Budući da je odnos specifičnih težina aluminija i bakra 2,7/8,9 = 0,33, to će odnos težina profila istih Džulovih gubitaka biti

$$T_{Al} = 1{,}65 \cdot 0{,}33 \cdot T_{Cu} = 0{,}5\ T_{Cu} \text{ kg}$$

Kod upotrebe aluminija umjesto bakra, povećava se iznos za spojni materijal odnosno za montažu spojnih mjesta (kadmirani vijci, specijalne podloške, zaštita premazima, specijalna obrada spojnog mjesta i sl.). Vrijednost povećanja troškova iznosi A Din. Za opravdanost upotrebe aluminija umjesto bakra mora važiti uvjet, da cijena bakra S_{Cu} mora biti veća ili jednaka sumi cijene aluminija S_{Al} i povećanja troškova A

$$S_{Cu} = S_{Al} + A \text{ Din}$$

Ako su C_{Cu} i C_{Al} jedinične cijene bakra odnosno aluminija, odnos cijena profila iznosi:

$$T_{Cu} \cdot C_{Cu} \geqq T_{Al} \cdot C_{Al} + A \text{ Din}$$

$$A \leqq T_{Cu} \cdot C_{Cu} - T_{Al} \cdot C_{Al} \text{ Din}$$

Uvrstimo li prije nađeni odnos za T_{Al}, dobivamo

$$A \leqq T_{Cu} \cdot C_{Cu} - 0{,}5\ T_{Cu} \cdot A_{Al} \text{ Din}$$

$$A \leqq T_{Cu}\ (C_{Cu} - 0{,}5\ C_{Al}) \text{ Din}$$

Ako se u gornji izraz uvrsti srednja cijena različitih b krenih i aluminijskih profila

$$C_{Cu} = 1{,}425 \text{ Din/kg}$$

$$A_{Al} = 850 \text{ Din/kg}$$

dobije se jednostavan rezultat

$$A \leqq 1.000 \cdot T_{Cu} \text{ Din.}$$

Na osnovu gornjeg izraza možemo jednostavno i brzo ocijeniti rentabilnost bakra, odnosno aluminija s obzirom na dodatri potrebni spojni materijal.

b) Usporedba bakrenog i aluminijskog profila s obzirom na jednaku mehaničku čvrstoću profila

Kako je već u početku navedeno, sabirnice i priključni vodovi moraju mehanički odgovarati kako u n rmalnom pogonu tako i za slučaj dinamičkog opterećenja kod kratkog spoja. Sam proračun u pogledu mehaničkog opterećenja koja su i s tim u vezi, i dozvoljena naprezanja u provodnom materijalu zbog kompliciranih popratnih pojava kod kratkog spoja još nisu precizirana [6, 2, 3]. U literaturi i u praksi navodi se više raznih obrazaca za izračunavanje momenta savijanja, koji svi proizlaze iz osnovnog statičkog obrasca za moment savijanja grede s dvije potpore $M_b = P \cdot 1/8$, gdje je P kontinuirano statičko opterećenje profila.

U praksi se računa ili s izrazom [6]

$$M_b = \frac{P \cdot l}{16} \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

i kod toga uzima karakteristika materijala

$$K_{b\,Cu} = 1000 - 1200 \text{ kg/cm}^2$$

za bakrene sabirnice i

$$K_{b\,Al} = 400 - 600 \text{ kg/cm}^2$$

za aluminijske sabirnice

ili s izrazom [3]

$$M_b = \frac{P \cdot l}{12} \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

s karakteristikom materijala

$K_{b\,Cu} = 2800$ kg/cm² za bakrene sabirnice i

$K_{b\,Al} = 1000$ kg/cm² za aluminijske sabirnice.

Ne upuštajući se u diskusiju o pravilnosti jednog ili drugog izraza, uzet ćemo kao osnovu prvi izraz i na osnovu toga usporediti bakar i aluminij s obzirom na mehaničku čvrstoću.

Ako je moment otpora pravokutnog profila visine h cm i širine b cm

$$W = \frac{h\,b^2}{6} \text{ cm}^3$$

tada je za bakrene profile $K_{Cu} = M_b/W_{Cu}$, a za aluminijske profile $K_{Al} = M_b/W_{Al}$.

Dijeljenjem ovih dvaju izraza dobije se uz jednaki moment savijanja u oba slučaja

$$\frac{K_{Cu}}{K_{Al}} = \frac{W_{Al}}{W_{Cu}} = \frac{h_{Al}\,b^2_{Al}}{h_{Cu}\,b^2_{Cu}}.$$

Pretpostavi li se linearno povećanje profila tj. da su linearne dimenzije aluminijskog profila f puta veće od bakrenog, dobije se

$$h_{Al} = f\ h_{Cu}, \qquad b_{Al} = f\ b_{Cu}$$

$$\frac{K_{Cu}}{K_{Al}} = \frac{f\,h_{Cu} f^2\,b^2_{Cu}}{h_{Cu}\,b^2_{Cu}} = f^3$$

$$\frac{K_{Cu}}{K_{Al}} = \frac{1100}{500} = 2{,}2$$

$$f^3 = 2{,}2 \qquad f = 1{,}3$$

Ako se kod aluminijskog profila moraju dimenzije povećati linearno 1,3 puta, znači da se površina prosjeka profila povećala $f^2 = 1{,}7$ puta. Kako je, naravno, dužina profila kod oba materijala ista, težina aluminijskog profila povećava se

$$\frac{2{,}7}{8{,}9} \cdot 1{,}7 = 0{,}51 \text{ puta.}$$

Dakle s obzirom na odnose u pogledu mehaničke čvrstoće dob'je se odnos težina

$$T_{Al} = 0{,}51\ T_{Cu} \text{ kg}$$

Vidimo da je odnos težina obaju profila gotovo jednak, kao kod uspoređivanja na osnovu Džulovih gubitaka. Jednakim razmatranjem uz uvrštenje cijena dobivamo

$$A \leqq 990\ T_{Cu} \text{ Din}$$

Budući da se kod proračuna priključnih vodova odnosno više paralelnih vodiča radi samo o različitim vrijednostima konstantnog faktora, koji ne ovisi o materijalu, možemo za praktičku upotrebu zaključiti, da je u pogledu mehaničkih osobina rentabilno zamijeniti bakar s aluminijem u koliko dodatni troškovi ne iznose više od 990 T_{Cu}.

c) Usporedba bakrenog i aluminijskog profila s obzirom na zagrijavanje kod kratkog spoja

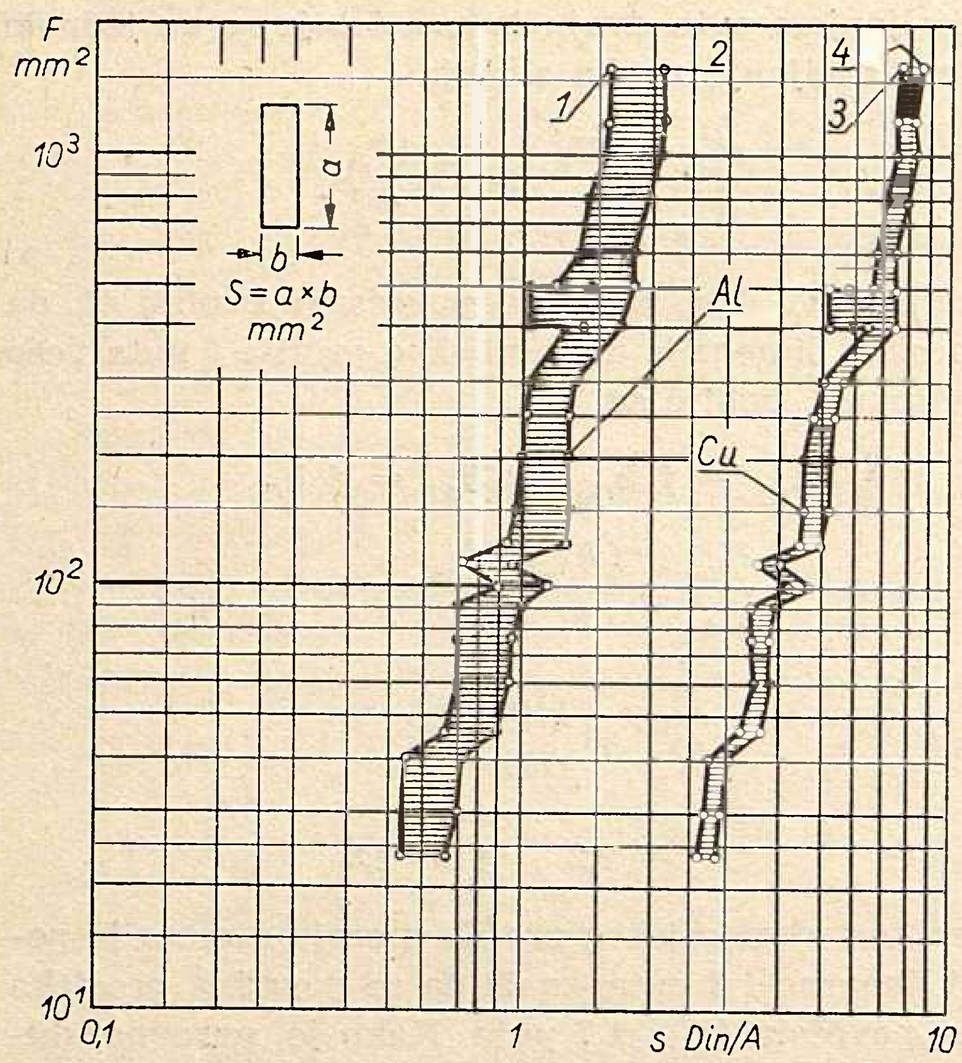
Zagrijavanje profila u slučaju kratkog spoja ovisi o vremenu isklopa učinskog prekidača ili nekog drugog aparata, koji ima sposobnost isklopiti postrojenje od napona i time spriječiti napajanje mjesta kratkog spoja energijom. Kako je svaka manipulacija električnim aparatima bilo preko releja, bilo ručnim putem vezana na odgovarajuće vlastito vrijeme trajanja, to moraju sabirnice za to vrijeme biti sposobne da izdrže termičko naprezanje u kratkom spoju.

U literaturi [3,1] mogu se naći već izračunati dijagrami, koji na jednostavan način pokazuju kroz koje vrijeme pojedini presjek može izdržati određenu struju.

$$F_{Cu} = 5{,}8 \cdot I_{kCu} \cdot \sqrt{t_{Cu}} \text{ mm}^2,$$

$$F_{Al} = 9{,}5 \cdot I_{kAl} \cdot \sqrt{t_{Al}} \text{ mm}^2,$$

$$F_{Al} = \frac{9{,}5}{5{,}7} \cdot F_{Cu} = 1{,}64 \cdot F_{Cu} \text{ mm}^2$$



Dijagram

Prikaz cijene materijala (bakar ili aluminij) po prenesenom amperu za jednostruki profilni vodič, montiran s dužom ivicom u vertikalnom položaju.

1 — krivulja jedinične cijene za obojeni aluminijski profil raznih presjeka,
2 — krivulja jedinične cijene za goli aluminijski profil raznih presjeka,
3 — krivulja jedinične cijene za obojeni bakreni profil raznih presjeka,
4 — krivulja jedinične cijene za goli bakreni profil raznih presjeka.

Ako sada usporedimo ekvivalentne presjeke aluminijskog profila za jednake Džulove gubitke, za jednaku mehaničku čvrstoću i za jednake uslove zagrijavanja kod kratkog spoja, vidimo, da su sve te prednosti vrlo blizu, odnosno da su praktički jednake s obzirom na promjene dnevnih cijena.

d) Usporedba bakrenog i aluminijskog profila s obzirom na cijenu metala po prenesenom amperu

Za prijenos određene struje potrebno je predvidjeti odgovarajući presjek vodiča jednog ili drugog metala. Za jasniju sliku izračunana je cijena profilnog vodiča na 1 preneseni amper. Gornje cijene prikazane su u dijagramu 1. Na osnovu dijagrama kilogramske cijene po prenesenom amperu možemo zaključiti nekoliko bitnih karakteristika ponašanja bakra i aluminija kao vodljivog materijala u električnim razvodnim postrojenjima.

Kilogramske cijene po prenesenom amperu u svakom su slučaju za bakrene profile bitno veće od aluminija. Budući, da je spojno mjesto neobojeno to će stvarna opteretivost sabirnica, zavisna od broja priključaka po dužinskom metru, biti neka vrijednost između potpuno golog vodiča u jednom ekstremu i potpuno obojenog profila u drugom ekstremu. Crtkano područje na dijagramu 1 prikazuje područje između oba granična slučaja za bakar i aluminij. Vidimo, da je razlika opteretivosti znatnija za obojeni i neobojeni profil kod aluminija i to u znatnoj mjeri.

U dijagramu se vide osjetni skokovi u krivulji kilogramskih cijena do kojih dolazi zbog oblika presjeka profila. Jednaki presjek može imati različite oblike (na primjer 5 × 80 mm ili 10 × 40 mm) koji ne daju iste vrijednosti Din/kg.

U svakom slučaju bez obzira na način montaže sabirnica, jedinična je cijena po prenesenom amperu za bakar cca 5 do 7 puta veća od cijene aluminijskog vodiča.

ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih usporedbi najkarakterističnijih svojstava bakra i aluminija kao i prikazom dijagrama troškova prijenosnog metala po prenesenom amperu možemo zaključiti, da je uvođenje aluminija u gradnju električnih razvodnih postrojenja kod današnjeg stanja cijena u većini slučajeva opravdano. Pored generalnog zaključka možemo na osnovu prikazanih razmatranja reći slijedeće:

1. Na osnovu dosadašnjih iskustava s aluminijskim sabirnicama u našim postrojenjima možemo tvrditi, da kod pravilne pažljive montaže nije bilo poteškoća u pogonu.

2. Električna razvodna postrojenja, u kojima bi bile potrebne veće količine bakra, uvijek je rentabilno graditi aluminijem. Kod sadašnje cijene spojnog i provodnog materijala granica od cca ≥ 00 kg još je rentabilna.

3. Budući da je montažno limeno postrojenje jako izloženo promjenama temperature i kondenzacije vlage, ne preporuča se upotreba aluminija u blindiranim razvodnim postrojenjima vanjske montaže kod sadašnje tehnike izrade spojeva.

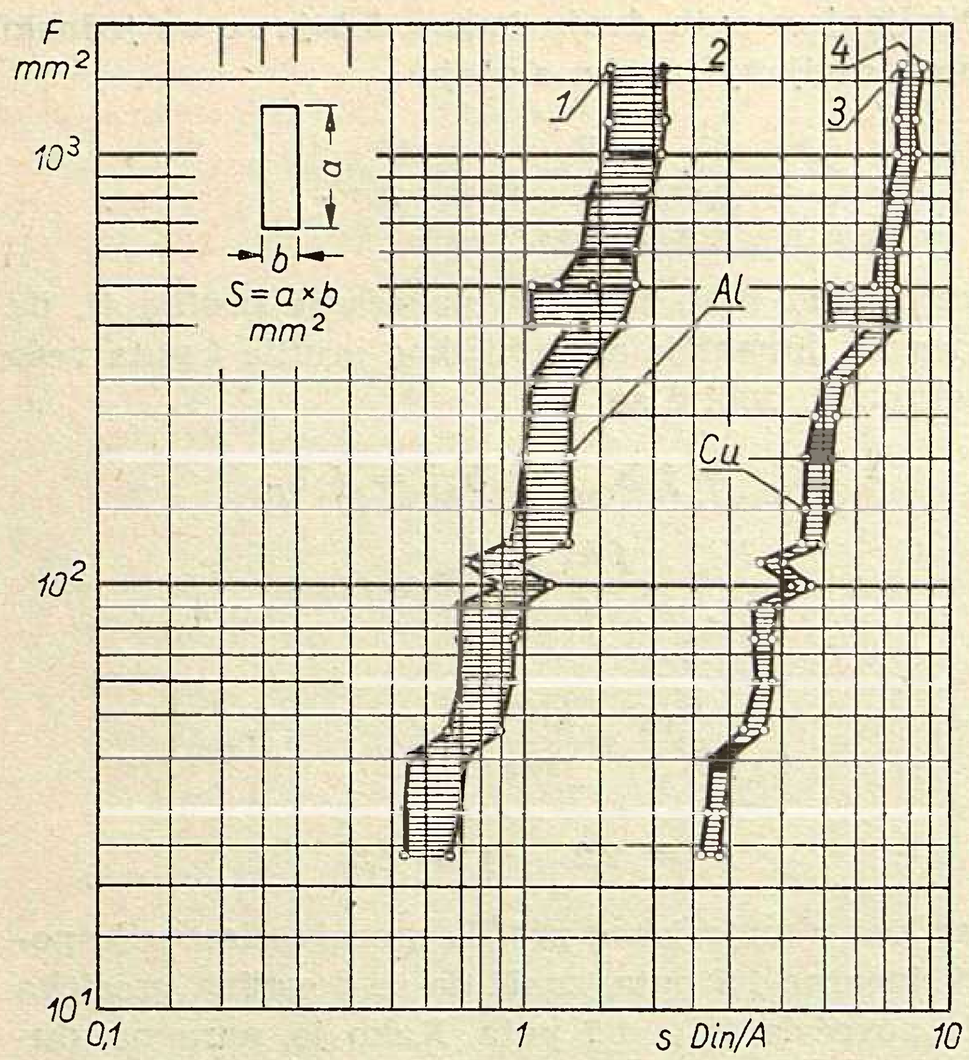
4. Iskustva u pogonu pokazuju, da su aluminijske sabirnice vrlo osjetljive na relativno male temperaturne promjene, pa treba posvetiti posebnu pažnju dobroj izvedbi spojnih mjesta na potpornim tačkama i predvidjeti dilatacione komade; razlike ljetne i zimske temperature mogu već prouzrokovati deformacije sabirnica.

5. Za pravilno uspoređivanje troškova jednog i drugog materijala treba računati pored ostalog i s određenim dodatkom *A*, koji obuhvaća troškove spojnog materijala i dodatne troškove montaže.

Literatura

[1] Ing. D. Kaiser: *Elektrotehnički priručnik*, Zagreb 1953.
[2] F. Sommerlatte: *Konstruktion von Schaltanlagen*, Berlin 1956.
[3] Siemens, *Formel- und Tabellenbuch.*
[4] *Handbuch für Planung, Konstruktion und Montage von Schaltanlagen*, BBC Mannheim 1956.
[5] A. Lahodny: *Aluminij i njegove legure*, Zagreb 1948.
[6] B. Fleck: *Hochspannungs- und Niederspannungs-Schaltanlagen*, Essen 1955.

Naslov pisca: Ing. Jože Vide, Hidromontaža, Maribor



Dijagram

Prikaz cijene materijala (bakar ili aluminij) po prenesenom amperu za jednostruki profilni vodič, montiran s dužom ivicom u vertikalnom položaju.

1 — krivulja jedinične cijene za obojeni aluminijski profil raznih presjeka,
2 — krivulja jedinične cijene za goli aluminijski profil raznih presjeka,
3 — krivulja jedinične cijene za obojeni bakreni profil raznih presjeka,
4 — krivulja jedinične cijene za goli bakreni profil raznih presjeka.

Ako sada usporedimo ekvivalentne presjeke aluminijskog profila za jednake Džulove gubitke, za jednaku mehaničku čvrstoću i za jednake uslove zagrijavanja kod kratkog spoja, vidimo, da su sve te prednosti vrlo blizu, odnosno da su praktički jednake s obzirom na promjene dnevnih cijena.

d) Usporedba bakrenog i aluminijskog profila s obzirom na cijenu metala po prenesenom amperu

Za prijenos određene struje potrebno je predvidjeti odgovarajući presjek vodiča jednog ili drugog metala. Za jasniju sliku izračunana je cijena profilnog vodiča na 1 preneseni amper. Gornje cijene prikazane su u dijagramu 1. Na osnovu dijagrama kilogramske cijene po prenesenom amperu možemo zaključiti nekoliko bitnih karakteristika ponašanja bakra i aluminija kao vodljivog materijala u električnim razvodnim postrojenjima.

Kilogramske cijene po prenesenom amperu u svakom su slučaju za bakrene profile bitno veće od aluminija. Budući, da je spojno mjesto neobojeno to će stvarna opteretivost sabirnica, zavisna od broja priključaka po dužinskom metru, biti neka vrijednost između potpuno golog vodiča u jednom ekstremu i potpuno obojenog profila u drugom ekstremu. Crtkano područje na dijagramu 1 prikazuje područje između oba granična slučaja za bakar i aluminij. Vidimo, da je razlika opteretivosti znatnija za obojeni i neobojeni profil kod aluminija i to u znatnoj mjeri.

U dijagramu se vide osjetni skokovi u krivulji kilogramskih cijena do kojih dolazi zbog oblika presjeka profila. Jednaki presjek može imati različite oblike (na primjer 5 × 80 mm ili 10 × 40 mm) koji ne daju iste vrijednosti Din/kg.

U svakom slučaju bez obzira na način montaže sabirnica, jedinična je cijena po prenesenom amperu za bakar cca 5 do 7 puta veća od cijene aluminijskog vodiča.

ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih usporedbi najkarakterističnijih svojstava bakra i aluminija kao i prikazom dijagrama troškova prijenosnog metala po prenesenom amperu možemo zaključiti, da je uvođenje aluminija u gradnju električnih razvodnih postrojenja kod današnjeg stanja cijena u većini slučajeva opravdano. Pored generalnog zaključka možemo na osnovu prikazanih razmatranja reći slijedeće:

1. Na osnovu dosadašnjih iskustava s aluminijskim sabirnicama u našim postrojenjima možemo tvrditi, da kod pravilne pažljive montaže nije bilo poteškoća u pogonu.

2. Električna razvodna postrojenja, u kojima bi bile potrebne veće količine bakra, uvijek je rentabilno graditi aluminijem. Kod sadašnje cijene spojnog i provodnog materijala granica od cca ≥ 00 kg još je rentabilna.

3. Budući da je montažno limeno postrojenje jako izloženo promjenama temperature i kondenzacije vlage, ne preporuča se upotreba aluminija u blindiranim razvodnim postrojenjima vanjske montaže kod sadašnje tehnike izrade spojeva.

4. Iskustva u pogonu pokazuju, da su aluminijske sabirnice vrlo osjetljive na relativno male temperaturne promjene, pa treba posvetiti posebnu pažnju dobroj izvedbi spojnih mjesta na potpornim tačkama i predvidjeti dilatacione komade; razlike ljetne i zimske temperature mogu već prouzrokovati deformacije sabirnica.

5. Za pravilno uspoređivanje troškova jednog i drugog materijala treba računati pored ostalog i s određenim dodatkom *A*, koji obuhvaća troškove spojnog materijala i dodatne troškove montaže.

Literatura

[1] Ing. D. Kaiser: *Elektrotehnički priručnik*, Zagreb 1953.
[2] F. Sommerlatte: *Konstruktion von Schaltanlagen*, Berlin 1956.
[3] Siemens, *Formel- und Tabellenbuch.*
[4] *Handbuch für Planung, Konstruktion und Montage von Schaltanlagen*, BBC Mannheim 1956.
[5] A. Lahodny: *Aluminij i njegove legure*, Zagreb 1948.
[6] B. Fleck: *Hochspannungs- und Niederspannungs-Schaltanlagen*, Essen 1955.

Naslov pisca: Ing. Jože Vide, Hidromontaža, Maribor

OSVRT NA KONSTRUKCIJE STUPOVA ZA DALEKOVODE 110 kV

Ranko Škarica, Zagreb

Opisuju se tipovi stupova 110 kV koji su do sada građeni u Jugoslaviji. Opisani su, sa svojim prednostima i manama, stupovi drveni, betonski i željezni rešetkasti, te izneseni razlozi primjene i napuštanja pojedinih vrsta stupova.

DK 621.315.66

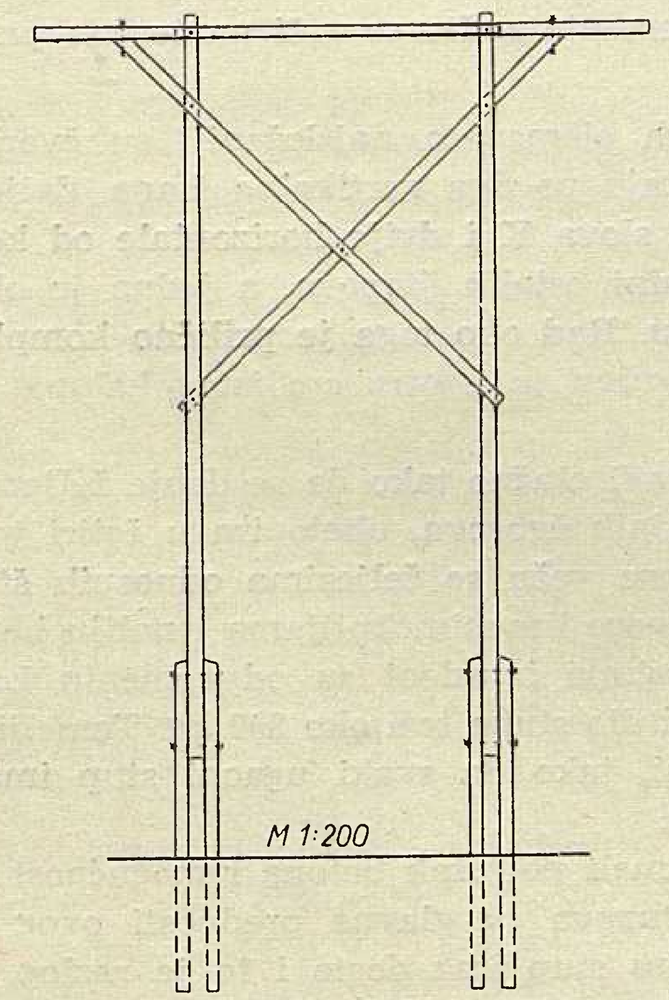
UVOD

Troškovi izgradnje dalekovoda visokog napona, kao i sam izbor i potrošak materijala predstavljaju veoma važan ekonomski problem, koji je kod nas došao do izražaja pri gradnji dalekovoda u poslijeratnoj elektrifikaciji naše zemlje.

Mnogi problemi, koji su se pojavljivali u toku gradnje nisu uspješno rješavani s tehničkog ni s ekonomskog gledišta, jer za to nije bilo vremena, a ni dovoljno stručnog kadra. S vremenom su se sticala iskustva u projektiranju i gradnji, pa su konstruktori dalekovoda, a u prvom redu konstruktori stupova počeli sve više voditi računa o ekonomičnijoj gradnji, koju su postepeno podizali i na viši tehnički nivo.

Nastojanja projektanata bila su usmjerena na pronalaženje prikladnog stupa, kojim bi se uskladili tehnički zahtjevi s ekonomskim mogućnostima. Šarolikost u oblicima stupova i upotrebljenom materijalu, kojim su se izvodili naši dalekovodi, najbolje nam potvrđuje, kolika su bila nastojanja u pronalaženju povoljnog rješenja. Događalo se zbog toga, da su neki tipovi stupova, pretežno od drva i armiranog betona brzo nestajali s gradilišta i ustupali mjesto boljim i jeftinijim konstrukcijama. Pravi preokret nastupio je pojavom stupova od čelika, dakle konstrukcijama, čiju vrijednost u većini slučajeva nije trebalo ispitivati i dokazivati, jer je postojalo bogato višegodišnje iskustvo u inozemstvu.

Ako prelistamo naše stručne časopise u kojima je povremeno prikazivan razvoj dalekovodne mreže od 110 kV u našoj zemlji ili ako se uputimo trasama dalekovoda diljem zemlje, susrest ćemo dalekovode, koji se razlikuju po obliku i dimenzijama glave stupa, kao i po obliku i upotrebljenom materijalu stupova. Naći ćemo dalekovode na drvenim stupovima, zatim na armiranim betonskim razne izvedbe, na rešetkastim od profilnog čelika i bešavnih cijevi, te na stupovima s prednapregnutim dijagonalama i konačno na stupovima sa zategama odnosno sidrima.



Sl. 1. Tipski drveni nosni stup serije DS 110

Da bi se bar donekle dobio pregled raznih tipova stupova, napisan je ovaj članak, a podaci su uzeti iz projekata, stručnih mišljenja, zabilješka i zapažanja s terena.

DRVENI STUPOVI

Klasični drveni stup izveden je u obliku portala. Svaka noga portala sastavljena je iz dva jarbola, koji su međusobno spojeni na nekoliko mjesta, a na polovini visine noge su međusobno spojene poluoblicama. Za nošenje vodiča služe dvije prečke, koje su postavljene tako, da se tanji kraj jedne nalazi uz deblji kraj druge. Alternativno ovaj stup je izveden i s nogarima, koji su postavljeni okomito na ravninu portala. Svaki jarbol ima dva nogara, dakle stup ima ukupno osam nogara. Zatezni stup se sastoji iz dvije četverokrake piramide i prečke rešetkaste konstrukcije od profilnog čelika.

Tipski drveni stup serija D S 110 (sl. 1) portalnog je oblika. Svaka noga portala sastavljena je od jednog jarbola i dva nogara, koji su postavljeni u ravnini portala. Radi ukrućenja stupa u smjeru okomito na vod služe dvije dijagonale, koje su pričvršćene na jarbole. Dijagonale se s gornje strane produžuju izvan nogu portala sve do prečke, te služe kao podupora prečkama, pa je time konzolni dio prečke smanjen.

Za nošenje vodiča služe dvije prečke, koje su postavljene tako, da svaka prečka samo s jedne strane strši izvan nogu portala. Prema tome konzolni dio prečke je jednostruk, a portalni dio prečke je dvostruk.

Zatezni stup se sastoji iz dvije četverostruke piramide i dvostruke prečke. Svaka piramida se sastoji od četiri jarbola, koji se pričvršćuju na betonski temelj zaplatama. Temelja ima ukupno 6, jer su srednji temelji zajednički za dva jarbola.

Prečke su postavljene tako, da se tanji kraj jedne nalazi uz deblji kraj druge. Između prečaka nalaze se umeci, koji ukrućuju prečku. Za veće vertikalne sile pojačava se prečka pomoću zatega, koja je izrađena od okruglog čelika promjera 20 mm.

Drveni stup s čeličnom prečkom također je izveden u obliku portala. Svaka noga portala sastavljena je od dva jarbola u obliku A-stupa, koji su na vrhu sastavljeni, a u pola visine povezani razuporama. Temeljenje stupa izvedeno je armiranim betonskim kliještima, po jedan par za svaki jarbol, dakle stup ima

ukupno četiri ra kliješta. Prečka je rešetkasta zavarena konstrukcija od profilnog čelika trokutnog prosjeka, a pričvršćena je na vrhove A-stupova. Nosači zaštitnog užeta, koji su izvedeni od U-profila direktno su pričvršćeni na A-stupove. Zatezni stupovi ovakve izvedbe nisu izrađivani.

Tipovi stupova od drva, koji su se kod nas izvodili iza rata, uglavnom su sličnih tehničkih kvaliteta, a s ekonomskog gledišta također se bitno ne razlikuju. Stupovi od drva izvodili su se jedino kao portali, dakle jednostavne konstrukcije kojima se nisu mogli postići veći rasponi. Zbog toga su troškovi za izolatore i ovjesni materijal bili nerazmjerno visoki, a složene i komplicirane konstrukcije, kojima su se mogli povećati rasponi nisu bile ekonomične.

U doba kada su se kod nas izvodili dalekovodi 110 kV na drvenim stupovima impregnacija je bila na dosta niskom stupnju, tako da je izvedba dalekovoda na drvenim stupovima i s tog razloga morala biti brzo napuštena.

Bilo je nekoliko pokušaja, da se ponovno upotrebi drvo kao materijal za stupove 110 kV vodova, ali bez uspjeha, usprkos znatno kvalitetnijoj impregnaciji.

ARMIRANI BETONSKI STUPOVI

Masivni betonski stup tipa *Šperac* izveden je u obliku *portala* ili jednostrukog stupa za tri odnosno šest konzola. Temeljenje stupova izvedeno je bloktemeljima.

Stupovi ovakve vrste izrađuju se na mjestu izgradnje i lijevaju se u stojećem stavu u drvenim kalupima upotrebom montažne drvene skele. U prethodno betoniranim temeljima ostavlja se rupa odgovarajućeg presjeka i dubine. Temeljni presjek stupa je kvadrat, koji za zatezne portalne stupove prelazi u pravokutnik. Prečka odnosno konzole su također od armiranog betona, a betoniraju se u drvenim kalupima, koji se postavljaju na specijalne viseće skele.

Drveni kalupi podižu se postepeno s betoniranjem stupa, a sastavljaju se od elemenata daščane oplate za svaku stranu stupa. Elementi su visoki 1,25 m, a širina odgovara površini strane stupa za svaki dio njihove visine.

Skele se sastoje iz okvirnih elemenata izrađenih od gredica i sastavljenih pomoću karika i klinova. Okviri su visoki 2,5 m, široki oko 2 m. Prije betoniranja stupa armatura se sastavlja i veže u skeli. Miješanje betona je ručno, beton je plastičan, a upotrebljava se supercement 300 kg na m^3 gotovog betona.

Može se reći, da su stupovi tipa *Šperac* poplavili sva naša gradilišta dalekovoda 110 kV u doba, kada su se kod nas gradili takvi dalekovodi skoro isključivo na stupovima od armiranog betona. Glavni razlog tome je jednostavna i brza izvedba stupova s priučenom radnom snagom i relativno mala potrošnja betonskog čelika, dakle ovaj stup je imao sve prednosti, koje su se tada tražile, kada je trebalo brzo podizati našu visokonaponsku mrežu, kad je betonski čelik bio deficitaran i kad je bio velik manjak na visokokvalificiranoj radnoj snazi.

Nedostatak ovog stupa, koji se nije u početku osjećao, je prijevoz, koji je tražio znatan broj transportnih sredstava. Izvjesni pokušaj da se smanjenjem kubature betona snize troškovi prijevoza nisu dali očekivane rezultate, pa je portalni stup morao dosta brzo ustupiti mjesto jednostrukom masivnom stupu, koji je trošio manje količine materijala.

Jednostruki armirani betonski stup, koji je u ravnim terenima dosta dugo konkurirao ostalim stupovima, pomalo je nestao iz upotrebe, ne zbog nekih osobitih mana, nego jednostavno zbog toga što se je pojavila nova era, era čeličnih stupova.

Takva situacija je bila pred nekoliko godina, danas su se međutim nedostaci masivnih stupova ispoljili i to više na portalnim, nego na jednostrukim stupovima. Naime došlo je do ljuštenja betona na mjestima, gdje je koncentrirana armatura, tj. na uglovima stupova, na prečkama odnosno konzolama. Razlog tome nije u konstrukciji stupova, nego u izvedbi što potvrđuje činjenica, da se je ta pojava jače ispoljila na stupovima, koji s rađeni odmah iza rata s radnom snagom, koja nije imala ni najnužniju kvalifikaciju za taj rad.

Na dalekovodima, koji su kasnije izvedeni nema oštećenja, jer se je u to doba počela voditi kontrola o kvaliteti betona, a i kontrola ugradnje betona znatno je pooštrena. Ova činjenica pokazuje, da su se masivni jednostruki stupovi mogli i dalje upotrebljavati naravno uz poboljšanu kvalitetu betona što se je moglo postići relativno lako primjenom solidnijih oplata i vibratora.

Najviše su oštećeni stupovi na vodovima Rakitje—Vinodol, Kraljevac—Split—Šibenik (portalni) i Mostar—Kraljevac. Izvjesni radovi, koji su poduzeti u svrhu popravka stupova ostali su bez većeg uspjeha i izgleda, da se nije našao način saniranja stupova, koji bi bio ekonomičan.

Rešetkasti betonski stup tipa *Umek* je jednostruka jela, a sastavljen je od prefabriciranih elemenata na mjestu ugradnje. Štapovi se izrađuju na vibracionim stolovima u kalupima od drva, s potrebnim željeznim okovom. Iz svakog elementa strše željeza za vezu sa susjednim elementom, što se vrši na terenu pri montaži stupa.

Od gotovih elemenata najsloženiji su čvorovi. U njima se sastaju po dva vertikalna štapa, dvije dijagonale poput slova K i dvije horizontale od kojih je jedna u ravnini ostalih štapova, a jedna je okomita na tu ravninu. Rad oko toga je prilično kompliciran, a pojednostavnjen je upotrebom istog kalupa za sve čvorove.

Stup se gradi etažno tako da se donje željezo, koje strši iz temeljnih čvorova, ubetonira u četiri temelja, a ostala željeza vežu se željezima odnosnih štapova, te sastavi zatvore limenim kutijama i naliju betonom. Svi dijelovi stupa izvedeni su od cementa Lafarge. Najteži gotovi dio stupa teži oko 200 kg. Temelji stupa su raščlanjeni, tako da svaki ugaoni stup ima svoj temeljni blok.

Relativno mali potrošak betona i mogućnost izvedbe visokih stupova su glavne prednosti ovog stupa. Mana međutim stup ima dosta i to je razlog, da se stup nije mogao održati. Mane stupa su veliki broj sastava, koji predstavljaju slabe točke, zatim rela-

tivno veliki potrošak betonskog čelika za prehvate i kuke na sastavima, te konačno upotreba specijalnog i skupog cementa Lafarge.

Ni u praksi se ovaj tip stupa nije najbolje pokazao i pred nekoliko godina tj. nakon kratkog vremena što je bio u eksploataciji, primijećeno je da se beton ljušti i otpada s tankih betonskih štapova i to osobito na stijenama stupova, koje su izložene prema sjeveru. Da bi se vod mogao održati i dalje u pogonu, provedeni su opsežni radovi na saniranju stupova, koji su sigurno bili dosta skupi, a s kakvim uspjehom, to nije poznato.

Betonski stup tipa *Lazarević* (sl. 2) je originalan zbog neobičnog smještaja vodiča i zaštitnih užeta, koja su postavljena u skladu s teorijom, koja pretpostavlja najsigurniju zaštitu vodiča od direktnih udaraca groma.

Stup je jednostruk s dvije dvostruke konzole a temelji su izvedeni kao blok. Na donje konzole obješeni su vodiči po jedan sa svake strane stupa, a na gornje zaštitna užeta i treći vodič, koji se izmjenično postavlja s jedne ili druge strane stupa. U električnom pogledu gornji vodič ponaša se kao da se nalazi u istostraničnom trokutu s ostala dva vodiča.

Osnovni presjek stupa je pravokutnik, koji je u dijelu od baze do ispod donje konzole od metra do metra izdubljen, na širim stijenama udubinama trapeznog, a na užim stijenama trokutnog presjeka.

Stup se betonira u stojećem stavu uz vibriranje kalupa, beton je marke MB 300. Armatura se vješa o skelu i vrši funkciju viska. Oko gotove povezane armature sklapa se čelični kalup do vrha i ispunja betonom, najprije kroz jednu ili više rupa na kalupu, koje se onda zatvaraju i nastavlja punjenje s vrha stupa. Kalup je od debelog lima a skela je drvena, dosta masivna, okovana ugaonicima

Zatezni stup, za razliku od nosnog, ima tri dvostruke konzole; na donje su konzole pričvršćena dva vodiča, a na gornje dva zaštitna užeta. Na srednje konzole pričvršćen je treći vodič i to izmjenično bilo s jedne bilo s druge strane stupa. Ovakvom izvedbom postignut je potreban razmak između gornjeg vodiča i zaštitnih užeta. Kod nosnog stupa taj je razmak dobiven izolatorskim lancima, pak je zbog toga i moguće pričvršćenje gornjeg vodiča i zaštitnih užeta na istim konzolama.

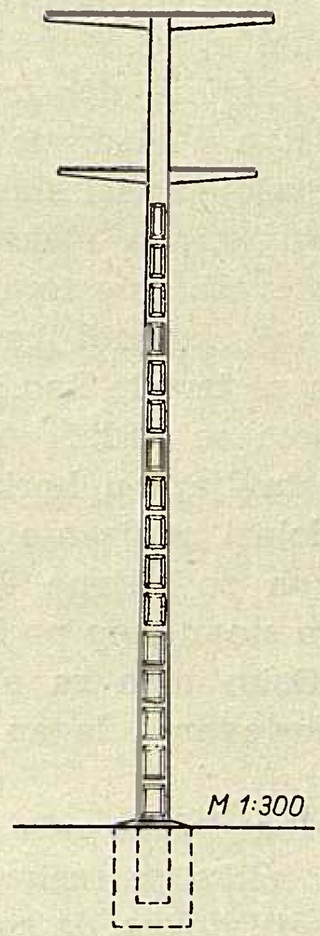
Naročita odlika stupa tipa *Lazarević* je mala potrošnja betona. Međutim potreba visokokvalificirane radne snage — što je bio osobit problem, kad su se ovi stupovi izvodili — zatim poteškoće oko podizanja i prijevoza teških kalupa i skela, otežavali su izvedbu stupa, tako da se nije dugo održao. Osim toga pojava stupa tipa *Šperac,* koji se izrađivao jednostavno i brzo s priučenom radnom snagom, znatno je kočio primjenu stupa tipa *Lazarević,* tako da je to možda i glavni razlog zašto se nije taj stup više primjenjivao.

Koliko je poznato ovi stupovi do sada nisu imali većih nedostataka u pogonu.

Šuplji betonski stup tipa *Umek* je portalnog oblika, a izveden je od prefabriciranih elemenata u obliku dvostrukog H koji se međusobno povežu armaturom. Stup se izvodi u etažama u stojećem stavu što zahtijeva veliki broj skela, a zbog podizanja teških prefabriciranih elemenata inventar je glomazan i nepri-kladan za česti i brzi prijevoz po terenu. Prečka se betonira na licu mjesta u drvenom kalupu, koji se pričvršćuje na noge portala posebnom visećom skelom. Temelji su izvedeni kao blok.

Problem oko prijevoza velikog broja skela i teškog inventara, kao i samih elemenata stupa, vjerojatno su razlozi zašto se ovaj tip stupa izveo samo na jednom dalekovodu. Ovaj stup se pokazao do sada kao dosta solidan i za uzdržavanje nije zahtijevao veće materijalne izdatke.

Betonski cijevni stup tipa *Kovač* je izveden u obliku *portala,* a kao montažni elementi upotrebljene su betonske cijevi duljine 1,0 m. Noge portala su trokutnog presjeka okvirne konstrukcije. Trokut je istokračan, a položen je tako da dulja stranica stoji u smjeru voda.



Sl. 2. Betonski nosni stup tipa »Lazarević«

Ugaoni štapovi izvedeni su od betonskih cijevi, koji su povezani armirano-betonskim okvirima na sastavu cijevi. Umetanjem armature u cijevi i njihovim punjenjem betonom postizava se potrebna nosivost stupa. Gornji dio nogu portala, prečka i vrškovi izrađuju se na mjestu izgradnje i lijevaju se u drvenim kalupima. Temeljenje stupova izvedeno je blok-temeljima.

Izvedba stupa je dosta komplicirana, a etažni sistem rada zahtijeva veliki broj skela i mnogostruki inventar, s odgovarajućim stalnim prijenosom od stupa do stupa. Ovo su razlozi zbog kojih je ovaj tip stupa brzo napušten.

Na ovim stupovima do sada nisu primijećena oštećenja i ako su izvađeni pod dosta lošim uvjetima i u doba kad na terenu praktički nije postojala kvalificirana radna snaga.

Betonski stup tipa *Feješ* je jednostruka *jela,* a presjek stupa je pravokutan bez šupljina. Zajedno sa stupom izliven je i temelj plosnatog oblika. Konzole su šuplje tj. imaju gornji i donji pojas spojen rebrima. Stup se lijeva u horizontalnom položaju s posebnom drvenom oplatom i podlogama s vijcima za udešavanje visine. Stup se diže posebnom dizalicom dosta komplicirane izvedbe.

O ovome stupu ne može se ništa reći, jer se nije ni izvodio na terenu. Možda ideja nije loša, a sama izvedba je dosta jednostavna uz laku kontrolu kvalitete betona. Mana mu je u podizanju za što je potrebna velika i nezgrapna dizalica, koja bi se na terenu mogla prevoziti uz velike poteškoće. To je sigurno razlog, da ovaj stup nije mogao naći primjenu na terenu, nego je izrađen samo jedan pokusni stup, koji nije, izgleda, ni bio podignut.

ČELIČNI STUPOVI

Klasični čelični rešetkasti stup izveden je od profilnog čelika, rasporedom vodiča u trokutu, a kod stupova za dvije trojke u obliku bačve ili »Dunav«. Postoje zatim izvedbe u obliku Y, a izvedeno je u sasvim maloj mjeri nešto portalnih stupova.

Normalno se stup izvodi iz nekoliko dijelova, s jednostrukim ili dvostrukim dijagonalama. Ka spojno sredstvo u obzir dolaze zakovice, vijci i zavarivanje. U našoj praksi skoro isključivo se upotrebljavaju vijci, što znatno olakšava transport, jer se stupovi mogu prevažati na teren u potpuno rastavljenom stanju. Manji komadi kao vršak stupa, zatim konzole katkada se izvode kao zavarena konstrukcija.

Stupovi se podižu prekretanjem pri čemu se stupovi sastavljaju u horizontalnom položaju na zemlji, zatim dolazi podizanje u stojećem stavu štap po štap ili stijena po stijena. Najčešći način podizanja je u stojećem stavu štap po štap što je usklađeno izvedbom stupa. Osim toga za ovaj način podizanja potreban je jednostavan i lagan inventar, malo ručno vitlo i igla.

Izvedba dalekovoda na klasičnim rešetkastim stupovima toliko je raširena kod nas i u svijetu da je već to očiti dokaz, da se radi o potpuno uspjeloj i prokušanoj konstrukciji. Dva problema međutim ipak stalno zaokupljaju projektante i izvođače dalekovoda, a to su težina stupa i zaštita od korozije. Dok se prvi problem odnosi na sam stup, drugi je šireg značaja i jednako pogađa sve stupove od čelika bez obzira na oblik i konstrukciju.

Danas se u svijetu i kod nas izrađuje više tipova boja, koje djelomično zadovoljavaju zaštitu čeličnih konstrukcija. Kao najsvrsishodnija i najefikasnija zaštita čelične konstrukcije dalekovodnih stupova pokazala se zaštita pomoću faktis-boja. Ove boje su veoma otporne i posjeduju sve one osobine, koje su potrebne za dobru zaštitu od korozije. Boje i premazi imaju međutim ograničenu trajnost i najbolja premazna sredstva moraju se obnavljati nakon nekoliko godina.

Danas je poznato da čelik od atmosferske korozije najbolje štite slojevi cinka. Od svih postojećih postupaka pocinčavanja toplo pocinčavanje je najbolji način za zaštitu konstrukcije, jer se ovaj način pokazao kao najpouzdaniji i s uspjehom se upotrebljava za zaštitu dalekovodnih stupova.

U posljednje vrijeme opaža se, da na naša gradilišta sve više dolaze pocinčane čelične konstrukcije, pa bi se moglo reći da je problem zaštite dalekovodnih stupova uspješno riješen, tim više što je i sa ekonomskog gledišta danas takva zaštita opravdana.

Težine stupova klasične izvedbe, a osobito nosnih, kod prvih dalekovoda nisu bile zadovoljavajuće i nastojalo se povoljnim nagibom ugaonih štapova dijagonala sniziti težinu stupa. Ovime se sasvim neznatno smanjila težina stupova. Znatnije sniženje težine stupova postiglo se primjenom dvostrukih križnih dijagonala i međusobnim pomakom čvorova dijagonala susjedne dvije stijene stupa, čime je smanjena vitkost ugaonih štapova. Ovakova izvedba s dvostrukim dijagonalama i pomaknutim čvorovima danas se isključivo upotrebljava i na nosnim i na zateznim stupovima.

Radi sniženja troškova izgradnje nastojalo se također smanjiti i kubaturu temelja. Zbog toga nosni stupovi postaju širi naročito u presjeku razom zemlje, kako bi se mogli upotrebiti raščlanjeni temelji, kojima se postizava znatna ušteda na betonu u usporedbi s blok temeljima. Neznatno povećanje težine stupa zbog tog proširenja nije umanjilo ekonomski efekat postignutog raščlanjenim temeljima. Raščlanjeni temelji iz početka su bili kvadratnog presjeka, a postavljali su se tako, da su stranice temelja bile paralelne sa stijenama stupa. Kasnije se prešlo, prema francuskoj praksi, na temelje pravokutnog presjeka, koji se postavljaju tako, da im je duža strana paralelna sa dijagonalom tlocrta stupa. Ovom izvedbom postigla se ušteda na betonu za oko 6%.

Iskustva s terena s klasičnim rešetkastim stupom su bez prigovora, a to potvrđuje naša i inozemna praksa. Jedina je briga uzdržavanje odnosno zaštita od korozije, ali i to se, kako smo već spomenuli, s uspjehom rješava pocinčavanjem konstrukcije.

Čelični cijevni stup tipa *Motor-Columbus* je rešetkasta konstrukcija izvedena od trupa i tri dvostruke konzole s rasporedom vodiča u obliku bačve. Dijagonale na nosnim zateznim stupovima su jednostruke, te se četiri dijagonale (po dvije u svakoj od susjednih stijena) sastaju u jednoj tački. Takva povoljna dispozicija dijagonala omogućena je velikom krutošću ugaonih štapova.

Ugaoni štapovi su međusobno spojeni pomoću prirubnica, koje su pojačane trokutnim rebrima. Za pričvršćenje dijagonala i štapova konzola navareni su na ugaone štapove čvorni limovi raznog oblika. Simetrale svih štapova u jednom čvorištu sastaju se u jednoj tački, tako da su svi štapovi potpuno centrično opterećeni. Na krajevima dijagonala i njima sličnih štapova navarene su vilice, koje služe za pričvršćenje na čvorni lim.

Stup se podiže u stojećem stavu štap po štap. Najprije se podižu temeljni dijelovi ugaonih štapova i vežu se dijagonalama. Donji kraj ugaonih štapova ulazi u rupe ostavljene u temeljima, a radi mogućnosti uravnavanja ti se štapovi objese na pomoćne nosače, koji se oslanjaju na gornju plohu temelja. Nakon uravnavanja ubetoniraju se ugaoni štapovi u temeljima do $^3/_4$ dubine. Nakon pet do šest dana nastavlja se podizanje stupa pomoću montažne igle. Montažom konzola i vrška završava podizanje stupa.

Ugaoni štapovi pune se betonom koji se podiže na vrh stupa posebnim kablićima. Prilikom punjenja beton se vibrira pomoću dva vibratora, koji su pričvršćeni na ugaonim štapovima. Pošto se završi punjenje cijevi, ispunjuje se preostali dio rupe u temelju i

time je faza rada »podizanje stupa« završena. Unutarnje stijenke cijevi, koje nisu ispunjene betonom, zaštićene su bitumenom koji se ulijevao u cijevi i nakon kraćeg vremena iz njih ispuštao.

Stupovi su fundirani tako, da je svaki ugaoni štap ubetoniran u posebni temeljni blok. Temelji su proračunati prema čvrstoći tla na odrez.

Ovim tipom stupa postizava se velika uštednja na čeliku, koji uz to ima i odlična tehnička svojstva, a i s estetske strane nema nikakovog prigovora. I ako je ušteda na težini čelika velika, te ona kod dalekovoda vrlo visokog napona ide i do 60%, ušteda na novčanim sredstvima ovisna je o omjeru cijena profilnog čelika i cijevi. Dok je ovaj odnos otprilike 1 : 1,7, jedva ovaj stup konkurira klasičnom rešetkastom stupu od profilnog čelika za napone do uključivo 110 kV.

Optimizam, koji se pojavio pri gradnji prvog dalekovoda na takovim stupovima nije bio opravdan, jer se troškovi izgradnje nisu bitno smanjili. Usprkos visokim tehničkim kvalitetama ovog stupa, ova se izvedba morala napustiti iz ekonomskih razloga, jer su cijene cijevi kod nas nerazmjerno visoke.

Iskustva s ovim tipom stupa u pogonu su dobra, ali ne smijemo ispustiti iz vida činjenicu, da je na oba dalekovoda koji su izvedeni ovakvim stupovima došlo do pucanja cijevi na po jednom stupu, što je vjerojatno posljedica zamrzavanja preostale vode prilikom punjenja cijevi betonom. To ukazuje, da je potrebno s više pažnje vršiti dosta osjetljivu operaciju punjenja cijevi betonom.

Čelični stup tipa »*Energoinvest*« je rešetkasta konstrukcija kvadratnog presjeka s prednapregnutim dijagonalama. Ugaoni štapovi i horizontalni štapovi su od profilnog čelika ili od bešavnih cijevi, dok su dijagonale od okruglog čelika. Svi štapovi od okruglog čelika imaju na oba kraja navarenu po jednu pločicu, koja služi za pričvršćenje štapa na čvorni lim. Kod stupova s ugaonim štapovima od bešavnih cijevi dijagonale se pričvršćuju na čvorne limove, koji su zavareni na cijevi, a kod izvedbe profilnog čelika dijagonale su pričvršćene direktno na ugaone štapove.

Prednaprezanje vrši se mehaničkim putem i to za vrijeme podizanja stupa. Udaljenost obiju rupa jedne dijagonale neznatno je manja od međusobne udaljenosti odgovarajućih rupa na čvornim limovima. Zbog te razlike u razmacima rupa dolazi do prednaprezanja dijagonala prilikom stezanja vijaka.

Stupovi se mogu podizati prekretanjem, pri čemu se stupovi sastavljaju u horizontalnom položaju na zemlji, zatim u stojećem stavu štap po štap, ili stijena po stijena te komad po komad. Koji način podizanja će se primijeniti ovisi o terenskim prilikama.

Zaštita nutarnjih stijenki cijevi postiže se raznim premazima bitumena ili hermetičkim zatvaranjem cijevi putem varenja.

Tehničku novost kod ove vrste stupova čine dvostruke dijagonale koje su prednapregnute. Uslijed prednaprezanja u dijagonalama zateznom silom dobivaju se sile pritiska u ugaonim i horizontalnim štapovima. Svrha prednaprezanja sastoji se u tome, da se upotrebom dijagonala od okruglog presjeka smanji težina konstrukcije, da za svaki slučaj opterećenja rade kao elementi opterećeni na vlak i da se spriječi šetanje priključenih vijaka. Ispitivanja su potvrdila, da se uslijed prejakog ili preslabog prednaprezanja ne smanjuje nosivost konstrukcije.

Osjetljiva ušteda na čeliku u usporedbi sa klasičnim stupom koja iznosi oko 25%, nema toliko utjecaja na ukupnu cijenu voda zbog skuplje proizvodnje ovog tipa stupa i ona se kreće oko 5% odnosno za građevni dio oko 10%.

Na ponašanje stupa na terenu do sada nije bilo primjedbi i dosadašnja iskustva u pogonu zadovoljavaju.

Čelični stup tipa »*Elektrosrbija*« izveden je kao zglobni portalni stup ukrućen zategama, koje su usidrene pločama u tle. Zglobovi raščlanjuju konstrukciju na elemente: prečka sa vrhovima, noge stupa, zatege i temelje.

Vrhovi su zavarena konstrukcija trokutnog presjeka s pojasima od ugaonika 90° i okvirnom ispunom, a vezani su za prečku montažnim vezama pomoću vijaka. Prečka je rešetkasta zavarena konstrukcija trokutnog presjeka s pojasima, ugaonicima 60° i ispunom od ugaonika 90°. Noge su zavarene konstrukcija trokutnog presjeka s pojasima ugaonicima 60° i okvirnom ispunom. Noge su izrađene iz tri dijela, a duljina srednjeg dijela može se mijenjati, te se na taj način mijenja visina stupa prema potrebi.

Temelj noge stupa je od betona MB 160, armiran je samo konstruktivno zbog montaže. Ploča za sidrenje je montažna od armiranog betona, marke MB 220 sa armaturom od čelika 37.

Zatege se izrađuju od čeličnog pocinčanog užeta. Na gornjem kraju noge stupa predviđena je naročita kutija za zglobove s čepom preko koga su prebačena čelična užad i vezana pomoću stega. Na oko 2 m iznad zemlje pa sve do sidrene ploče čelična užad su zamijenjena betonskim čelikom. Veza između čeličnog užeta i betonskog čelika izvedena je naročitim križem sa čepovima i vijcima, kojima se omogućuje zatezanje zatega na potrebnu mjeru.

Stup se sastavlja na zemlji dosta brzo, obzirom na mali broj komada, koje treba sastaviti, a podiže se prekretanjem pomoću igle i vitla.

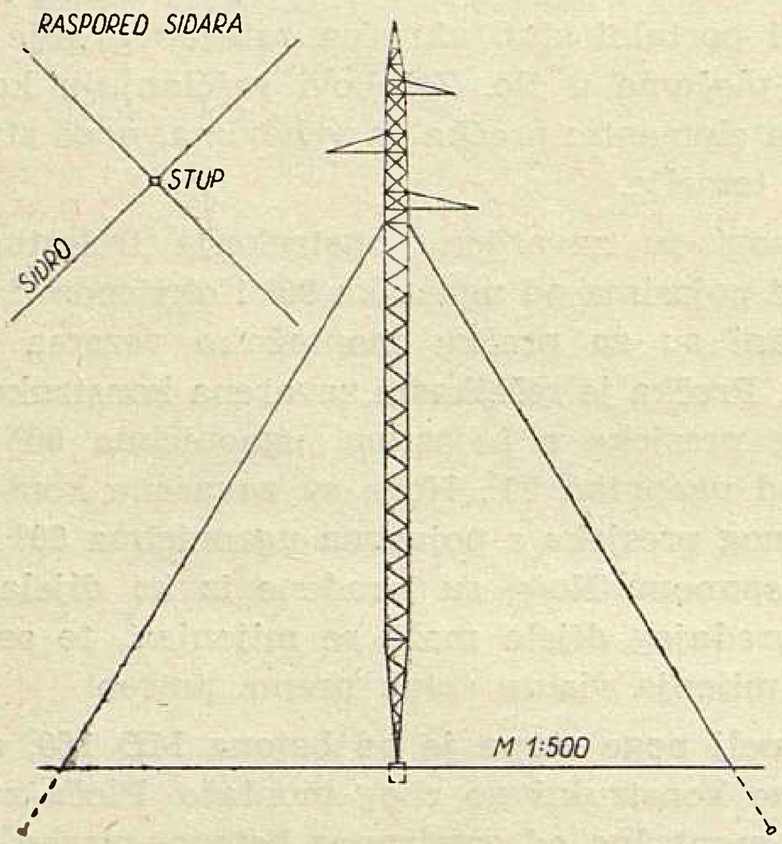
Zatege su zaštićene od korozije pocinčanjem, a uređaj za pritezanje zatega je pocinčan ili bojadisan. Zatega na dijelu koji ulazi u zemlju zaštićuje se od korozije bitumenskim preparatima s bandažiranjem jutom do 30 cm iznad zemlje.

Ovaj stup se u načelu može primijeniti na svakom terenu. Za isti tip stupa, svi dijelovi ostaju potpuno jednaki, dok se samo srednji dio svake noge produžuje ili skraćuje prema potrebi. Sama izrada čelične konstrukcije ne predstavlja teškoću. Jednostavnost konstrukcije i mali broj različitih elemenata daje povoljnu mogućnost za serijsku proizvodnju. Temelji se mogu praviti na pogodnim mjestima duž gradilišta ili na licu mjesta.

Koliko je poznato do sada nije bilo smetnji na dalekovodima 110 kV izvedenim ovim tipom stupa.

Čelični stup tipa »*Dalekovod*« (sl. 3) izveden je kao usidreni antenski stup s razmještajem vodiča u trokutu. Stup je rešetkasta konstrukcija kvadratnog presjeka izrađen od profilnog čelika. Trup je sastavljen iz tri dijela: gornjeg zakošenog, srednjeg ravnog i donjeg zakošenog dijela. Mijenjanjem duljine srednjeg ravnog dijela, koji je izrađen od jednog ili više dijelova, može se po volji mijenjati visina stupa.

Stup je usidren s četiri sidra, kojima je hvatište 80 cm ispod donje konzole, na posebno tome namijenjen okvir. U tlocrtu su sidra postavljena dijagonalno, dok u prostoru prema horizontali zatvaraju kut od 50°. Sidra su izvedena od betonskog čelika i predviđena su na gornjem kraju zatezačima radi mogućnosti pritezanja.



Sl. 3. Sidreni čelični rešetkasti stup tipa »Dalekovod«

Radi transporta i pocinčavanja sidra su sastavljena iz nekoliko komada duljine 6—8 m, koji su međusobno spojeni kao lanci. Dio sidra u zemlji izveden je s 5% većim presjekom, a od korozije je zaštićen pocinčavanjem i premazom bitumena.

Centralni temelj ispod stupa, na koji dolazi čelični ležaj je od armiranog betona. Ležaj je izveden kao konkavna ploča, koja dozvoljava male nagibe stupa u svim pravcima. Za hvatište sidara služe armirane betonske gredice horizontalno ukopane u teren. Centralni temelj za sada se još radi na licu mjesta, a gredice za sidra izvode se u tvornici ili radionici betonskih proizvoda.

Stup se sastavlja na zemlji u horizontalnom položaju, zatim se podiže prekretanjem pomoću vitla i pomoćnog stupa.

Zatezni stupovi ovakovog tipa ne postoje.

Ovaj stup po svojim kvalitetama može se potpuno uporediti sa portalnim stupom sa zategama »Elektrosrbije«. Osjetljivost stupa na eventualni prekid sidra je veća od portalnog stupa sa zategama, osobito onda ako je ovaj posljednji opremljen sa zaštitnim užetima.

Konstrukcija se radi od lakših profila i to isključivo sa ugaonicima 90° što je svakako prednost ispred portalnog stupa sa zategama.

O ponašanju stupova ovog tipa na terenu obzirom na kratko vrijeme, koje je prošlo od montaže, ne može se za sada ništa reći, ali dosadašnja skromna iskustva ukazuju da bi se ovakva konstrukcija mogla i dalje uspješno upotrebljavati pri gradnji dalekovoda 110 kV.

ZAKLJUČAK

Izvedba stupova za dalekovode 110 kV od različitog materijala i raznih konstrukcija pokazuje, da su nastojanja projektanata bila usmjerena u pronalaženju takvog tipa stupa, kojim bi se mogli sniziti troškovi izgradnje dalekovoda. Deficitarnost nekih materijala, u prvom redu profilnog čelika, sprečavala je konstruktore da u početku izgradnje naše dalekovodne mreže 110 kV ostvare postavljene zadatke.

Razvojni put izgradnje dalekovoda 110 kV bio je logičan i usklađen s našim ekonomskim mogućnostima. Doduše, taj je razvitak možda bio nešto spor i odviše šarolik ali rezultati su povoljni, jer se je konačno našlo pravo rješenje upotrebom čelika. Uz klasičnu izvedbu postoji i moderna, kojom se je snizila težina stupova, ali ipak ne bi trebalo nastaviti s utrkom u sniženju težine čeličnih stupova, kako ne bi povećanjem ekonomičnosti ugrozili sigurnost dalekovoda. Mjesto toga sigurno bi se znatno više postiglo tipizacijom čeličnih stupova, koja se danas može provesti bez poteškoća; to bi ujedno olakšalo i uzdržavanje dalekovoda u eksploataciji.

Na kraju se postavlja pitanje, da li je opravdano što su se betonski stupovi potpuno napustili. Moglo bi se reći ne, jer među mnogobrojnim betonskim stupovima bilo je i takvih, koji bi se uz poboljšanu konstrukciju i izvedbu mogli i dalje primjenjivati. Ne bi bilo na odmet, kad bi se uz dalekovode na dobrim čeličnim stupovima ponovno pojavili i dalekovodi na dobrim betonskim stupovima.

Naslov pisca: Ing. Ranko Škarica, »Dalekovod«, Zagreb, Proleterskih brigada 37

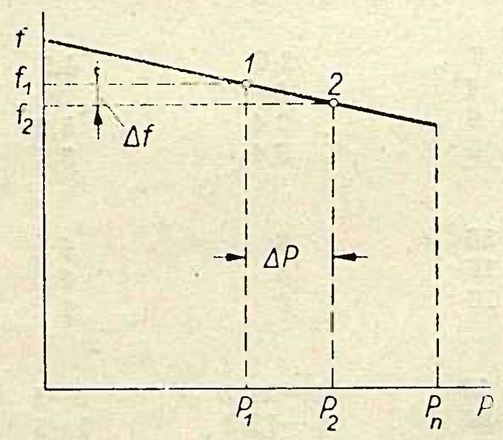
ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA AUTOMATSKIH REGULATORA BROJA OKRETAJA U ELEKTRANAMA HRVATSKE

Vjekoslav Novak i Milan Šodan, Zagreb

U okviru priprema za uvođenje sekundarne regulacije frekvencije i snage u jugoslavenskoj mreži, ispitivani su primarni automatski regulatori broja okretaja u većim elektranama u NRH. To su prvi sistematski radovi na tom području. Rezultati mjerenja poslužit će za utvrđivanje sadašnjeg stanja regulatora, a također i za poduzimanje potrebnih mjera za poboljšanje održavanja frekvencije u sistemu.

DK 621.313.322

U zadnje vrijeme sve češće se čuje mišljenje da automatski regulatori broja okretaja, tj. primarni regulatori, u našim elektranama ne zadovoljavaju današnjim potrebama, a posebno da neće zadovoljavati u budućnosti kad se primijeni sekundarna automatska regulacija mreže. Budući da se vrše pripreme i studije za uvođenje sekundarne regulacije, koja se može očekivati u 1963., bilo je neophodno pristupiti ispitivanju primarnih automatskih regulatora, kako bi se moglo izvesti pravilno projektiranje sekundarne regulacije, a osim toga da se dođe do zaključka u kakvom su stanju postojeći regulatori i što bi trebalo poduzeti.



Sl. 1. Karakteristike automatskog regulatora broja okretaja
$K = -\Delta P/\Delta f$ $\quad s = 2P_n/K$
$\Delta P = P_1 - P_2$ $\quad \Delta f = f_1 - f_2$

Kao prvi korak organizirano je prikupljanje dokumentacije i podataka o postojećim regulatorima. Dok je uspjelo za neke regulatore pribaviti svu najpotrebniju dokumentaciju i podatke (kao npr. za HE Vinodol, jedan agregat TE Jertovec, HE Gojak itd.), dotle je za starije elektrane uspjelo pribaviti samo neke najosnovnije podatke (HE Kraljevac, HE Jaruga TE Zagreb itd.).

Iz dobivenih podataka došlo se do zaključka, da najčešće nije poznato s kojom statičnošću rade pojedini regulatori. Stoga je organizirano ispitivanje ovih karakteristika regulatora što je i predmet ovog članka.

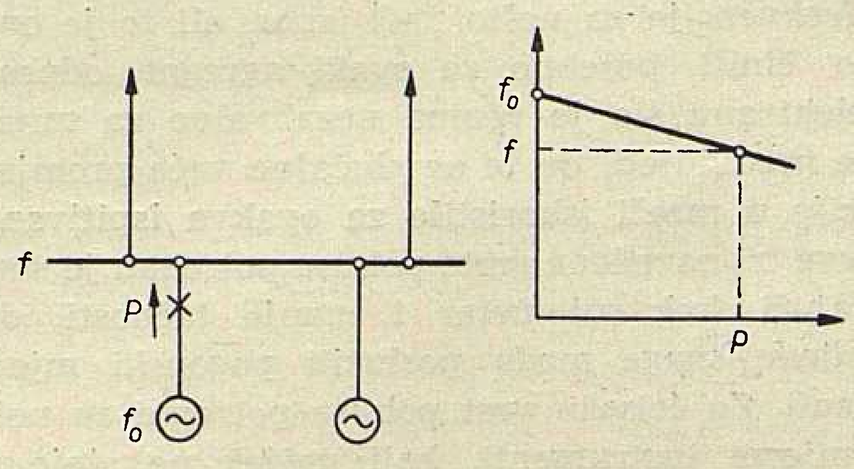
Poznato je da regulatori broja okretaja turbina imaju gotovo redovito statičnu karakteristiku ovisnosti broja okretaja i snage agregata. Većoj snazi odgovara manji broj okretaja odnosno frekvencija, a manjoj snazi odgovara veća frekvencija, kako se to vidi na sl. 1. Ta je karakteristika u aproksimaciji pravac, pa za njeno određivanje treba poznavati bar dvije tačke. Iz očitanih podataka lako se onda odredi i regulaciona energija i statičnost po formulama:

$$K = -\Delta P/\Delta f \text{ i}$$
$$s = 2P_n/K$$

Da bi se definirale dvije tačke karakteristike regulatora može se postupiti na razne načine od kojih ćemo nabrojiti neke koji se dadu provesti jednostavnijim sredstvima.

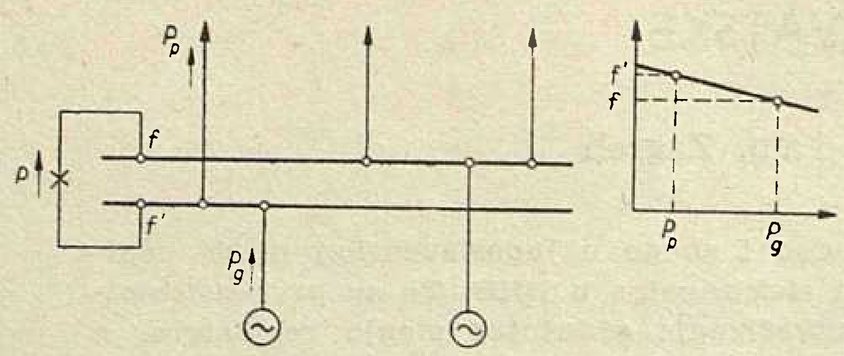
1. Ako neki agregat u praznom hodu ima određeni broj okretaja odnosno određenu frekvenciju (agregat nije sinhroniziran s mrežom), onda iznos te frekvencije (snaga koju daje jednaka je nuli) određuje jednu tačku karakteristike. Da bi dobili drugu tačku, potrebno je da se agregat optereti do neke snage ukapčanjem nekih potrošača, ne sinhronizirajući ga na mrežu. Kod tog opterećenja frekvencija će poprimiti drukčiji iznos nego što je imala u praznom hodu pa će tako biti određena i druga tačka karakteristike. Uzastopnim povećanjem snage i istovremenim očitavanjem frekvencije mogu se dobiti i daljnje tačke karakteristike u svrhu kontrole i interferencije grešaka. Pri tome je važno paziti da se za cijelo vrijeme ovih ispitivanja ne dira uređaj za promjenu broja okretaja na regulatoru. Sličan rezultat bi dobili, ako bi od opterećenog generatora otkapčali pojedine potrošače. Kako se vidi ovdje je neophodno imati potrošače koje smijemo uznemirivati iskopčanjima, što je obično teško osigurati.

2. Ako je neki agregat sinhroniziran na mrežu i daje neku snagu P u tu mrežu i pri tome je frekvencija mreže f (sl. 2), onda iskapčanjem tog agregata s mreže on prestaje davati snagu, a frekvencija nakon prijelaznog perioda poprimi neku višu vrijednost f_0. Iz očitanja frekvencije i snage agregata neposredno prije pokusa i nakon pokusa kad nastupi smirenje, mogu se odrediti dvije tačke karakteristike i ona se može konstruirati. I ovdje se za vrijeme pokusa ne smije dirati uređaj za promjenu broja okretaja na regulatoru. Ovakav pokus na agregatu dobro je ponoviti jedan ili više puta s raznim snagama iskapčanja u cilju provjere podataka i interferencije grešaka u očitanjima. Očitanja ponovljenih pokusa dat će po dvije tačke karakteristika regulatora koje će biti para-



Sl. 2. Ispitivanje karakteristike regulatora iskopčanjem agregata pod opterećenjem s mreže

Sl. 3. Ispitivanje karakteristike regulatora razdvajanjem u mreži



lelno pomaknute jedna prema drugoj radi promijenjenog opterećenja agregata i eventualne međuvremene promjene frekvencije u mreži. Kako se vidi ovakav pokus ne zahtijeva nikakovo uznemirivanje potrošača i u jednoj i malo jačoj mreži može se izvesti proizvoljni broj puta bez osjetnih poremećaja u mreži.

3. Ponekad se dešava da se kod prethodnog pokusa nakon iskapčanja agregata s mreže agregat njiše u praznom hodu pa je teško utvrditi broj okretaja odnosno frekvenciju. U tom slučaju često će postojati mogućnost da se s obzirom na konfiguraciju mreže izvede takav pokus da agregat ne bude potpuno rasterećen. Jedna takova mogućnost je prikazana na sl. 3. Razdvajanjem sabirnica agregat se podvrgava rasterećenju od P_g, tj. snage koju daje generator u mrežu prije pokusa, na P_p tj. snagu koju uzima dio potrošača koji ostaju na generatoru i poslije pokusa. I sada se može karakteristika konstruirati iz očitanja frekvencije mreže i snage agregata neposredno prije i nakon iskopčanja, i ovaj put kad nastupi stacionarno stanje. Ovaj pokus se može ponoviti kod raznih snaga razdvajanja, a ponekad i kod raznih snaga P_g, u svrhu kontrole rezultata i interferencije grešaka. I ovaj pokus ne zahtijeva uznemiravanje potrošača.

4. Moguće je konstruirati karakteristiku regulatora i bez ikakovih iskapčanja. Naime uslijed promjena frekvencije u mreži mijenjat će se i opterećenje agregata koji je paralelno vezan na mrežu. Ako se očita istovremeno frekvencija mreže i snaga agregata dva puta kod nešto različitih frekvencija, a da se međuvremeno nije dirao uređaj za promjenu broja okretaja na regulatoru, dobit će se podaci za dvije tačke karakteristike. Daljnja kontrolna očitanja su moguća u neograničenom broju uz uvjet nediranja uređaja za promjenu broja okretaja. Budući da su redovite promjene frekvencije u mreži malene, a time i promjene snage koju daje agregat, bit će potrebno da se upotrebe instrumenti znatno veće tačnosti. Osim toga utjecaj neosjetljivosti regulatora ovdje će više doći do izražaja. Moguće je da se u mreži umjetno promijeni frekvencija za nešto veći iznos, ali to je onda potrebno činiti posebno za svaki agregat odnosno svaku elektranu što je veoma nezahvalno za mrežu. Teško je predvidjeti, da bi se slučajne veće promjene frekvencije u mreži iskoristile za ovakva ispitivanja.

Za prve tri navedene vrste pokusa potreban je samo odgovarajući frekventometar i manje tačnosti, dok za promjene snage mogu poslužiti pogonski mjerni instrumenti. Za četvrtu vrst pokusa potrebni su nešto tačniji mjerni instrumenti, koji uvijek ne stoje na raspolaganju.

Prilikom ispitivanja u elektranama u Hrvatskoj primjenjivani su pokusi pod rednim brojem 2 i 3 već prema lokalnim prilikama. U onim elektranama gdje su nedavno detaljno ispitivani regulatori s tahigrametrijskim snimanjima od tvornice »Litostroj« nisu zasada vršeni nikakovi pokusi već su prihvaćeni rezultati dobiveni navedenim ispitivanjima.

Pregled rezultata ispitivanja

Elektrana agregat	Nazivna snaga MW	Regulaciona energija MW/Hz	Statičnost %	Primjedba
TE Jertovec				
agregat 1	14,8	4,9	6	
agregat 2	12,5	5,7	4,4	
agregat 3	12,5	5,1	4,9	potr. rem.
HE Kraljevac				
agregat 1	21,5	6,7	6,4	
agregat 2	21,5	—	—	potr. rem. i naknad. ispit.
agregat 3	14,5	3,7	6,3	
agregat 4	11,5	3,7	6,2	
HE Peruća				
agregat 1	20,8	6,3	6,6	potr. dotjer. od Litostroja
agregat 2	20,8	10,4	4,0	
HE Jaruga				
agregat 1	2,7	1,0	5,5	potr. remont
agregat 2	2,7	1,3	4,2	
HE Manojlovac				
agregat 1	6	2,6	4,5	
agregat 2	4	0	∞	
agregat 3	6	2,4	5,2	
agregat 4	6	3,4	3,5	
HE Gojak				
agregat 1	16	8	4	
agregat 2	16	8	4	
agregat 3	16	8	4	
HE Vinodol				
agregat 1	28	∞—11,2	0—5	potr. baždarenje skale
agregat 2	28	∞—11,2	0—5	
agregat 3	28	∞—11,2	0—5	

U toku mjeseca svibnja provedena su ispitivanja i snimanja karakteristika regulatora u TE Jertovec, HE Kraljevac, HE Peruća, HE Manojlovac i HE Jaruga. Kod ispitivanja je snaga mjerena pogonskim instrumentima pojedinih agregata, dok je za mjerenje frekvencija upotrebljen pokazni frekventometar sa skalom od 45—55 Hz s razdiobom po 0,2 Hz. Pomak kazaljke frekventometra iznosio je za jedan Hz oko 15 mm.

U TE Jertovec na agregatu 1 koji je opremljen mehaničkim regulatorom proizvodnje BBC izvršena su 3 pokusa iskapčanjem snaga znatno nižih od nazivne snage agregata. Pokus iskapčanja nazivne snage nije vršen radi izbjegavanja eventualne prorade brzog zatvarača turbine.

Na ostala dva agregata 2 i 3 koji su opremljeni mehaničkim regulatorima tvornice »Jugoturbina« izvršena su po dva pokusa, međutim zbog znatnog međusobnog odstupanja rezultata mjerenja na agregatu 3, izvršena su na ovom agregatu naknadno još dva pokusa.

Rezultati ispitivanja u elektranama prikazani su u prednjoj tablici, a dobiveni su izračunavanjem prosječne vrijednosti karakterističnih veličina. Statičnost regulatora agregata 1 je 6 %, a statičnost regulatora agregata 2 i 3 je 4,4 % odnosno 4,9 %.

Iz dobivenih podataka mjerenja proizlazi da regulatori turbina 1 i 2 rade dosta pouzdano, dok naprotiv regulator agregata 3 ne zadovoljava tako da će biti potrebno njegovo dotjerivanje. Uzrok nedovoljno pouzdanog rada ovog regulatora je vjerojatno u tome što na njemu nije već više od godinu dana izvršen remont, pa postoji mogućnost da sapnice prilikom rasterećenja turbine nedovoljno zatvaraju. Nakon izvršene revizije bit će potrebno ponoviti ova mjerenja.

U HE Kraljevac sva su četiri agregata opremljena mehaničkim regulatorima Ganz, međutim o njima ne postoji nikakva dokumentacija. I ovdje su ispitivanja vršena rasterećenjem agregata iskapčanjem s mreže. Obzirom na starost regulatora, kod starih agregata već 50 godina, a kod novijih već 30 godina, dobiveni rezultati na agregatima 1, 3 i 4, mogu se smatrati zadovoljavajućima, dok je rad regulatora agregata 2 potpuno nepouzdan, te će se ovo pitanje morati ponovno razmotriti i regulator podvrći remontu i dotjerivanju. Na ovom agregatu nije bilo moguće utvrditi statičnost jer je broj okretaja nakon iskapčanja s mreže stalno varirao s frekvencijom od 50,1—52 Hz. Sada nije bilo moguće izvršiti pokus s nepotpunim rasterećenjem agregata, pa bi ovo trebalo izvršiti čim se za to ukaže prilika. Za ostale agregate dobivene statičnosti kretale su se 6,4 %, 6,3% i 6,2 % što potpuno odgovara.

Oba agregata u HE Peruća opremljena su akcelerotahimetrijskim regulatorima AT4 proizvodnje »Litostroj«.

Pokus s iskapčanjem agregata s mreže (potpuno rasterećenje) nije uspio, jer se nakon iskapčanja broj okretaja agregata nije ustalio, nego se je mijenjao tako da je frekvencija oscilirala između 50,9 i 51,9 Hz.

Zbog toga se je mjerenje moralo izvršiti tako da agregat nije bio potpuno rasterećen, nego je ostao u pogonu s nekim manjim opterećenjem. Ovo je postignuto time da je nakon odvajanja agregata od paralelnog rada mrežom, ostao u pogonu opskrbljujući električnom energijom okolni konzum koji se kretao oko 3 MW.

Ispitivanja, naročito kod agregata 2, pokazuju znatno različite rezultate, pa se može zaključiti da bi tvornica »Litostroj« trebala kontrolirati rad regulatora uz potrebna dotjerivanja na oba agregata.

Statičnost regulatora iznosi 6,6 % za agregat 1, odnosno 4 % za agregat 2, što je još potrebno provjeriti.

Agregati u HE Jaruga opremljeni su mehaničkim regulatorim proizvodnje tvornice Voith St. Pölten. Na svakom agregatu izvršena su po 3 pokusa iskapčanjem s mreže kod različitih opterećenja. Dobivena statičnost regulatora agregata 1 iznosila je 5,5 %, a za agregat 2 bila je 4,2 %.

Iz podataka ispitivanja može se zaključiti da regulatori oba agregata imaju zbog svoje starosti osjetne zračnosti, te će biti potrebno izvršiti detaljnu reviziju i dotjerivanje regulatora. Ovo naročito vrijedi za regulator agregata 2.

U HE Gojak sva tri agregata imaju akcelerotahimetrijske regulatore AT4 proizvodnje tvornice »Litostroj«.

U mjesecu studenom 1959. izvršila je tvornica »Litostroj« tahografiranje sva tri agregata te podesila statičnost na 4 %, pa stoga u ovoj elektrani nisu sada provedena ispitivanja.

U HE Manojlovac imaju tri agregata akcelerotahimetrijske regulatore AT4 proizvodnje tvornice »Litostroj«.

Tvornica »Litostroj« izvršila je tahografiranje na agregatima 1, 3 i 4 u toku mjeseca svibnja ove godine, pa su u ovom prikazu upotrebljeni rezultati svih ispitivanja. Podaci mjerenja pokazuju da regulatori agregata 1 i 3 zadovoljavaju, međutim regulator agregata 4 nije pouzdan. Prilikom iskapčanja ovog agregata s mreže nakon izvršene radnje zatvaranja turbine pojavljuje se impulsno otvaranje koje uzrokuje njihanje broja okretaja. Na regulatoru ovog agregata bit će potrebno izvršiti daljnja udešavanja i kontrole. Dobivena statičnost iznosila je za prvi agregat 4,5 %, treći 5,2 % a četvrti 3,5 %.

Agregat broj 2 nema regulator u pravom smislu riječi, nego stari uređaj proizvodnje Ganz kojim se vrši ograničenje otvora i sigurnosno zatvaranje turbine.

U HE Vinodol zasada nisu vršena ispitivanja. Regulatori su akcelerotahimetrijskog tipa proizvodnje Charmilles i u pogonu se vladaju dosta dobro. Statičnost se dade udešavati od 0—5 % i za vrijeme samog pogona. Primijećeno je da skala statičnosti ne odgovara potpuno stvarnoj statičnosti, pa se uskoro predviđa njeno baždarenje. Udešenje statičnosti u pogonu dosada je često mijenjano a i sada se povremeno mijenja ovisno o energetskim prilikama.

U ostalim manjim hidroelektranama i termoelektranama nisu vršena nikakova ispitivanja jer se radi o malim hidroagregatima odnosno starim termoelektranama, koje su rijetko u pogonu.

Na temelju dobivenih rezultata dolazi se do zaključka da postoji nesklad između statičnosti pojedinih agregata u nekim elektranama, a isto tako među elektranama. Stoga će se pristupiti usklađivanju statičnosti unutar pojedinih elektrana i među njima. Predviđeno je da u termoelektranama statičnost bude 6 %, a u hidroelektranama u principu 4 %, a iznimno 6 %. Veća statičnost predviđa se kod HE Kraljevac i HE Jaruga gdje praktično ne postoji nikakova akumulacija pa je poželjno da promjene opterećenja zbog promjena frekvencija budu što manje. Kod HE Vinodol statičnost se može lagano udešavati i za vrijeme pogona pa će se to i ubuduće koristiti prema prilikama u sistemu. Budući da kod ove elektrane nema pogonskih ograničenja bit će korisno da češće radi sa znatno manjom statičnošću naročito kada ne vrši regulaciju frekvencije.

Provedena ispitivanja predstavljaju prve sistematske radove na tom području i kao prvi rezultat jest da će se ubuduće u principu isključiti pogon s ograničenjem otvora turbina u hidroelektranama, što će doprinijeti poboljšanju održavanja frekvencije u sistemu.

Naslov pisca: Ing. Vjekoslav Novak i ing. Milan Šodan, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

ELEMENTI JEDNOSTAVNE REPRODUKCIJE ELEKTROPRIVREDE

Referat za 3. savjetovanje ekonomista Jugoslavije održano u junu 1961.

Marija Weber, Ljubljana

U članku su razmotreni elementi jednostavne reprodukcije elektroprivrede. Ustanovljuje se, da — u cilju pune proste reprodukcije sredstava rada — treba revalorizirati i sredstva rada i amortizacione fondove. Sadašnja metoda linearne amortizacije osigurava samo fizičku istrošenost sredstava rada, a ne i njihovu ekonomsku zastarjelost, pa treba proširiti funkciju amortizacije. Troškovi investicionog uzdržavanja rastu s istrošenošću postrojenja, pa postojeću metodu linearnog normiranja tih troškova treba izmijeniti. U vezi ekonomske cijene električne energije autor predlaže ukidanje svih povlastica na području ekonomskih instrumenata.

DK 621.315.66

1. UVOD

Jednostavna reprodukcija mora omogućiti isti nivo obujma i strukture proizvodnje s obzirom na njenu vrijednost i upotrebljivost. Realizirana vrijednost proizvodnje treba nadoknaditi sredstva utrošena za proizvodnju i omogućiti oblikovanje određene visine dohotka, uzimajući u obzir opći privredni i tehnički razvitak. Ovdje se obrađuju samo one grupe troškova, koje su vezane za jednostavnu reprodukciju i to troškovi sredstava za rad i predmeta rada, zatim participacije radnika u dohotku za njihovo sudjelovanje u proizvodnji kao i dio dohotka kojim privredna organizacija podmiruje obaveze društvenoj zajednici.

Proizvodnja se može ostvariti samo zajedničkim sudjelovanjem rada i sredstava za proizvodnju (sredstva za rad i predmeti rada). Zbog visokog stupnja tehničke opremljenosti rada u elektroprivredi, najznačajniji faktor proizvodnje su sredstva rada. Vrijednost sredstava rada po jednom zaposlenom radniku iznosi 1959. kod nas

u industriji	2,309.982	Din.
a u elektroprivredi	18,059,085	Din.

Kod razgraničenja sredstava proizvodnje treba — u skladu s našim privrednim propisima — identificirati sredstva za rad s osnovnim sredstvima, a predmete rada s obrtnim sredstvima.

2. SREDSTVA ZA RAD

Način obnavljanja sredstava za rad modificiran je ekonomskim sistemom. U uvjetima strogo centraliziranog načina planiranja, jednostavna reprodukcija sredstava za rad fiksirana je državnim planovima, dok u uvjetima gdje država regulira samo okvire ekonomskog života ova reprodukcija je slobodnija. U uvjetima ograničenog djelovanja tržišnog mehanizma, dakle u planskoj privredi, prosta reprodukcija sredstava za rad se uglavnom vrši u okviru poduzeća, inicijativom radnih kolektiva.

Investiciona politika u proteklom periodu bila je usmjerena na što brže podizanje osnovnih privrednih grana. U tu svrhu su bila potrebna velika sredstva, pa su realizirana sredstva proste reprodukcije prelijevana u centralne fondove. Proširena reprodukcija je bila predimenzionirana i na račun same jednostavne reprodukcije. Mnoga sredstva za rad nisu bila pravovremeno obnovljena pa je neravnomjerno odvijanje jednostavne reprodukcije došlo naročito do izražaja kod prelaska na postojeći privredni sistem.

Obezvređivanje sredstava za rad

Sredstva za rad se obezvređuju postepeno a to obezvređivanje je uvjetovano fizičkim trošenjem i ekonomskom zastarjelošću. Da bi se osigurala jednostavna reprodukcija sredstava za rad, treba u času njihove istrošenosti raspolagati potrebnim iznosom za zamjenu. Ta sredstva se prikupljaju mehanizmom amortizacije. Stope amortizacije omogućuju postepeno prenošenje vrijednosti sredstava za rad na proizvode i to u visini smanjenja njihove vrijednosti. Napredak nauke i stalno usavršavanje i modernizacija tehnologije proizvodnje, zahtijevaju da amortizacija osigura ekonomski savremenu reprodukciju. Zato bi za amortizaciju trebalo uzimati reprodukcijsku vrijednost a ne prvobitnu nabavnu vrijednost sredstava rada.

Obezvređivanje sredstava za rad je uvjetovano fizičkim istrošenjem a i ekonomskom zastarom. U prvoj fazi našeg razvitka u proizvodnju je trebalo uložiti sva raspoloživa sredstva bez obzira na njihovu istrošenost i ekonomsku zastarjelost. Sadašnji stepen našeg privrednog razvitka već zahtijeva da se uzme u obzir i ekonomska zastarjelost sredstava za rad. Zamjena ekonomski zastarjelih sredstava za rad (i prije njihove fizičke istrošenosti) s novim, savremenijim ekonomičnijim sredstvima omogućuje dalji porast produktivnosti društvenog rada pa je potrebno, da stope amortizacije, kao funkcija društveno ekonomske uslovljenosti, postanu punovrijedan instrument za pravovremenu zamjenu.

3. METODA AMORTIZACIJE

Kod nas se amortizacija vrši linearno prema prosječnom vijeku trajanja pojedinih grupa osnovnih sredstava. Za osnovicu obračunavanja služi nabavna cijena sredstava za rad. Na taj način reproducirana nominalna vrijednost ne odgovara efektivnoj vrijednosti novih sredstava radi

- kretanja cijena u različitim vremenskim razmacima, koji su često veoma kratki,
- raznih regresa i bonifikacija,
- različitog načina obračunavanja kod uvezene robe i sl.

Problem neadekvatnih vrijednosti dolazi naročito do izražaja u elektroprivredi zbog visokog stepena tehničke opremljenosti njezinih radnika.

Za ilustraciju neka posluže dvije hidroelektrane istog tipa, i sličnih tehničkih karakteristika ali različite starosti (podaci za 1959.)

	HE Dravograd	HE Vuzenica
Instalirana snaga MW	22,5	53,4
Nabavna vrijednost građevinskih objekata milijuna dinara	1.592	4.656
Cijena instaliranog kW u odnosu na nabavnu vrijednost građevinskih objekata Din	70.755	87.191

Prema tome je cijena građevinskog dijela objekta po instaliranom kW u hidroelektrani s većom instaliranom snagom skuplja za cca 23 %.

Taj nerazmjer uglavnom nastaje zbog različitih knjigovodstvenih vrijednosti građevinskih objekata hidroelektrana.

Razlika kod grupe *oprema* nije tako krupna, jer je vrijednost starijih sredstava za rad revalorizirana na osnovi 1 $ = 632 dinara a većina opreme novijeg datuma uvezena je po tečaju 1 $ = 632 dinara samo s dodatnim koeficijentom za uvoz 1,2 na nabavnu cijenu. Tako je npr.

	HE Dravograd Din	HE Vuzenica Din
Nabavna vrijednost opreme	1,943.000.000	3,438.000.000
Nabavna vrijednost opreme za 1 instalirani kW	86.355	64.382

Međutim ukupna cijena za instalirani kW, dakle za građevinski dio objekta i za opremu isnosi

	HE Dravograd Din	HE Vuzenica Din
Nabavna vrijednost osnovnih sredstava ukupno	3,535.000.000	8,094.000.000
Cijena za 1 instalirani kW	157.111	151.573

No jer je kapacitet HE Vuzenica 2,5 puta veći od HE Dravograd, a elektrane su približno istog tipa, cijena za instalirani kW veće elektrane bi trebala biti mnogo jeftinija.

Iz ovog se primjera vidi, da su najkrupnije razlike baš kod građevinskog dijela objekta, što naročito dolazi do izražaja kod hidroelektrana, gdje na vrijednost građevinskih objekata otpada više od polovice vrijednosti osnovnih sredstava (za prilike u LR Sloveniji i to prema podacima za 1959., na građevinske objekte otpada 63,81 %). Ako se uzme u obzir samo indeks kretanja cijena građevinskih usluga po pojedinim godinama onda proizlazi, da u fondovima amortizacije nije reproducirana vrijednost građevinskih objekata i to kako u elektroprivredi, tako i u čitavoj privredi.

Osim toga, hidrogradevinski objekti hidroelektrana, koji sačinjavaju preko 25 % vrijednosti svih sredstava za rad u elektroprivredi, — a ne mnogo manje od polovine vrijednosti svih građevinskih objekata hidroelektrana — do nedavna se uopće nisu reproducirali kroz amortizaciju. Tek od početka 1961. u troškove elektroprivrede ulazi i amortizacija hidrogradevinskih objekata.

Prema tome, puna jednostavna reprodukcija sredstava za rad elektroprivrede, mogla bi se ostvariti tek nakon

1) permanentne revalorizacije sredstava za rad primjenom indeksa kretanja tržnih cijena, uvažujući kod toga odnos vrijednost — cijena,

2) revalorizacije sredstava amortizacionog fonda i

3) primjenom takve metode amortizacije koja će uvažiti i ekonomsku zastarjelost sredstava rada.

4. *AMORTIZACIJA U UVJETIMA DINAMIČKE PRIVREDE*

Ako se pretpostavi, da metoda amortizacije osigurava punu jednostavnu reprodukciju vrijednosti sredstava za rad, onda se može, u uvjetima privrednog rasta, jedan dio sredstava amortizacije upotrijebiti za financiranje novih investicija.

Gledano kompleksno, amortizacija je element jednostavne reprodukcije u stacioniranoj privredi, dok ona u dinamičnoj privredi vrši još i funkciju proširene reprodukcije.

Poznato je da su sredstva amortizacije u uvjetima privrednog rasta uvijek veća od potrebe za zamjenu postojećih kapaciteta. Sovjetski ekonomista Noktin navodi u svojoj knjizi: *Obrisi teorije socijalističke reprodukcije,* slijedeće: »U uvjetima svakogodišnjeg uvećanja obujma osnovnih fondova, suma godišnje amortizacije uvijek je veća od vrijednosti, potrebne za obnovu fizički istrošenih fondova. To znači, da se edan dio društvenog rada, koji je izražen u određenom dijelu amortizacionog fonda i koji će se u konačnom obračunu kroz niz godina iskoristiti za zamjenu osnovnih fondova — javlja kao dopunski faktor proširene reprodukcije usporedno s viškom proizvoda, koji je u toj godini stvoren.«

Koji se dio godišnje amortizacije može privremeno osloboditi funkcije jednostavne reprodukcije, zavisi od brzine privrednog rasta.

U uvjetima progresa tehnologije utječu i drugi faktori na to, da proces amortiziranja postaje i proces akumulacije. Ako se usvoji koncepcija, da treba uvijek investirati isti kapacitet, onda se zamjenom svakog novog poboljšanog sredstva za rad, istovremeno i proširuje kapacitet. Razvitak nauke i tehnike utječe na proces amortizacije fiksnih fondova, pa on postaje jednim dijelom izvor financiranja novih investicija.

Gledajući razvitak svakogodišnjeg povećanja obujma osnovnih sredstava elektroprivrede, kao i općeg progresa tehnike i tehnologije vidimo, da je suma godišnje amortizacije uvijek veća od potreba za zamjenu istrošenih sredstava rada u pojedinoj godini. Dio amortizacije iznad potreba za zamjenu može se privremeno koristiti kao dopunsko sredstvo novih investicija. U uslovima slobodnog udruživanja privremeno slobodnih sredstava amortizacije taj će se dio amortizacije koristiti kao dopunsko sredstvo za nove investicije u skladu sa planom privrednog razvitka elektroprivrede. Inicijativom radnih kolektiva mogu se privremeno slobodna sredstva amortizacije udružiti. Elektroprivreda bi tim sredstvima neposredno sudjelovala u financiranju novih investicija a realizacijom njihove proizvodnje bi vraćala anuitete zajmova za proširenje kapaciteta.

5. PREDMET RADA

Predmetom rada smatraju se sredstva, koja svoju vrijednost prvom upotrebom prenose u cijelosti na proizvod (bilo materijalno i vrijednosno, bilo samo vrijednosno). Za njih prvenstveno važi osnovna formula

$$N - R \ldots Pr \ldots R - N$$

(N — novac, R — roba, Pr — proizvodnja).

Ubrzanjem pretvaranja vrijednosti iz jednog oblika u drugi, pod uslovom nepromjenljivih ostalih okolnosti proizvodnog procesa, postiže se najekonomičnije i najrentabilnije poslovanje privredne organizacije.

Za jednostavnu reprodukciju predmeta rada se može reći, da se on uglavnom reproducira u cijeni električne energije. Međutim pitanje je, da li proizvodi onih grana privrede, koji se u elektroprivredi pojavljuju kao predmeti rada, nisu bili bonificirani nekim regresima ili drugim olakšicama društvene zajednice, jer to zamagljuje sliku stvarnih troškova reprodukcije, pošto te bonifikacije koristi posredno i elektroprivreda.

Utrošak nekih vrsta predmeta rada u elektroprivredi danas je određen normativima. Normiranje bilo kojeg elementa troškova je donekle opravdano, ali samo dok se međusobni obračuni elektroprivrednih organizacija ne vrše na osnovu proizvoda elektroprivrede — kWh.

U normiranim troškovima nalaze se i troškovi za investiciono uzdržavanje. Normiranje ovih nema nikakvog ekonomskog opravdanja, pa ih treba među prvima nešto detaljnije razmotriti.

a) Normiranje troškova investicionog uzdržavanja

Stvarno utrošena sredstva za investiciono uzdržavanje reproduciraju se u cijeni električne energije. Normativom određena sredstva ne zadovoljavaju sve potrebe za tim sredstvima, pa se može reći, da se ne reproduciraju potrebe za investiciono uzdržavanje.

Veličina sredstava potrebnih za pokriće investicionog uzdržavanja je individualnog karaktera, jer zavisi od veličine i kvalitete sredstava rada. Troškovi investicionog uzdržavanja zavise dakle od

1) karaktera privredne djelatnosti,
2) strukture sredstava rada,
3) istrošenosti sredstava rada.

U elektroprivredi se taj element troškova normira. Za osnovicu norme služe bivše stope investicionog uzdržavanja. Na osnovu takvih normativa dobiveni troškovi daju masu sredstava za investiciono uzdržavanje.

Ako se analizira taj način normiranja troškova za investiciono uzdržavanje, onda proizlazi:

1) da se prosječnim stopama ne izražava ni karakter, ni strukturni sastav sredstava rada poduzeća,
2) da u količini raspoloživih sredstava za investicione popravke nije uvažena istrošenost postrojenja i
3) da se vrši diskriminacija između starih i novih sredstava za rad, jer se primjenjuje ista osnovica kao kod obračuna amortizacije.

Ako se uzmu dva potpuno ista sredstva za rad, ali nabavljena u različito vrijeme (prosječni vijek trajanja do 10 godina; utvrđena stopa 2 % nabavne vrijednosti) dobiju se ove veličine:

	Za sredstva nabavljena u godini 1952. Din	1960. Din
Nabavna vrijednost	1,000.000	1,500.000
Troškovi investicionog uzdržavanja	20.000	30.000

Za relativno jednake uvjete uzdržavanja priznaju se dva sasvim različita iznosa dinarskih sredstava. Ova nejednakost se ne izravnava u okviru grane, jer se gore navedena situacija prenosi preko poduzeća na pojedine zajednice i na cijelu granu. Iako je poznata činjenica, da troškovi investicionog održavanja rastu s opadanjem fizičke sposobnosti sredstava rada i da su ti troškovi najjači baš u posljednjoj trećini fizičkog vijeka trajanja sredstava, linearni normativi ne zadovoljavaju potrebe investicionog uzdržavanja. Ta nejednakost bi se mogla izravnati samo u poduzećima ili u grani neke određene starosti. Kad se ovi troškovi zbog uravnoteženja prihoda i troškova još i linearno snize za izvjestan postotak, onda ovakvo normiranje gubi uopće bilo kakvi ekonomski smisao, jer takvo sniženje, kod realno postavljenih normativa ide samo na štetu dobrog održavanja sredstava za rad. Sasvim je logično, da tako ograničena sredstva ne mogu pokriti sve potrebe investicionog uzdržavanja. Kod ovog problema treba prije svega istaknuti, da se neki investicioni popravci ne vrše vremenski ravnomjerno i da se pojavljuju možda samo svakih nekoliko godina, dok se drugi pojavljuju redovito. Prema tome potrebe nisu svake godine jednake, pa bi bilo najbolje rješenje, da se potrebe sredstava za investiciono uzdržavanje ustanovljuju na osnovu godišnjih predračuna pojedinih poduzeća te da se tako utvrđena potrebna sredstva osiguraju u cijeni.

Ako usporedimo dvije slične hidroelektrane različitih starosti, vidjet ćemo kako djeluju ovi normativi.

	HE Dravograd	HE Vuzenica
Instalirana snaga MW	22,5	53,4
Nabavna vrijednost sredstava rada 1000 Din	3,535.000	8,094.000
Din/kW nabavne vrijednosti	157.111	151.573
Normirani iznos za investiciono uzdržavanje, umanjen za 15 % Din	31,000.000	71,000.000
Stvarno utrošeno	45,000.000	36,000.000
Manjak, odnosno višak Din	— 14,000.000	+ 35,000.000

U narednoj tablici i dijagramu prikazuju se postoci normiranih i utrošenih sredstava za investiciono uzdržavanje u odnosu na istrošenost sredstava za rad.

Oni pokazuju, da troškovi investicionog uzdržavanja rastu progresivno s istrošenošću sredstava za rad i da prosječan postotak za potrebna sredstva investicionog uzdržavanja zavisi od karaktera privredne dje-

Djelatnost	% istrošenosti sredstava za rad	% utrošenih sredstava za invest. uzdrž. u odnosu na nab. vrij. sredstava za rad	% normiranog iznosa investicionog uzdrž. u odnosu na nab. vrijed. sredstava za rad, naknadno smanjenog za 15 %
Hidroelektrane			
Vuhred	6,44	0,28	0,89
Mariborski otok	20,83	0,77	0,84
Doblar	31,71	1,05	0,87
Dravograd	35,07	1,29	0,89
Termoelektrane			
Šoštanj	13,49	1,08	1,08
Trbovlje	47,37	1,60	1,24
Velenje	66,53	2,32	1,34
Distribucija			
Maribor. okolica	25,19	2,50	2,72
Celje	30,04	2,75	2,90
Tolmin	42,61	3,06	2,45
Žirovnica	44,57	3,31	2,38

latnosti i od strukture sredstava za rad. Nakon revalorizacije sredstava za rad ta krivulja će možda biti nešto položitija, no u svakom slučaju će progresivno rasti.

U vezi s time može se zaključiti da prosječna stopa investicionog uzdržavanja na bazi nabavne vrijednosti sredstava za rad ne može služiti kao normativ za normiranje troškova investicionog uzdržavanja. Ukoliko bi se ipak vršilo normiranje investicionog uzdržavanja, onda taj normativ treba uvažiti:

1) karakter privredne djelatnosti,

2) istrošenost postrojenja i

3 nejednake vrijednosti istih sredstava za rad.

b) Glavno pogonsko sredstvo hidroelektrana — vodna snaga

Troškovi predmeta rada u industriji predstavljaju najznačajniji element troškova, što nije slučaj i u elektroprivredi. Odnos predmeta rada prema ukupnim troškovima u elektroprivredi smanjuje se i uslijed toga, što se u hidroelektranama koristi vodna snaga kao glavno pogonsko sredstvo. Voda kao prirodno bogatstvo u socijalizmu nije u prometu, a pošto nije proizvod rada to nema ni vrijednosti ni cijene, pa se stoga i ne pojavljuje kao trošak. U termoelektranama se pak kao glavna sirovina upotrebljava ugljen, koji predstavlja u termoproizvodnji najznačajniji element troškova. Uslijed toga se ispoljava slijedeći odnosi u bruto-produktu pojedinih djelatnosti elektroprivrede:

Vrst proizvodnje	Predmet rada (energetsko gorivo, materijal, ostali materijal. troškovi)	Sredstva za rad (amortizacija investiciono uzdržavanje*)
Termoproizvodnja	55,25 %	20,65 %
Hidroproizvodnje	5,18 %	46,07 %

Ako se malo detaljnije analizira glavno pogonsko sredstvo za proizvodnju hidroenergije — vodna snaga (ne voda kao sirovina) vidi se, da treba i te kako voditi računa o mogućnosti korišćenja vodne snage za proizvodnju hidroelektrana. Dobro uzdržavanje vodnih korita pruža mogućnost korišćenja najoptimalnijih količina vodne snage. Da bi se privredi pružila mogućnost korišćenja vodne snage u najoptimalnoj mjeri potrebno je, u vezi s time, da neka privredna organizacija vrši različite radove (regulacije, čišćenje rječnih korita i dotoka, regulacije brzica i sl). Svi ovi radovi pružaju korisne učinke elektroprivredi a i raznim drugim privrednim djelatnostima, pa bi trebalo određeni dio vrijednosti tih radova reproducirati i kroz cijenu električne energije.

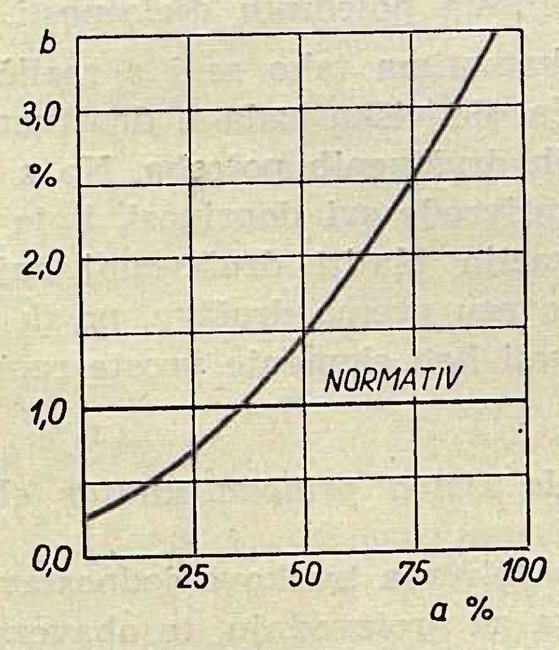
Ostaje otvoreno pitanje načina reprodukcije tih radova. Na osnovu prethodnih kalkulacija trebalo bi utvrditi reprodukciju ovih radova. Zbog velikog utjecaja hidroloških prilika na proizvodnju hidroelektrana, ove troškove reprodukcije bi trebalo ravnomjerno rasporediti po godinama prema količini proizvodnje.

c) Reprodukcija energetskog goriva

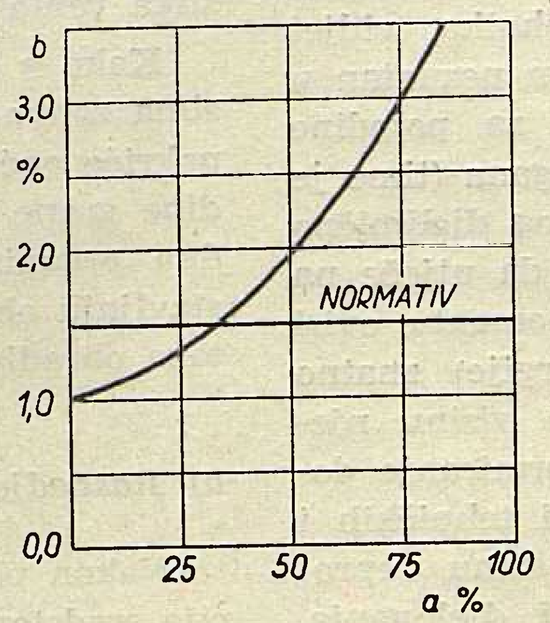
Za energetsko gorivo se može reći da se u cjelini reproducira kroz cijenu električne energije.

Zbog istodobnosti proizvodnje i potrošnje električne energije, količina proizvodnje zavisi svakog trenutka od njenih stvarnih potreba. Na tržištu elek-

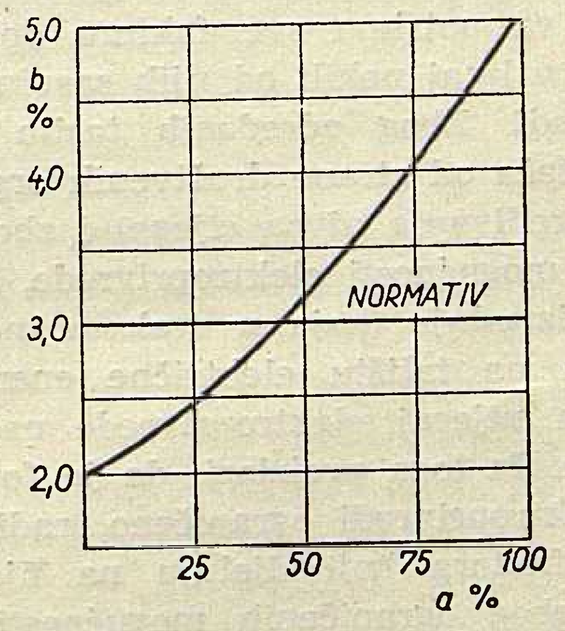
* Troškovi investicionog uzdržavanja, koji su neposredno vezani na sredstva za rad zbog bolje poredbe svrstani su u tu grupu.



Sl. 1. Hidroelektrane



Sl. 2. Termoelektrane



Sl. 3. Distribucija

a — % istrošenosti, *b* — % utrošenih sredstava na ime investicionog uzdržavanja

trične energije neprekidno se pojavljuju oscilacije potreba, a elektroprivreda mora svoju proizvodnju prilagoditi svim tim oscilacijama. Proizvodnja termoelektrana uglavnom dopunjuje proizvodnju hidroelektrana, dok u povoljnijim hidrološkim prilikama ostaju u pogonu samo najrentabilnije termoelektrane. Ostale su u toploj ili hladnoj rezervi, spremne da se svakog časa uključe u proizvodnju.

Zbog nedovoljnog broja velikih akumulacionih hidroelektrana, koje bi u svakom momentu mogle udovoljiti skokovitim zahtjevima potrošača električne energije, vršna opterećenja se pokrivaju i s termoelektranama. Velike oscilacije obima proizvodnje prouzrokuju i veći specifičan utrošak topline a time i energetskog goriva.

Pogonska spremnost termoelektrana zahtijeva određenu zalihu goriva i drugog materijala. Međutim ugalj se troši i samim tim što leži na skladištu. S obzirom da gubi svoju kaloričnu vrijednost taj se gubitak mora također reproducirati kroz cijenu električne energije, iako nije prouzrokovan neposrednom proizvodnjom termoelektrana.

d) Reprodukcija ostalog dijela predmeta rada

Normativi za ostale troškove materijala za preradu treba da su postavljeni tako, da pokriju racionalne potrebe. Ovi troškovi se u cjelini reproduciraju kroz cijenu električne energije.

DOHODAK

Rezultati svakog radnog procesa nisu samo novi proizvodi i usluge kao rezultat prenesene vrijednosti sredstava za proizvodnju već i dodatna nova vrijednost, koju ostvaruju radnici svojim radom. Nakon podmirenja troškova za zamjenu u proizvodnji utrošenih sredstava za proizvodnju odnosno kad se od vrijednosti bruto-prihoda odbiju troškovi reprodukcije materijala, dobije se dohodak. Dohodak se ostvaruje u procesu reprodukcije, ali nije samo rezultat reprodukcije već je istovremeno i faktor ekonomike reprodukcije, uslovljavajući je svojom visinom i metodama raspodjele.

Problem formiranja dohotka je problem realizacije ekonomskih rezultata proizvodnje. On je odraz brojnih faktora, koji djeluju u sferi proizvodnje i prometa. Ako razmotrimo sve faktore dohotka, vidjet ćemo da je utjecaj nekih od njih sasvim neznatan u elektroprivredi. Zbog određenih tarifa za pojedine grupe potrošača od strane društvenih organa (time je vezano i određivanje nivoa cijene) i zbog djelimično ograničenih mogućnosti elektroprivrede, da utječe na obujam proizvodnje (koja u svakom momentu ovisi o prilikama na tržištu električne energije) znatno je ograničen utjecaj elektroprivrede na visinu njenog dohotka. Iz toga proizlazi, da je formiranje dohotka u elektroprivredi ograničeno, radi tehničkih i društvenih faktora koji djeluju na njezinu reprodukciju. I zbog ograničenih mogućnosti djelovanja, elektroprivreda se regresira bilo bonifikacijama društvenih obaveza, bilo dotacijama. Na osnovu iznesenog trebalo bi odgovoriti na pitanja, koliki dohodak se mora »osigurati« elektroprivredi, da bi ona mogla neprekidno odvijati proces svoje jednostavne reprodukcije.

a) Podmirenje obaveza elektroprivrede spram društvene zajednice

Privredna jedinica raspolaže čitavim dohotkom s tim, da iz ostvarenog dohotka prvo podmiruje obaveze prema društvenoj zajednici za opće društvene potrebe (putem kamata, doprinosa i slično) a ostatak, takozvani čisti dohodak, se raspoređuje među neposredne proizvođače u vidu osobnih dohodaka, te na fondove privredne organizacije.

Kamati u kapitalizmu su u stvari cijena kamatonosnog kapitala, koji je sposoban, da kao i svaki drugi kapital, donosi profit. Kapital kao kategorija u klasičnom smislu prestaje da postoji u socijalističkom sistemu pa i kamati mijenjaju svoj društveni karakter. U socijalizmu kamati postaju instrument kreditno-financijskog sistema, odnosno aktivno sredstvo ekonomske politike i oblik akumulacije. Kamati na sredstva sačinjavaju dio sredstava općedruštvenih fondova, no s aspekta pojedinih privrednih organizacija, mogu se u određenoj mjeri promatrati i kao element proste reprodukcije.

Društvena zajednica je povjerila radnim kolektivima pojedinih privrednih organizacija sredstva proizvodnje na upravljanje i upotrebu i njeno je pravo zahtijevati, da ta sredstva budu korištena uz izvjestan minimum rentabiliteta. Kamate na sredstva predstavljaju odraz obaveza pojedinih privrednih organizacija prema društvenoj zajednici za društvena sredstva proizvodnje primljena na upotrebu i upravljanje.

Da bi te kamate bile punovrijedan odraz obaveza radnih kolektiva, trebalo bi čim prije ukinuti privilegije elektroprivrede, da kamate plaća po sniženoj stopi. To je jedan oblik regresa, s kojim se preko administrativno određene cijene električne energije, regresira niz drugih privrednih djelatnosti. Time se dio akumulacije, koji se ostvaruje u elektroprivredi prelijeva neposredno u neke druge grane ili djelatnosti i ne pokazuje se realna akumulativnost elektroprivrede. Kad bi se regresiranje tih privrednih djelatnosti vršilo direktno u vidu dotacija a ne preko snižene cijene električne energije, dobila bi se realnija slika rentabiliteta pojedinih djelatnosti.

Kako s kamatima tako se i s različitim doprinosima zahvaća dio viška rada u društvene fondove za pokriće općih društvenih potreba. No s aspekta pojedine grane privrede svi doprinosi, koje treba privredna organizacija platiti društvenoj zajednici, predstavljaju obavezu prema društvu, pa ih možemo zbog toga obrađivati kao elemente proste reprodukcije.

b) Raspodjela čistog prihoda unutar elektroprivrede

Nakon podmirenja troškova jednostavne reprodukcije sredstava za proizvodnju, te obaveza prema društvenoj zajednici, ostaje čisti dohodak, koji se raspoređuje u okviru same privredne jedinice. Raspodjela

se vrši među neposredne proizvođače u vidu osobnih dohodaka i na fondove za potrebe proste i proširene reprodukcije.

Uvjet za formiranje osobnih dohodaka je učešće u radnom procesu. Zbog postojanja zajedničkih potreba potrošača formiraju se fondovi zajedničke društvene potrošnje. Jedan dio zajedničkih potreba se pokriva sredstvima fonda zajedničke potrošnje privredne organizacije, a obujam tih potreba je reguliran obujmom fondova zajedničke potrošnje. Kod propisanih cijena električne energije, propisima se regulira i visina čistog prihoda, kojim raspolaže elektroprivreda. U okviru tako odmjerenog čistog prihoda vrši se raspodjela na osobne dohotke i fondove.

U skladu s razvitkom proizvodnih snaga i s principima privrednog sistema naše zemlje, trebalo bi ove administrativne mjere zamijeniti ekonomskim regulativima.

ZAKLJUČCI

1) Sredstva za rad se ne reproduciraju u cjelini kroz cijenu električne energije, radi neažurnih vrijednosti, naročito građevinskih radova.

2) Sadašnje stope amortizacije uvažuju samo fizičko istrošenje sredstava za rad a ne i ekonomsku zastarjelost pa funkciju amortizacije treba proširiti. Time bi se ostvarila potrebna sredstva za zamjenu i prije fizičke istrošenosti postrojenja, kad bi se to zbog napretka tehnike pokazalo svrsishodnim. Zamjena normalno istrošenih sredstava za rad sa savremenijim sredstvima, omogućava povećanje produktivnosti društvenog rada.

3) Primjenom linearne metode amortizacije, a pod uvjetom da stope amortizacije osiguravaju punu jednostavnu reprodukciju, ostvaruju se djelomično i sredstva za proširenje kapaciteta. Privredni rast i povećanje produktivnosti društvenog rada samo još potenciraju ovu mogućnost. U tim uvjetima je svrsishodno dio sredstava amortizacije upotrebljavati i za financiranje novih investicija.

4) Predmet rada uglavnom se reproducira kroz cijene električne energije. Normiranje troškova investicionog održavanja koje ne uvažava stvarne potrebe sredstava rada, negativno utječe na radni vijek postrojenja. Ako su normativi ostalih troškova predmeta rada uopće opravdani, bilo bi potrebno, da stimuliraju na sniženje troškova, a time u vezi i na povećanje produktivnosti.

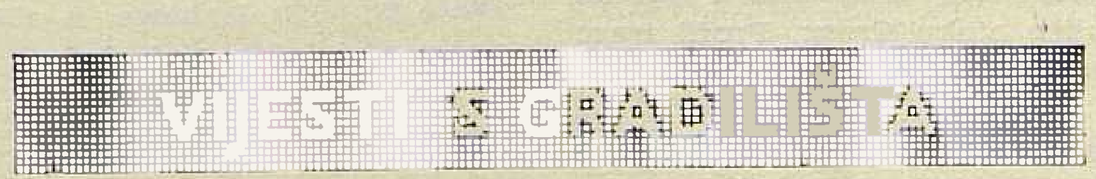
5) Troškovi vodnih snaga, kao glavnog pogonskog sredstva hidroelektrana, uopće se ne reproduciraju u okviru same elektroprivrede, i ako upotreba vodne snage prouzrokuje troškove održavanja korita vodnih dotoka, pritoka i tome slično.

6) Mogućnost stvaranja dohotka u elektroprivredi je ograničena administrativnim određivanjem cijene električne energije. Ovo je pak dovelo do uvođenja raznih benefikacija i regresa. Kad se regresiranje pojedinih privrednih djelatnosti ne bi vršilo preko cijene električne energije već direktnim dotacijama, onda bi se moglo ustanoviti da li elektroprivredi treba regres za osiguranje poželjnog ekonomskog uspjeha.

Literatura

Karl Marx: *Kapital I.*
Dr. Šimun Babić: *Uvod u ekonomiku privrednih poduzeća.*
Dr. Stevan Kukolečа: *Ekonomika preduzeća II.*
Dragomir Vojnić: *Neki aspekti problema amortizacije u uvjetima ekonomskog rasta.*
Dragomir Vojnić: *Amortizacija kao dodatni izvor za finansiranje novih investicija.*

Naslov pisca: Dipl. ec. Marija Weber, Elektrogospodarska skupnost Slovenije, Ljubljana



Podmorski kabel 35 kV Krk — Cres

Povezivanje otoka Cresa distributivnom mrežom na kopnu ostvareno je krajem mjeseca lipnja 1961., kada su privedeni kraju radovi na DV 30 kV Malinska—Cres i kada je između otoka Krka i Cresa položen podmorski kabel napona 35 kV. Ovom vezom učinjen je još jedan korak u elektrifikaciji kvarnerskih otoka, a ujedno su time stvorene i mogućnosti za perspektivno priključenje otoka Lošinja na zemaljsku mrežu.

Sam pomorski kabel kojim je ostvarena veza između otoka Krka i Cresa, predstavlja do sada najdulji visokonaponski energetski kabel koji je kod nas položen, pa ćemo ovdje kratko prikazati pripreme, trasu kabela, sam kabel, i njegovo polaganje.

Tehnički podaci kabela

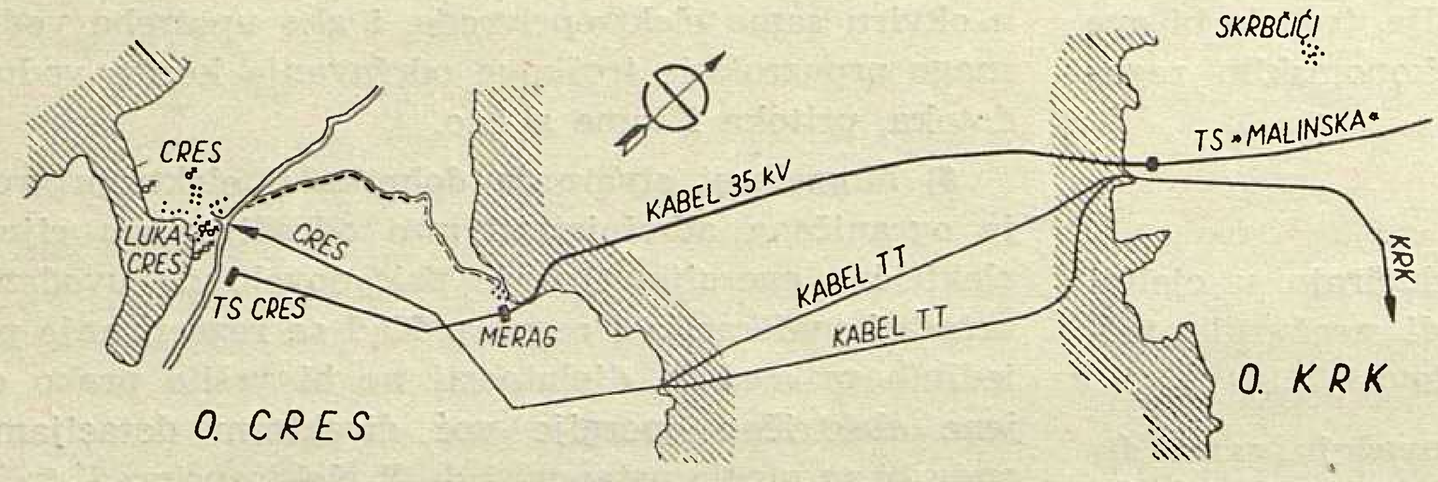
Isporučilac: »Fabrika kabela«, Svetozarevo.

Tip kabela	XHEKRAA
Broj i presjek žila	3 × 50 mm²
Nazivni napon	35000 V
Konstrukcija Cu užeta	19 × 1,83 mm ∅
Debljina izolacije između žila i olova	8,2 mm
Promjer preko olovnog plašta	29,35 mm
Armatura (pocinčana čelična žica)	4 mm ∅
Promjer kabela	86,0 mm
Težina kabela	cca 17,4 kg/m

Potrebna dužina kabela prema projektu iznosila je 7.380 m, a naručeno je 8.000 m, imajući u vidu i buduće povezivanje otoka Lošinja. Kabel je isporučen u pet dužina po 1.600 m, te spojen u jednu cjelinu pomoću fleksibilnih spojnica.

Trasa kabela

Nakon opsežnih istražnih radova, koji su se odnosili na izbor najpovoljnijih tačaka ulaza kabela u more, te najpovoljnije trase kabela s obzirom na profil i sastav morskog dna, odabrana je trasa koja je prikazana na sl. 1. Početnu tačku kabelske trase predstavlja kabelska kućica u uvali Marina na otoku Krku, a krajnju tačku kabelska kućica u uvali Merag na otoku Cresu. Uvala Marina na otoku Krku zaštićena je od svih vjetrova, pa će kabel u njoj imati sigurno ležište, dok u uvali Merag na otoku Cresu mogu u izvjesnoj mjeri djelovati sjeverni vjetrovi što međutim uz odgovarajuću priobalnu zaštitu neće utjecati na kabel.



Sl. 1. Situacija trase

Odabrana kabelska trasa preko kanala Srednja vrata ne ide ravno linijski od jedne do druge krajnje tačke, već ima dva skretanja. Prvo skretanje udaljeno je 400 do 450 m od obalne linije otoka Krka, a ima cilj, da se kabel 35 kV udalji od telefonsko-telegrafskih (TT) linija koje imaju svoju početnu tačku u uvali Grkmork. Drugo skretanje daleko je oko 550 m od obalne linije uvale Merag na otoku Cresu, a svrha mu je, da se izbjegne eventualni utjecaj rta Smokovec na pravilnost profila odabrane trase.

Profil morskog dna na odobrenoj trasi sasvim je pravilan. Polazeći od otoka Krka, morsko dno se vrlo pravilno spušta do dubine od 60 m, koja je otprilike 600 m daleko od obale. Odavde morsko dno prelazi u pravilnu i ravnu plohu, koja obuhvaća gotovo čitavi profil, izuzevši relativno usko područje udaljeno opet oko 600 m od obalne linije otoka Cresa. Na toj udaljenosti od obale morsko se dno blago uzdiže od dubine 70 m na 50 m, te se dalje, pod izvjesnim nagibom, penje na uvalu Merag. Dubine na području centralnog ravnog dijela trase variraju u čitavom području oko 20 m, tj. od 60 do 82 m, što ujedno predstavlja maksimalnu dubinu na odabranoj trasi. Maksimalna dubina nalazi se u području koje je bliže otoku Cresu. Profil trase prikazan je na sl. 2, a predstavlja ehogram dobiven ultrazvučnim snimanjem.

Za određivanje naravi i sastava morskog dna uzimani su za vrijeme trasiranja uzorci morskog dna uzduž čitave trase. Laboratorijska ispitivanja ovih uzoraka pokazala su, da je u priobalnim područjima podloga pretežno glinastoilovasti pijesak, odnosno pjeskovita ilovača, a da je u ostalom dijelu profila podloga pretežno ilovasta glina, odnosno ilovača. Ovakav sastav morskog dna može odlično poslužiti kao ležište podmorskog kabela.

U prilog odabranoj trasi ide nadalje i činjenica, da se kabel sa sigurnošću može položiti bez približavanja ili čak kolidiranja s TT-kabelima, čiji se položaj nije mogao potpuno tačno ustanoviti. Za neku drugu trasu koja bi bila kraća od odabrane, to se ne može sigurno tvrditi. Osim toga, odabranom trasom je izbjegnuta provalija koja se u području otoka Plavnika proteže paralelno s otokom Cresom i u njegovoj neposrednoj blizini postiže dubinu od 129 m.

Transport kabela

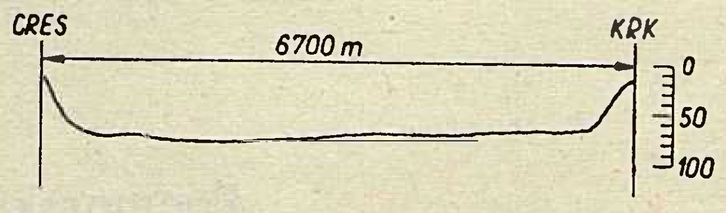
Kabel je od »Fabrike kablova« u Svetozarevu do riječke luke, gdje ga je trebalo pretovariti u brodove, transportiran u pet željezničkih otvorenih četveroosovinskih vagona nosivosti oko 45 tona. Svaka isporučena dužina kabela po 1600 m namotana je u vojevima na vagon te unutarnjom i vanjskom drvenom oplatom osigurana od rasipanja i eventualnog oštećenja pri transportu. Zbog rizika oštećenja prilikom transporta, na mjestima prijelaza iz vagona u vagon, kabel nije spajan u jednu cjelinu u tvornici, već je spajanje izvršeno na gatu »Petar Drapšin« u riječkoj luci. Transport kabela željeznicom trajao je tri dana.

Pripremni radovi

Pripremni radovi koji su neposredno prethodili polaganju kabela izvršeni su na gatu »Petar Drapšin« u riječkoj luci.

Po dolasku vagona s kabelom na gat odmah se pristupilo izradi fleksibilnih spojnica između pojedinih dužina kabela. Kabel je spojen na vagonima pod improviziranim šatorima kako bi se spriječilo onečišćenje i ovlaživanje otvorenih žila kabela. Pošto su izrađene prve tri spojnice, čime je dobivena duljina kabela od 6400 m, počeo je pretovar kabela u penišu.

Kabel je pretovaren pomoću montažne pretovarne skele koja je u tu svrhu podignuta na gatu iznad vagona, s konzolom iznad skladišnih prostora peniše. U pramčani skladišni prostor peniše, koji je prvo tovaren kako bi se izjednačila težina vitla za polaganje montiranog na krmi peniše, utovarene su tri dužine kabela, tj. 4800 m (oko 84 t), dok je četvrta dužina utovarena u krmeni skladišni prostor. Prijelaz iz jednog skladišnog prostora u drugi, izvršen je preko palube peniše uz ostavljanje dovoljne dužine za naknadno dizanje kabela na montažne skele, koje se na peniši podižu za polaganje. Kabel je u skladišnim prostorima peniše namatan u vojeve vodeći pri tome računa da se rasporedi po što većoj površini kako bi se time dobilo što jednoličnije opterećenje oplate peniše. Pretovar spojenih 6400 m kabela izvršen je u jednom danu i trajao je, uz obavezni povremeni odmor zaposlenog osoblja, punih dvanaest sati, odnosno, izvršen je brzinom od oko 0,53 km na sat. U toku pretovara izmican je ispražnjeni vagon ispod pretovarne skele pomoću traktora, a slijedeći vagon s kabelom na isti način podvlačen pod skelu.



Sl. 2. Profil trase (ehogram)

Po završenom pretovaru četiri dužine kabela pristupilo se izradi posljednje, četvrte, spojnice i podizanju montažne skele za polaganje iznad pramčanog skladišnog prostora peniše. Neposredno po završetku posljednje spojnice pretovarena je preostala dužina kabela u krmeni skladišni prostor peniše, pa se je u njemu nalazilo 3200 m kabela (cca 56 t). Zatim je pretovarna skela demontirana, a montirana je skela za polaganje iznad krmenog skladišnog prostora peniše.

Ukupno opterećenje peniše zajedno s kabelom, kompletnom mehanizacijom za polaganje kabela, te raznim balastom za uravnoteženje peniše, iznosilo je oko 198 tona.

Polaganje kabela

Kabel je položen dne 30. VI 1961. uz sudjelovanje tehničkih jedinica JRM: peniše u koju je ukrcan kabel i na koju je montirano vitlo za polaganje kabela, većeg remorkera za teglenje i održavanje pravca.

Kabel je polagan u smjeru od otoka Cresa prema otoku Krku iz slijedećih razloga:

1) Na otoku Cresu trebalo je do kabelske kućice izvući veću dužinu kabela nego do kabelske kućice na otoku Krku i to po teškom terenu. Pri izvlačenju početka kabela na kopno brodovlje je krmom usmjereno u pravcu izvlačenja pa kada se radi o većoj dužini kabela onda se to u ovakvom položaju može mnogo lakše izvesti.

2) Morsko se dno u blizini otoka Cresa naglo ruši na veliku dubinu, što bi kod izvlačenja kraja kabela na kopno imalo za posljedicu, da velika težina kabela djeluje na limene plovke (bačve) s kojima se tada teško manipulira.

3) Izvlačenje kraja kabela dugotrajnija je i teža operacija od izvlačenja početka kabela na kopno. Zbog toga je u ovom slučaju bilo povoljnije da se ova operacija izvrši u zaštićenoj uvali, a to je uvala Marina na otoku Krku.

4) Polazeći od otoka Cresa prema otoku Krku mnogo je laganije bilo izvesti potrebna skretanja na trasi kabela.

Izvlačenje početka kabela na kopno na otoku Cresu započelo je u pet sati ujutro. Kabel je pomoću vitla izvlačen iz skladišnog prostora peniše i polagan na bačve, a preko povlačnog užeta, koje se je preko koloturnika, učvršćenog na povoljnom mjestu, vraćalo na parno vitlo remorkera, izvučena je potrebna dužina kabela u pravcu na kopno, i zatim pomoću radne snage prebačen u već pripremljeni rov. Ova početna operacija završena je oko sedam sati ujutro.

Samo polaganje kabela započeto je oko jedanaest sati, kada se je smirilo more uznemireno djelovanjem bure prethodnih dana.

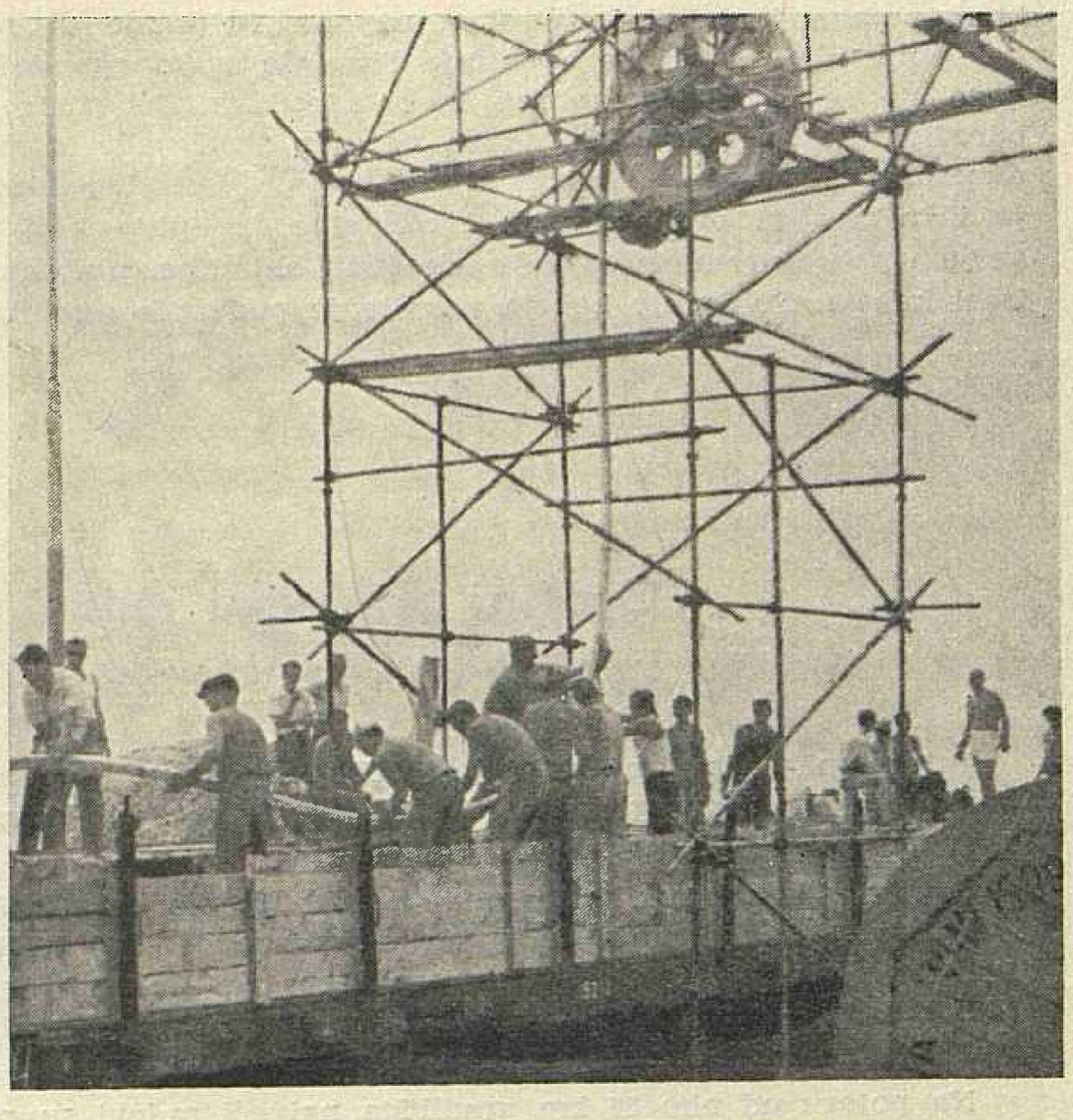
Polaganje kabela je izvršeno bez ikakve smetnje približno po utvrđenoj trasi, a trajalo je, s potrebnim zaustavljanjima radi ispuštanja spojnica, oko dva i pol sata. Brzina polaganja iznosila je u prosjeku, ne računajući stajanje, oko 3,5 do 4 km na sat, a kut ulaza kabela u more kretao se između 60^0 i 70^0 kod normalnog polaganja, a 80^0 do 90^0 kod ispuštanja spojnica. Pri najvećim dubinama profila, kabel je bio opterećen silom od oko 2500 do 3000 kg.

Po dolasku u uvalu Marina na otoku Krku remorker i peniša lagano su nasukani, potrebnim brojem konopa vezani na obalu, pa se zatim počelo izvlačenjem kraja kabela na kopno. Primijenjen je do sada uobičajen način ispuštanja na bačve sve dok nije cijela potrebna dužina kabela na njima plutala, a potom se privlačio kabel na kopno i izvlačio do kabelske kućice. Kada je i to završeno, kabel je potopljen i time položen na morsko dno. Tačan smještaj kabela na morsko dno u priobalnom području izvršio je ronilac.

Zaštita kabela

Električka zaštita kabela provedena je u skladu sa zaštitom cijele mreže 30 kV tog područja. Od kratkog spoja zaštita je predviđena brzim distantnim relejem za mreže srednjeg napona BBC tipa LG-1 u dvije faze, dok je za treću fazu predviđen termički relej BBC tip ST. Releji su smješteni u odlaznom vodnom polju 30 kV »Cres« u TS 30/10 kV »Malinska«. Cijeli prijenosni sistem, pa prema tome i kabel, štićen je od direktnog atmosferskog pražnjenja dozemnim užetom dalekovoda, a predviđeni su i odvodnici prenapona kako u transformatorskim stanicama »Malinska« i »Cres« tako i na kabelskim kućicama. Zaštitna užeta dalekovoda dopiru do zadnjeg stupa ispred kabelskih kućica, a uzemljenja zadnja tri stupa povezana su međusobno i s uzemljenjem kabelskih kućica. Od kabelskih kućica uzemljivač je produžen do mora i tu završava bakrenom pločom.

Mehanički je kabel u moru zaštićen armaturom od pocinčane čelične žice. Na kratkim kopnenim dijelovima trase kabel je ukopan u rovove i zaštićen uobičajenim načinom

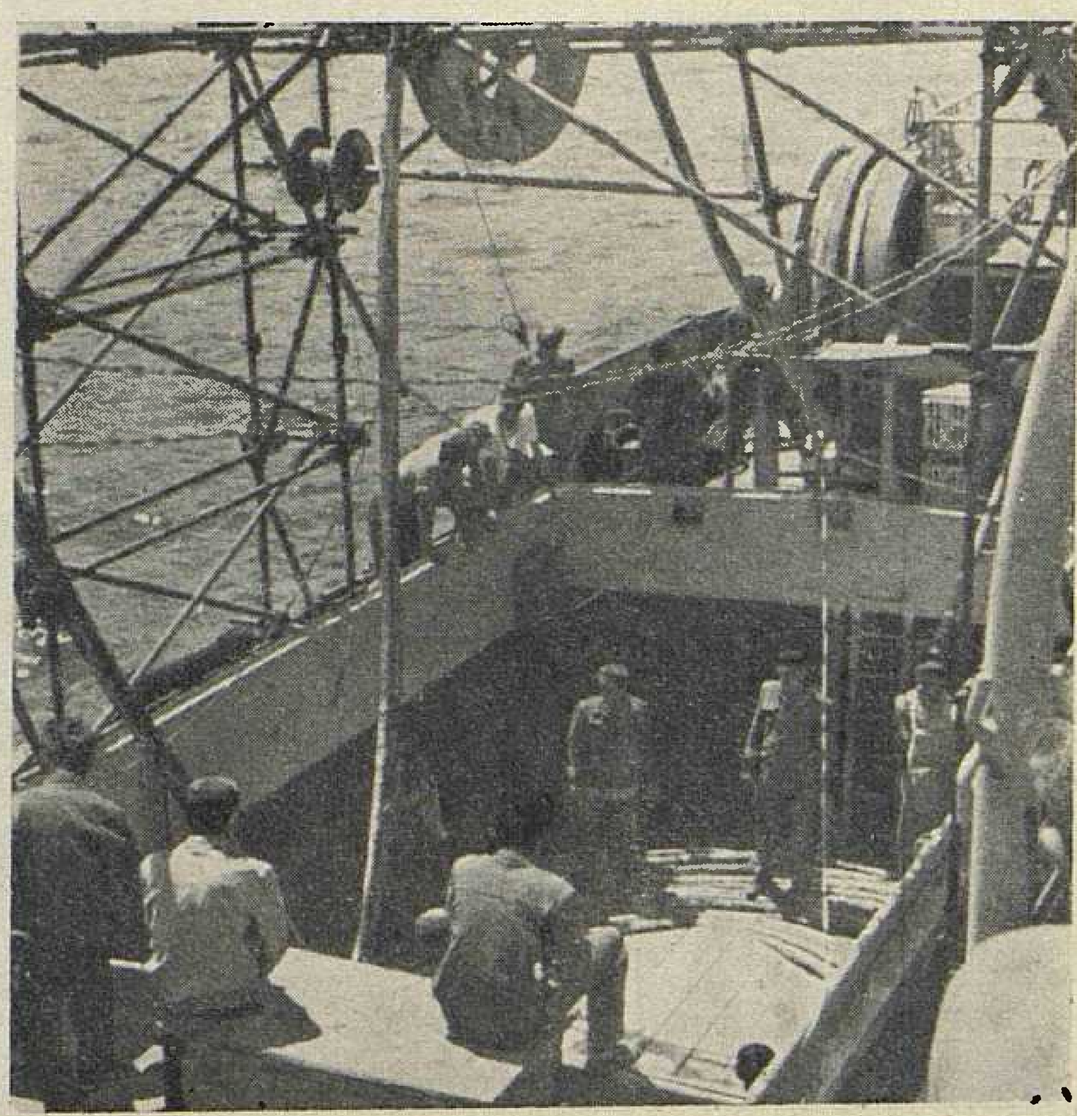


Sl. 3. Pretovar kabela

pomoću opeka. Priobalna zaštita kabela sastoji se od armiranih betonskih žljebnjaka pojedinačne dužine 40 cm, koji su izrađeni iz dobro nabijenog betona. Njima se preklapa kabel od dubine mora 5 m pa preko plićaka na kopno sve dok kabel nije osiguran od djelovanja mora. Da bi na dubljem dijelu priobalnog područja niz žljebnjaka bio osiguran, betoniraju se na početnoj i krajnjoj tački kabela dvostruki betonski blokovi. Preko žljebnjaka postavljen h iznad kabela nasipava se kameni materijal tako, da žljebnjak bude potpuno pokriven. Na taj način postignuta je potpuna zaštita kabela, a postoji i mogućnost naknadne revizije i dizanja kabela bez ikakovog rušenja.

Ovim člankom dan je samo kratki prikaz pojedinih faza koje su uvjetovale uspješno polaganje do sada našeg najdu-

Sl. 4. Polaganje kabela



bljeg podmorskog kabela visokog napona. Pripreme za ovo polaganje bile su mnogo opsežnije i trajale su mnogo duže, nego što se to može razabrati iz ovih redaka. Pri izboru i određivanju trase kabela one su okupile stručnjake iz poduzeća »Dalekovod« i »Elektroprimorje«, a vidnu ulogu imao je i Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita koji je svojom aparaturom uspio dati određenu sliku po odabranoj trasi kabela. Polaganje kabela izvršilo je poduzeće »Dalekovod« sa svojom ekipom i svojom specijalnom mehanizacijom za polaganje podmorskih kabela uz tehničku suradnju stručnjaka »Fabrike kablova«. Znatan dio radova pri pripremama i polaganju obavilo je poduzeće »Elektroprimorje«, dok je spajanje kabela izvršila ekipa »Fabrike kablova«. Ovome treba dodati i pomoć tehničkih jedinica JRM, uz čiju suradnju je ovo polaganje i izvršeno.

Ing. Marijan Kosar

Opsežni pripremni radovi na izgradnji hidroelektrane Senj

Pripremni radovi na izgradnji HE Senj u ovoj godini zauzimanju velik opseg, kako bi ubrzo mogli otpočeti glavni građevni radovi na pojedinim objektima.

Osnovna koncepcija elektrane je iskorištenje udruženih voda Like i Gacke, koja će godišnje proizvoditi 1.050 GWh. Prema programu izgradnje elektrana treba da je u pogonu 1964. godine — zato je nužno dobro organizirati i opremiti gradilišta za što efikasniji rad na ključnim objektima.

Na potezu od oko 56 km gradilišta najveći radovi su na izgradnji podzemne strojarnice, cjevovoda, brana, akumulacionih bazena, vodnih komora, odvodnih kanala i regulacija rječnih korita, a najteži bit će probijanje preko 14 km tunela kroz masiv Velebita.

Prije izvedbe glavnih radova na terenu se vrše mnoge tehničke predradnje, te radi uspješnijeg ispunjenja zadataka organizirano je više gradilišta, koja se protežu na područjima komuna Senj, Otočac, Perušić i Gospić.

Organizacija gradilišta

Gradilišta u ovom zaostalom privrednom području daju novu sliku i obilježje koje nose graditelji ovog značajnog hidroenergetskog postrojenja u našoj zemlji.

Na širokom radnom frontu izgrađuje se dalekovodna mreža, ceste i putovi, opskrba pitkom vodom, niču nova naselja, domovi kulture, restorani društvene prehrane, zatim radionice, skladišta i druga pogonska postrojenja.

Na gradilištima rade stručne ekipe izvađačkih poduzeća s bogatom praksom i znanjem, jer su već učestvovali u izgradnji svih značajnih i većih hidroenergetskih postrojenja u Jugoslaviji. Radilišta opremljena su suvremenom mehanizacijom i svim zaštitnim uređajima, koji će radnim ljudima omogućiti što lakše i brže uslove za ispunjenje planiranih zadataka.

Tri milijarde za pripreme

U ovoj godini investirat će se za pripremne radove preko tri milijarde dinara. Osigurana sredstva, dobra organizacija gradilišta pojedinih izvađačkih poduzeća s iskusnim ekipama već su na terenu postigli dobre rezultate. Plan za 1961. godinu bit će izvršen u cijelosti, tako da će u 1962. godini otpočeti široka radna akcija na izvedbi glavnih građevinskih radova HE Senj.

Još krajem 1959. godine otpočeli su pripremni radovi na izgradnji elektrane, te nastavljeni u prošloj godini u smanjenom opsegu.

Najvažnije je bilo radilištima osigurati električnu energiju. U tu svrhu izgrađen je DV 110 kV HE Vinodol–Senj koji je već u pogonu, dok radovi na drugoj dionici ovoga dalekovoda Senj–Žuta Lokva–Otočac ulaze u završnu fazu. Izgradnja voda kao i montaža opreme povjerena je zagrebačkom poduzeću »Dalekovod«. U Velikoj Grabovi u pogonu je i provizorij TS 110/30 kV.

Sl. 1. Gradilište strojarnice u Grabovi. Plato rasklopnog i komandnog postrojenja, ulaz u pristupni i kabelski rov i lokacija za radničko naselje

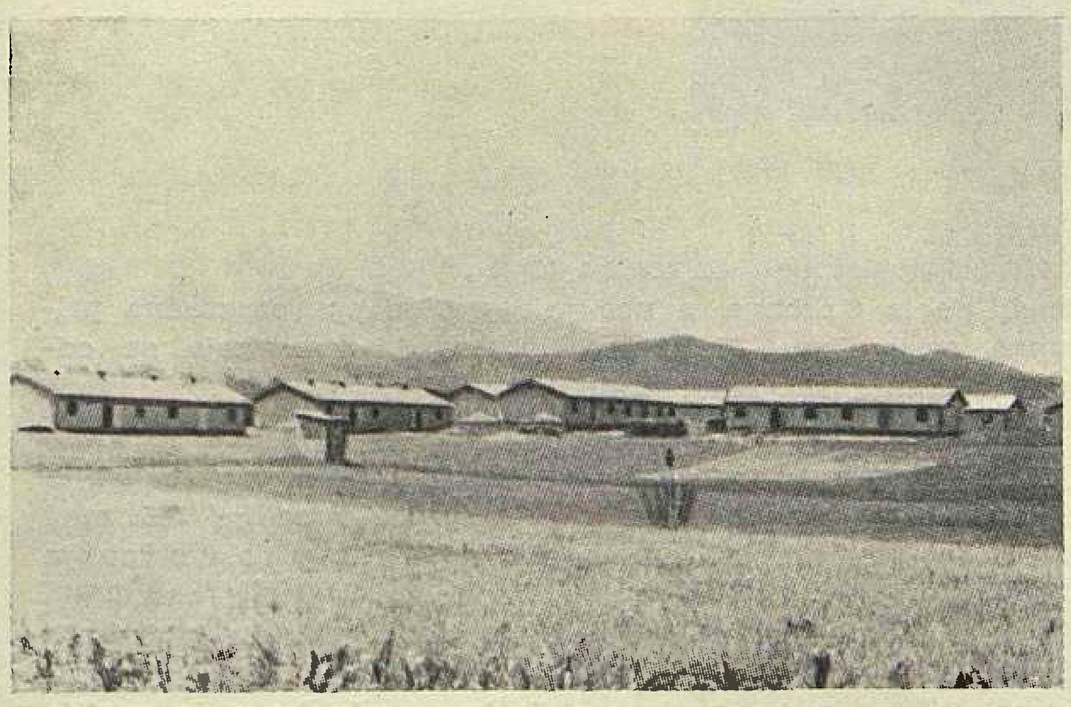
Sa glavnog novosagrađenog DV Vinodol–Senj, kao i s druge dionice Senj–Otočac kad se posve izgradi, izvodi se mreža DV napona 35 i 10 kV koja će opskrbljavati gradilišta potrebnom energijom.

Akumulacioni bazen u Kruščici

Na gradilištu Kruščice – u kanjonu rijeke Like – vrše se pripreme za izgradnju brane koja će ostvariti akumulaciju od 120 mil. m³ korisne zapremine. Izvedena je pristupna cesta, dužine 742 m, koju gradi građevno poduzeće »Lika« Gospić. Stručnjaci poduzeća »Elektrosond« Zagreb vrše tehnička ispitivanja terena za buduću branu koju će graditi poduzeće »Tehnogradnja« Maribor.

Kod Selišta vrše se pripreme za izgradnju preljevne brane na Lipovom polju preko koje će se omogućiti skretanje vode Like u Gacku. Nadalje radi se i na pripremama za ulazni uređaj u tunel Selište–Gornja Švica, dužine 10,65 km. To je spojni tunel između rijeka Like i Gacke.

U Crnom Jezeru otpočeli su radovi za napadno okno tunela Selište–Gornja Švica. Izvodi se pristupni put koji ide od glavne ceste Otočac–Lešće, u dužini od oko 8 km, od čega je već gotovo oko 50 posto.



Sl. 2. Blok radničkih stanova s restoranom i društvenim domom na gradilištu Kompolje

Radovi na Kosmačevu jezeru i Šumečici

Na gradilištu Kosmačevo jezero nakon izvedenih priprema otpočeli su radovi na napadnom oknu za tunel Gornja Švica–Gusić polje, dužine 9,64 km. U završnoj fazi su radovi na pristupnoj cesti, kao i na podizanju skladišta eksploziva i alata, radničkog naselja itd. Gradnja je povjerena poduzeću »Tunelogradnja« Beograd.

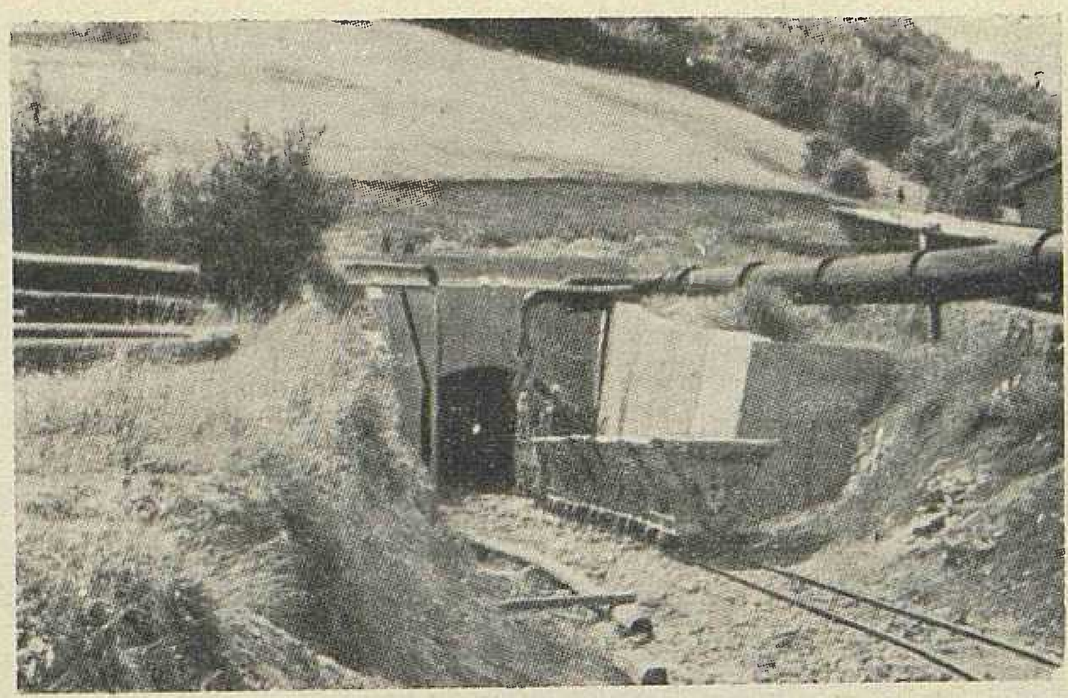
Na gradilištu Šumečica radi se na uređenju kanala (oko 1,3 km), koji će odvesti vode Like i Gacke do ulaznog uređaja u tunel Gornja Švica–Gusić polje. Kod Šumečice izgradit će se i brana na Gackoj koja će služiti za stvaranje uspora na Gackoj i za tok voda Like i Gacke u smjeru Gusić polja.

Na radilištu izgrađeno je radničko naselje, restoran i dom kulture, zatim uređene su radionice, kompresorska i ventilatorska stanica, te skladišta alata i materijala, a posebno spremište za eksploziv. Osim toga radi se na sprovađanju električne mreže, opskrbi vodom i na pristupnoj cesti. Na području gradilišta Šumečica sve radove izvodi također »Tunelogradnja«. Između Selišta i Šumečice na Gackoj obnovljen je dotrajali most.

U Otočcu poduzeće »Tunelogradnja« gradi dvokatnicu za poslovne i stambene prostorije svojih stručnjaka. Nakon završetka svih radova na ovome području poduzeće će ovu zgradu dati na vlastito korištenje NO Općine Otočac.

Ostala gradilišta

Na radilištu Kompolje radi se napadno okno za tunel Gornja Švica–Gusić polje i to dionica prema Kosmačevu



Sl. 3. Gradilište Melnica. Napadno okno za tunel Gusić polje–Hrmotine

jezeru. Dužina napadnog okna iznosit će oko 266 m, a zatim će se raditi na probijanju tunela u desnom i lijevom smjeru. Uređena je montažna trafostanica, tako da se može primjenjivati mehanizacija, kao električne bušilice, kompresori i ventilatori. Za smještaj radnika izgrađeno je osam baraka (dvije za stručno osoblje), zatim restoran s društvenim domom. Uređuje se i vodovodna mreža te je već položeno oko 2 km cijevi.

Na gradilištu Maras pa do Gusić polja počeli su pripremni radovi na izgradnji kanala koji će od izlaznog uređaja tunela Gornja Švica–Gusić polje dovoditi vodu do kompenzacionog bazena za dnevno izravnanje. Od glavne ceste Senj–Otočac uređuje se pristupni put.

Gradilište Gusić polje priprema se za izvedbu odvodnog uređaja koji će iz kompenzacionog bazena odvoditi vode za tunel Gusić polje–Hrmotine (vodostan). To je najduži tunel u našoj zemlji: 13.420 m.

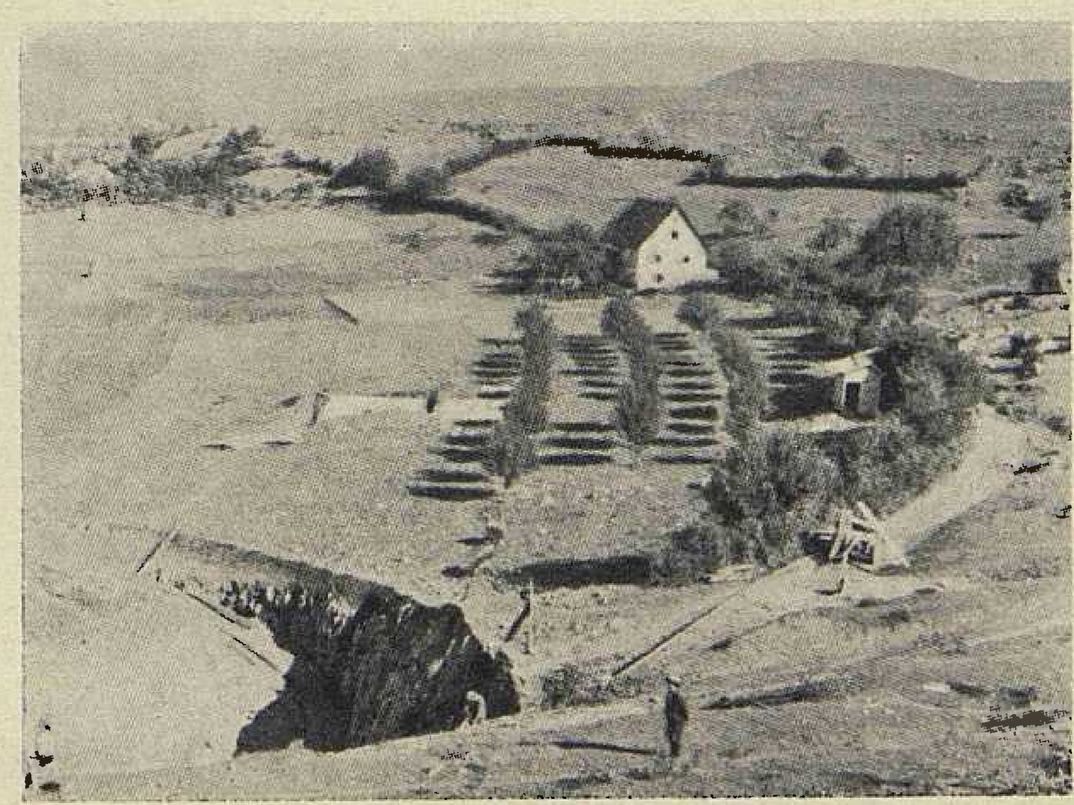
Početak glavnih radova u Melnicama

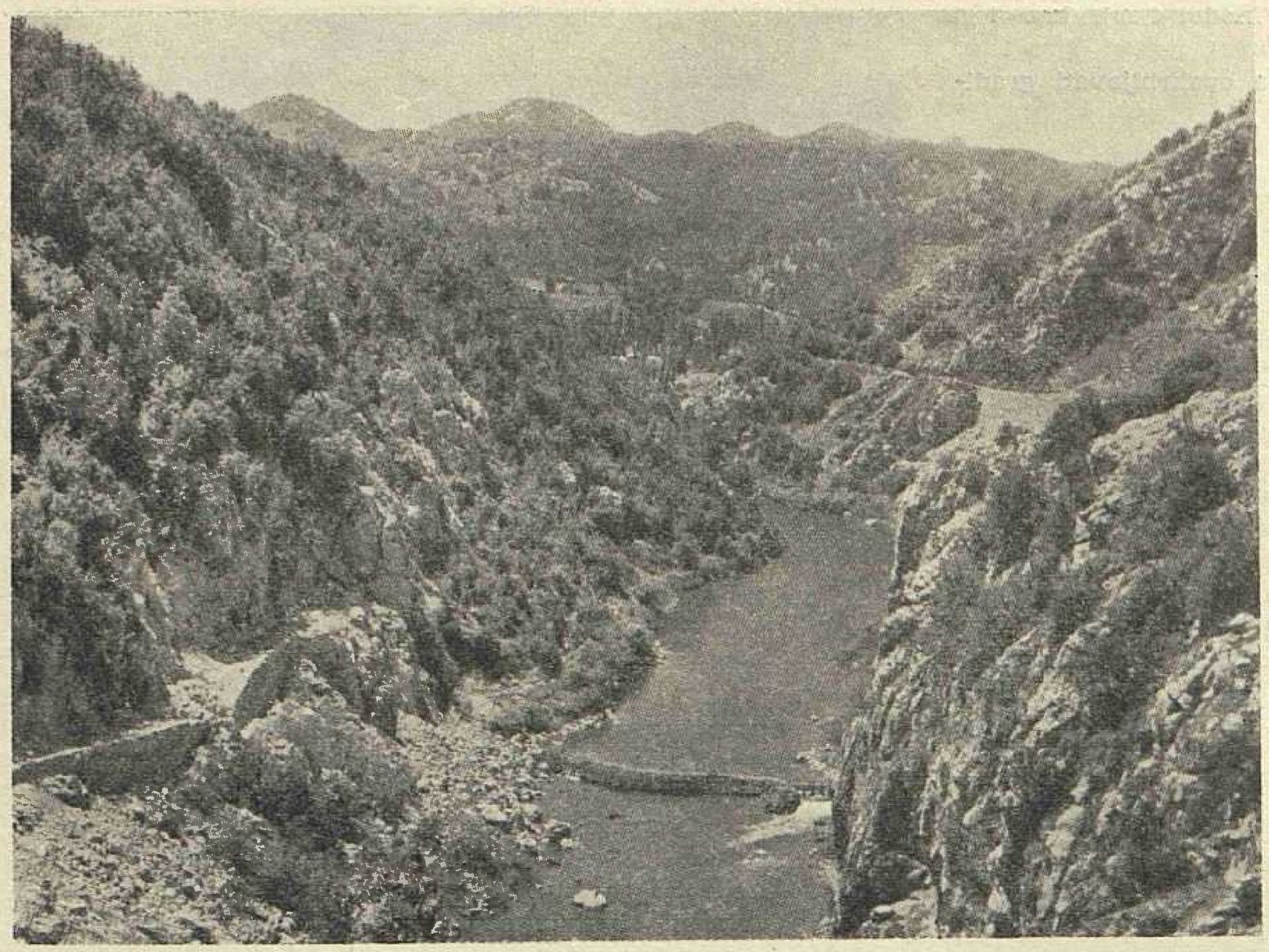
Najveća radna aktivnost je u Melnicama, jer je to gradilište među prvima osnovano. Ono je po svojim uređajima i organizaciji najkompletnije.

Završeni su radovi na betoniranju napadnog okna, dužine 506 m, za tunel Gusić polje–Hrmotine. Prešlo se je na izgradnju samog tunela i već je izgrađeno oko 200 m u oba smjera. Svakodnevno je u porastu iskop, tako da će ubrzo doći na visinu kao što je ostvarivano na gradilištima HE Split.

Iskopani materijal iz tunela izvlači se sa 6 vagoneta pomoću vitla, a kapacitet pojedinog vagoneta je 1,60 m³.

Sl. 4. Gradilište Maras. Izgradnja izlaza iz tunela Gornja Švica–Gusić polje





Sl. 5. Gradilište Kruščica. Nizvodni dio brane – pregrada za akumulacioni bazen

Gradilište je opskrbljeno električnom energijom, a radi se na izgradnji vodovodne mreže u dužini od oko 7,5 km.

Lijepo je izgrađeno stambeno naselje sa svim sanitarnim uređajima, a posebno je uređena kupaona s tuševima i garderobom.

U restoranu organizirana je kvalitetna i količinski dobra hrana za zaposlene radnike, a izvađač je brigu za prehranu prepustio ugostiteljskom poduzeću »Velebit« Senj.

Za razonodu, u ukusno uređenim prostorijama Doma kulture, graditeljima je na raspolaganju radio, gramofon, šah, kao i domaća dnevna štampa, stručni i zabavni časopisi.

Ventilaciona i kompresorska stanica, mehanička, kovačka i druge radionice opremljene su vrlo dobro. Izvađač je dopremio i suvremenu mehanizaciju, jer je ovdje opseg radova velik i značajan, a izvađač na ovome sektoru je poduzeće »Hidroelekra« Zagreb.

Pripreme za vodostan i strojarnicu

Na gradilištu Hrmotine vrše se pripreme za gradnju vodostana i tlačnog cjevovoda, dužine 765 m s protokom od 60 m³/sek. Izgrađeno je naselje sa 4 barake, restoranom, društvenim domom, kancelarijama. Voda za ovo gradilište dovodi se iz Grabove, a već je izgrađena prvorazredna pristupna cesta Juraj–Hrmotine, dužine 5,8 km, koja se odvaja od jadranske magistrale.

U zaljevu Velika Grabova kod Jurja usvojena je lokacija za izgradnju podzemne strojarnice, koja će biti smještena u brdu Stražbenica, s pristupnim tunelom 765 m i odvodnim tunelom 807 m. U Velikoj Grabovi osnovano je gradilište. Pristupilo se je radovima za uređenje radničkih nastambi, kao i drugih objekata. Za izgradnju pojedinih zgrada već je otkupljeno zemljište od privatnika, a predviđeno je da se tu grade stabilnije zgrade koje će poslije služiti za stanovanje stalnog pogonskog osoblja HE Senj.

Na samoj morskoj obali pristupilo se je radovima za napadno okno u odvodni tunel, koji će odvoditi iskorištenu vodu u zaljev Mala Grabova.

Sve radove na izgradnji vodostana, vodne i zasunske komore, tlačnog cjevovoda, kao i za podzemnu strojarnicu s dovodnim i odvodnim tunelom, te sve druge uređaje u vezi s ovim objektima izvodit će poduzeće »Konstruktor« Split.

Kompletna stambena naselja na gradilištima u Hrmotinama i Velika Grabova izvodi zagrebačko poduzeće »Hidroelektra«.

Ivan Radman

Elektra — Varaždin

Grad Varaždin je jedan od najstarijih hrvatskih gradova, koji je, po svoj prilici, postojao već u doba vladara hrvatske krvi. Za Bele III godine 1181. bio je već utvrđen grad. Prostire se u plodnoj ravnici nedaleko Drave (2 km) i dugo je godina bio glavni grad Hrvatske, centar školstva, te sjedište hrvatskoga sabora. Ostaci bogate kulturne prošlosti vide se u Varaždinu još i danas. Gimnaziju je imao već 1649. a tiskaru još 1586. »Ilirsku čitaonicu« imao je Varaždin godinu dana prije nego Zagreb, godine 1837. jer je ilirski pokret baš u Varaždinu, središtu Varaždinske županije, bio uhvatio čvrst korijen.

Električnu rasvjetu grad je Varaždin dobio među prvim hrvatskim gradovima. Nastojanjem tadašnjega načelnika Stjepana Beloševića, osnovano je godine 1895. u Varaždinu dioničko društvo pod nazivom »Prvo hrvatsko varaždinsko d. d. za električnu rasvjetu«, koje je podiglo vlastitu centralu na parni pogon. Veći dio dionica preuzela je gradska općina. Centrala je povećavana u dva navrata 1910. i 1922. kada je radila sa tri dizel-motora ukupne snage 750 konjskih snaga. Postepeno preuzima gradska općina dionice u svoje ruke da je 1928. već posjedovala 95 % dioničke glavnice.

Godine 1928. izgrađen je i dalekovod Fala–Ptuj–Ormož–Varaždin i time su udareni temelji elektrifikacije i industrijalizacije Varaždina i njegovog područja.

U Varaždinu je počeo nagli uspon industrije, kojoj je veoma pogodovala jeftina i kvalitetna energija, pa je proradila tadašnja »Tekstilna industrija d. d. Varaždin«, koja je već tada brojila 600 radnika, tvornica pokućstva »Thonet-Mundus« sa 300 radnika, »Tkaonica Mariborske tekstilne tvornice« sa 120 radnika, zatim »Kovnica i ljevaonica«, »Tvornica koža« i još neka manja poduzeća.

»Varteks«, »Florijan Bobić«, »Industrija svile«, »Ljevaonica željeza«, »Drvoza«, »Drvo«, »Tvornica koža« i druga industrijska poduzeća, koja danas zapošljuju na tisuće radnika zahvaljuju svoj uspon i razvoj elektrifikaciji, koja je već tada provedena, a kojoj je današnje društveno uređenje omogućilo još snažniji zamah.

Elektra, električno poduzeće, Varaždin

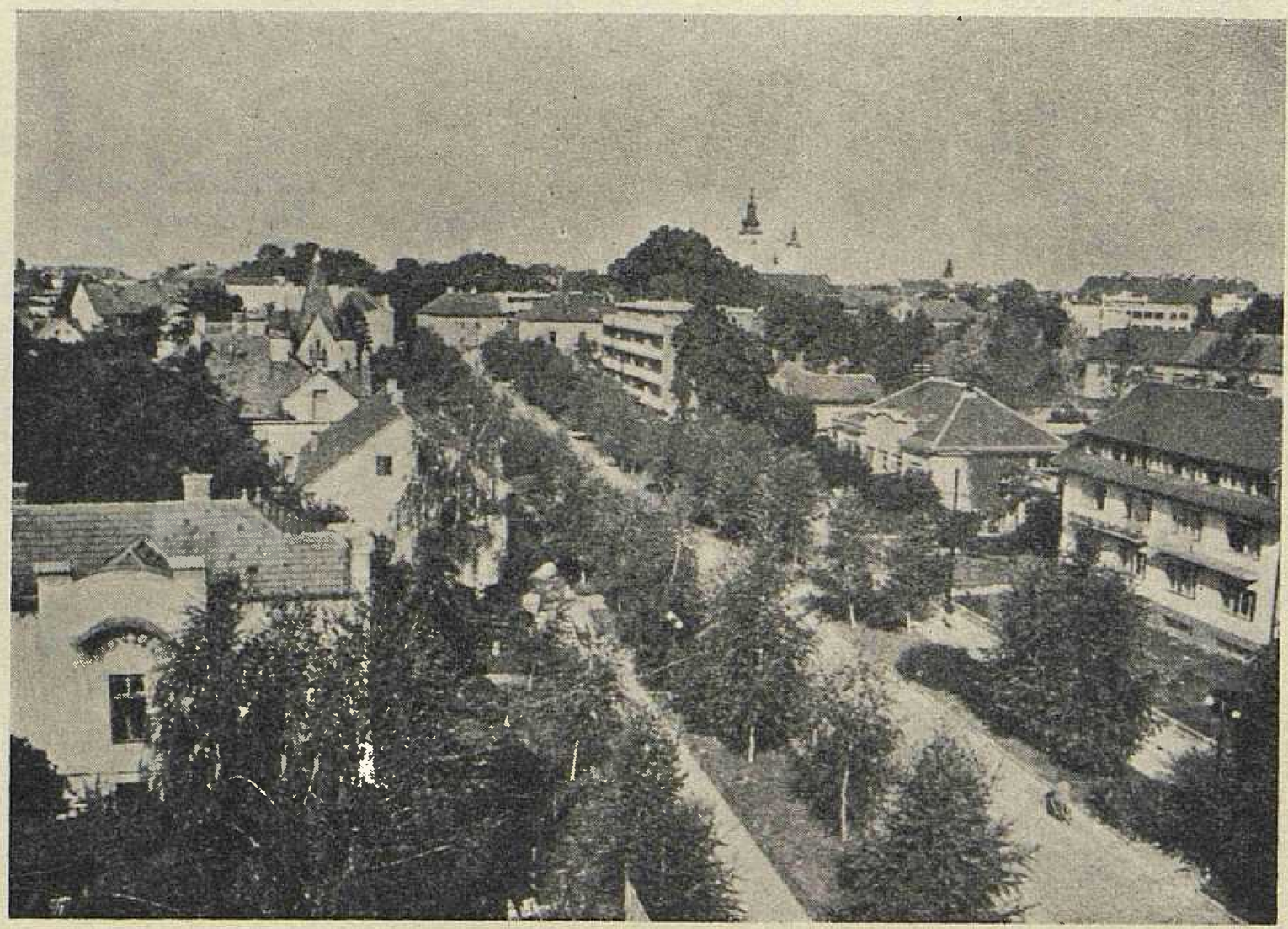
Reorganizacijom elektroprivrede, koja je započela još 1945. osnivanjem Elpoh-a, Varaždinsko je elektroprivredno poduzeće postalo filijalom Elpohdira, odnosno kasnije područnim uredom »Elektre« Zagreb.

Samostalnom privrednom organizacijom postala je »Elektra, električno poduzeće Varaždin« dne 12. travnja 1957, kada je zaključkom Radničkog savjeta Elektre Zagreb, dotadašnji njezin područni ured u Varaždinu izdvojen iz matičnog poduzeća u Zagrebu. Zakonom o organizaciji elektroprivrede (Sl. list FNRJ br. 2/58) postala je »Elektra – Varaždin« komunalnim poduzećem.

Prema rješenju Okružnog privrednog suda i upisu u registar privrednih organizacija, predmet poslovanja joj je:

— nabava i prodaja električne energije, kao osnovna djelatnost i kao sporedna djelatnost
— održavanje i izgradnja elektroenergetskih postrojenja, te projektiranje elektroenergetskih uređaja za vlastite potrebe do 35 kV.

Poduzeće je podijeljeno na 4 pogonska okruga: Varaždin, Ivanec, Novi Marof i Vinica, te 5 pogonskih rajona:



Panorama Varaždina

Varaždinske Toplice, Lepoglava, Petrijanec, Trnovec i Vidovec.

Pojedine poslovne jedinice, međutim, ne utvrđuju samostalno ukupni prihod i dohodak niti vrše njegovu raspodjelu.

Poduzeće ima Radnički savjet, koji se sastoji od 16 članova (od toga 10 radnika i 6 službenika), te upravni odbor od 7 članova (5 radnika i 2 službenika).

Kako bi se u rad organa upravljanja uključio što veći broj članova kolektiva i predstavnika društveno-političkih organizacija oformljene su u poduzeću stalne komisije organa upravljanja. Svakoj komisiji je na čelu predsjednik, koji je ujedno član Radničkog savjeta.

Broj radne snage u poduzeću iznosi 173 osobe od čega 152 muškarca i 21 žena.

Po kvalifikacijama struktura osoblja je slijedeća:

	radnici	služb.	ukupno
Visokokvalificirani — (visoka stručna sprema)	19	8	27
Kvalificirani — srednja stručna sprema	37	28	65
Polukvalificirani — niža stručna sprema	39	20	59
Pomoćni	16	6	22
Svega	111	62	173

Izobrazba kadrova

Neko naročito pomanjkanje stručnog kadra u poduzeću se ne osjeća. Međutim se postojećem kadru i njegovom stručnom uzdizanju posvećuje puna pažnja.

Tako posjećuje tečaj za sticanje više kvalifikacije ove godine 6 kvalificiranih i 7 polukvalificiranih radnika. U 1960. položilo je ispite i prevedeno u polukvalificirane 37 nekvalificiranih radnika. Radnici pohađaju tečajeve za sticanje viših kvalifikacija na Radničkom sveučilištu u Varaždinu, a stručni ispit polažu pred komisijom Radničkog savjeta u poduzeću.

Što temeljitije poznavanje struke i tehničkih zaštitnih mjera iziskuje trajna opasnost, kojoj je izloženo osoblje elektroprivredne grane. U 1960. bilo je u poduzeću 12 nesreća na radu od toga 1 smrtna, kada je od udara električne struje na 30 kV strani dne 7. X 1960. stradao član Radničkog savjeta Milivoj Rodik.

Energetske prilike

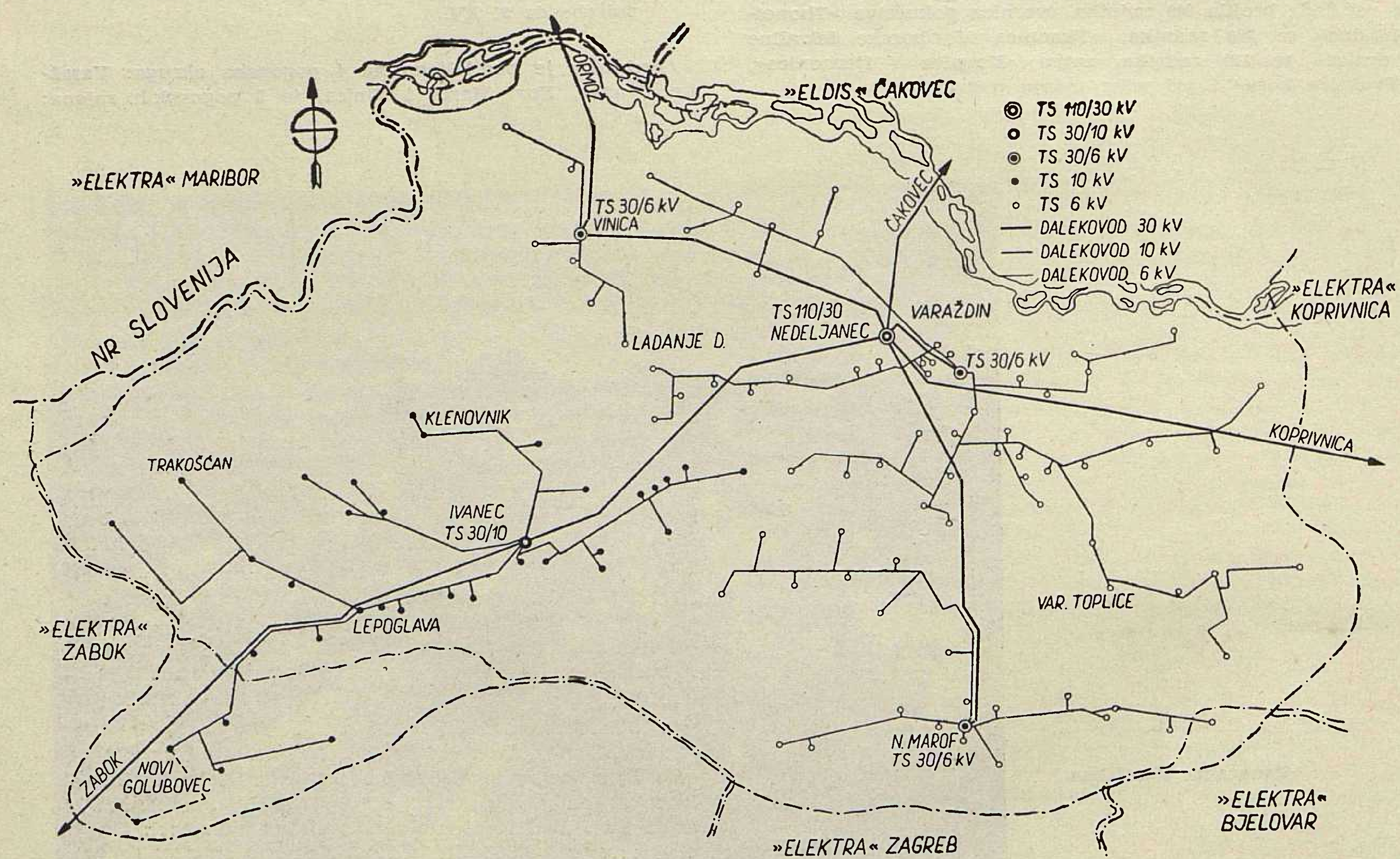
Distributivna djelatnost poduzeća »Elektra« Varaždin, prostire se na području kotara Varaždin. Jednim dijelom zahvaća međutim i političko-teritorijalno područje kotara Krapina i to dolinom-kanjonom »Očura« — »Diabaz«, obuhvaćajući i mjesta Golubovec, Gregurovec i Petrovu Goru. Na području kotara Križevci napaja kamenolom Ljubelj.

Kako je već gore spomenuto područje je poduzeća podijeljeno na četiri pogonska okruga, koji se snabdijevaju 30 kV dalekovodima i to:

- Dalekovod 30 kV, TS 110/30 kV Nedeljanec — TS 30/6 kV Varaždin I.
- Dalekovod 30 kV, TS 110/30 kV Nedeljanec — TS 30/10 Ivanec.
- Dalekovod 30 kV, TS 110/30 kV Nedeljanec — TS 30/10-6 kV Novi Marof.
- Dalekovod 30 kV, TS 110/30 kV Nedeljanec — TS 30/6 kV Vinica.

Osim dalekovoda Nedeljanec — Varaždin, svi ostali dalekovodi zadovoljavaju svojim prijenosnim kapacitetima i omogućuju normalan prijenos snage za potrebe konzuma, koji napajaju. Inače su i fizički u dobrom stanju, napose vod za Ivanec, koji je građen na betonskim stupovima.

Distributivno područje »Elektre« Varaždin



Dalekovod Nedeljanec — Varaždin, međutim, fizički je dotrajao i nedovoljnog je kapaciteta, te predstavlja usko grlo prijenosa, zbog čega se nameće potreba izgradnje novog dalekovoda za opskrbu elektro-energetskog područja grada Varaždina.

Transformatorske stanice, koje opskrbljuju navedena područja i to:

TS 30/6 kV Varaždin I	inst. snage 3 × 2500 kVA
TS 30/10 kV Ivanec	inst. snage 2 × 1600 kVA
TS 30/10-6 kV Novi Marof	inst. snage 1000 kVA
TS 30/6 kV Vinica	inst. snage 1000 kVA

također zadovoljavaju — uz izuzetak TS Varaždin I, koja je toliko dotrajala da ne samo što predstavlja usko grlo, nego i relativno vrlo nesiguran pogon, te ne odgovara ni tehničkim propisima i normativima o načinu izvedbe.

Postojeći dalekovodi 10 i 6 kV u svom najvećem dijelu zadovoljavaju napajajući uglavnom seoske trafostanice. Kabelski vodovi 10 — 6 kV nalaze se jedino u gradu Varaždinu. S obzirom na nagli porast stambene i komunalne izgradnje, što je uzrokovalo povećanu potrošnju električne energije, stanje gradske mreže je dosta kritično, pa će trebati mnogo ulaganja da bi se osiguralo normalno snabdijevanje energijom već postojećih potrošača, a da o novima i ne govorimo.

Transformatorske stanice, koje snabdijevaju široku potrošnju zadovoljavaju, osim par njih koje su izvedene na drvenim stupovima, te su i fizički dotrajale.

Obrnuta je slika kod trafostanica za potrebe pojedinih industrija. Nekoje su od njih (»Svilana«, »Ljevaonica«, »Kožara«, »Varteks«, »Ivančica«, »Lepa«, »Očura« i »Diabaz«) izgradile vlastite TS i tako riješile svoj problem opskrbe. Međutim neke industrije, koje to nisu učinile (»Kalnik«, »Drvoza«, »Dubravka«) stoje u pogledu opskrbe dovoljnim količinama energije pred ozbiljnim poteškoćama.

U svemu se distribucija električne energije na području poduzeća »Elektra« Varaždin vrši preko 4 trafostanice 30/10-6 kV i 157 trafostanica 10-6/0,4 kV.

Od ovih 161 komada trafostanica u vlasništvu poduzeća je 137 komada, dok je preostalih 24 komada tuđe vlasništvo.

Izgradnja objekata

U vezi s perspektivnim planom za period 1961 — 1965. izgradila bi se:

TS 30/6 Varaždin I, koje je gradnja započela već 1960. te je građevni dio već dovršen. Montažni radovi trebali bi biti dovršeni do Dana republike 1961, a potpuno dovršenje uslijedilo bi do 31. prosinca 1961.

Ova gradnja stajat će oko 100 milijuna dinara a sredstva su osigurana.

S obzirom na sve veći porast industrije u gradu Varaždinu, potrebno je do kraja 1963. izgraditi u Varaždinu još jednu TS 30/6 kV.

Ovu transf. stanicu međutim ne može izgraditi samo poduzeće iz svojih sredstava, pa bi trebalo da ih osigura ili NOO Varaždin u vidu zajma ili da ih doprinesu zainteresirana poduzeća, koja su prema perspektivnom planu za god. 1961 — 1965. predvidjela podizanje novih industrijskih objekata.

Radnički savjet poduzeća predvidio je već u završnom računu za 1959. izgradnju upravne zgrade i u njenom sklopu baždarnicu brojila.

Za izgradnju upravne zgrade osigurana su vlastita novčana sredstva, dok bi se za izgradnju montažnog dijela baždarnice zatražio zajam.

Izgradnja poslovnih prostorija u Novom Marofu već je u toku, a novčana su sredstva osigurana. Isto su tako osigurana i sredstva za izgradnju radionica i garažu u Ivancu.

Potrošnja i potrošači

Pri koncu iznijet ćemo i pregled potrošnje i potrošača na području poduzeća Elektra, Varaždin u godini 1960.

Varaždin, glavni trg s vijećnicom

Vrst potrošača	Broj potrošača	Potrošnja MWh	Realizacija 000 Din
Rudnici	3	5.269	56.861
Ostala industrija	28	15.201	238.830
Kućanstvo	19.744	7.033	56.491
Rasvj. posl. prostorija	1.045	1.296	33.751
Rasvj. društ. prostorija	216	347	7,595
Motori i aparati	449	1.328	32.304
Poljoprivreda	156	340	5.696
Javna rasvjeta	99	549	3.430
Preprodavaoci	29	692	5.304
Ukupno osnovna djelatnost	21.769	32.055	440.262
Ostale djelatnosti	—	—	170.978
Ukupni btto-produkt	—	—	611.240

Ukupni prihodi ostvareni su u 1960. za 5% manje nego u 1959. Tome je razlog što se sa 1. VII. 1959. odcijepio dotadašnji mjesni ured Čakovec, koji je postao samostalno poduzeće, a koji je sačinjavao skoro jednu trećinu poduzeća Elektra, Varaždin.

Ostvareni dohodak u iznosu od Din 11,130.000.— raspoređen je kako slijedi:

Doprinos iz dohotka	Din 6,964.000.—
Za osobne dohotke	Din 67,934.000.—
Za fondove poduzeća	Din 36,232.000.—

Analizom je konstatirano da je kolektiv uložio maksimum napora dobrog privrednika da poduzeće bude i tehnički i financijski dobro vođeno.

Ernest Radetić

Stari varaždinski grad

Položaj poduzeća za distribuciju električne energije u sadašnjoj organizaciji elektroprivrede

Sadašnji položaj poduzeća za distribuciju električne energije treba promatrati kroz odredbe Zakona o elektroprivrednim organizacijama, Zakona o udruživanju i poslovnoj suradnji u privredi, Zakona o sredstvima privrednih organizacija, Zakona o doprinosu iz dohotka privrednih organizacija, kao i kroz niz ostalih propisa i uredaba donesenih u svrhu rješavanja ekonomsko-tehničkih pitanja elektroprivredne grane. To su: Odluka o raspodjeli ukupnog prihoda Zajednica elektroprivrednih poduzeća, na osnovu koje je donesen Pravilnik o nagrađivanju i penaliziranju radnika i službenika za kolektivnu normu spremnosti elektroenergetskih postrojenja, Pravilnik o općim uvjetima za isporuku električne energije. Osim toga treba imati u vidu i odredbe kojima se reguliraju tehnički uvjeti rada distributivnih poduzeća u okviru elektroprivredne djelatnosti, kao što su: Pravilnik o tehničkim propisima za pogon, uzdržavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, te posebni propisi o baždarenju brojila, zaštiti vodova itd.

Do stupanja na snagu Zakona o elektroprivrednim organizacijama i Zakona o udruživanju tj. do početka 1958, poduzeća za distribuciju električne energije bila su udružena u republičkim Zajednicama elektroprivrednih poduzeća, te su kao takova sa proizvodnjom i prijenosom sačinjavala jednu jedinstvenu organizacionu cjelinu u kojoj su se zajednički rješavala sva tehnološka i ekonomska pitanja cijele elektroprivredne grane. Stupanjem na snagu citiranih zakona poduzeća za distribuciju električne energije odvojena su od elektroprivrede i djeluju kao posebne komunalne organizacije.

Ovakovo izdvajanje distribucije zapravo je samo formalnog karaktera, jer je distribucija i nakon toga po svojoj prirodi i ekonomski i tehnološki ostala potpuno povezana s ostalom elektroprivrednom djelatnošću: proizvodnjom i prijenosom električne energije. Prema odredbama Zakona o elektroprivrednim organizacijama poduzeća za distribuciju električne energije, koja posluju po principu obavljanja usluga, dobave električne energije potrošačima, reguliraju svoj odnos s ostalom elektroprivredom putem ugovora. Ugovorom se utvrđuju njezini materijalni troškovi, troškovi investicionog uzdržavanja, broj radne snage, dozvoljeni gubici električne energije, dakle svi osnovni elementi privrednog poslovanja jedne organizacije. Ovaj ugovor propisuje Zajednica i nema odstupanja od postavki utvrđenih u ugovoru, iako su to distributivnna poduzeća u nekoliko navrata tražila kao npr. korekcioni faktor na radnu snagu, priznavanje materijalnih troškova, priznavanje gubitaka i dr.

Ovisnost distribucije o ostaloj elektroprivredi manifestira se i kod primjene propisa o nagrađivanju i penaliziranju radnika i službenika za kolektivnu normu spremnosti elektroenergetskih postrojenja, jer su sredstva za tu svrhu usredotočena kod Zajednice elektroprivrednih poduzeća, koja je propisala i kriterije po kojima se ta sredstva raspoređuju.

Ovakovi organizacioni odnosi u elektroprivredi dovode poduzeća za distribuciju električne energije, ekonomsko-financijski i tehnički, u potpuno podređeni položaj u odnosu na prijenosna i proizvodna poduzeća. To se očituje naročito pri konačnom ostvarenju dohotka elektroprivrede, koji uglavnom realizira distribucija, a ona ipak nema pravo na učešće u raspodjeli ostatka (ristorna), koji se raspoređuje samo na proizvodna i prijenosna poduzeća i na Zajednicu, prema pravilima elektroprivredne Zajednice.

Sve to čini privredno poslovanje distribucije potpuno ovisnim o Zajednici jugoslavenske elektroprivrede, koja na taj način još uvijek sprovodi administrativno upravljanje odozgo ne ostavljajući distributivnim poduzećima tako reći nikakvu privrednu samostalnost u odlučivanju o osnovnim principima ekonomike poduzeća.

Pri takvoj organizaciji u elektroprivredi iskrsavaju svakog dana novi problemi. Pored različite primjene instrumenata unutar iste grane, kao što je slučaj priznavanja osobnog dohotka 50 % i 75 % na MOD, prava na ristorno, primjene normativa troškova itd., stanje otežava i činjenica da još od 1958. na ovamo nije nijedne godine pravovremeno donesen plan, odnosno sklopljen ugovor o poslovanju poduzeća za distribuciju električne energije. Blio je naprotiv slučajeva, da su se u 1960. sklapali ugovori o poslovanju u 1959. Ovo doduše pogađa i proizvodna i prijenosna poduzeća, no njih ne u tolikoj mjeri, jer ona imaju pravo učešća u ostvarenom dohotku prigodom konačnog obračuna republičkih Zajednica u kojima su udružena.

Posebno tretiranje distribucije, koja, kako je već rečeno, tvori sa proizvodnjom i prijenosom jedinstveni tehnološki proces, moralo je dovesti do stanja koje ne zadovoljava. Zapostavljeni položaj distributivnih poduzeća u jedinstvenoj elektroprivredi, iako ona predstavljaju u proizvodnom procesu elektroprivrede više od polovice vrijednosti, još i više zaoštruje nesređeno stanje u ovoj privrednoj grani.

Udio distribucije u jedinstvenoj elektroprivredi najbolje će se razabrati iz ovih pokazatelja:

Nabavna vrijednost osnovnih sredstava elektroprivrede Jugoslavije iznosi 543 milijarde dinara, od čega otpada na distribuciju 154 milijarde odnosno 28 %. (Nabavna vrijednost elektroprivrede Hrvatske iznosi 120 milijardi, od čega otpada na distribuciju 49 milijardi).

Broj zaposlenih u elektroprivredi Jugoslavije iznosi 22.000, od čega otpada na distribuciju 16.000, a na proizvodnju i prijenos 6.000. (U Hrvatskoj broj zaposlenih u elektroprivredi 7.769, od toga u distribuciji 5.211).

Snaga transformacije u cijeloj Jugoslaviji 6221 MVA, od toga distribucija 3.728. (Snaga transformacije u Hrvatskoj 1896 MVA od toga distribucija 1137).

Ukupna proizvodnja u Jugoslaviji 8.929 milijuna kWh, od toga distribucija predaje 5.000 milijuna. (Distribucija u Hrvatskoj predaje 1241 mil. kWh).

Ukupan broj elektroprivrednih poduzeća u FNRJ iznosi 143, od toga proizvodnih 45, prijenosnih 8, a distributivnih 90. (U Hrvatskoj ima 7 proizvodnih, 2 prijenosna i 18 distributivnih poduzeća).

Uzmemo li još u obzir, da je u Jugoslaviji od 4,666.000 domaćinstava elektrificirano samo 50 % i da prosječna potrošnja po elektrificiranom domaćinstvu iznosi 578 hWh godišnje (u Hrvatskoj samo 537 kWh) prema naprednim zemljama gdje potrošnja iznosi po domaćinstvu od 1440 do 8050 kWh godišnje — vidi se koliki se još zadaci nalaze pred elektroprivredom općenito, a distribucijom napose.

Dok su s jedne strane proizvodna i prijenosna poduzeća udružena u elektroprivrednim Zajednicama, distributivna poduzeća moraju istom tražiti organizacionu formu udruživanja, ili u komorama ili u Poslovnim udruženjima, time da takovo udruženje može punovažno zastupati interese distribucije.

Prema dosadašnjem iskustvu unutar takovih udruženja treba da postoji i potreban aparat, te konzultativna i stručna tijela, u vidu komisija i slično, radi razrađivanja aktuelnih stručnih problema.

Kao najaktuelniji problemi, koje trebaju rješavati takove asocijacije distributivnih poduzeća ističu se:

1) sređenje ekonomskih odnosa u elektroprivredi,

2) pitanje daljnje elektrifikacije neelektrificiranih područja i osiguranja potrebnih kapaciteta distributivnih postrojenja,

3) mehanizacija i automatizacija pogona,

4) tipizacija postrojenja, opreme i materijala,

5) pitanje kadrova u distribuciji,

6) tipizacija i standardizacija transformacije i izgradnje distributivne mreže itd.

Na kraju je potrebno istaći i potrebu učestvovanja predstavnika distributivnih poduzeća u Upravnom odboru Jugela, u Stalnoj konferenciji gradova i sl. U tom pravcu potrebno je ishoditi izmjenu člana 68 Zakona o elektroprivrednim organizacijama i osigurati distribuciji predstavnika Stručnog udruženja distributivnih poduzeća u Upravnom odboru JUGEL-a.

Vinko Depolo

Vijesti iz elektroprivrednih poduzeća

REKONSTRUKCIJE U TS NEDELJANEC

U TS 110/30 kV Nedeljanec zamijenjeni su rastavljači 110 kV. Dosad su se u transformatorskoj stanici Nedeljanec koristili rastavljači »Laško« starije izvedbe koji su se teško uključivali i s dva radnika. Budući da se danas u našim trafostanicama prelazi na daljinsko upravljanje rastavljačima, bilo je nužno ove stare tipove zamijeniti novijim konstrukcijama koje proizvodi tvornica »Rade Končar«.

Za zamjenu rastavljača poduzeće »Elektroprenos« Zagreb uložilo je oko 7,5 milijuna dinara, koji su osigurani iz sredstava amortizacije udruženih poduzeća ZEP Hrvatske za 1961.

Zbog prelaska na BBC zaštitu zamijenjeni su pokazni instrumenti sa skalom 5 A s instrumentima sa skalom do 1 A (3 MW-metra).

U TS Nedeljanec potrebno je radi dotrajalosti zamijeniti dio cijevi zračnog razvoda te ugraditi još jedan rezervoar zbog pojačanja kapaciteta. Radovi na rekonstrukciji zračnog razvoda su u toku i za njih je predviđena svota od 1,150.000 dinara.

REKONSTRUKCIJE NA POBOLJŠANJU POGONSKE SIGURNOSTI KVARNERSKIH ELEKTRANA

Termoelektrana Rijeka, stara preko 50 godina, iako je zadnjih godina proširivana i rekonstruirana, još uvijek predstavlja zastarjelo postrojenje.

I druga kvarnerska elektrana, TE Vlaška, građena prije rata prvenstveno za potrebe sigurnosti Istarskih ugljenokopa u Raši, i nakon opsežno isvršenih rekonstrukcija još uvijek ima pogonskih smetnja.

U svrhu što veće pogonske sigurnosti za obje elektrane izrađen je za 1961. plan prema kojemu je predviđena zamjena dotrajale opreme i izvršenje manjih rekonstrukcija u samim pogonima.

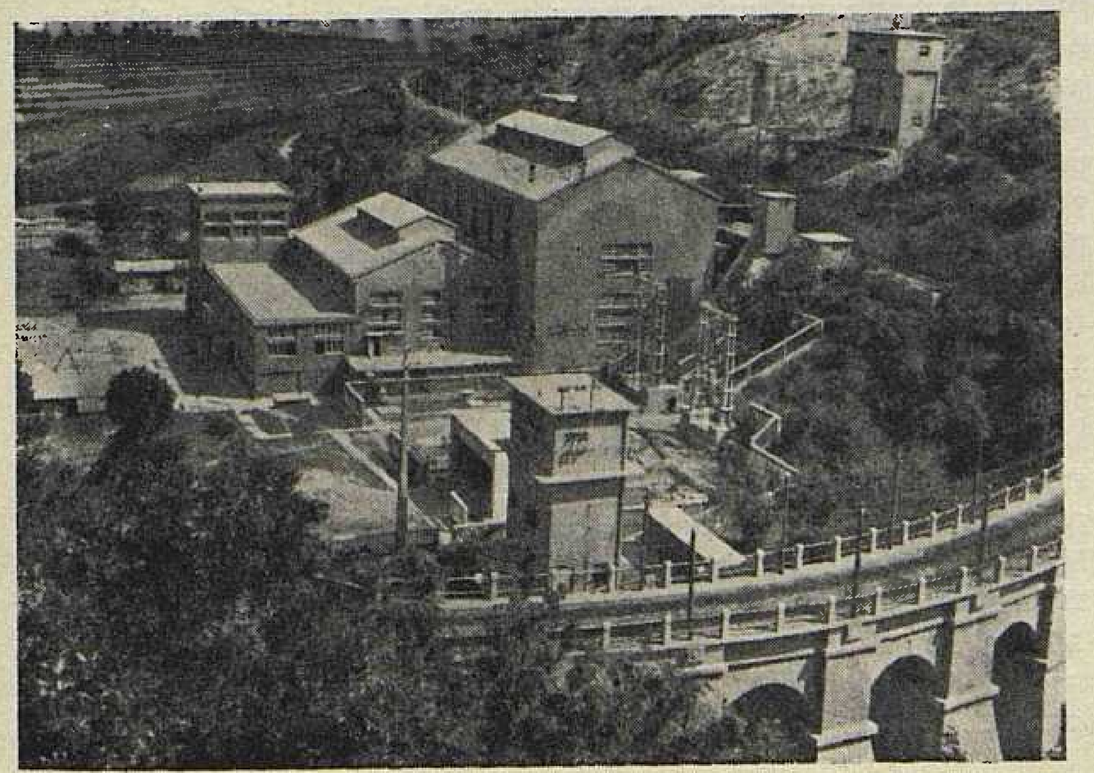
Rezultati rada izvršenja plana za prvih sedam mjeseci ove godine su slijedeći:

U termoelektrani Rijeka generator I osposobljen je za rad kao sinhroni kompenzator. Treba istaknuti, da su svi ovi radovi izvršeni raspoloživim vlastitim materijalom i stručnim kadrom same elektrane.

Upravni odbor ZEP Hrvatske naknadno je odobrio iznos od 650.000 dinara iz sredstava amortizacije, tako da je tom svotom podmiren ostatak drugih troškova.

Radovi na rekonstrukciji generatora izvršeni su sa svim pripremama u vrlo kratkom roku (oko 2 mjeseca). Vrlo malim ulaganjem kolektiv je dobio velike koristi. Naime generator I za vrijeme stajanja TE Rijeka proizvodi reaktivnu energiju za potrebe mreže.

Termoelektrana Vlaška u Raši



I u pogonu TE Vlaška vrše se pripreme oko osposobljavanja generatora Morelli za rad kao sinhroni kompenzator. No to će trajati duže vremena, jer treba nabaviti čitavu opremu, što nije bilo potrebno u riječkoj elektrani.

U TE Rijeka u toku je realizacija zamjene mjernih instrumenata za kotlove.

TE Vlaška raspolaže s tri rezervoara sadržine 3, 7,5 i 20 m³ za vodu potrebnu u procesu proizvodnje, koji su posve dotrajali, a u upotrebi su od početka rada elektrane. Pristupilo se je djelomičnoj zamjeni rezervoara za sirovu i pojnu vodu, tako da su ti radovi posve završeni. U toku su radovi na zamjeni uređaja za otpremu drozge iz elektrane do željezničke pruge, jer je postojeći kosi lančani transporter s lopaticama u takvom stanju da se više ne može izvesti nikakav popravak. Zamjenjuju se mjerni instrumenti za kotlove. Uvjeti rada u pogonskim prostorijama elektrane Vlaška, u kojoj nije odvojena kotlovnica od strojarnice, teški su zbog velikih količina sumpornih plinova i sitne prašine. Kako bi se ti nedostaci uklonili, postavljaju se novi ventilacioni uređaji u pogonu.

Zamjenjuju se i djelomično preinačuju, ispuhivači. Mnogi ispuhivači su u lošem stanju, te se ne daju više popravljati, a osim toga predstavljaju i opasnost za osoblje prilikom posluživanja.

Do kraja godine bit će zamijenjen i jedan od tri izvlačna lanca.

Za sve navedene zamjene pogonske opreme i izvršenje rekonstrukcija u pogonima TE Vlaška utrošit će se oko 21 milijun dinara, a većinu radova izvest će sami članovi kolektiva, što će predstavljati znatne materijalne uštede.

PODUZEĆE »ELEKTROPROJEKT« UGOVORILO NOVE POSLOVE U ETIOPIJI, UAR-u I SUDANU

Poduzeće »Elektroprojekt« već se je od ranije dobro afirmiralo u inozemstvu. U toku prvog polugodišta 1961. sklopljeno je s nekoliko država više ugovora za razne projekte. Tako je ugovorena izrada glavnih projekata za dvije manje hidroelektrane u Adoli i Tissabai u Etiopiji.

Stručne ekipe »Elektroprojekta« vršile su u Etiopiji razna tehnička ispitivanja u vezi izgradnje HE Koka II na rijeci Avosh. U području rijeke Shebelin izvest će se opsežni melioracioni radovi prema projektima naših stručnjaka.

Za potrebe tvornice cementa Mugher počelo se izradom planova za izgradnju modernih cesta i žičara, kao i vodovodne mreže područja Harar.

Etiopski investitori i izvađači ocijenili su kao vrlo dobre i uspješne sve dosadašnje radove naših stručnjaka u Etiopiji.

Grupa projektanata »Elektroprojekta« pod vodstvom prof. ing. Mladena Žugaja bila je primljena u audijenciju kod cara Haile Selasia, koji je našim stručnjacima čestitao na uspješnom radu na podizanju više energetskih postrojenja za potrebe etiopske privrede.

U Egiptu je nakon prikupljenih tehničkih podataka ugovorena izrada projekata za gradnju termoelektrane Wadi Natroum, a u izgledu su i novi poslovi u raznim provincijama Ujedinjene Arapske Republike.

Značajan je rad i na kompletnom projektu elektrane u Aroma kod Kharatana-Sudan. Elektrana će imati dva turboagregata, a proizvodit će energiju za potrebe tvornice ljepenke koja se nalazi u blizini spomenute elektrane.

Cjelokupnu opremu za ovu sudansku elektranu isporučit će jugoslavenski proizvađači mašinogradnje i elektroindustrije.

REKONSTRUKCIJE I NOVA OPREMA ZA TS 110 kV U RAŠI I U MATULJIMA

U toku ove godine u transformatorskim stanicama Raša i Matulji izvedeni su opsežni rekonstrukcioni radovi i izvršena zamjena dotrajale opreme.

U TS 110/50 kV Raša snabdijevanje na niskom naponu vrši se preko transformatora 110/50 kV, tako da u slučaju nestanka napona na sistemu 110 kV stanica ostaje bez napona za vlastite potrebe.

Između poduzeća »Elektroprenos« Zagreb i direkcije Istarskih ugljenokopa postignut je sporazum o osiguranju napajanja transformatorske stanice iz gradske mreže, koja može dobiti energiju iz mreže 50 kV neovisno o TS Raša.

Da bi se izvršilo sigurno rezervno napajanje pristupilo se rekonstrukciji niskonaponske mreže u TS Raša, te je za radove i opremu uloženo oko 2,6 milijuna dinara.

Nadalje je za TS Raša, radi osiguranja nesmetanog pogona, nabavljena razna oprema pogonske sigurnosti. Ugovoreno je da znatan dio opreme isporuči tvornica »Rade Končar«, a jedan dio osigurat će se iz uvoza. Za rezervnu opremu pogonske sigurnosti utrošit će se iznos od oko 13,2 milijuna dinara.

Zamijenjeni su i rastavljači i užeta na jednom dijelu DV Raša—Matulji i DV Raša—Vlaška.

Radi postepenog prijelaza na kruto uzemljenje na području Istre, treba zamijeniti sklopke i komandne ormariće. Naručene su sklopke od tvrtke Galileo, Italija, koje će zamijeniti stare sklopke na DV Raša u TS Matulji. Sredstva za ovu uvoznu opremu u visini od oko 7 milijuna lira osigurana su iz fondova amortizacije za 1961.

U TS Matulji zamijenjena je ploča za vlastitu potrošnju, te osam komada brojila na 30 kV vodovima u samoj transformatorskoj stanici i montirani su novi uređaji za VF vezu Matulji—Divača.

U obje transformatorske stanice 110 kV Raša i Matulji izvršena je zamjena uređaja za ručni poziv s prenosnicima.

IZ »DALEKOVODA«

Podjela nagrada. Uoči Dana ustanka naroda Hrvatske 27. srpnja poduzeće »Dalekovod« nagradilo je radnike koji imaju neprekidni desetgodišnji radni staž u poduzeću.

U Sindikalnoj dvorani u Daničićevoj ulici na svečan su način četrdesetdvojici radnika uručeni ukusni ručni satovi s ugraviranom posvetom »Dalekovod 1951—1961.«

Seminar o tehničkoj zaštiti. Služba higijensko-tehničke zaštite poduzeća »Dalekovod« organizirala je početkom lipnja ove godine u suradnji s Radničkim sveučilištem »Moša Pijade« devetdnevni seminar pod nazivom »Zaštita pri radu«.

Seminar je polazilo 40 brigadira i poslovođa iz raznih poslovno-tehničkih jedinica, a u predavanjima obrađen je veći broj tema iz područja sigurnosti pri radu, zaštite od električne struje, zaštite od požara, zatim propisi o HTZ i radnim odnosima, industrijska psihologija u vezi s nesrećama na radu, pružanje prve pomoći i dr.

Predavači su bili visokokvalificirani stručnjaci (liječnici, psiholozi, inženjeri i pravnici), a sama predavanja bila su popraćena projekcijama, slikama i grafikonima.

Po završetku seminara polaznici su polagali ispit i svi su polučili vrlo dobre rezultate.

I. R.

Dizelska električna lokomotiva DEL 825

Poslije uspješno proizvedenih i isporučenih parnih lokomotiva serije 62 i 38, a potom prve serije manevarskih dizelskih hidrauličnih lokomotiva DHL 400 C, Jugoslavenske željeznice povjerile su tvornici »Đuro Đaković« u Slav. Brodu proizvodnju i dizelskih električnih lokomotiva DEL 825. Prototip ove lokomotive gotov je i na njemu su u prvoj polovini juna izvršena obimna stacionarna i vozna ispitivanja, a u tvorničkim halama pripremljena je i započeta njihova serijska proizvodnja. Uspjeh je velik i mnogostran. Prvenstveno on predstavlja punu afirmaciju tvornice i svrstava je u red evropskih tvornica lokomotiva. S druge strane prolazeći kroz sve faze učenja i stjecanja vlastitih iskustava, počevši od proizvodnje najmanjih dizelskih mehaničkih lokomotiva, pa preko dizelskih hidrauličnih do lokomotive DEL 825, stvorena je solidna baza i stalo se na vlastite noge i u konstrukcionom birou i u proizvodnji.

Opis lokomotive

Lokomotiva DEL 825 namijenjena je za manevarsku i voznu službu. Ima dva obrtna postolja sa po dvije pogonske osovine. Snagu dizelskog motora prima glavni generator, koji je s motorom direktno spojen i čini s njim organsku cjelinu. Struja proizvedena u glavnom generatoru prenosi se i na vučne motore smještene u obrtnim postoljima lokomotive. S vučnih motora posredstvom zupčastog prenosa, kretni moment prenosi se na osovine lokomotive. U električni sistem prenosa snage uključen je čitav niz kontaktora, releja i prekidača za automatsko reguliranje uzajamnog rada glavnog generatora, pomoćnog generatora i vučnih motora, sprečavanje klizanja, slabljenje polja, pokretanje dizelskog motora, njegovo stavljanje na prazan hod i zaustavljanje. Posebna pažnja posvećena je uređajima za kontrolu ispravnosti funkcioniranja pogonskog agregata lokomotive. U slučajevima kada temperatura vode za hlađenje motora ili temperatura ulja za podmazivanje motora prelaze određenu granicu, motor se stavlja na prazan hod, a kada je pritisak ulja za podmazivanje motora nizak i pritisak vode za hlađenje nizak, kao i kod zaletanja motora, motor se automatski zaustavlja, a crvena kontrolna žarulja upozorava vozača da je nastao kvar. Puna pažnja posvećena je i sigurnosti vožnje, obzirom da lokomotivom upravlja samo jedan čovjek. Uređaj budnika, povezan s radom dizelskog motora, generatora i kočnog sistema iziskuje stalnu pažnju vozača.

Za vrijeme vožnje vozač povremeno pritište jedan taster budnika. Ako on to ne čini, ili ako to tiskalo drži stalno pritisnuto, zvučni ga signal opominje. Ako vozač poslije toga ne reagira, motor se automatski zaustavlja, prekida se uzbuda glavnog generatora i stroj se brzo koči. Dizelski motor opremljen je nizom pomoćnih uređaja. U sistem za hlađenje motora uključen je Webasto-uređaj za predgrijanje vode prije puštanja motora u rad, ili za održavanje temperature vode u određenim granicama i sprečavanje smrzavanja u zimskom periodu. Ventilator hladnjaka za vodu dobiva pogon preko elektromagnetske spojnice, koja regulira broj okretaja ventilatora u zavisnosti od temperature vode. U sistem za hlađenje uključen je i izmjenjivač topline ulja za podmazivanje motora, a pomoću tople vode koja izlazi iz motora može se predgrijavati gorivo, grijati upravljačnica lokomotive i akumulatorski prostor. Pored automatskog osiguranja ispravnosti podmazivanja u sistem za podmazivanje uključena je i ručna pumpa za podmazivanje prije puštanja motora u rad. Sistem za gorivo sastoji se iz rezervoara za gorivo, prečistača, pumpe niskog pritiska, pomoćnog rezervoara i pumpe za ubrizgavanje. Motor je prehranjivan pomoću turbokompresora koji radi na račun otpadne topline ispušnih plinova dizelskog motora. Motor se stavlja u rad pomoću glavnog generatora, koji tada radi kao motor, crpeći struju za pokretanje iz akumulatorske baterije.

Tehnički podaci lokomotive DEL 825

Oznaka lokomotive	DEL 825
Vrsta prenosa snage	električni
Tip lokomotive	BoBo
Dužina lokomotive	14.680 mm
Razmak svornjaka obrtnih postolja	7.500 mm
Razmak između osovina u obrtnom postolju	2.600 mm
Promjer točkova	1.100 mm
Najmanji polumjer krivine kolosijeka	55 m
Ukupna težina lokomotive s punim rezervoarima	64 t
Osovinski pritisci	16 t
Najveća dozvoljena brzina lokomotive	80 km/sat
Najmanja brzina lokomotive pri trajnom punom opterećenju	12,7 km/sat
Najveća vučna sila na obodu točkova pri polasku	16.000 kg
Najveća trajna vučna sila na obodu točkova pri punom opterećenju	12.200 kg
Tip motora	MGO—V12 ASH
Nominalna snaga motora	825 KS
Nominalni broj okretaja	1500 o/min
Broj i raspored cilindara	12 u V pod 60°
Promjer cilindara	175 mm
Hod klipa (glavna klipnjača / pomoćna klipnjača)	180/192 mm
Ukupna radna zapremina	54 lit
Hlađenje motora	vodom
Tip kompresora za prehranjivanje	BBC—VTR 250
Snaga glavnog generatora	510 kW
Najveća jakost struje	1800 A
Najveći napon	800 V
Broj vučnih motora	4
Snaga vučnih motora	119 kW

Lokomotiva je opremljena automatskom kočnicom za kočenje lokomotive i kompozicije i direktnom kočnicom za kočenje samo lokomotive. Dvostepeni 4-cilindrični kompresor, gonjen dizelskim motorom, snabdijeva kočni sistem komprimiranim uzduhom.

Rasvjeta lokomotive sastoji se od dva čeona reflektora. sa svake strane, rasvjete motornog prostora i rasvjete upravljačnice. Pomoćni generator puni čeličnu akumulatorsku bateriju.

U mehaničkom pogledu lokomotiva je veoma jednostavne konstrukcije. Okvir lokomotive sastoji se iz četiri uzdužna nosača povezana međusobno poprečnim ukrućenjima, nosačima svornjaka obrtnih postolja i grudnim gredama. Obrtna postolja su tipa »Pensilvanija«.

Opterećenje se od svornjaka preko poprečnog nosača prenosi na uzdužne nosače obrtnog postolja, a od ovih posredstvom zavojnih opruga i balansa na kućišta osovinskih ležišta. Ležaji osovina su kotrljajući.

Oplata lokomotive sastoji se od oplate motornog prostora, upravljačnice i oplate akumulatorskog prostora. Sa strane, na lokomotivi se nalaze prelazni i uzdužni mostovi. Na oplati motornog i akumulatorskog prostora nalazi se niz otvora s poklopcima, koji omogućavaju lak pristup svim uređajima lokomotive. U upravljačnicu se ulazi na dvoja čeona, dijagonalno postavljena vrata. Položaj upravljačnice je takav, da omogućava dobru vidljivost u oba smjera vožnje.

Upravljanje lokomotivom je vrlo jednostavno, jer vozač pored ručice za izbor smjera vožnje, manipulira samo jednom ručicom za promjenu režima rada dizelskog motora. Sve komande u upravljačnici postavljene su dvostruko, da se omogući upravljanje lokomotivom s obje strane.

Ispitivanja provedena u lokomotivi pokazala su zadovoljavajuće rezultate i u pogledu funkcionalnosti pojedinih uređaja i u pogledu vučnih karakteristika lokomotive. Lokomotiva je prethodno bila podvrgnuta stacionarnim ispitivanjima u ispitnoj stanici tvornice, a potom vučnim probama, kako na ravničarskim prugama, kao što je pruga Brod—Novska, tako i na najtežim brdskim prugama, kao što su pruge Bakar—Škrljevo i Rijeka—Drivenik—Fužine—Srpske Moravice. Potrebno je istaći, da je lokomotiva kod brzinskih proba i pri brzini od 100 km/h pokazala miran hod. Na najtežem usponu od 25 ‰ kod Fužina, u dvostrukoj krivini i s opterećenjem od 330 t lokomotiva je povukla kompoziciju iz mjesta bez teškoća.

Zaključak

Osvajanjem proizvodnje dizelske električne lokomotive DEL 825 učinjen je veliki korak naprijed. Svojom koncepcijom i opremljenošću ova lokomotiva predstavlja moderno rješenje.

Dugogodišnje iskustvo u gradnji parnih lokomotiva korisno je poslužilo kod preorijentacije tvornice na proizvodnju dizelskih lokomotiva.

Za razliku od parnih lokomotiva, kod kojih su mnogi sklopovi bili dobili definitivnu formu i teorijsku obradu, široke mogućnosti u pogledu izbora motora, vrste prenosa i opreme kod dizelskih lokomotiva, teorijska neobrađenost mnogih problema i veoma dinamičan razvoj i svakodnevna pojava novih konstrukcija čine njihovo građenje posebno složenim. Jasno je, da je orijentacija tvornice na suradnju s inostranim tvornicama »Jenbacher Werke« i »Brissonneau et Lotz« bila potpuno opravdana.

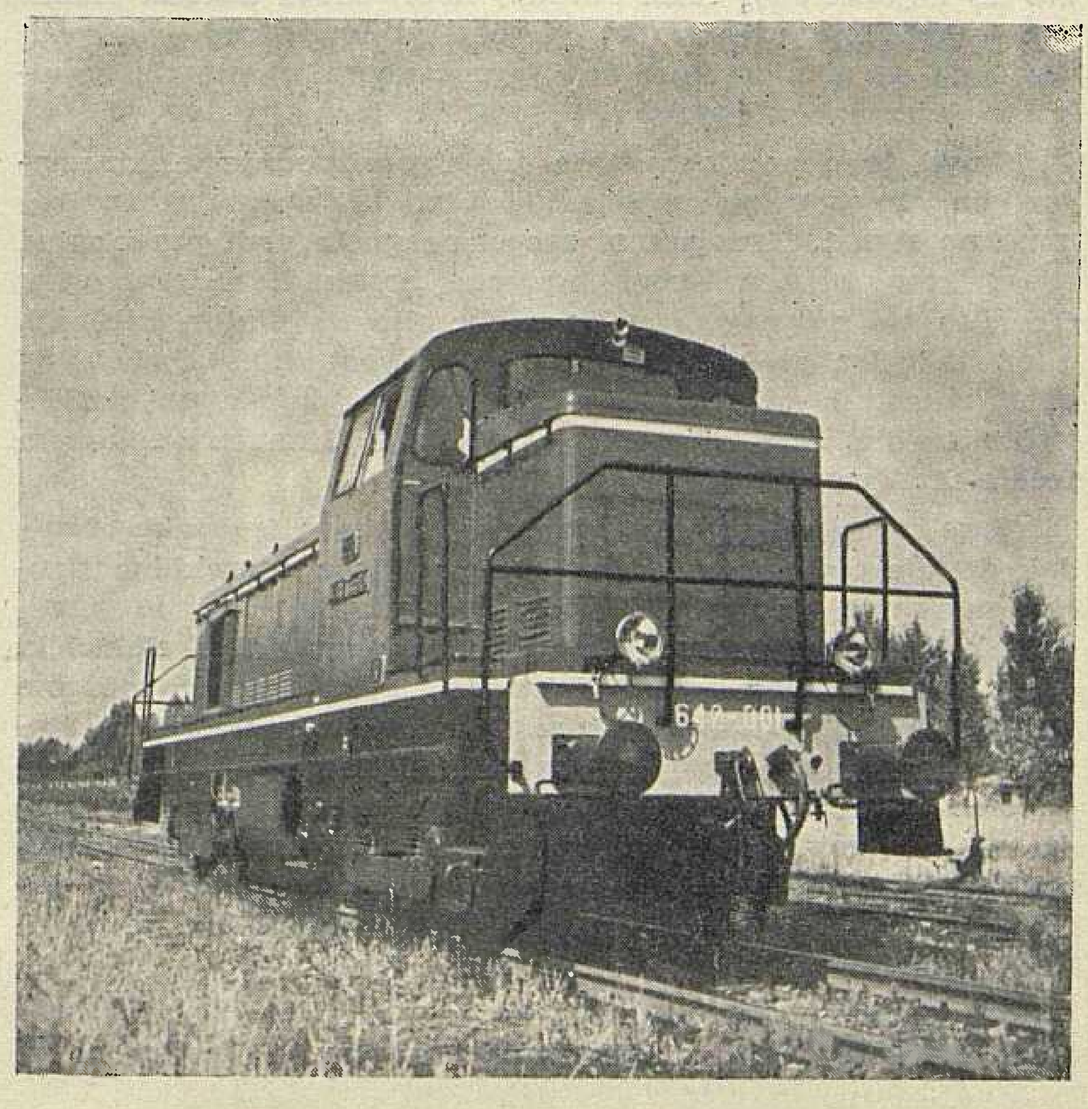
Međutim, period prikupljanja iskustava je prošao i sada treba nastaviti rad na već započetim vlastitim konstrukcijama. Nekoliko tipova dizelskih mehaničkih lokomotiva već je potpuno osvojeno, a u konstrukciji se ubrzano radi na novoj konstrukciji dizelske hidraulične lokomotive. Kroz ovo se stvaraju takva rješenja, koja uzimaju u obzir domaće proizvodne mogućnosti, da se ne bi uvozilo ono što se može proizvoditi u zemlji. Pod takvim uslovima izvoz, s povoljnom strukturom našeg učešća u proizvodnji pojedinih lokomotivskih sklopova, dobiva pun značaj.

Posebno mjesto zauzima rad na projektiranju i konstrukciji lokomotiva osposobljenih za obavljanje svih oblika vuče i snažnijih dizelskih lokomotiva za potrebe domaćeg saobraćaja.

Osvrćući se na ono što je u jednom relativno kratkom vremenskom periodu postignuto, uvjereni smo da na nove uspjehe ne treba dugo čekati.

Ing. Prvoslav Despotović

Dizelska električna lokomotiva DEL 825, snage 825 KS



Ekonomičnija proizvodnja električne energije primjenom magnetske hidrodinamike

Prije dvije godine objavljene su u stranim stručnim časopisima prve informacije o novom načinu proizvodnje električke energije na principu magnetske hidrodinamike (MHD). Bitna je značajka te nove metode, da se električna energija proizvodi kombinacijom plinske mlaznice i magneta, pa dakle nema rotirajućih dijelova kao kod klasičnog turbo-generatorskog sklopa!

Iza prvih informacija u ozbiljnoj su se literaturi pojavile opsežne studije, o tim pitanjima raspravljali su stručni kongresi, izrađeni su minijaturni prototipovi generatora MHD, projektirane su ogromne elektrane MHD snage 450 MW, a sada se grozničavo u laboratorijima i institutima dalje istražuju pojave MHD sa svrhom tehničke primjene.

Budući da je vrlo vjerojatno da će MHD naići u skoroj budućnosti na veliku primjenu u elektroprivredi, smatramo korisnim da svoje čitatelje upoznamo s ovim novim načinom proizvodnje električke energije. Pri tom smo se pretežno služili američkom literaturom, jer sovjetskih podataka o primjeni MHD gotovo i nema, iako je poznato da se i u Sovjetskom Savezu ovim pitanjima posvećuje značajna pažnja.

Načelo MHD generatora

Plinovi su normalno električki neutralni, a djeluju kao dobri električki i toplinski izolatori. No ionizirani plin posjeduje posve drugačija svojstva, u tom stanju on je dobar električki vodič. Plin se može ionizirati, dakle rastaviti na električki negativne elektrone i pozitivne ione, na nekoliko načina: povišenjem temperature, provođenjem kroz prostore u kojima postoje električka izbijanja (električki luk), vođenjem preko užarenih metalnih površina itd.

Teorija elektromagnetske indukcije obradila je već davno slučaj da se inducira električko polje, ako se ionizirana plinska struja giblje kroz magnetsko polje. Tako inducirani napon ima to veću vrijednost, što je brzina plina veća, što je magnetsko polje jače i što je veći stupanj ionizacije. Na taj najopćenitiji oblik Faraday-Maxwellova zakona indukcije — koji obuhvaća krute, tekuće i plinovite vodiče — podsjetili su se tehničari prilikom proučavanja najnovijih rezultata znanstvene magnetske hidrodinamike.

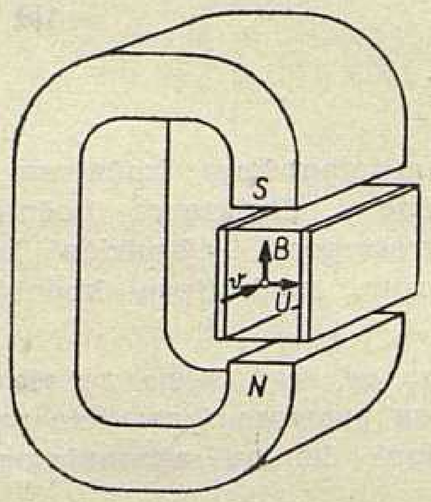
Stoga je obnovljena stara ideja proizvodnje elektromagnetske energije po načelu koje vidimo shematski prikazano na slici 1. Kroz zračni raspor magneta vodi pravokutna cijev, kroz koju velikom brzinom prolazi ionizirani plin. Okomito na magnetsko polje i okomito na smjer strujanja plina inducira se električko polje (napon), koje djeluje između metalnih obloga. Priključimo li na obloge neko električko trošilo, kroz njega će u skladu s Ohmovim zakonom teći električna struja.

Sam proces indukcije napona podržava se tako dugo, dok djeluje magnetsko polje magneta i teče neprekidna struja ioniziranih čestica. Fizikalno taj proces možemo zamisliti kao da bezbroj vodljivih žica (stvarno je to električki vodljiv plin) spaja obje elektrode. Prema tome možemo ioniziranu plinsku struju smatrati kao niz vodljivih štapova između obje obloge slike 1, koji se pomiču kroz magnetsko polje, a pritom dodiruju obloge. Time se ova primjena magnetske hidrodinamike može objasniti klasičnom elektromagnetskom indukcijom (»presjecanje magnetskih silnica«). Pri tom se inducira istosmjerni napon kao u nekakvom unipolarnom generatoru.

Za efikasnu indukciju, dakle za dobru pretvorbu kinetičke energije plina u električku energiju, od presudne je važnosti što veća električka vodljivost plina koji struji. U tu svrhu mora u plinu postojati velika koncentracija slobodnih elektrona i njihova velika pokretljivost (mobilnost). No kod temperatura u području 2000 do 3000° C koncentracija elektrona je slaba, pa tek preko 10 000° C plinovi postaju znatnije ionizirani. Međutim takve temperature u normalnom tehničkom pogonu ne mogu doći u obzir iz tehnoloških razloga.

Da bi se postigla veća ionizacija kod tehnički podnošljivih temperatura, Amerikanci uštrcavaju u plin električki nabijene čestice, koje podižu električku vodljivost na značajniju razinu. Pri tom su iskoristili činjenicu da injektiranje neznatnih množina tvari s niskim potencijalom ionizacije dovodi do izvanredno jakog povećanja električke vodljivosti tako usavršenog plina.

Zbog niskog potencijala ionizacije pogodni su alkalični metali: natrij (5,14 elektronvolta, eV), kalij (4,33 eV) i cezij (3,88 eV). Cezij dolazi u obzir samo u slučaju kada plin struji u zatvorenom krugu, jer je ta kovina vrlo skupa. Istraživanja pokazuju, da vodljivost plina naglo raste ako dodatak npr. cezija iznosi oko 0,1 %, dok iznad te granice raste mnogo sporije, dakle neekonomično.



Sl. 1. Načelo induciranja u generatoru MHD. Ionizirani plin struji brzinom v kroz jako magnetsko polje indukcije B. Između obloga se inducira istosmjerni napon U (slova N i S označuju sjeverni i južni pol magneta).

Ekonomske prednosti MHD generatora

Iz prednjeg opisa načela djelovanja generatora MHD odmah uviđamo izvanrednu prednost industrijske primjene ove ideje: generator MHD nema rotirajućih dijelova, a isto tako ni turbine! Umjesto klasičnog turbo-sklopa potrebna je samo mlaznica smještena u zračnom rasporu magneta.

Ove prednosti nisu samo mehaničke naravi, već i ekonomske. Znamo naime da svaka rotacija izaziva dodatne gubitke snage i energije. No još je veća prednost s termodinamičkog stanovišta, jer kroz mlaznicu možemo slati visokougrijani ionizirani plin direktno iz izgarne komore! Kod klasične parne proizvodnje električke snage najprije zagrijavamo vodu u parnim kotlovima odakle dolazi para u turbine.

Prema tome generator MHD preskače potrebu prijelaza toplinske energije s jednog medija na drugi (ugrijani zrak—voda).

Rezultat je toga: predviđa se toplinska korisnost čak do 0,60, dakle specifični potrošak oko 1/0,6 = 1,67 = 1440 kcal/kWh. Takvoj korisnosti generatora MHD ne mogu konkurirati ni najmodernije termoelektrane koje maksimalno postižu toplinsku korisnost oko 40 %.

Povećanje korisnosti od 0,4 na 0,6 znači smanjenje potrošnje goriva za ravnih 50 %. Suvišno je naglašavati koliko

je to izvanredan skok, kolike su to novčane uštede! Neki stručnjaci tvrde da magnetohidrodinamička proizvodnja električke energije u svjetlu ovih navoda znači u tehnološkom pogledu više od primjene nuklearne energije, jer ovdje se radi o revolucionarnoj promjeni toplinskog procesa gorivo – električka snaga, dok se kod nuklearnih procesa i dalje zadržava klasičan prijelaz topline s jednog medija na drugi, iako je upotrebljeno novo gorivo.

Eksperimenti s generatorima MHD

Proučavanje mogućnosti primjene magnetske hidrodinamike za proizvodnju električke snage započelo je u Sjedinjenim Američkim Državama godine 1952. na Cornell University. Tu su vjerojatno prvi puta rezultati astrofizičkih teorija i laboratorijski eksperimenti našli tehničku primjenu. Ova istraživanja trajala su u tajnosti pet godina.

Budući da je na taj način prikupljeno dovoljno pouzdanih podloga za daljnji rad, spomenuto je sveučilište nastavilo rad u zajednici i u laboratorijima američke tvrtke Avco-Everett. Pritom je pomoglo i američko zrakoplovstvo. Početkom godine 1959. istražni radovi na proučavanju strujanja ioniziranih vrućih plinova u magnetskom polju napredovali su toliko, da je daljnja eksperimentiranja financijski poduprlo 10 velikih američkih elektroprivrednih poduzeća. Već u mjesecu aprilu 1959. bio je u laboratorijima tvrtke Avco-Everett dovršen prvi prototip generatora MHD izlazne snage oko 1 kW. Mjeseca augusta dovršen je drugi generator snage 10 kW.

Budući da praktična primjena magnetske hidrodinamike predstavlja revolucionarni pokret u pretvaranju toplinske energije u električku, na tome su u laboratorijima radile i druge tvrtke. To se u prvi mah, izgleda, nije znalo, ali je pod kraj 1959. ogromni elektrotehnički koncern Westinghouse javno demonstrirao svoje eksperimentalne generatore MHD.

Malo je poznatih tehničkih podataka o ovim generatorima, što je posve razumljivo s obzirom na uvjete konkurencije pod kojima se odvija utrka u razvoju primjene MHD. Objavljeno je tek toliko, da je prvi Westinghouseov generator radio s ioniziranom strujom zraka brzinom oko 90 m/s (= 3240 km/h), a napon je uz 900 W iznosio oko 30 V, dakle je struja bila oko 30 A. Za drugi je prototip zanimljivo spomenuti, da je područje regulacije snage i napona bilo izvanredno široko, praktički od 0 do 5 kW odnosno od 0 do 30 V.

U eksperimentalnim generatorima MHD tvrtke Avco-Everett plin su ugrijali i ionizirali pomoću električkog luka. Elektrode za skupljanje inducirane struje bile su pločaste. Generatorskom plinu, ugrijanom na preko 2200° C, dodali su oko 0,1 % kalija kako bi povećali njegovu električku vodljivost. Tvrtka Westinghouse upotrebila je kao izvor plina mali raketni motor, kakav se inače upotrebljava u zrakoplovstvu.

Planovi za budućnost

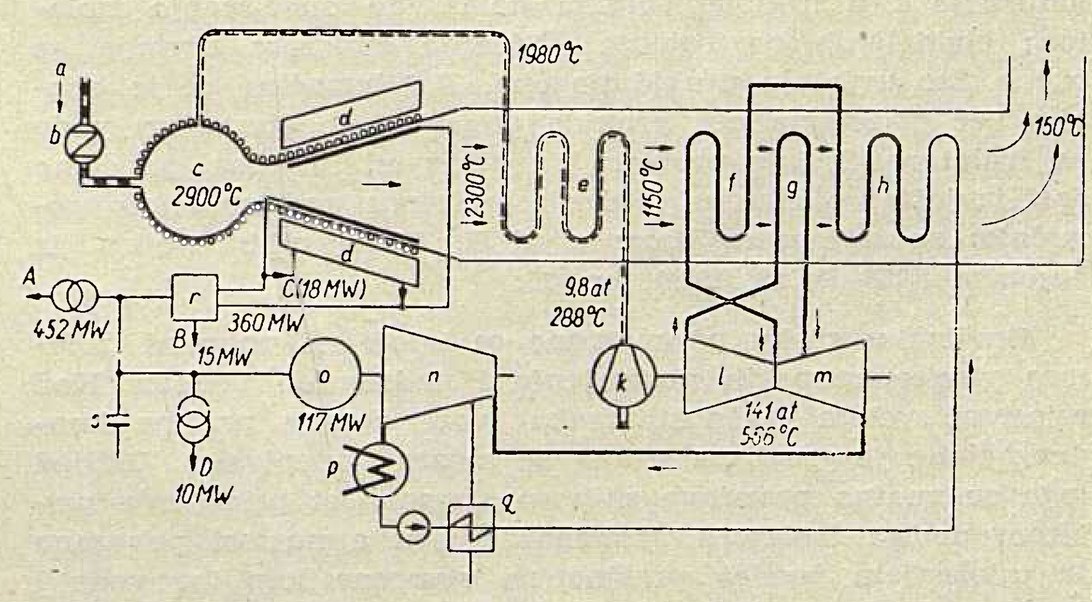
Navedeni podaci potječu samo iz objavljenih informacija. No možemo biti uvjereni, da je to tek dio podataka o onome što se stvarno radi u USA. Podsjetimo li se, da su u magnetskoj hidrodinamici u astrofizičkom smislu mnogo učinili sovjetski učenjaci, možemo biti sigurni, da se i u SSSR intenzivno radi na generatorima MHD. Možda su Sovjeti u tome doprli još dalje nego Amerikanci, ali će o rezultatima vjerojatno šutjeti sve dok s perfektnim rezultatima ne iznenade čitav svijet (podsjetimo se na rakete i satelite!).

Sigurno je naime, da generatori MHD ne obećavaju primjenu samo u mirnodopske svrhe. Zar ne bi ratni brodovi imali bolja borbena svojstva kad bi korisnost njihovog pogona bila povećana za 50 %, a pritom bi troškovi bili mnogo manji nego u slučaju nuklearnog pogona? O tome, naravno, nisu objavljeni nikakvi podaci. No zato su Amerikanci izložili svoje planove koji se tiču MHD-elektrana. U USA je predložena izgradnja pokusne elektrane ogromne snage 450 MW, koja će raditi na principu MHD. Slika 2 prikazuje idejnu shemu djelovanja takve elektrane MHD, koja bi trebala raditi na otvoreni proces s ugljenom prašinom kao pogonskim gorivom.

U izgarnoj komori zrak će se zagrijati na 2900° C. Vrućem zraku dodat će se 0,1 % kalija, da se poveća vodljivost toplinski ioniziranog zraka. Električka će se energija u ovoj elektrani dobivati na dvojaki način: glavnina od 360 MW proizvest će se u generatoru MHD, a ostatak na uobičajeni način pomoću parnih turbina. Turbina će odmah pokretati kompresor, koji će pod pritiskom 9,8 atmosfera ubrizgavati zagrijani zrak (1980° C) u izgarnu komoru.

Kako se vidi iz sheme na slici 2, preko 3/4 proizvedene snage otpada na generator MHD, a samo 117 MW na turbinu odnosno klasični generator izmjenične struje. Budući da generator MHD proizvodi istosmjernu struju, morat će se primijeniti poseban pretvarač istosmjerne struje u izmjeničnu. Predviđa se, da se takva pretvorba obavi živinim pretvaračima sa $\eta = 0{,}96$, koji će se napajati s 2500 V (istosmjernih) iz MHD. Gubici će pri tom iznositi oko 15 MW. Izvanredna je snaga potrebna i za uzbudu magneta s kojim će se proizvoditi magnetsko polje: 18 MW. Za vlastiti potrošak parnog dijela elektrane predviđa se oko 10 MW. Čitav proces rada ove kombinirane MHD i klasične elektrane može se dobro pratiti na shemi pa ga nije potrebno posebno opisivati.

Računi projektanata pokazuju, da će ovakva kombinirana elektrana raditi s toplinskom korisnošću 55 %, dakle sa specifičnim potroškom topline 1,815 (= 1,815 J/J = 1560 kcal/kWh). Predviđaju da će specifični troškovi ovog postrojenja od 450 MW iznositi 94 dolara/kW, dakle neznatno više od specifičnih troškova klasične elektrane takve snage koji iznose 92 dol/kW. Pri tom je najskuplji uređaj za pretvaranje istosmjerne struje u izmjeničnu, što se vidi iz tablice.



Sl. 2. Shema elektrane MHD budućnosti snage 450 MW, koja će raditi na otvoreni proces sa izgaranjem ugljene prašine. *a* — iz bunkera za ugljen, *b* — razdjeljivač goriva, *c* — komora za izgaranje ugljene prašine, *d* — namot za magnetiziranje generatora MHD, *e* — zagrijač zraka, *f* — pregrijač pare, *g* — međuzagrijač, *h* — isparivač, *i* — dimnjak, *k* — kompresor, *l* — visokotlačna parna turbina, *m* — srednjetlačna parna turbina, *n* — niskotlačna parna turbina, *o* — klasični generator, *p* — kondenzator, *q* — niskotlačni predgrijač napojne vode, *r* — pretvarač istosmjerne struje u izmjeničnu, *s* — električki kondenzatori, *A* — izlazna snaga 452 MW, *B* — gubici pretvarača 15 MW, *C* — snaga uzbude magneta 18 MW, *D* — vlastiti potrošak parnog dijela 10 MW.

Gruba usporedba specifičnih investicionih troškova (dol/kW) klasične i jedinice MHD

UREĐAJ	Klasična	MHD
Proizvodnja pare	31	10
Turbina-generator	38	12
Zračni kompresor	—	4
Pregrijač	—	7
MHD generator	—	7
Sapnica, zrakovodi itd.	—	4
Električni pretvarač	—	33
Reaktivno napajanje	—	5
Zagrijači, kondenzatori itd.	23	10
Razno	—	2
Ukupno	92	94

Iz ove grube usporedbe vidimo, da elektrana MHD glede investicija stoji približno jednako kao i klasična uz uvjet da se proizvodi istosmjerna struja i pretvara u izmjeničnu.

No elektrana MHD može postati i za 30 dol/kW jeftinija, dakle za preko 30 %, ako uspije, da se u generatoru MHD direktno proizvodi izmjenična struja! Isto tolika ušteda može se postići ako se istosmjerna elektrana MHD izgradi specijalno za elektrolize, gdje je ionako potrebna istosmjerna struja. Pri tom bi pojeftinile i same elektrolize, jer ne bi bili potrebni skupi uređaji za pretvaranje izmjenične struje u istosmjernu kakvi su potrebni u elektrolizama.

Opisani proces bio je otvoren (sl. 2). No isto se tako može primijeniti zatvoreni proces, pogotovo u vezi s nuklearnim elektranama. Prednost u odnosu na otvoreni proces je u tome, što se mogu upotrebiti plemeniti plinovi (helij ili argon) s dodatkom 1 % cezijevih para. Budući da time pogonski medij postaje vodljiviji od ioniziranog zraka, radne temperature mogu biti nešto niže, čime bi postali blaži neugodni efekti korozije, koji su znatni pri otvorenom procesu zbog agresivnosti produkata izgaranja ugljena pri vrlo visokim temperaturama. Toplinska korisnost takvog otvorenog procesa iznosila bi oko 60 %, dakle specifični potrošak topline 1,67 = 1440 kcal/kWh!

Literatura

Akademija nauk Latvijskoj SSR, Institut fiziki: *Vaprosi magnjitnoj gidrodinamiki i dinamiki plazmi* (radovi konferencije o magnetskoj hidrodinamici, Riga 2. jula 1958), Riga 1959.

Anonymous, *Magnetohydrodynamics, Exciting new research promises simpler more efficient generation*, Electrical Times 1959, 17 December, str. 734.

Anonymous, *Magnetohydrodynamics*, Radio-Electronics 1960, January, str. 8, 14.

Anonymous, *Four new sources of power*, Radio-Electronics 1960, May, str. 57.

O. Bryhni, *Nichtmechanische Erzeugung elektrischer Energie*, Atom und Strom 1961, Folge 5/6, str. 33.

T. G. Cowling, *Magnetohydrodynamics*, Interscience Publishers Inc., London 1957.

B. G. A. Skrotzki, *Research shapes the future of Energy Systems Engineering*, Power 1960, May, str. 61.

Ph. Sporn, A. Kantrowitz, *Magnetohydrodynamics — future power process?*, Power 1959, November, str. 62.

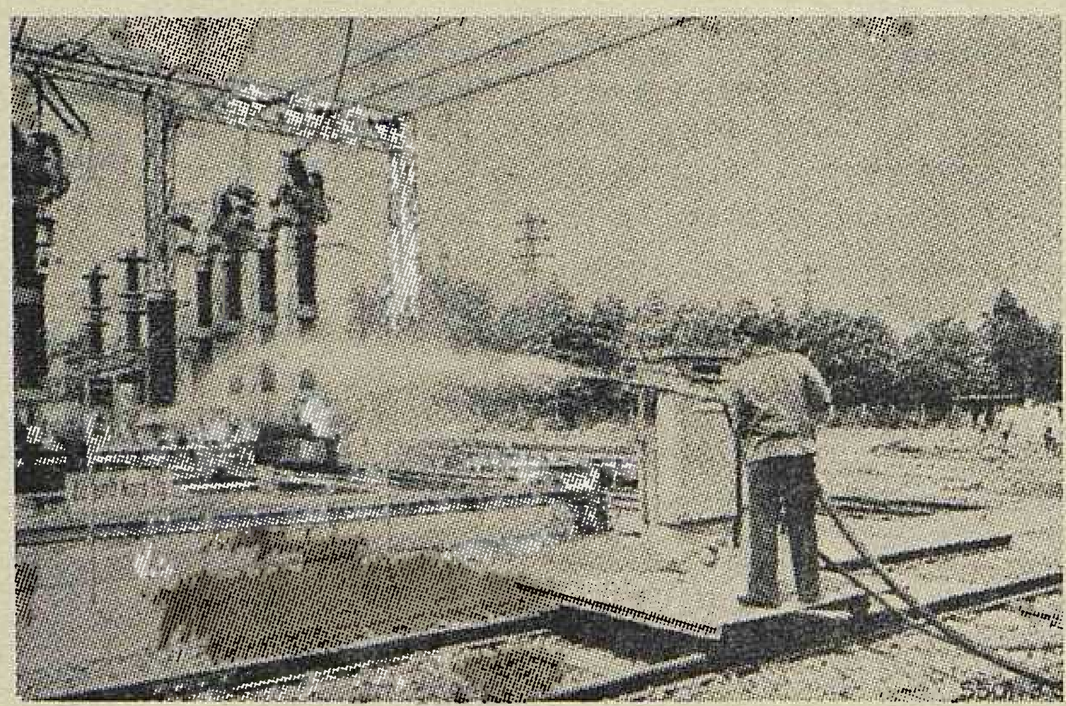
Ing. M. Brezinšćak

Čišćenje izolatora pod naponom pokretnim uređajima za štrcanje

U našoj je zemlji već izgrađena kemijska i cementna industrija i u njihovoj blizini dolazi do onečišćenja izolatora električnih postrojenja. Čišćenje izolatora obavlja se ručno, što uvjetuje prekid pogona. U Njemačkoj se to obavlja već godinama bez prekida pogona i to štrcanjem vode na izolatore. Taj je problem i za nas od interesa, pa ćemo dati izvještaj o članku *Čišćenje izolatora pod naponom pomičnim aparatima za štrcanje* od H. Hesselbrocka iz časopisa *ETZ–B*, 12 (1960), br. 25.

Prašina u zraku prvenstveno se taloži na površini izolatora visokonaponskih postrojenja i nadzemnih vodova. Kod relativno velike vlažnosti zraka tvore čestice prašine kondenzacione jezgre i na njima se stvara vodeni sloj. Uslijed toga se znatno povećava njihova sposobnost prianjanja prilikom dodira izolatora. Kondenzacija u atmosferi povezana je taloženjem čestica prašine na stvorene kapljice vode i fine kapljice vode koje stvaraju maglu sadrže stoga u industrijskim područjima veliku količinu prašine. Ako nastane pad parcijalnog pritiska pare, difundiraju molekuli vode do najnižeg parcijalnog pritiska, dakle na mjesto kondenzacije. Pri tome se male čestice prašine, koje se nalaze u zraku, također onamo prenose. Ako su čestice prašine higroskopične ili ako čak čine s vodom prave kemijske spojeve, kao na primjer $CaO + H_2 \rightarrow Ca(OH)_2$, to može doći uslijed difuzije do naročito intenzivnog stvaranja gruda od čestica prašine. Jako onečišćenje izolatora nastaje, ako se npr. izolatori za vrijeme noći jako ohlade, a zatim se orose kod velike vlage zraka.

Sl. 1. Čišćenje postrojenja 220 kV vodenim mlazom



U suhom su stanju slojevi stranih tvari neopasni i ugrožavaju pogon tek onda kad postanu vlažni. U svakoj naslagi prašine nalaze se tvari, koje voda otapa i koje stvaraju elektrolite, te na taj način smanjuju površinski otpor izolatora. Jaka kiša obično dobro čisti izolatore, jer odstranjuje elektrolite, a djelomično i samu naslagu prašine.

Ako nakon dužeg sušnog razdoblja, za koje se vrijeme staložio na izolatorima jaki sloj stranih tvari, nastupi magla ili fino raspršena kiša, znatno se snizuje preskočni napon postrojenja. Dolazi do tinjavog izbijanja, koje još pogoršava stanje i mjestimično osuši površinu izolatora. Tinjavo izbijanje još više povećava koncentraciju elektrolita, jer stvara ionizirane i visokoaktivne molekule plina. Nastaju dušični oksidi, koji tvore s vodom u zraku poddušičnu ili dušičnu kiselinu, a ova se također djelomično taloži na izolatorima.

Pojave se mogu dobro objasniti pomoću izolatora uprljanih slojem soli. Takovi se izolatori često nalaze u blizini rashladnih uređaja. U suhom stanju, dok nema elektrolitske vodljivosti, ne dolazi do pojave tinjavog izbijanja. Kad se takav izolator malo poškropi finom sapnicom za raspršavanje, dolazi odmah do jakih pojava izbijanja, koje mogu dovesti i do potpunog preskoka. Dovedu li se štrcanjem na površinu izolatora veće količine vode, elektroliti se jako razrijede i otplavljuju, a tinjavo izbijanje prestaje.

Onečišćenja, koja ne sadrže elektrolite, nemaju znatnog utjecaja na naponsku čvrstoću. Neprekinuti tanki sloj vode na cijeloj površini izolatora ne uzrokuje preskok, jer daje jednoliku podjelu potencijala i tako sprečava nastajanje jakog električnog polja potrebnog za stvaranje tinjavog izbijanja. Samo struja odvoda raste u ovisnosti od vodljivosti i debljine sloja vode.

Nepokretni uređaji za čišćenje visokonaponskih rasklopnih postrojenja strcanjem već se mnogo godina uspješno primjenjuju u pogonu, ali do nedavno samo na postrojenja do napona od 110 kV.

Unatoč čestom i skupom ručnom čišćenju izolatora u postrojenjima od 220 kV dolazilo je uvijek ponovno do preskoka. To je dovelo do odluke, da se izolatori pod naponom pomoću jakog vodenog mlaza oslobode nečistog sloja, koji ugrožava pogon. Ti se uređaji upravljaju rukom, a pri tom je najvažnije, da se posluga ne izloži ni najmanjoj opasnosti. Voda s vodljivošću od 1 do 2 $\mu S \cdot cm^{-1}$ je loš električki vodič. S takovom vodom (destilatom ili ionskim izmjenji-

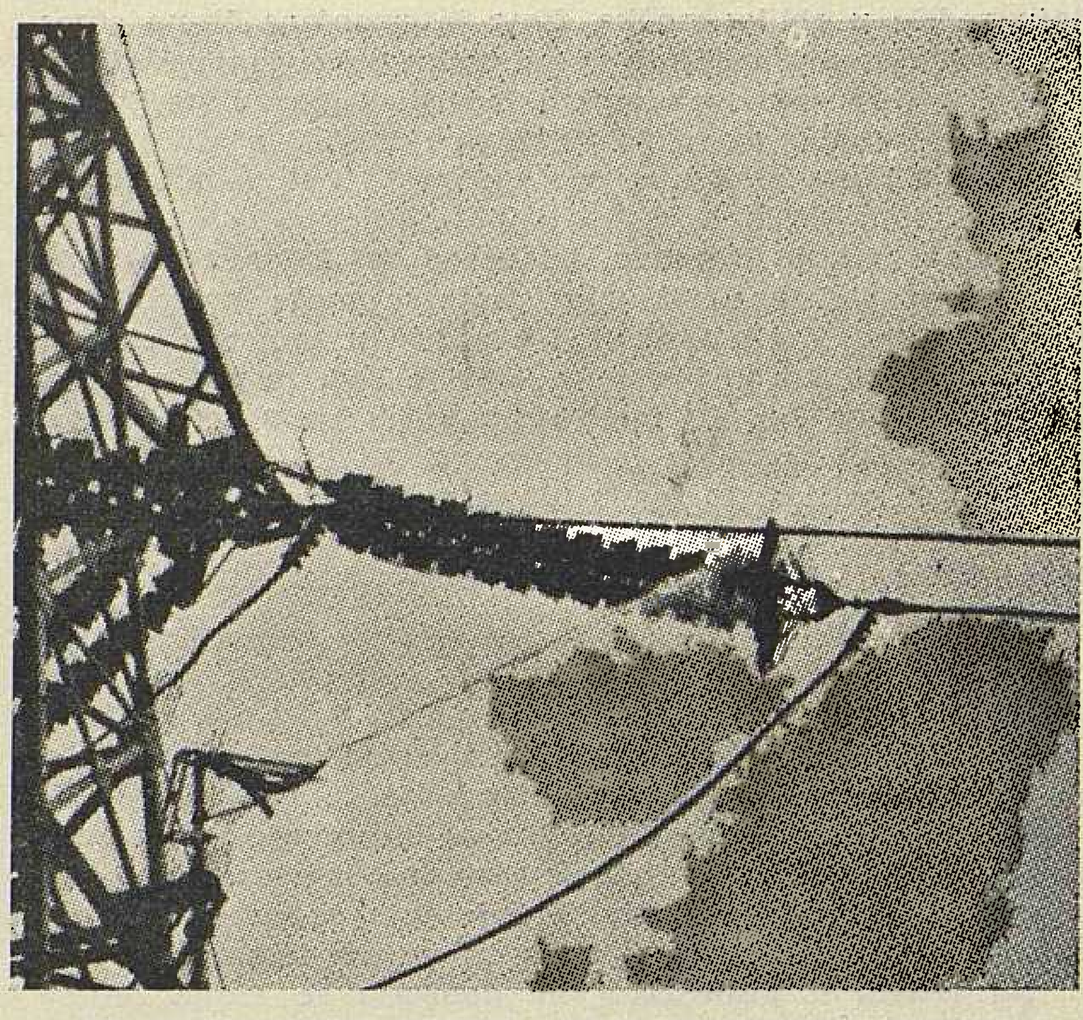
vačem očišćenim od soli) moglo bi se potpuno bez opasnosti štrcati zatvorenim vodenim mlazom promjera 8 mm s udaljenosti od 3 m na vod napona 220 kV. Kroz takav mlaz teče struja od najviše 0,1 do 0,2 mA.

Mjerenja su pokazala, da veličina struje koja teče kroz vodni mlaz najviše ovisi o tome, da li je mlaz zatvoren ili raspršen u pojedine kapljice. U posljednjem slučaju praktički nije bilo mjereno protjecanje struje kroz mlaz. Stoga je konstruirana naprava, koja pomoću zračne sapnice odmah nakon izlaza iz usta cijevi pretvara mlaz u pojedine kapljice, a unatoč tome postizava velik domet. Voda se dovodi preko brzog zapornog ventila, koji se pokreće komprimiranim zrakom i koji se udarno zatvara čim pritisak komprimiranog zraka padne ispod neke postavljene vrijednosti. Vrijeme zatvaranja odgovara po prilici vremenu, koje je potrebno vodnom mlazu uz 10 kp/cm² za put od 1,5 m. Bez dovoljnog pritiska komprimiranog zraka ne može se otvoriti ventil.

Na takvoj napravi mjerena je struja i napon kod štrcanja na rasklopno postrojenje pod naponom od 220 kV. Rezultati su pokazali, da kod raspršenog vodenog mlaza čak i kod vode od 500 μ S . cm^{-1} ne postoji opasnost za poslugu ni kod malih udaljenosti (3–4 m). Čelična cijev, pomična na sve strane, montira se na lako pokretno postolje. Ono treba da ima vodljiv spoj sa zemljom, ali se ne smije priključiti na pogonsko uzemljenje. S ovom se napravom već više od 6 godina čisti pod naponom nekoliko postrojenja napona 110 kV i 220 kV bez opasnosti i bez prekida u dobavi energije. Prije je na ovim mjestima često dolazilo do preskoka, a to je sada potpuno izbjegnuto. Čak i zimi kod –20° C se ovaj postupak pokazao dobrim, pa ako se upotrebi zagrijana voda, mogu se brzo odstraniti i slojevi leda sa izolatora. Čišćenje izolatora pokretnim uređajima za štrcanje obuhvaćeno je i u novoj redakciji propisa VDE 0143/7.57.

Na slici 1 je prikazano čišćenje vrlo uprljanog rasklopnog postrojenja napona 220 kV. Uređaj se pokazao korisnim i za čišćenje izolatora željezničkog voda napona 15 kV pod naponom. Vagon-cisterna ima na jednoj strani malu platformu, s koje se kod polagane vožnje pomoću 2 čelične cijevi čiste svi izolatori kontaktnog voda. Pumpa za vodu na električni ili benzinski pogon je također smještena na voznom postolju, a komprimirani zrak se dobiva od električne lokomotive, koja vuče vagon-cisternu.

Obilatim dimenzioniranjem i pravilnim izborom izolatora mogu se znatno smanjiti smetnje uslijed preskoka, naročito kod visokonaponskih nadzemnih vodova. Ovoj mjeri se postavljaju ekonomske granice. Iskustva su uvijek ponovno pokazala, da se u blizini industrijskih postrojenja, koja emitiraju mnogo prašine, ne mogu spriječiti preskoci, čak ni uz obilato dimenzioniranje izolacije. Izolatori na stupovima, koji su ugroženi slojevima stranih tvari, ne mogu se očistiti štrcanjem sa zemlje, jer domet vodnog mlaza nije dovoljan, pa ni kod upotrebe velikog pritiska i dobrih sapnica.



Sl. 2. Čišćenje zateznog lanca na stupu za 220 kV

Sapnice za raspršavanje fiksno montirane na stupove u blizini izolatorskih lanaca nisu imale uspjeha. Stoga je konstruiran uređaj, prikazan na slici 2, koji snažnim vodenim mlazom čisti sve izolatore jednog stupa. Čelična se cijev nalazi montirana na stupu i može se lako usmjeriti na sve izolatore pomoću poluge za upravljanje smještene na dnu stupa. Ovdje nije potrebna sapnica s komprimiranim zrakom, jer je udaljenost između čelične cijevi i izolatora nepromjenjiva, pa se sapnica tako dimenzionira, da se mlaz raspršiu kapljice prije nego što dođe do izolatora. Uređaj je jednostavan i u svako vrijeme spreman za pogon. S vatrogasnim kolima kapaciteta 2 do 3 m³ vode mogu se u kratko vrijeme očistiti i udaljeni stupovi. Štrcanje na visokonaponska postrojenja vrše za mnoge elektrane vatrogasci, koji ovaj zadatak mogu preuzeti nakon stručnog upućivanja.

Postrojenja se ne moraju čistiti u redovitom vremenskom razmaku, jer onečišćenje ovisi o smjeru vjetra i ostalim vremenskim uvjetima. Za pogon je opasna i fino raspršena kiša nakon dugih sušnih perioda. Na osnovu iskustava može se u kratko vrijeme ocijeniti, kad treba provesti čišćenje. Ni u kojem slučaju ne treba sa čišćenjem tako dugo čekati, dok već svako ovlaženje dijelova postrojenja dovodi odmah do preskoka.

Ing. K. Fišer

Izgradnja dalekovoda u Francuskoj

Na *Internacionalnoj konferenciji velikih električnih mreža CIGRE* održanoj 1960. u Parizu prikazani su problemi pri gradnji dalekovoda u Francuskoj i uspoređeni s načinom gradnje u prošlosti. Autori ovog referata br. 233 su H. Caillez i A. Tilloy.

Kako se naša zemlja nalazi u eri izgradnje vodova, a naročito predstoji još velika izgradnja slijedećih godina, to su za nas od interesa francuska iskustva na tom polju. Osim toga je Francuska, kao i naša zemlja, vrlo raznolika u pogledu klime (primorska, kontinentalna i visoke planine), konfiguracije zemljišta (ravnice, valovito zemljište, planine) i sastava tla.

Intenzitet vjetra, leda i snijega različit je u pojedinim krajevima. Stoga su nekada bili propisani veliki faktori sigurnosti i uslijed toga utrošene znatne količine materijala pri gradnji dalekovoda. Postepeno se nastojala postići što veća ekonomičnost u gradnji i to povećanjem raspona, izmjenom položaja vodiča (mačka), pojedinačnim temeljima itd.

Količine materijala

Godine 1932. utrošeno je 35 t stupova i 72 m³ betona za 1 km dalekovoda 225 kV, s alučeličnim vodičima 3 × 356 mm².

Godine 1953. utrošeno je za 1 km dalekovoda 225 kV, s alučeličnim vodičima 3 × 411 mm² (isti presjek aluminija kao gore), učvršćenim u istoj horizontalnoj ravnini na stup, s razmaknutim pojedinačnim temeljima, 16,6 t stupova i 9,7 m³ betona.

Na konferenciji CIGRE 1956. prikazana su kao rezultat studija i ispitivanja daljnja unapređenja, koja se sastoje – uz smanjene pretpostavke opterećenja vjetrom - u razmje-

štaju vodiča u obliku mačke, čime je smanjena širina stupa i dimenzije nosača zaštitnih užeta, zatim poboljšanja u obliku temelja i skraćenja izolatorskih lanaca. Time su postignute uštede materijala, pa je za dalekovod 225 kV s alučeličnim vodičima 3 × 411 mm² utrošeno po km 9,1 t stupova i 7,7 m³ betona.

Godine 1957. je izgrađen dalekovod 225 kV s 2 trojke, s alučeličnim vodičima 595 mm², koji se može pretvoriti u dalekovod 380 kV s 1 trojkom i 2 vodiča u snopu, a za koji su utrošene po km 22 t stupova, dok je 1954. za vod s alučeličnim vodičima 6 × 411 mm² utrošeno po km 35,5 t stupova.

Godine 1959. izgrađen je dalekovod 380 kV s 3 snopa po 2 alučelična vodiča 595 mm²; težina je stupova po km iznosila 19 t. Ovaj vod na dužini od 300 km nema zateznih stupova. Oni su dimenzionirani za zaštitna užeta, ali užeta nisu zasada montirana.

Stupovi

Studije se ne odnose samo na sniženje troškova, nego i na izgled stupova s estetskog stanovišta.

Čelični cijevni stupovi omogućuju smanjenje težine konstrukcije za oko 30 %. Unatoč tome ne mogu se općenito upotrebljavati zbog skupoće. Primjenjuju se samo, gdje su potrebni iz drugih razloga, a ne iz ekonomskih.

Na tržištu u Francuskoj ne dobivaju se kutna željeza s debljinom manjom od jedne desetine širine kraka. Zbog toga nije stepenovanje jednoliko i neki su intervali znatno veći od drugih.

Radi što boljeg iskorišćenja željeza pripremljena je nova serija tankog profilnog željeza, koja će se upotrebljavati za gradnju stupova, a moći će se primijeniti i na druge metalne konstrukcije.

Debljina kutnih željeza je ograničena na jednu petnaestinu, da se izbjegne opasnost od lokalnog izvijanja, a minimalne debljine su 4 mm zbog rđe. Uslijed smanjenih težina postignute su uštede na stupovima, s razlikama, koje zavise od tipa stupa, a u prosjeku iznose 10 do 12 %, s time da tome treba još dodati pojednostavnjenje u montaži stupova. Ako se uzme u obzir povećana cijena kutnog željeza, postiže se ušteda od samo 8 do 10 %.

Provedene su studije zbog poboljšanja estetske strane stupa, što je postignuto konstrukcijom od zavarenih cijevi. Upotreba cijevi omogućila je vitku konstrukciju uz smanjenu težinu.

Zaštita stupova od rđanja provodi se u Francuskoj bojenjem iz ekonomskih razloga. Naime proračuni su pokazali, da je za period od 30 godina, koliko se može očekivati da će dobro pocinčanje štititi od rđe, jeftinije bojenje, ako se uzmu u obzir i kamati.

U Francuskoj izrađuju mnoge firme dalekovodne stupove, a ne raspolažu cinčaonama. Zato bi trebalo prevoziti izrađene stupove do cinčaone, a zatim na gradilište, što bi znatno povećalo troškove cinčanja. Osim toga se smatra, da pocinčani stupovi suviše bliješte, te bi ih, barem u nekim predjelima, trebalo obojiti tamnom bojom preko cinka.

Vodiči

Teško je sprovesti ekonomsku usporedbu vodiča u snopu i jednog vodiča iste prijenosne moći, jer ne postoje iskustva o poteškoćama pri montaži vodiča vrlo velikog presjeka.

Snop vodiča ima električne prednosti: smanjenje gubitka korone i radiosmetnji uz istovremeni porast prirodne snage prijenosa. Zato je snop vodiča odabran kao standardno rješenje za dalekovode 380 kV na ravničastom zemljištu. Istovremeno se pojavljuje problem odstojnika, koji održavaju normalni razmak između dva vodiča. Ovi se mogu različito ponašati zbog promjene meteoroloških uvjeta i tako dolazi do vertikalnih ili longitudinalnih pomaka ili rotacija oko osi, koje mogu iznositi i do 90°. Preostaje dakle izbor između odstojnika koji zadržava stalan razmak između dva vodiča, ali elastično ili odstojnika koji dozvoljava svaki stepen slobode u gibanju uz jedini uvjet, da osigurava razmak. Sada je u upotrebi drugo rješenje. Ono postiže dobru savitljivost za snop, ali postoji opasnost krajnjeg istrošenja nakon duže upotrebe pomoćnih dijelova u dodiru.

Za dalekovode u planinskim predjelima postoji opasnost, da dođe do rotacije snopa vodiča u rasponima, koji su veći od prosječnog, uslijed utjecaja vjetra ili nenormalnog leda. Zbog toga je predviđen jedan vodič za dalekovod 380 kV Randens—Alberville, na planinskom području, gdje radio-smetnje nisu važne. Osim toga konfiguracija zemljišta uvjetuje velike raspone, a treba i očekivati veliki dodatni teret snijega. Odabran je alučelični vodič presjeka 1195 mm², vanjskog promjera 44,8 mm i prekidne čvrstoće 44,5 t. Budući da je opterećenje uslijed vjetra i zatezanje jednog vodiča znatno manje negoli za snop istog ukupnog presjeka, postiže se malo ušteda na težini stupova i količini betona.

Vibracije

U 1956. provedena su ispitivanja vodiča na mjestu učvršćenja na stezaljku i utvrđena su pogoršanja uslijed vibracija. U isto vrijeme promijenjeni su francuski propisi i traženo je, da se na svim križanjima cesta, dalekovoda i telekomunikacionih vodova predvidi sigurnosni stremen, koji će držati vodič u slučaju da nastane električni luk između metalne konstrukcije i vodiča, što ima za posljedicu prekid vodiča u blizini stezaljke. Sigurnosni stremen za 225 kV sastoji se od užeta približne dužine 4,5 m pričvršćenog na vodič pomoću dvije stezaljke tako montirane, da mogu podnijeti 25 do 30 % prekidne čvrstoće vodiča. Kako je bilo teško postići ovaj uvjet za vodiče velikog presjeka, a iskustvo je pokazalo, da je bio pretjeran strah od pregaranja vodiča, ukinuta je odredba o stavljanju sigurnosnog stremena.

Kao posljedica uklanjanja sigurnosnog stremena bile su očite pojave opasnih vibracija. Sigurnosni stremeni, koji su se nalazili makar neredovito razmješteni uzduž dalekovoda, prigušivali su vibracije u izvjesnoj mjeri, reducirajući ih na vrijednosti, koje očito nisu bile opasne za vodiče. Najnovija ispitivanja dalekovoda ne potvrđuju potpuno ovu hipotezu, naročito u slučajevima ozbiljnih vibracija.

Aldrejska užeta

Dobro su poznate mehaničke prednosti aldreja u usporedbi s čistim aluminijem, a koje se sastoje u tome, da je otpor i istezanje kod prekida približno dvostruko nego kod aluminija, odnosno da je istezanje kod prekida jednako čeliku čvrstoće 155 do 180 kg/mm².

Kao posljedica toga čini se da je aldrej-čelično uže prikladnije od alučeličnog, jer u slučaju vlačnog prekida dolazi istovremeno do prekida obaju dijelova užeta.

Ovo poboljšanje i povećana prekidna čvrstoća kao i površinska tvrdoća doveli su do upotrebe aldreja u prvom redu u obliku aldrej-čeličnih užeta za dalekovode u planinskim predjelima, gdje veliki dodatni teret leda mehanički opterećuje vodič do $^2/_3$ prekidne čvrstoće. Povećana površinska tvrdoća znatno poboljšava izvedbu užeta za slučaj nesimetričnog opterećenja ledom, što ima za posljedicu klizanje vodiča u stezaljci.

Nova primjena aldreja je homogeno uže, kojemu je trošak po tekućem metru manji nego za alučelični vodič uz jednaki omski otpor, i koje za jednaki raspon manje opterećuje stup od alučeličnog vodiča i prema tome uvjetuje lakši stup. Zbog toga što je aldrejsko uže lakše, više se otklanja, te su potrebni veći razmaci vodiča. Osim toga ono ne podnosi tako velike sile zatezanja kao ekvivalentno alučelično uže i stoga uvjetuje veći broj stupova.

Zbog bolje mogućnosti usporedbe predviđena je izgradnja jedne dionice dužine 20 km 225 kV dalekovoda s aldrejskim vodičima presjeka 366 mm².

Primjena mehanizacije

U francuskoj praksi gradnje dalekovoda upotrebljava se mehanizacija s najvećim oprezom i ne primjenjuje sistematski. Pri izboru sredstava za izgradnju uvijek je bila odlučujuća ekonomičnost. Ako se imaju u vidu specifični uvjeti u Francuskoj, mehanizacijom se ne postižu uvijek najniži troškovi gradnje, za što ima više razloga. Za potpuno iskorištenje stroja potrebno je da radi bez zaustavljanja ili prekida, a to znači da ne smije naići na vanjske zapreke, da su gradilišta dovoljno velika i da se nastavljaju u skladu s programom izgradnje bez prekida. Na cijelom području Francuske nalaze se mnogobrojna poduzeća za gradnju dalekovoda, koja ne mogu bez prekida upotrebljavati strojeve. Pri gradnji ve-

likih dalekovoda dugačkih nekoliko stotina kilometara, izvrši se podjela u više dionica, a svaka se dionica povjerava drugom poduzeću, što otežava primjenu mehanizacije.

U Francuskoj su troškovi upotrebe stroja uzimajući u obzir pogonske troškove, nadzor i uzdržavanje, istog reda veličine kao radna snaga koju stroj nadomještava, uključujući sve pripadajuće obaveze. Kako se radna snaga lakše prilagođuje potrebama, jer ima mnogo zapreka za neprekidan rad, upotreba iskusne radne snage je često ekonomičnija od stroja. Ipak su važni procesi mehanizirani, te će se u nastavku opisati.

Iskop

Dimenzije najmanjeg iskopa temelja dalekovodnih stupova iznose 1,2 × 0,9 m, a dubina 1,9 m. Ovakav se iskop može vršiti pomoću grabilice (bager zahvatač) montirane na kamionu ili traktoru, sa pomoćnim motorom od 20 KS ili s energijom iz dalekovoda. Lopate su opremljene posudama kapaciteta 100 do 200 l. Posude se otvaraju i zatvaraju hidraulničnim pogonom. U normalnom zemljištu grabilica od 20 KS ovoga tipa iskopa 2 m^3, dubine 1,9 m u roku od približno 15 minuta.

S helikoidalnim svrdlom, montiranim na traktor moguće je vršiti vertikalni ili kosi iskop. Snaga ovakvih strojeva je između 35 i 50 KS. U normalnom zemljištu se na ovaj način u roku od približno 15 do 20 minuta može iskopati jama promjera 0,5 m, duboka 2,5 m, pri čemu se izvadi manje od 1 m^3 zemlje.

Priprema betona

Beton se priprema u mješalici postavljenoj u neposrednoj blizini temelja. Katkada se priprema u posebnoj tvornici betona, pa se zatim kamionom prevozi na gradilište; za to je potrebno organizirati sistemaski prijevoz. Beton se vibrira pomoću pervibratora promjera 40 mm.

Podizanje stupova

Stupovi se u pravilu prevoze na gradilište potpuno rastavljeni i montiraju se postepeno dižući jedan komad za drugim pomoću dvotonskih ili trotonskih ručnih vitla, koja pokreću 2 radnika i to težinu od 1500 kg brzinom od 1,5 do 2 cm/sek. Za podizanje konstrukcije od 1 tone potrebno je približno 35 sati na ravnom zemljištu normalnog pristupa.

Mehanizirana vitla mogu se pokretati traktorskim ili kamionskim motorom ili vlastitim pogonom. U tom slučaju imaju snagu od 8 KS s Leonardovim spojem, koji omogućuje velike promjene u brzini i jednostavno pokretanje i zaustavljanje uz veliki stepen sigurnosti. S time se može dizati 1500 do 3000 kg brzinom od 0,2 do 0,6 m/sek. Ovim poboljšanjem i upotrebom velikih montažnih igala, što uzrokuje teške uvjete rada, smanjeno je vrijeme montaže na 25 h/t.

Montaža snopa vodiča

Za montažu odstojnika u rasponu snopa vodiča upotrebljavaju se montažna kolica, koja se pomiču uzduž vodiča na različiti način. Najjednostavnija su za 1 montera, a pokreću se sa zemlje pomoću užeta ili ih pokreće sam motor pomoću ručice ili nogom s pedalom na principu bicikla. Upotrebljavaju se i motorna kolica za 2 montera.

Upotreba helikoptera

Helikopteri se upotrebljavaju za transport na trasu, gdje je naročito težak pristup i to za beton, konstrukciju stupova, armaturu i za osoblje, kao i za izvlačenje pomoćnog užeta za montažu vodiča. Pri tome je bitno, da se upotreba helikoptera može pravdati samo tamo, gdje bi za normalne uvjete izgradnje bili potrebni znatni pripremni radovi, kao što je izgradnja žičara, pristupnih puteva, nastambi za gradilište u visokim planinama ili gdje bi se moglo pristupiti gradilištu samo s velikim zakašnjenjem.

Primjena helikoptera je nadalje opravdana samo onda, ako se postiže i ušteda troškova i vremena, koja se ne može postići na drugi način. Zasada su u upotrebi helikopteri od 200, odnosno 260 KS za terete od 200 do 250, odnosno 250 do 300 kg. Za prijevoz 1330 t betona, čeličnih konstrukcija i opreme, te 5680 radnika bilo je potrebno 1160 sati leta, što odgovara broju od 9710 letova.

Ing. Karlo Fišer

Elektroprivrede Australije i New Zealanda

U časopisu *Electrical Journal* od 18. XII 1959. prikazane su elektroprivrede Australije i New Zealanda iz godine 1958.

U Australiji se proizvodi 82 % energije u termoelektranama, a gorivo su kameni i smeđi ugljen. Samo su u Tasmaniji isključivo hidroelektrane. Znatnije vodne snage imat će samo hidroelektrane *Snowy Mountains* i *Kiewa*, koje se tek projektiraju i kojima će ukupna snaga u konačnoj izgradnji iznositi 3000 MW. Elektroprivreda je državna, a u svakoj saveznoj zemlji je *Električna komisija* vrhovni organ. Ona izdaje koncesije različitim distributivnim poduzećima, koja su skoro isključivo javnog karaktera, kao gradska ili pokrajinska poduzeća. Pojedine se zemlje brinu i za saveznu mrežu.

Sada je u Australiji instalirano 4600 MW. Potrošak po stanovniku je 1540 kWh/godišnje. U izgradnji su termoelektrane, među ostalim *TE Osborne* snage 330 MW, s 5 kotlova za vanjsku montažu. Južno od Adelaide se projektira akumulaciona hidroelektrana (bez prirodnog dotoka) snage 250 MW. Bogata nalazišta urana u Radium Hillu omogućit će izgradnju atomskih elektrana. Prijenosni vodovi su napona 275 i 330 kV.

Na otocima postoje male elektrane. U Tasmaniji je instalirana snaga hidroelektrana 486 MW. Hidraulički potencijal otoka je 2400 MW uz 4400 sati iskorištenja. Zbog jeftine energije na otoku je potrošak po stanovniku 6000 kWh godišnje i četiri puta veći nego na kopnu. U gradnji je elektrana u kaverni *Great Lake* snage 300 MW.

I u New Zealand je podržavljena opskrba električnom energijom. Elektroprivredni organi vlade imaju 23 elektrane, snage 1280 MW, od toga 2/3 na sjeveru otoka. 90 % ukupne proizvodnje je hidroenergija. Prijenosni vodovi napona 220 kV su ukupne dužine 1100 milja. Distribuciju vrši 37 gradskih i pokrajinskih poduzeća, 3 privatna poduzeća i 43 lokalne elektroprivredne ustanove, koje biraju potrošači područja. Distributivna poduzeća proizvode ukupno 80 MW u vlastitim elektranama.

U rijetko naseljenim područjima, gdje normalna opskrba električnom energijom nije moguća na ekonomskoj osnovi, postoji *Poljoprivredni elektrifikacioni savjet*. Savjet dobiva 0,25 % bruto-prihoda od prodaje energije svih distributivnih poduzeća. Od 1945. godine ovaj je Savjet priključio na distributivnu mrežu više od 8000 udaljenih pojedinačnih gospodarstava. Priključni troškovi za ovakva gospodarstva iznose 7 puta, a u iznimnim slučajevima i do 17 puta više nego obično.

Najveći problem elektroprivrede je u tome, što su vodne snage daleko veće na južnom nego na sjevernom dijelu otoka, dok je potreba energije daleko veća i brže raste na sjeveru nego na jugu otoka. Rješenje problema se traži na 3 načina: izgradnjom geotermičkih postrojenja i elektrana na pogon ugljenom na sjeveru otoka; izgradnjom vodnih snaga na jugu otoka i prijenosom energije na sjever pomoću podmorskog kabela; premještanjem industrije s velikom potrošnjom energije na jug.

Plan izgradnje predviđa do 1965. povećanje kapaciteta generatora za 65 %, od sadašnjih 1360 MW na 2240 MW. Za sada se ne predviđa izgradnja atomskih elektrana.

Karakteristično je, da domaćinstva potroše 60 % ukupne energije, više nego igdje. Potrošnja po stanovniku iznosi 2080 kWh/godišnje.

Ing. Karlo Fišer

A. Härry: *Die Oekonomik der Wasserkraftnutzung.* Verlag P. G. Keller, Winterthur 1957.

»Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband« u Zürichu odabrao je za svoje 36. savezno izdanje temu *Ekonomika korištenja vodnih snaga,* koju je obradio doktor ekonomije, diplomirani inženjer i izvanredni sekretar Arnold Härry.

Djelo obuhvaća 410 strana formata A4, ilustrirano je sa 19 fotografskih reprodukcija, 25 dijagrama i 54 tablice. U ovom opsežnom djelu podvrgnuto je korištenje vodnih snaga, po svojem položaju i funkciji u narodnom gospodarstvu, detaljnom i svestranom promatranju s energetskog, tehničkog, ekonomskog i privrednog stanovišta. Naročita je pažnja pridana sistematskom povezivanju praktičnih odnosa i problema s teorijom naučne socijalne ekonomike. U ovoj povezanosti — koliko je poznato — veoma je malo do sada objelodanjeno u stručnoj literaturi o vodnim snagama, pa ovo djelo ispunjava prazninu u kompleksnom predočavanju karakteristika i značaja korištenja i primjene vodne energije.

U prvom dijelu promotrene su opće privredne postavke i tehničke te energetske karakteristike iskorištenja vodnih snaga kao osnove za sistematsko proučavanje proizvodnih faktora: prirodne vodne snage, proizvodnih sredstava i ljudskog rada. Ekonomski pojmovi, produktivnost, rentabilnost, privredna upotrebljivost i optimalnost opskrbe, osvijetljeni su u vezi hidroenergetske primjene. Korisnost vodnih snaga s aspekta teoretske ekonomije detaljno je sagledana na temelju ekonomskih zakona. Osebujnosti vodnih snaga proističu iz njihovog prirodom uvjetovanog nalazišta, te mogućnosti smještaja njihovog iskorištenja i mjesta upotrebe dobivene energije.

Drugi dio sadrži centralni problem ekonomike korištenja vodnih snaga, tj. iznalaženje cijene energije u pojedinačnom gospodarstvu i gospodarstvu razmjene sa stanovišta nauke o trgovini. Oblikovanje cijene produkta, kao vršnog problema socijalne ekonomike, predočeno je detaljno prema postavkama reprezentanata raznih filozofsko-ekonomskih smjerova. Potražnja energije konzumnog i privrednog gospodarstva i ponuda energetskog privrednog gospodarstva utječe na odnose i djelovanje cijene energije u privrednom i konzumnom gospodarstvu. Podaci o potrošnji energije u potrošnom gospodarstvu, napose u domaćinstvu za rasvjetu i grijanje, iskazani su prema švicarskim odnosima. po nosiocima energije i po kategorijama domaćinstava, zajedno s troškovima i njihovom udjelu u ukupnim prihodima obitelji.

Ovisnost ekonomičnosti vodnih snaga od prirodnih uslova dolazi do izražaja kroz različite troškove izgradnje i pogona. Kako nema interesa za naročitom vrstom energije, već za postizavanje stanovitih energetskih efekata, to mogućnost supstitucije energetskih oblika dovodi do slobodne konkurencije na energetskom tržištu, izuzevši široki krug malopotrošača, gdje monopol dobavljača može doći do izražaja.

Troškovne karakteristike opskrbe energijom obilježene velikim postotkom stalnih troškova, omogućuju elektroprivredi da cijene za razne namjene energije prilagodi ocjeni korisnosti i podnošljivosti troškova po potrošačima. Na ekonomičnost primjene energije raznih vrsta za iste svrhe, kao i iste energije za razne namjene utječu nabavni troškovi trošila, što se odrazuje na cijenu energije.

Kod korištenja vodnih snaga kao privredne grane postoje uslovi za oblikovanje rente. Ustanovljenju rente može poslužiti pojam graničnog hidropostrojenja i graničnog prihoda, dok konkurencija termičke proizvodnje ograničuje cijenu hidroenergije prema gore.

Treći dio sadrži razmatranja o troškovima ponuđača energije, o strukturi troškova hidroenergetskih postrojenja i utjecaju apsolutnih i specifičnih troškova izgradnje na troškove pogona. Predočeni jedinični troškovi izgradnje švicarskh hidroelektrana i analize njihovih pogonskih troškova od općeg su interesa. Značajno je da specifični troškovi izgradnje po nominalnom učinu rastu s povećanjem stepena iskorištenja. Na troškove pogona znatno utječe veličina amortizacije, kamatne stope i trajanja iskorištenja instalirane snage. Uz troškove hidroelektrana prikazani su i troškovi izgradnje i pogona električnih prijenosnih i razdjelnih postrojenja.

Opća zakonitost prihoda proizvodnje (zakon opadajućeg prihoda — zakon masovne proizvodnje) dovedena je u vezu s korištenjem vodnih snaga. Zakon prihoda (prikazan na primjeru protočne hidroelektrane za razne instalirane vodne protoke), dolazi do izražaja kroz troškove izgradnje, pogonske troškove, utržak i polučivu poduzimačku dobit, označujući tako optimalnu veličinu izgradnje. Sa stanovišta društvenog gospodarstva teži se u hidroenergetskom gospodarstvu postizavanju optimalnog narodnoprivrednog prihoda. Djelovanje zakona masovne proizvodnje dovodi do razlikovanja stalnih, promjenljivih, prosječnih, dodatnih i graničnih troškova u cilju iznalaženja pogonskog optimuma. Poteškoća oko iznalaženja promjenljivih troškova nastaje u energetskoj proizvodnji, kada ona nije homogena.

Odnosima rezultata hidroenergetskog korištenja i narodnog dohotka i narodnog imetka, prilazi se pomoću tehničkog pojma produktivnosti, koji je jednoznačno određen, nasuprot nacionalnom dohotku izraženom u novcu, koji traži definiciju principa njegovog utvrđivanja. Najpodesnije je obuhvatanje nacionalne imovine putem obilježavajuće metode, prikazujući produktivne snage vodne energije kroz energetske specifične pokazatelje, kao obilježja za nacionalno bogatstvo vodnih snaga zemlje.

Principi trgovine energijom razni su u unutarnjoj i vanjskoj trgovini koja uključuje i problem graničnih proizvodnih postrojenja. Konjunktura i dijagnoza konjunkture korištenja vodnih snaga povezana je s općom konjunkturom tržišta. Konjunkturnom utjecaju akumulacije i dobe bogatijih vodnih pritoka valja dati pravilnu ocjenu, da ne dođe do krivih zaključaka o stanju energetskog tržišta.

Prognoziranje razvoja korištenja vodnih snaga iziskuje sklad s ukupnom konjunkturom privrede. Ispitivanje pojedinih elemenata privrede pokazuje da razni konjunkturni redovi stoje međusobno u brojnim dinamičnim odnosima, od kojih je najznačajnija korelacija raznih redova ekonomskih brojeva.

U četvrtom dijelu obrađeno je korištenje vodnih snaga u svjetlu privredne i obrambene politike zemlje. Važnost energetske opskrbe zemlje dovodi do državne i društvene intervencije na području proizvodnje i raspodjele energije. Kod razmjene električne energije preko državnih granica odlučan je utjecaj obrambene politike, zbog osiguranja opskrbe električnom energijom u vanrednim stanjima.

U planskom gospodarstvu korištenje vodnih snaga ima određeno mjesto napose u elektrifikaciji zemlje, što iziskuje naročito zakonodavstvo, kojim se izgradnja vodnih snaga i njihovo korištenje podvrgava pravnim propisima i dovodi vodno energetsko zakonodavstvo do uske povezanosti s elektrifikacionim zakonodavstvom. Ukazuje se na značaj i važnost statistike vodnih snaga i njihovog korištenja s općeg narodnoprivrednog stanovišta.

Ing. B. Filipović

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE SVIBANJ I LIPANJ 1961.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh								Razmjena			Ukupno (7-11)
		Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.	1960	31913	32874	803	23983	142	554	32858	57411	76171	16038	— 8532	173946
8.	1960	43095	38050	529	26176	141	317	43765	64543	91160	— 3773	— 15981	179714
9.	1960	73846	31960	612	25384	246	272	74704	57616	83923	—21685	— 11657	182901
10.	1960	139433	12794	2015	19668	158	245	141606	32707	44646	— 3425	— 11898	203636
11.	1960	139936	6003	1996	18707	163	262	142095	24972	31826	19700	— 7207	211386
12.	1960	159576	6081	2109	18657	194	296	161879	25034	26007	26109	— 9351	229678
Ukupno 1960		1177548	234843	18672	234468	1813	3982	198033	473293	452487	263249	— 93765	2293297
1.	1961	150449	13391	1722	16509	188	282	152359	30182	31598	26001	— 14653	225487
2.	1961	105089	20389	1301	16862	180	206	106570	37457	52594	5440	— 1598	200463
3.	1961	70737	17771	1049	15856	197	222	71983	33849	71635	42452	— 9563	210356
4.	1961	61363	15624	1041	14625	158	216	62562	30465	73910	38684	— 8439	197182
5.	1961	58448	15824	1499	15054	175	75	60122	30953	57128	59239	— 7848	199594
6.	1961	46121	14002	1251	16799	173	72	47545	30873	75602	47506	— 4420	197106
Ukupno 1. — 6. 1961.		492207	97001	7863	95705	1071	1073	501141	193779	362467	219322	— 46521	1230188

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece svibanj i lipanj 1961.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja 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	Vinodol-Fužine	79,0	745	—	46296	13,6	—	61,3	13,0	—	—	—
		Gojak	48,0	15055	8708	84226	80,2	287,0	57,8	24,0	23,0	—	—
		Ozalj	5,1	2270	1409	11372	99,5	233,8	81,2	89,0	50,0	—	—
		Kraljevac	62,0	22514	18283	193207	51,3	102,6	77,1	46,0	80,0	—	—
		Peruča	42,0	1485	1174	65494	—	—	—	5,0	3,9	—	—
		Manojlovac	24,0	11226	11715	62888	83,3	165,7	80,2	62,0	68,0	—	—
		Jaruga	5,5	3908	3825	21638	101,7	147,1	99,0	97,2	98,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	—	348	1596	—	17,9	15,9	—	2,8	—	7050
		Jertovec	39,0	14666	11522	90559	111,5	53,8	113,2	50,6	41,1	4001	4002
		Vlaška	9,5	1064	2127	5159	136,0	51,0	25,7	15,0	31,1	5356	5936
		Rijeka	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1561	2445	9730	60,4	31,3	50,1	12,0	19,4	....	....
		Sladorana, Županja	3,0	—	—	764	—	—	34,0	—	—	—	—
		Jug. komb., Borovo	6,0	1875	1937	11554	96,3	96,7	89,7	42,1	44,7	....	....
		Željezara, Sisak	5,5	3288	3928	19018	158,5	108,7	108,0	80,2	99,1	....	....

[1] **Indeks u ovoj tabeli kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na god. 1960 = 100**
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje vode, a kod termoelektrana iskorišćenje raspoloživog kapaciteta

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece svibanj i lipanj 1961.

Elementi energetske bilance	Svibanj		Lipanj		Od početka god.		Indeks 1960 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Svibanj	Lipanj	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	74272	33,8	60123	27,4	589208	42,5	71,7	95,9	84,6
Proizvodnja industrijskih elektrana	16443	7,5	18050	8,2	103567	7,5	97,0	78,3	92,0
Proizvodnja lokalnih elektrana	250	0,1	245	0,1	2144	0,2	68,3	63,8	76,4
Nabava el. en. od susjed. zajednica	91075	41,4	78418	35,7	694919	50,2	75,2	91,1	85,5
Ukupna proizvodnja na generatoru	129206	58,6	141249	64,3	688483	49,8	182,1	137,0	159,8
Nabava el. en. od inozemstva	0	—	—	—	1	—	—	—	—
Ukupno raspoloživa el. energija	220281	100,0	219667	100,0	1383403	100,0	114,6	115,8	111,3
Vlast. potr. elektrana u sistemu	3029	1,4	2811	1,3	16803	1,2	152,0	62,7	98,7
Vl. potr. industr. i lokal. elektrana	1680	0,8	1829	0,8	10570	0,8	96,2	78,1	91,7
Ukupno raspolož. na pragu elektrana	215572	97,8	215027	97,9	1356030	98,0	114,3	117,8	111,6
(Dobava industr. elek. u sistemu)	(860)	(0,4)	(738)	(0,3)	(4716)	(0,3)	(172,9)	(21,7)	(56,6)
(Prag elektrana u sistemu)	(201309)	(91,4)	(199299)	(90,7)	(1265605)	(91,5)	(116,1)	(120,9)	(113,0)
Gubici prijenosa u sistemu	11415	5,2	12378	5,6	69250	5,0	137,8	157,4	132,1
Gubici razvoda u sistemu	13235	6,0	10182	4,7	82999	6,0	121,8	84,7	103,7
Gubici razvoda lokal. elektrana	25	0,0	24	0,0	214	0,0	67,6	63,2	76,1
Ukupna predaja el energ. potrošačima	190897	86,6	192443	87,6	1203567	87,0	112,7	118,3	111,2
Od toga:									
Predano susjednim zajednicama	12840	5,8	18141	8,3	106696	7,7	146,2	109,4	104,8
Predano inozemstvu	7484	3,4	4420	2,0	46158	3,3	380,0	2200,0	158,6
Industrijska vlastita opskrba	14038	6,3	15507	7,1	88495	6,4	94,5	89,5	95,2
Lokalna opskrba	200	0,1	197	0,1	1716	0,1	69,5	63,9	76,6
Potrošači u sistemu	156335	71,0	154178	70,1	960502	69,5	109,1	120,3	112,3
Struktura potrošnje u sistemu — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100%									
Kućanstva (domaćinstva)	35935	23,0	35126	22,8	216877	22,6	113,4	118,2	113,7
Rasvjeta poslovnih prostorija	4383	2,8	4202	2,8	34267	3,6	105,8	129,2	114,6
Rasvjeta društvenih prostorija	886	0,6	818	0,5	7517	0,8	101,0	122,8	114,0
Motori i aparati	5838	3,7	5881	3,8	38159	4,0	109,8	116,8	116,4
Poljoprivredni motori	648	0,4	660	0,4	4184	0,4	98,1	95,2	100,5
Javna rasvjeta	2282	1,4	2009	1,3	15641	1,6	123,0	132,1	124,9
Preprodavaoci	863	0,6	796	0,5	6764	0,7	88,7	99,0	94,5
Ukupna potrošnja na malo	50835	32,5	49492	32,1	323409	33,7	112,0	118,5	114,0
Vodovod	4014	2,6	4305	2,8	23966	2,5	92,6	94,9	99,2
Gradska električna vuča	1763	1,1	1758	1,1	10688	1,1	114,0	118,0	113,0
Ukupna komunalna velepot.	5777	3,7	6063	3,9	34654	3,6	98,4	100,4	103,3
Ugljenokopi	6709	4,3	6589	4,3	40300	4,2	107,1	106,0	97,1
Tvornice cementa	8188	5,2	8314	5,4	49022	5,1	111,4	103,3	112,9
Ostala velepotrošnja	38009	24,3	37511	24,3	242808	25,3	106,3	113,1	110,7
kod elektrokemije	(1091)	(0,7)	(830)	(0,5)	(6197)	(0,6)	(136,6)	(245,4)	(154,0)
kod elektrometalurgije	(1694)	(1,1)	(1594)	(1,0)	(10354)	(1,1)	(88,0)	(93,0)	(94,6)
kod ostalih	(35224)	(22,5)	(35087)	(22,8)	(226258)	(23,6)	(106,6)	(112,6)	(110,5)
Ukupna ostala velepotrošnja	52906	33,8	52414	34,0	332130	34,6	107,2	110,4	109,0
Karbid	12950	8,3	13081	8,5	76956	8,0	95,6	141,6	102,4
Aluminij	13802	8,9	13156	8,5	78437	8,2	119,8	117,2	139,3
Ostala elektrokemija	3478	2,2	2568	1,7	19978	2,1	107,8	229,6	147,5
(Ukupno elektrokemije)	(30230)	(19,4)	(28805)	(18,7)	(175371)	(18,3)	(106,7)	(133,5)	(121,1)
Ferolegure el. metalurgije	10131	6,5	11463	7,4	57643	6,0	101,1	176,6	91,0
Elektrotoplina	3038	1,9	3154	2,1	18734	1,9	108,6	106,9	109,7
Željeznička električna vuča	3161	2,0	2656	1,7	17602	1,8	223,0	136,6	241,5
Melioracije	257	0,2	131	0,1	959	0,1	276,2	166,0	68,5
Ukupno specijalna velepotroš.	46817	30,0	46209	30,0	270309	28,1	109,9	140,0	115,4

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1961.

Pokazatelj	Mjesec	FNRJ			Po narodnim 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. 1961	710	560	150	58	16	146	43	177	55	108	34	29	1	42	1
	6. 1961	682	498	184	46	14	77	65	210	37	86	67	43	—	36	1
Indeks na bazi	5. 1960	113	104	170	66	99	121	164	109	141	88	686	106	73	250	3790
	6. 1960	116	122	103	144	45	94	95	118	104	111	196	148	—	288	108

Proizvodnja ugljena za mjesece svibanj i lipanj 1961.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1960 = 100		
		Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi Raša		70670	78240	412730	106,1	101,4	99,7
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	6363	6160	36404	101,0	111,3	95,3
	Rudnik Pregrada	4913	5169	29415	104,0	112,6	104,3
	Ostali	4124	3947	25049	103,1	84,4	113,9
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	14186	14154	90505	94,4	92,3	92,2
	Dalmacija: Rudnik Siverić	9533	8354	57141	101,0	79,4	91,8
	Ostali	617	758	3765	101,0	111,3	99,3
	Ostala područja	3942	6062	24807	135,3	120,3	119,9
	Ukupno mrki	43678	42604	267086	101,5	95,4	97,5
Lignit	Hrvatsko Zagorje: Ivanečko-ladanjski ugljen.	36145	31107	199868	118,8	95,6	99,7
	Konjšćinski ugljenokopi	27005	24826	159031	118,5	103,0	113,3
	Stubički ugljenokopi	9000	3650	62821	62,8	26,6	69,2
	Ostali	2100	1900	12543	112,3	102,0	123,3
	Bilogora—Podravina: Koprivnički ugljenokopi	6292	7233	49237	73,9	77,0	78,3
	Križevački ugljenokopi	3545	2654	22145	66,5	47,7	71,1
	Ostali	7053	6803	44004	102,5	75,4	91,0
	Ostala područja	675	583	5253	101,6	36,6	94,3
	Ukupno lignit	91815	78756	554902	102,7	82,3	94,1
Ukupno sve vrste ugljena		206162	199600	1234718	103,6	91,8	96,6

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1961.

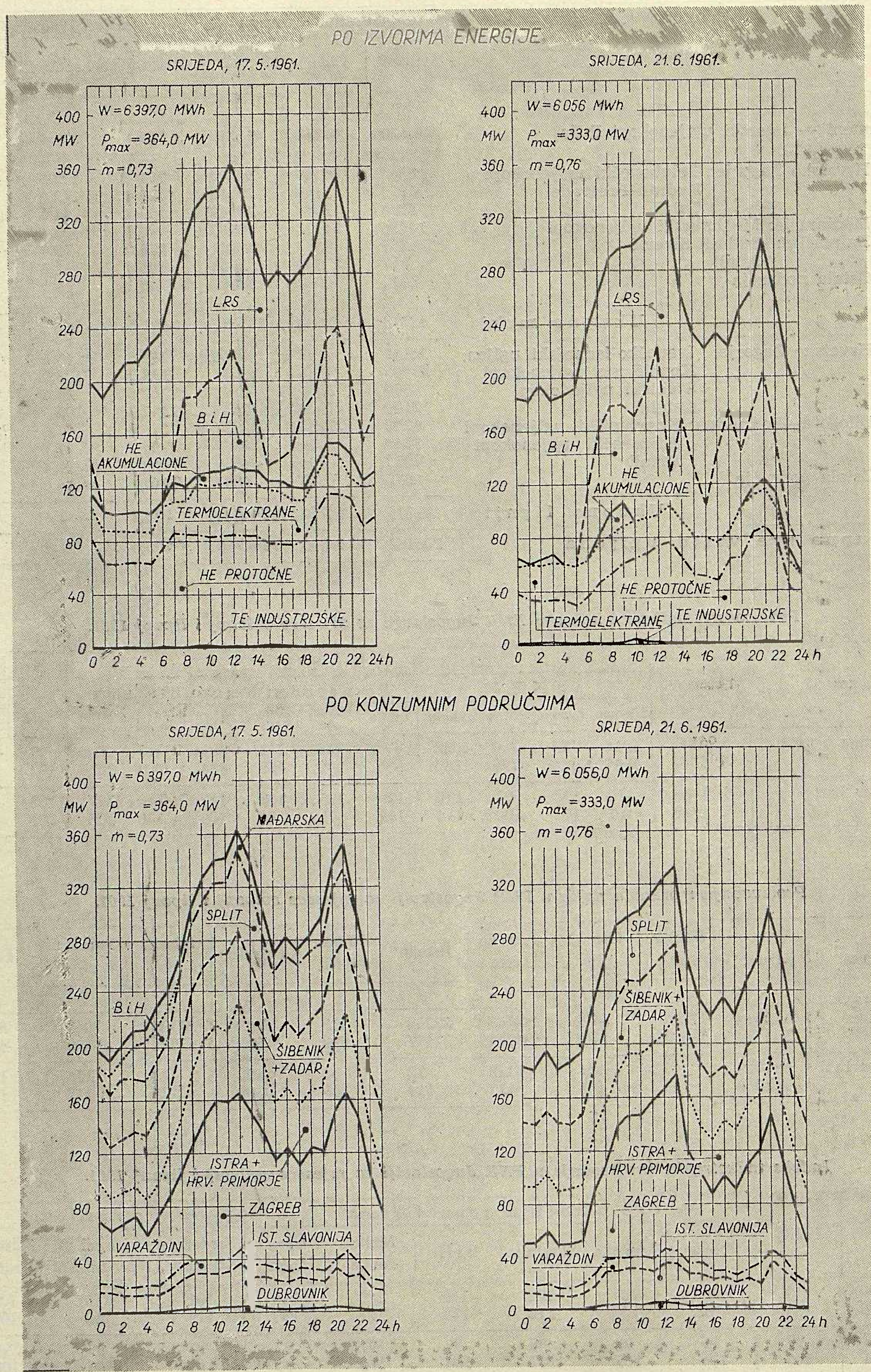
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksara	plinara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	5. 1961	1916	114	780	1022	474	206	413	801	0,7	21,5	94	1,4
	6. 1961	1991	118	790	1083	536	199	408	824	1,0	23,5	92	1,4
Indeks na bazi	5. 1960	112	112	91	119	120	103	108	112	140	111	102	82
	6. 1960	107	101	100	114	119	91	100	109	100	108	107	82

Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1961.

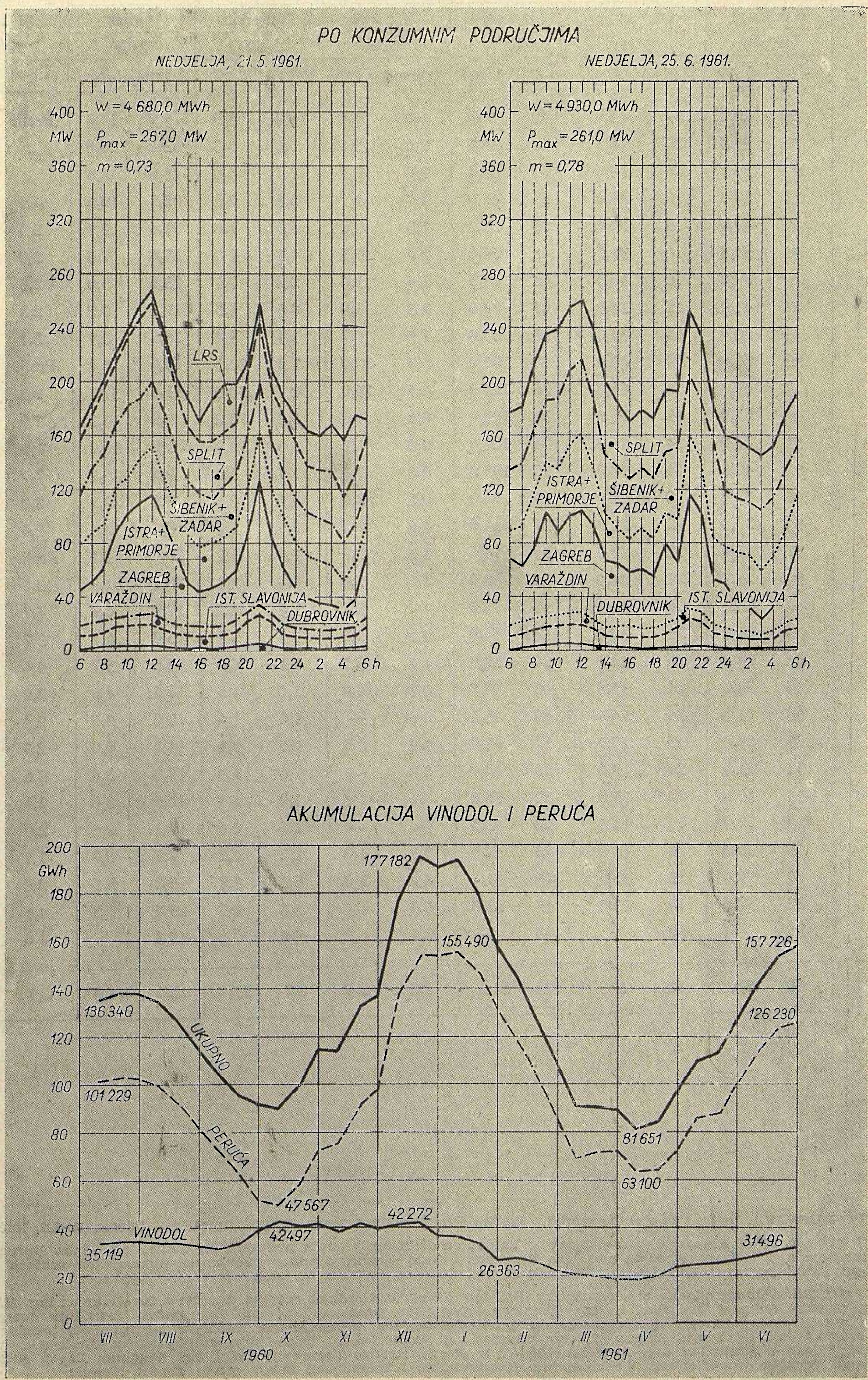
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čad
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	6. 1961	128820	4179	114563	22238	423	5205	33303	7067	388
	5. 1961	115816	7705	121945	24477	590	6037	37771	8449	412
Indeks na bazi	6. 1960	172	107	118	72	72	83	118	156	112
	5. 1960	153	197	117	114	100	90	125	176	117

Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1961.

Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna robe
5. 1960	107	103	107	108	110	108	130	101	110	103
6. 1960	111	110	108	110	113	121	130	113	112	106
5. 1961	97	95	99	98	97	97	92	96	99	95
6. 1961	106	106	105	107	104	110	95	114	105	100


PO IZVORIMA ENERGIJE
SRIJEDA, 17. 5. 1961.
W=6397,0 MWh
P_{max}=364,0 MW
m=0,73
MW
LRS
B i H
HE AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
SRIJEDA, 21. 6. 1961.
W=6056 MWh
P_{max}=333,0 MW
m=0,76
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
SRIJEDA, 17. 5. 1961.
W=6397,0 MWh
P_{max}=364,0 MW
m=0,73
MAĐARSKA
SPLIT
B i H
ŠIBENIK +ZADAR
ISTRA + HRV. PRIMORJE
ZAGREB
IST. SLAVONIJA
VARAŽDIN
DUBROVNIK
SRIJEDA, 21. 6. 1961.
W=6056,0 MWh
P_{max}=333,0 MW
m=0,76
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+ HRV. PRIMORJE
ZAGREB
IST. SLAVONIJA
VARAŽDIN
DUBROVNIK
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 21. 5. i 25. 6. 1961.
AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Srednji dnevni protoci za mjesece svibanj i lipanj 1961.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sek		m³/sek		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj
1	78	20,0	22	15,0	52	39,6	6,0	1,6	10,4	1,5	112,0	13,8	Prelj.	3,3
2	70	34,5	20	14,5	61	36,0	2,0	2,4	6,0	2,3	63,9	10,0	„	2,5
3	64	36,3	19	18,5	62	29,6	3,0	3,9	7,7	4,0	46,6	8,8	„	2,0
4	54	42,3	19	29,0	56	48,0	1,7	1,7	3,0	2,2	36,5	10,3	4,5	2,0
5	46	40,0	18	32,0	52	52,0	2,0	0,8	6,0	1,8	31,6	7,7	3,5	1,8
6	39	33,0	18	31,0	48	56,0	2,0	1,7	4,5	2,2	25,6	7,8	3,0	1,8
7	30	32,0	18	30,0	45	61,5	1,6	1,6	2,2	2,1	23,8	5,0	2,0	1,6
8	27	41,0	15	33,0	41	74,0	2,3	1,0	0,6	2,5	19,1	8,2	2,8	1,7
9	24	66,0	15	33,0	36	87,0	1,6	1,7	1,5	3,4	16,9	6,7	2,1	2,1
10	23	54,0	14	49,0	35	96,0	0,7	10,0	1,5	20,5	15,0	6,4	Prelj.	Prelj.
11	22	49,0	15	48,0	36	114,0	1,6	19,0	1,7	30,8	11,8	37,1	2,5	„
12	46	53,0	15	39,0	31	121,0	0,8	7,0	1,3	18,2	9,0	46,3	1,9	„
13	51	47,0	14	37,0	31	107,0	0,8	6,1	1,3	10,0	9,8	36,0	1,9	„
14	21	42,0	14	30,0	29	100,0	0,8	7,0	1,7	3,0	9,2	25,7	1,9	„
15	36	37,0	12	24,0	29	90,0	0,8	3,0	2,1	7,5	7,1	29,3	2,0	„
16	59	32,0	12	22,0	27	84,0	4,0	3,2	2,0	8,0	8,4	18,4	2,8	„
17	57	22,0	12	22,0	31	74,0	1,6	2,0	1,9	3,2	20,0	14,1	Prelj.	„
18	59	26,7	24	21,0	43	68,0	1,6	1,0	1,3	2,8	26,1	11,9	5,0	„
19	42	23,0	24	18,0	52	62,0	—	2,2	1,4	4,2	17,7	6,7	4,7	2,0
20	38	21,0	24	17,0	54	56,0	0,8	1,0	1,3	2,0	15,0	6,1	3,7	2,1
21	38	24,0	24	18,0	54	52,0	1,6	2,5	1,1	4,6	14,5	5,7	3,4	2,0
22	36	24,0	24	15,0	62	48,0	0,8	3,0	1,7	1,5	14,2	4,0	2,9	2,0
23	36	21,0	24	16,0	62	45,0	0,8	—	1,4	1,4	18,0	3,5	2,4	1,9
24	35	21,0	23	15,0	56	41,0	1,6	0,9	1,0	3,1	11,8	4,0	2,3	1,9
25	32	21,0	21	15,0	56	40,0	0,8	—	1,4	1,4	12,3	3,6	2,6	2,0
26	33	19,0	20	15,0	52	36,0	—	1,0	1,2	1,4	10,5	3,0	2,1	1,3
27	29	19,0	19	14,5	52	35,2	—	—	1,2	0,9	10,1	2,6	2,0	1,4
28	25	38,0	18	14,0	48	32,0	0,8	1,0	1,2	1,2	7,7	3,0	1,7	1,5
29	30	39,0	18	13,0	46	31,0	4,2	1,0	8,2	1,2	15,8	3,5	2,6	1,9
30	22	37,0	16	13,0	45	28,0	6,3	—	3,8	0,7	23,4	2,2	4,6	1,6
31	21		16		43		2,4		2,4		18,3		4,6	
Mjesečni prosjek	39	33,8	18	23,7	46	61,8	1,8	2,9	2,7	5,0	22,0	11,7	2,4	1,3

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53–822, kućni 341.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Božidar *Filipović. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Miroslav *Balling*, ing. Zdenko *Sakar* i ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja energetskih postrojenja: ing. Radoslav *Planić*. Elektrodispečerska problematika: ing. Milan *Šodan*. Ekonomsko-financijska problematika: Anđelko *Marušić* i dipl. ec. Daniel *Feöcze*. Tarifna pitanja: ing. Ivan *Lučev*. Opća problematika: Ivan *Medvedec*. Vijesti: Josip *Pišpek*. Vijesti s gradilišta: ing. Radoslav *Planić*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Statistika: Krešimir *Lang*. Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.

GOD. 10 (1961) energija BROJ 9 — 10

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

PROGNOZIRANJE PO STATISTIČKIM METODAMA

Novo karakteristično odstupanje kojim se povoljno mogu definirati prognoze za slučajne varijable u vremenu koje imaju normalnu distribuciju*

Marijan Leskovar, Zagreb

Promatran je način definiranja prognoze, odnosno izbora zone neodređenosti u ovisnosti o dužini referencijskog perioda. Posebno je promatran bonitet prognoze tj. uvjet što veće vjerojatnosti da prognoza padne unutar neodređenosti što manje širine. Izvedeno je da maksimalni bonitet odgovara zoni omeđenoj 1,4-strukim standardnim odstupanjem.

DK 31 : 621.3

1. UVOD

Definicije pojmova i preduslovi za mogućnost postavljanja prognoza po statističkim metodama. Slučajne varijable koje nemaju normalnu distribuciju, ali koje su čvrsto funkcionalno povezane s nekom drugom slučajnom varijablom koja ima normalnu razdiobu. Ograničenje predmeta koji će se razmatrati.

11. Slučajnom varijablom naziva se veličina koja igrom slučaja može poprimiti sve vrijednosti unutar određenog intervala variranja, ali se vrijednosti te veličine koje se pojavljuju u stvarnosti, gomilaju oko neke posebne najvjerojatnije vrijednosti, što se naziva »najčešća vrijednost« ili »mod«. Taj interval različit je za svaku slučajnu varijablu. Ako takva veličina u određenom trenutku ili u određenom vremenskom razdoblju može poprimiti samo jednu, ali bilo koju vrijednost, dok će u drugom trenutku odnosno u drugom razdoblju redovno poprimiti neku drugu vrijednost, onda se ta veličina naziva: »slučajna varijabla u vremenu«. Vrijednost takove veličine zavisi od velikog broja međusobno nezavisnih uzroka koji se bitno ne razlikuju po visini svoje utjecajnosti, po svom ponderabilitetu.

12. Preduslov za mogućnost postavljanja dobrih prognoza po statističkim metodama za slučajne varijable u vremenu jest, da se opće okolnosti — pod kojima se ta varijabla razvija u vremenu — ne mijenjaju nimalo ili da se mijenjaju vrlo polako tako, da ukupna njihova promjena ostane veoma malena, zanemariva, od početka promatranja ili tačnije od početka referencijskog perioda, pa do kraja vremena koje će biti obuhvaćeno prognozom.

Iz navedenog preduslova proističe ograničenje za rok do kojega će dosizati prognoza. Dužina razdoblja za koje se postavlja prognoza mora se odrediti u zavisnosti od tempa kojim se vremenom mijenjaju okolnosti što uslovljuju veličinu slučajne varijable za koju će se dati prognoza, s jedne strane, a u zavisnosti od dužine referencijskog perioda s druge strane.

13. Slučajne varijable u vremenu kada sasvim odgovaraju definiciji iz tč. 11 i preduslovu iz tč. 12 imaju najčešće normalnu distribuciju po *Gauss-Laplace*-u ili se na ovu mogu reducirati direktnom transformacijom. Slučajne varijable s normalnom distribucijom imaju interval variranja od minus neizmjerno do plus neizmjerno. U praksi možemo obrađivati kao slučajne varijable s normalnom distribucijom i one varijable koje imaju tek približno normalnu distribuciju.

Neke slučajne varijable u vremenu nemaju normalnu distribuciju, ali su funkcionalno — dakle čvrsto — povezane s nekom drugom varijablom koja ima normalnu razdiobu. U takvom ćemo slučaju izvršiti analizu dosadašnjeg razvoja i postavit ćemo prognozu po toj »sekundarnoj« veličini koja ima normalnu distribuciju, pa ćemo rezultat transponirati, ili kako se to još kaže projicirat ćemo ga na osnovnu slučajnu varijablu u vremenu**. Studij statističkih nizova za slučajne varijable s normalnom razdiobom je veoma jednostavan.

Navodimo dva primjera za slučajne varijable u vremenu koje nemaju normalnu distribuciju, ali koje

* Stručnjacima, koji se bave prognoziranjem, pruža područje računa vjerojatnosti jednu od metoda za izradu prognoza. Ova metoda se kod nas, specijalno u odnosu na razvoj potrošnje i kretanje vodotoka (na kraći rok) do sada nažalost uglavnom ne koristi. Članci ove vrsti trebali bi navesti i upute zainteresirane da svoje prognoze kontroliraju i ovim putem. Original nalan pojam boniteta prognoze korisno je da upozna svaki prognostik.

** Za primjere primjene vidi [3, 4, 5 i 6].

su funkcionalno povezane s nekom drugom varijablom što ima normalnu distribuciju, odnosno bar približno normalnu distribuciju.

(a) Obim godišnjeg konzuma električne energije na određenom i velikom području nema normalnu razdiobu, ali stopa godišnjeg porasta konzuma je ima. Ove su dvije veličine povezane formulom:

$$W_i = W_{i-1} (1 + p_i/100) \qquad (1)$$

gdje simboli označuju: W_i godišnji konzum u i-toj, a W_{i-1} u (i — 1)-voj godini, dok je p_i procentualna stopa godišnjeg porasta konzuma ostvarena između (i — 1)-ve i i-te godine [3 i 4].

(b) Prosječan godišnji protok Q_a na određenom profilu nekog vodotoka nema normalnu distribuciju, ali log Q_a ima približno normalnu distribuciju [6].

Osobito pojednostavnjenje matematske obrade normalne distribucije leži u tome, što su za slučajne varijable s takvom razdiobom međusobom jednake: (1) srednja vrijednost svih opservacija, (2) najčešća vrijednost nazvana modom i (3) ona vrijednost slučajne varijable koja je veća od konstatirane u polovini sviju opservacija, a manja od konstatirane u drugoj polovini svih opservacija. Tu vrijednost slučajne varijable nazivamo medijanom.

Uvažujući konstatacije iznesene u ovoj tački, ograničavamo naša daljnja razmatranja na »slučajne varijable u vremenu« s normalnom distribucijom.

2. IZBOR REFERENCIJSKOG PERIODA

Važnost pravilnog izbora referencijskog perioda. Tri uslova za pravilno odabrani referencijski period.

21. Iz preduslova za mogućnost postavljanja dobrih prognoza po statističkim metodama iznesenog pod 12. slijedi da je vrlo važno da se što bolje odabere referencijski period, tj. period opservacija na osnovu kojih ćemo stvarati zaključke na budućnost. Taj period treba

(1) *da bude što recentniji*, tj. da se polazni podaci odnose na blisku ili neposrednu prošlost, jer se okolnosti pod kojima se razvija slučajna varijabla na koju će se odnositi prognoza mogu, po pretpostavci, mijenjati s vremenom, iako vrlo malo, a ono ipak unekoliko, tako da kroz dug period sumarna promjena može biti nezanemarive visine;

(2) *da nam pruža neprekinut niz što pouzdanijih opservacija*, jer će prognoza biti to tačnija što budu tačniji podaci na osnovu kojih će biti postavljena;

(3) *da ne bude prekratak, ni predug*, jer što je veći referencijski period, to ćemo imati više podataka, pa će rezultati analize po statističkim metodama biti tačniji, dok s druge strane, povećanjem referencijskog perioda stavljamo se u opasnost, da zaključke stvaramo dijelom na podacima što odgovaraju okolnostima koje se bitno razlikuju od sadašnjih i od onih iz bliske budućnosti, tj. budućnosti koja će biti obuhvaćena prognozom.

Ova tri uslova ne djeluju uvijek u istom smjeru što se tiče vremenskog smještaja i duljine referencijskog perioda. Zato će izbor referencijskog perioda morati predstavljati optimalni kompromis u stepenu uvažavanja navedenih triju uslova, primjeren konkretnom zadatku.

3. DEFINIRANJE PROGNOZA PO STATISTIČKIM METODAMA

Transformacija slučajne varijable »u« s normalnom razdiobom u varijablu »x« s reduciranom normalnom razdiobom. Oštrina prognoze i bonitet prognoze. Novo karakteristično odstupanje kojim se povoljno mogu definirati prognoze za slučajne varijable u vremenu što imaju normalnu distribuciju.

31. Uzmimo da slučajna varijabla u ima srednju vrijednost $\bar{u}$. Posebnoj vrijednosti u_i te slučajne varijable korespondira odstupanje kojeg je veličina po definiciji jednaka (u_i — $\bar{u}$). Standardno odstupanje σ definirano je formulom:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (u_i - \bar{u})^2} \qquad (2)$$

gdje indeks i označuje pojedine opservacije, a n broj svih opservacija.

Svaka normalna distribucija slučajne varijable u potpuno je određena srednjom vrijednošću $\bar{u}$ i standardnim odstupanjem σ. Prognoziranje po statističkim metodama sastoji se u tome da se kaže, da će do kraja vremena obuhvaćenog prognozom distribucija vjerojatnosti pojedinih vrijednosti slučajne varijable ostati jednaka toj distribuciji duž referencijskog perioda. Ovakove prognoze za slučajne varijable s normalnom razdiobom potpuno su matematski određene vrijednostima ovih dviju veličina: $\bar{u}$ i σ. Dobru ilustraciju stvarnog značenja ovakove prognoze daje krivulja gustoće vjerojatnosti kao funkcija od u, napose ako je ta krivulja dana u nedistorcioniranom mjerilu. Za praktičnu primjenu često će biti povoljnije definirati prognozu putem dviju »graničnih vrijednosti« slučajne varijable u vremenu uz navođenje vjerojatnosti njihova podbacivanja odnosno prebacivanja po stvarnosti u svoje vrijeme. Ili, što dolazi na isto, »graničnim vrijednostima« i veličinom vjerojatnosti da stvarnost u svoje vrijeme poprimi bilo koju vrijednost između ovih »granica«. Najvjerojatnija vrijednost jednaka je, kod toga, aritmetičkoj sredini dviju navedenih »graničnih vrijednosti« Interval između ovih dviju »graničnih vrijednosti« nazivamo »zonom neodređenosti« prognoze ili »intervalom neodređenosti«. Što je ova zona šira, to će biti manje vjerojatnosti podbacivanja i prebacivanja »graničnih vrijednosti«. Istražit ćemo koja širina te »zone neodređenosti« predstavlja optimum za ovakav način definiranja prognoza. Kod reducirane normalne distribucije, kod koje imamo $\bar{x} = 0$ i $\sigma = 1$, ove »granične vrijednosti« jednake su njihovim odstupanjima —X i +X.

Po statističkim metodama možemo postaviti samo jednu jedincatu prognozu, za danu slučajnu varijablu i za određeni referencijski period. Ta prognoza je u stvari uvijek ista, bilo kako da je »definiramo«, sa $\bar{x}$ i σ, ili »zonom neodređenosti širine 2 X« i totalnom

vjerojatnošću 2 Y da će stvarnost u svoje vrijeme pasti unutar te zone neodređenosti. Ovaj drugi način bit će razumljiviji za širi krug tehničara i ekonomista. Međutim, poprimi li prognozirana veličina neku vrijednost van »zone neodređenosti«, u svoje vrijeme, postoji opasnost da će prognoza biti ocijenjena kao da nije dobra, što nije ispravno, kako se vidi iz naprijed rečenoga. Kod šire »zone neodređenosti« manja je vjerojatnost da stvarnost padne van te zone, ali je zato prognoza manje precizna, ona je neodređenija i kao takova daje slabiju orijentaciju.

Budući da totalna vjerojatnost 2 Y ne raste proporcionalno sa širinom »zone neodređenosti«, postoji optimum za tu širinu — sa dvojnog gledišta sigurnosti i preciznosti prognoze, u gornjem smislu. Tražit ćemo taj optimum, po kome je najbolje definirati prognoze.

Svaka slučajna varijabla u s normalnom distribucijom, sa srednjom vrijednošću $\bar{u}$ i sa standardnim odstupanjem σ, može se transformirati na reduciranu normalnu razdiobu putem supstitucije:

$$x_1 = \frac{u_1 - \bar{u}}{\sigma} \tag{3}$$

Transformacija u suprotnom smjeru daje nam: »graničnim vrijednostima« $-X$ i $+X$ u reduciranoj normalnoj razdiobi odgovaraju ove »granične vrijednosti« slučajne varijable u:

$$U_1 = \bar{u} - X\sigma \tag{4}$$

$$U_2 = \bar{u} + X\sigma \tag{4a}$$

Daljnja razmatranja vršimo na varijabli x s reduciranom normalnom distribucijom tj. sa $x = 0$ i $\sigma = 1$. Poradi simetričnosti reducirane normalne distribucije oko vrijednosti $x = 0$ možemo sva istraživanja vršiti s vrijednostima x od 0 do ∞.

Totalna vjerojatnost da x poprimi bilo koju vrijednost iz intervala od 0 do X dana je vrijednošću Galtonove funkcije za odstupanje X. Tu totalnu vjerojatnost označujemo s Y. Gustoću vjerojatnosti za odstupanje X označujemo sa y. Vrijednost y dana je Gauss-Laplace-ovom funkcijom. Ove dvije funkcije povezane su izrazom

$$Y = \int_0^x y\,dx$$

Postoje tablice vrijednosti ovih dviju funkcija [1 i 8].

Neka odstupanju X korespondiraju u reduciranoj normalnoj distribuciji gustoća vjerojatnosti y_x i totalna vjerojatnost Y_x. Tom odstupanju X pridružena je vrijednost U_2 prvotne varijable u, dana sa (4a). Gustoća vjerojatnosti y_u za U_2 dana je sa:

$$y_u = \frac{y_x}{\sigma} \tag{5}$$

dok je totalna vjerojatnost, da u poprimi bilo koju vrijednosti iz intervala od $\bar{u}$ do U_2 dana sa

$$Y_u = Y_x \tag{6}$$

32. Kvalitet prognoze definirane »zonom neodređenosti« je to bolji, što je veća njena »sigurnost«, izražena totalnom vjerojatnošću Y za granično odstupanje X, i što je veća njena »preciznost«, tj. što manju vrijednost ima desna pola intervala neodređenosti, dakle, što je manje odstupanje X. Budući da su u riječi »o š t r i n a« sadržana dva pojma, pojam strogosti a time i *sigurnosti*, Y, i pojam male širine a time i *preciznosti*, $1/X$, to se može kazati, prema gornjemu, da kvalitet prognoze zavisi direktno od njene »oštrine« za odabranu graničnu vrijednost, definirane funkcijom $Z(x)$:

$$Z(X) = \frac{Y}{X} \tag{7}$$

Funkcija Z je, dakle, jedan od parametara koji daju mjeru za kvalitet prognoze.

Funkcija $Z(x)$ grafički je prikazana na slici 1.

Vidimo da funkcija $Z(x)$ ima svoj maksimum za vrijednost odstupanja $x = 0$. Tom odstupanju korespondira vrijednost totalne vjerojatnosti $Y_0 = 0$ Kako vidimo prognoza dana s maksimalnom oštrinom, tj. s odstupanjem $X = 0$, nema nikakvu praktičnu vrijednost, budući da je totalna vjerojatnost jednaka nuli da će, kod takove prognoze, slučajna varijabla poprimiti prognoziranu veličinu u svoje vrijeme (ako tu veličinu uzimamo s matematskom striktnošću).

Uzmemo li vrijednosti graničnih odstupanja $X_1 = -\infty$ i $X_2 = +\infty$, sigurnost prognoze bit će potpuna, jer ćemo imati, uvažavajući simetričnost Galtonove krivulje $Y(x)$:

$$2\,Y(\infty) = 2 \cdot 0{,}5 = 1; \tag{8}$$

međutim, preciznost ovakove prognoze bit će jednaka nuli, budući da imamo:

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{\infty} = 0 \tag{9}$$

Prognoza dana na ovaj način ne bi imala praktičnu vrijednost, jer ona ništa ne kaže o vrijednosti prognozirane veličine, budući da se interval neodređenosti proteže od minus neizmjerno do plus neizmjerno.

Iz izloženoga u ovoj tački slijedi da stvarni bonitet načina definiranja prognoze ne zavisi samo od oštrine Z, već i od sigurnosti prognoze, tačnije od vjerojatnosti 2 Y da će stvarnost pasti unutar »zone neodređenosti« — u svoje vrijeme. Z je jedan od dvaju parametara koji daju mjeru za kvalitet definiranja prognoze, a Y je drugi od njih. Ma kako da je velik jedan od ovih dvaju momenata boniteta, ako je istovremeno drugi jednak nuli, bonitet dotičnog načina definiranja prognoze bit će također jednak nuli. Zato ne smijemo vezati ova dva momenta u jedno zbrajanjem, već to moramo učiniti množenjem. Prema tome, bonitet načina definiranja prognoze direktno je srazmjeran s produktom oštrine prognoze Z i njene sigurnosti Y. Taj bonitet označujemo s b. On je funkcija graničnog odstupanja X.

$$b(X) = Z \cdot Y = \frac{Y}{X} \cdot Y = \frac{Y^2}{X} \tag{10}$$

Red. br.	Pojam, definicija	Simbol za veličinu po kojoj se određuje X	»Granično« odstupanje X: Vrijednost »graničnog« odstupanja X	Širina »intervala neodređenosti«, tj. intervala od $-X$ do $+X$ $2X$	Gustoće vjerojatnosti kod odstupanja X $y \cdot 100$	Vjerojatnost: podbacivanja donje »granične« vrijednosti odn. prebacivanja gornje $(0{,}5 - Y) \cdot 100$	Vjerojatnost: da se stvarnost nađe, u svoje vrijeme, unutar »intervala neodređenosti« prognoze $2Y \cdot 100$
			Općenite značajke razmatranog načina definiranja				
			—	—	%	%	%
1	Odstupanje kojemu je pridružen maksimum vrijednosti parametra nazvanog bonitetom prognoze	b	1,400	2,800	14,97	8,09	83,82
2	Standardno odstupanje	σ	1,000	2,000	24,20	15,87	68,27
3	Medijano odstupanje »Zona neodređenosti« jednako je kod toga interkvartilnom intervalu	ξ	0,6745	1,349	31,78	25,00	50,00
4	Najvjerojatnija vrijednost, tj. mod. Kod normalne razdiobe mod jednak je medijanu i srednjoj vrijednosti	mod ili M ili $\bar{x}$	0	0	39,89	50	0

Najpovoljnija oštrina prognoziranja bit će, dakle, ona kojoj je pridružena maksimalna vrijednost funkcije $b(x)$:

$$b(x) = \frac{Y^2}{x} \tag{11}$$

Na slici 1 grafički je prikazana i ta funkcija. Iz tog grafikona vidimo da funkcija $b(x)$ ima svoj maksimum kod:

$$x = 1{,}4 \tag{12}$$

Ovaj rezultat izvodi se analitički kako slijedi. Funkcija b imat će svoj maksimum za onu vrijednost x kod koje je:

$$\frac{db}{dx} = 0 \tag{13}$$

Po definiciji znamo da važi identitet:

$$\frac{dY}{dx} = y \tag{14}$$

Deriviranjem b po x dobivamo:

$$\frac{db}{dx} = \frac{d\left(\frac{Y^2}{x}\right)}{dx} = \frac{\frac{d(Y^2)}{dx}x - Y^2\frac{dx}{dx}}{x^2}$$

Koristeći se sa (14) izvodimo iz gornjeg izraza:

$$\frac{db}{dx} = \frac{Y}{x}\left(2y - \frac{Y}{x}\right) \tag{15}$$

$\frac{db}{dx}$ izjednačava se s nulom kada je:

$$2y - \frac{Y}{x} = 0$$

odnosno kada je:

$$2\,yx = Y \tag{16}$$

Koristeći se tablicama vrijednosti funkcija y i Y brzo ćemo iznaći, pokušavanjem sa sukcesivnim približavanjem, da je (16) zadovoljeno za:

$$x = 1{,}400 \tag{12a}$$

Zaključujemo *da je najpovoljniji način definiranja prognoza po statističkim metodama dan odstupanjima*

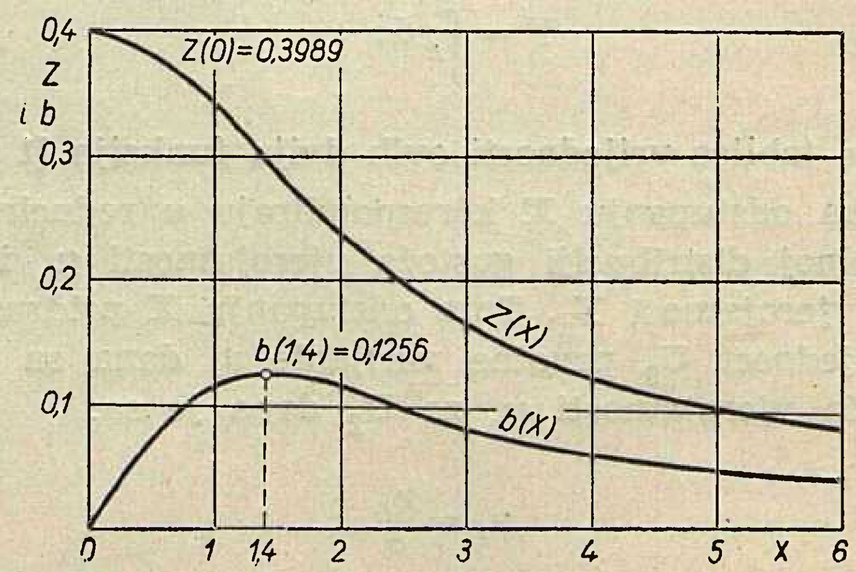
$$X_{\max b} = \pm\, 1{,}4 \tag{17}$$

kod reducirane normalne razdiobe slučajne varijable x. Kod normalne distribucije sa standardnim odstupanjem σ različitim od 1, imat ćemo, umjesto (17):

$$X_{\max b} = \pm\, 1{,}4\,\sigma \tag{18}$$

Ovo je novo karakteristično odstupanje koje je, u načelu, najpovoljnije za definiranje prognoza po statističkim metodama pomoću »zone neodređenosti« i totalne vjerojatnosti da stvarnost padne unutar te zone — u svoje vrijeme, kod slučajnih varijabla u vremenu koje imaju normalnu distribuciju.

Totalna vjerojatnost podbacivanja, odnosno prebacivanja, graničnih vrijednosti ovako definiranih prognoza je 8,09 %, a totalna vjerojatnost da stvarnost padne — u svoje vrijeme — unutar »zone neodređenosti« je 83,82 %. Ove vrijednosti pridružene su odstupanjima $\pm\, 1{,}4\,\sigma$. Dakle, imamo veliku »sigurnost« prognoze uz relativno veliku njenu »preciznost«.



Sl. 1. Funkcija oštrine prognoza $Z(x) = Y/x$ i funkcija boniteta prognoza $B(x) = Y/x \cdot Y(x)$ je Galtonova funkcija (totalna vjerojatnost).
Sve za reduciranu normalnu distribuciju.

prognoza			
Parametri koji karakteriziraju povoljnost odabranih omeđenja »intervala neodređenosti« prognoze			Polje primjene ako se želi da gornja »granična« vrijednost ne bude, po mogućnosti, više nego dva puta veća od donje »granične« vrijednosti intervala neodređenosti prognoze (Simbol *kv* označuje koeficijent variranja.)
Totalna vjerojatnost, od nule do odstupanja X $Y \cdot 100$	Oštrina progn. $Z = \frac{Y}{X}$ $Z \cdot 100$	Bonitet progn. $b = Z \cdot Y = \frac{Y^2}{X}$ $b \cdot 100$	
%	%	%	
41,91	29,94	12,56	$kv \leqq 0{,}25$
34,13	34,13	11,65	$0{,}25 \leqq kv \leqq 0{,}4$
25,00	37,07	9,27	$0{,}4 \leqq kv$
0	39,89	0	Preporučuje se primjena kada ima samo pet polaznih podataka, ili manje.

Uporedba 4 načina definiranja prognoza po statističkim metodama

Pretpostavke:

(1) Prognozira se vrijednost slučajne varijable s normalnom razdiobom, transformirane tako da budu:

srednja vrijednost $\bar{x} = 0$
standardno odstupanje $\sigma = 1$

(2) Utjecajne okolnosti od kojih zavisi vrijednost slučajne varijable x ne mijenjaju se nimalo ili se mijenjaju vrlo malo od početka referencijskog perioda do kraja vremenskog razdoblja za koje se postavlja prognoza.

Povoljnost definiranja prognoza graničnim odstupanjima $\pm 1{,}4\,\sigma$ numerički je iskazana podacima iznesenim u tabelarnom pregledu, na koji ćemo se potanje osvrnuti kasnije.

4. OSTALI NAČINI DEFINIRANJA PROGNOZA ZONOM NEODREĐENOSTI

Definiranje prognoza »zonom neodređenosti« jednakom interkvartilnom intervalu. Definiranje prognoza zonom neodređenosti širine 2 σ. Definiranje prognoza modom i njegovom gustoćom vjerojatnosti.

41. Interkvartilni interval je zona između kvartila, od kojih donji ima totalnu vjerojatnost podbacivanja jednaku 25 %, dok gornji kvartil ima vjerojatnost prebacivanja jednaku 25 %. Totalna vjerojatnost da stvarnost u svoje vrijeme padne unutar ovako određene »zone neodređenosti« jednaka je, prema tome: 50 %. Kvartili, odgovaraju medijanim odstupanjima ξ koja su dana, kod normalne razdiobe sa:

$$\xi = \pm\, 0{,}6745\ \sigma \tag{19}$$

Prognoza definirana »zonom neodređenosti« širine $2 \cdot \xi\,\sigma$ nalazi se prema gornjemu na pragu »vjerojatnoga«, budući da je stepen njene »sigurnosti« jednak 50 %. Iz iznesenoga slijedi, da će često biti povoljno definirati prognozu interkvartilnim intervalom. Ovo će biti slučaj naročito ako koeficijent variranja $kv = \sigma/x$ ima veliku vrijednost.

42 Često neće imati praktičnu predodžbenu vrijednost prognoza, kod koje je gornja granica »zone neodređenosti« veća od dvostruke vrijednosti donje granice te zone. Polazeći s tog stanovišta, bit će u nekim slučajevima povoljno definirati prognozu »zonom neodređenosti« širine 2 σ. Granična odstupanja bit će u tom slučaju dana sa:

$$X = \pm\, \sigma \tag{20}$$

Totalna vjerojatnost podbacivanja, odnosno prebacivanja, graničnih vrijednosti ovako definiranih prognoza je 15,87 %, a totalna vjerojatnost da stvarnost padne — u svoje vrijeme — unutar »zone neodređenosti« jednaka je 68,27 %.

43. I kada imamo malo polaznih podataka, moći ćemo odrediti srednju vrijednost x i standardno odstupanje σ.

Srednja vrijednost je ujedno i mod, tj. najvjerojatnija vrijednost, kod normalne razdiobe, a na varijable s normalnom razdiobom smo ograničili naša razmatranja. Nu, kod malog broja polaznih podataka obje pomenute vrijednosti, x i σ, neće biti pouzdane. Možda će biti tačne, a možda tek približno tačne. Zato je u takvom slučaju, najrazumnije prognozu definirati modom, uz navođenje njegove gustoće vjerojatnosti y (0) dane sa:

$$y\,(0) = 0{,}3989 \cdot \frac{1}{\sigma} \doteq 0{,}40 \cdot \frac{1}{\sigma} \tag{21}$$

Ovaj način definiranja prognoza treba primijeniti kada imamo samo pet polaznih podataka, ili još manje od toga. Naravno da u takvom slučaju nema smisla definirati prognozu i gustoću vjerojatnosti prognozirane veličine sa više od dvije vrijednosne cifre.

5. REZIME

Tabelarni pregled karakteristika predloženih načina definiranja prognoza. Navod rada u kome je ovaj predmet obrađen detaljnije.

Uz predložene načine definiranja prognoza dali smo u tekstu samo glavne njihove karakteristike Te glavne karakteristike iznosimo u gornjem tabelarnom pregledu uz dodatak daljnjih, manje značajnih karakteristika za 4 predložena načina definiranja prognoza. Ovaj tabelarni pregled daje i potanje indikacije za polje primjene pojedinog od tih načina definiranja. U taj pregled nije uneseno definiranje prognoza s vrijednostima $\bar{x}$ i σ.

Izložena materija potanje je obrađena u radu navedenom pod [7].

Literatura

[1] V. Vranić, *Vjerojatnost i statistika*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1958.

[2] G. Morlat, *Les méthodes statistiques*, Electricité de France, Paris, 1952.

[3] M. Leskovar, *Analiza razvoja konzuma električne energije u Jugoslaviji od 1953–1959. godine*, časopis Elektroprivreda, Beograd, br. 9.1960.

[4] M. Leskovar, *Prognoza razvoja konzuma električne energije u Hrvatskoj*, časopis Energija, Zagreb, br. 7–8/1960.

[5] U. C. P. T. E., *Rapport annuel 1954–1955*, U.C.P.T.E., Bruxelles, 1955.

[6] R. Gibrat, *Sur l'ajustment mathématique des courbes de débits d'un cours d'eau. Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*. Académie des Sciences, Paris, 7. III. 1932. i časopis Revue Générale de l'Electricité, Paris, 14. V. 1932.

[7] M. Leskovar, *Izbor oštrine s kojom je najbolje dati prognozu po statističkim metodama*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1961.

[8] M. Boll, *Tables numériques universelles*, – Dunod, Paris, 1947.

RESUME

Comment donner des prévisions d'après les méthodes statistiques. L'auteur se penche sur les prévisions fondées sur la supposition que la distribution de la variable aléatoire dans le temps étudiée, constatée dans le passé récent, se conservera dans le proche avenir. On donne le terme de »prévision d'après les méthodes statistiques« à cette manière de procéder. L'auteur passe en revue les conditions qui doivent être remplies pour que l'on pût donner de bonnes prévisions d'après les méthodes statistiques, en appuyant particulièrement sur le choix judicieux de la période de référence. L'étude statistique étant le plus facile pour les variables aléatoires à distribution normale, l'article se borne à ne traiter en détail que de variables de ce type, toutefois après que l'on y ait attiré l'attention sur l'existence de bon nombre de variables aléatoires dont la distribution n'est pas normale, mais qui sont fonction d'une autre variable qui, celle-ci, a l'avantage d'avoir une distribution normale. – La définition complète d'une prévision du genre traité est donnée par le mode, la valeur la plus probable, et par la courbe de la densité de probabilité correspondante. Dans le cas de distribution normale le mode se confond avec la valeur moyenne. – On aura souvent avantage à formuler la prévision susmentionnée par deux valeur limites et par la probabilité totale pour que la valeur de la réalisation tombe, en son temps, entre les dites valeurs limites. On désigne l'intervalle compris entre ces limites par le terme de »intervalle d'indétermination« ou »zone d'indétermination«. L'étude du problème de définition des prévisions par cet intervalle et cette probabilité amène l'auteur à la notion de bonité de définition du prognostic. Cette notion correspond au désir d'assurer la plus grande probabilité totale que la réalisation tombe dans l'intervalle d'indétermination de largeur aussi petite que possible. L'expression mathématique de la bonité de définition du prognostic est donnée par Y^2/X, ou Y désigne la probabilité totale, et X les écarts des valeurs limites. Cette expression est le produit des facteurs suivants: Y et Y/X. Le deuxième facteur donne la rigueur du prognostic. On considère donc que la bonité de définition du prognostic est maximum quand la valeur du produit de la probabilité totale et de la rigueur du prognostic prend sa plus grande valeur possible. Par conséquent, la bonité sera maximum pour l'écart X pour lequel Y^2/X passe par son maximum. Il est démontré que la bonité maximum correspond à la zone d'indétermination délimitée par les deux points à 1,4 fois l'écart type de part et d'autre de la moyenne. La probabilité totale que la réalisation ait, en son temps, une valeur comprise dans cet intervalle d'indétermination est de 83,82 %. L'expression mathématique de ces deux valeurs limites est la suivante: $X_{1,2} = \bar{x} \pm 1{,}4\ \sigma$ x étant la valeur moyenne de la variable étudiée, et σ son écart type. – On a pris en considération aussi d'autres écarts avec lesquels il est avantageux, dans certains cas, de définir l'intervalle d'indétermination du prognostic, bien que la bonité de ces définitions soit inférieure à la bonité maximum.

SUMMARY

Prognostication based on statistic methods. The author deals with the way of prognosticating provided that in the course of near future the distribution of the studied casual variable in time, determined in the course of recent past, will remain unchanged. Such way of prognosticating is called prognostication on statistic methods. The author puts forward the conditions to be satisfied in order to be able to supply good prognostications based on statistic methods, particularly pointing out the importance of proper choice of the reference period. Since the statistical procession of casual variables with normal division is the simplest one, the article is limited to detail study of prognostication only to such variables, after the attention has been drawn to the existence of a rather large number of casual variables having not a normal division themselves, but being functionally related to another variable which has a normal division.

Each prognosis based on statistic methods can be completely defined by means of the most probable value, the mode, and the diagram of density of probability. At a normal division, the mode is in accordance with the average value. The prognosis will be often more clear, if defined, instead of the way described above, in giving two limit figures of the prognosticated quantity and the total probability that the realization obtains, at a certain moment, any value within these two limits. The interval within these two limiting values is called the interval or the zone of uncertainty. The study of the problem of defining the prognosis by this interval and the belonging total probability, brought the author to the idea of introducing the term of quality of prognosis definition. This term reflects the endeavouring to secure the best possible total probability that the realization will fall within as narrow uncertainty zone as possible. The mathematical expression for the quality of prognosis definition is given as Y^2/X, where Y denotes the total probability, and X the deviation corresponding to limit values. This expression is the producit of two factors: Y and Y/X. The second factor gives the sharpness of the prognosis. Accordingly, it is considered that the highest quality of prognosis definition appears when the product of the total probability and the sharpness of prognosis passes its maximum. It is deducted, that the maximum quality is attached to the uncertainity interval limited by points with a deviation equal to 1,4-fold standard deviation on both sides of the middle value. The mathematical expression for these two limiting values is $X_{1,2} = x \pm 1{,}4\ \sigma$ where x means the middle value and σ the standard deviation. The total probability, that the realization, at a certain moment, will accept some value out of so defined uncertainty zone, is 83,82%. Some other deviations are also discussed, by which, in certain cases, it is convenient to define the uncertainty interval of the prognosis, although the quality of such definitions is lower than the maximum possible one.

Naslov pisca: Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu Zagreb, Proleterskih brigada 37

REZULTATI PRORAČUNA KRATKOG SPOJA U MREŽI 220 kV JUGOSLAVIJE STANJE 1965 — 1967.

Miroslav Jung, Zagreb

Prema projektu razvoja superponirane mreže FNRJ do 1967. koji je izrađen u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu, a prihvaćen od Stručnog savjeta Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, izvršen je proračun kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV, za stanje, koje će se ostvariti negdje između 1965. i 1967. godine. Proračunate su struje početnog i trajnog, tropolnog i jednopolnog kratkog spoja na sabirnicama 110 i 220 kV postrojenja. Za mrežu 220 kV određeni su i udjeli navedenih struja po pripadnim granama. Proračun je izvršen pomoću istosmjernog analizatora. U članku je prikazan proračun, te rezultati dobiveni ispitivanjem perspektivne mreže 220 kV na modelu. Radi ograničenosti prostora rezultat za mrežu 110 kV je izostavljen.

DK 621.3.012.5

Sa svrhom: da utvrdi razvoj struja i snaga kratkog spoja u postojećim postrojenjima 110 kV za neposrednu budućnost, da utvrdi struje i snage kratkog spoja u postrojenjima 110 i 220 kV koja će se izgraditi i pustiti u pogon do godine 1965. te da utvrdi osnovne podatke potrebne za projektiranje i udešavanje zaštite mreža 110 i 220 kV od prevelikih struja i previsokih napona, kao i da utvrdi osnovne elemente za proračun perturbacija, koje nastaju kod nesimetričnih smetnji u našim mrežama najviših napona, u telekomunikacionim vodovima i postrojenjima — izvršen je, na zahtjev Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu *Proračun kratkog spoja u 110 i 220 kV mreži Jugoslavije, za stanje koje će se ostvariti negdje između godina 1965. i 1967.* [1]. Proračun kratkog spoja izvršen je uz pomoć istosmjernog analizatora distributivnog poduzeća »Elektra« u Zagrebu.

Namjera je ovog članka da osnovne pretpostavke i rezultate navedenog rada učini dostupnijim za šire stručne krugove.

Već dulje vremena moglo se je čuti u diskusijama, koje su vođene u stručnim krugovima, kao i na raznim stručnim forumima, u okviru problematike izgradnje i razvoja naše mreže superponiranog napona, mišljenje, da problematici razvoja struja i snaga kratkog spoja u našim mrežama treba pokloniti osobitu pažnju, budući da bi izvanredno veliki iznosi struja i snaga kratkog spoja mogli ugroziti pogon naših električnih mreža, kada mreža superponiranog napona bude jače razvijena, i u koliko se na vrijeme ne poduzmu potrebne mjere za pravilno projektiranje i izvođenje postrojenja, ugrađujući u njih aparate dovoljne čvrstoće. Samo se po sebi razumije, da izvođenje postrojenja za veće struje i snage kratkog spoja, ugrađujući dakako istodobno jaču i skuplju opremu, iziskuje i povećanje financijskih sredstava potrebnih za elektrifikaciju zemlje, pa je potpuno opravdano da se na vrijeme ispitaju i utvrde iznosi struja i snaga kratkog spoja, koje u doglednoj budućnosti treba očekivati u našim perspektivnim mrežama. To tim više što navedena problematika nije važna samo za našu elektroprivredu, koja sa svoje strane treba da pravodobno osigura potrebnu opremu, već i za našu elektroindustriju, koja treba da pripremi i savlada proizvodnju navedene opreme.

Iz navedenog lako je uočljivo da bi precjenjivanje budućih struja i snaga kratkog spoja u našim mrežama moglo dovesti do nepotrebnog rasipanja nacionalnih sredstava, kao što bi i potcjenjivanje navedenih veličina moglo dovesti do ugrožavanja normalnog vođenja pogona, te preko toga i do nepotrebnih materijalnih gubitaka

Imajući u vidu značaj izložene problematike prišlo se je u toku godine 1958. u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu, ispitivanju struja i snaga kratkog spoja u našim perspektivnim mrežama 110 i 220 kV. Budući da u to vrijeme još nije postojalo jedinstveno gledanje na razvoj naše mreže superponiranog napona, ispitivana je tom prilikom izvanredno jaka mreža, čija je konfiguracija postavljena tako, da je uzet u obzir utjecaj svih postrojenja i vodova, kojih su izgradnju predlagali stručni krugovi, te dolaze u obzir da budu izvedeni do godine 1975 Sve pretpostavke i aproksimacije učinjene su tom prilikom tako, da rezultati proračuna sigurno ne budu ispod stvarnih vrijednosti struja i snaga, koje će se u budućnosti javljati u mreži.

Tom prilikom nije računano s međunarodnim vezama, preko vodova 220 kV, jer one još ni danas nisu definirane, ali se pouzdano može tvrditi, da niti ove veze neće bitno promijeniti situaciju u mreži. Izvjesno povećanje struja i snaga kratkog spoja treba svakako očekivati u spojnim tačkama, no te su tačke po naravi stvari periferne, pa su i odgovarajuća naprezanja kod različitih smetnji svakako niža nego u centralnom dijelu sistema. Bitne promjene u strujama i snagama kratkog spoja treba očekivati tek s uvođenjem viših napona (npr. nakon izgradnje HE Đerdap, i izgradnje mreže 380 kV) što do sada nije promatrano, radi pomanjkanja iole pouzdanijih podataka. No i u tom slučaju moći će se struje i snage kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV ograničiti za većinu čvornih tačaka, prikladnim izborom spoja navedenih mreža. Citirana studija [2] utvrdila je da do godine 1975. u mreži 220 kV treba očekivati struje i snage kratkog spoja, u slijedećim granicama: udarne struje 10 do 30 kA; rasklopne snage 1000 do 4000 MVA; trajne struje 2 do 6 kA, sve za tropolni kratki spoj. Za mrežu 110 kV, kao i mreže nižih napona utvrđeno je također, da kod smetnji ne treba očekivati pretjerano visoka naprezanja, te da će prema tome na svim naponskim nivoima zadovoljiti aparati normalne čvrstoće. Upotreba aparata pojačane čvrstoće dolazi u obzir u iznimnim slučajevima, i to u vrlo ograničenom opsegu. Najvažnije pretpostavke i rezultati iz citirane studije dani su u [3], a časopis »Elektroprivreda« prenio ih je u dvobroju 4—5, 1959 str. 203 do 209.

U međuvremenu izrađena je u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu, a u suradnji s Institutima u Beogradu i Ljubljani studija razvoja superponirane mreže Jugoslavije [4] za godine 1962, 1965. i 1967. Stručni savjet Zajednice jugoslavenske elektroprivrede razmotrio je sredinom godine 1960. predložene konfiguracije mreže 220 kV, te je s manjim izmjenama usvojio konfiguraciju predloženu za godinu 1962., dok su konfiguracije za godine 1965. i 1967. prihvaćene načelno, uz prijedlog da se nastavi s daljnjim razrađivanjem.

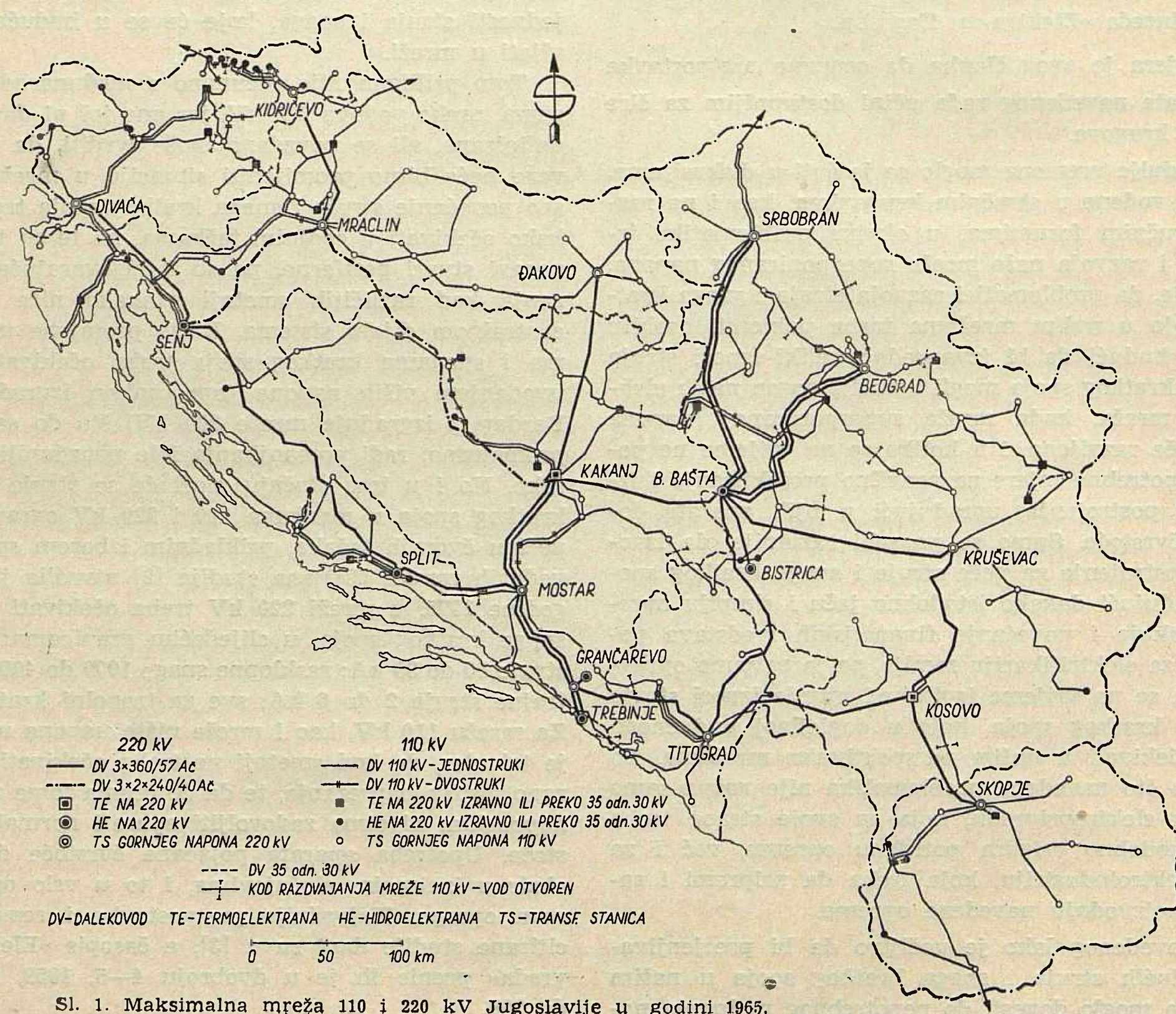
Program daljnjih razrada razvoja mreže superponiranog napona, donesen od Stručnog savjeta Z.J.E., obuhvatio je između ostalog i proračun kratkog spoja u okviru predloženih konfiguracija. Izvršavajući navedeni zadatak, sa svrhom da se dobiju određeniji i sigurniji podaci o strujama i snagama kratkog spoja, budući da se oni uz [2] ne mogu smatrati dovoljno tačnim za usvojene konfiguracije u bližoj budućnosti, izrađena je uvodno citirana studija [1].

Pri tom se načelno tražilo da se odrede početne i trajne struje tropolnog i jednopolnog kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV u Jugoslaviji, uz uvjet da se uz sve postojeće velike elektrane, obuhvate i one, koje se danas nalaze u izgradnji odnosno u planu Zajednice jugoslavenske elektroprivrede s rokom ulaska u pogon do godine 1965. I budući da danas još nije moguće odrediti koji će od vodova načelno usvojenih konfiguracija mreže 220 kV za godine 1965. i 1967. do tog vremena biti izgrađeni, traženo je da se računa s konfiguracijom načelno usvojenom za godinu 1967. kako uslijed eventualne ubrzane izgradnje pojedinih dijelova mreže, ne bi došlo do potcjenjivanja struja i snaga kratkog spoja.

U slijedećem tekstu izložene su najvažnije pretpostavke i rezultati proračuna.

Konfiguracija mreže

Prilikom postavljanja konfiguracije mreže za ispitivanje struja kratkog spoja ispunjena su izložena osnovna načela: velike elektrane u pogonu godine 1965. i načelno usvojena konfiguracija mreže 220 kV za godinu 1967. Kako danas još ne postoji opće prihvaćeni plan razvoja mreže 110 kV u Jugoslaviji, konzultirane su pri postavljanju konfiguracije navedene mreže odnosne republičke Zajednice elektroprivrednih poduzeća, te su uz sve postojeće vodove 110 kV, u konfiguraciju mreže 110 kV uvršteni vodovi za priključak budućih velikih elektrana, kao i vodovi za priključak novih transformatorskih stanica, kako su odredile Zajednice, a koje će po njihovim predviđanjima biti izgrađene i puštene u pogon do godine 1965. Od vodova nižih napona unešeni su u konfigu-



Sl. 1. Maksimalna mreža 110 i 220 kV Jugoslavije u godini 1965.

raciju mreže samo oni vodovi koji služe za priključak velikih elektrana, instalirane snage iznad 10 MVA, na zemaljsku mrežu.

Tako utvrđena konfiguracija mreža za proračun kratkog spoja prikazana je na sl. 1. Prikazana mreža nazvana je »maksimalnom«, budući da se prema predviđanjima sigurno neće moći više izgraditi do godine 1965.

Prilikom postavljanja konfiguracije mreže nije računano s međunarodnim vezama putem vodova 220 kV, budući da one još nisu definirane. Od međunarodnih veza na naponskom nivou 110 kV procijenjen je i uvažen jedino utjecaj mreže 150 kV Grčke u Bitoli S vezama Varaždin — Söjtör 120 kV i Dravograd — Labud 110 kV, kao i vezom 60 kV Plave — Gorica nije računano, budući da se one drže u asinhronom pogonu.

Ispitujući utjecaj paralelnog rada mreža 110 i 220 kV na veličinu struja i snaga kratkog spoja otvarani su neki od vodova 110 kV, i to tako, da između bilo koje dvije stanice 220 kV ostane veza samo putem vodova 220 kV. Na slici 1 ovi su vodovi posebno obilježeni i to tako, da se lako mogu odrediti rajoni napajanja stanica 220 kV, kada mreža 110 kV radi sekcionirano.

Prikazana konfiguracija uključuje 19 postrojenja 220 kV sa 82 vodna i transformatorska polja, te 147 postrojenja 110 kV sa 743 vodna i transformatorska polja.

U 65 velikih hidroelektrana i termoelektrana, instalirane snage iznad 10 MVA, uključeno je ukupno 4850 MVA instalirane snage odnosno 4000 MW maksimalne snage, s godišnjom proizvodnjom od 19000 GWh u srednjoj hidrološkoj godini. Od navedenih vrijednosti otpada oko 70 % na hidroelektrane.

Elektrane

U ovoj razradi uvažen je utjecaj svih elektrana instalirane snage iznad 10 MVA u FNRJ. Izuzetak od navedenog kriterija čine termoelektrane Trepča, Vreoci, Zrenjanin i Svetozarevo u NR Srbiji, koje su električki vrlo daleko od mreže 110 kV, pa prema tome niti ne utječu na prilike kod kratkog spoja u navedenoj mreži. Elektrane s kojima je računano prikazane su na priloženoj karti, i u tablici 1 *Popis elektrana.*

U navedenoj tablici naznačeni su, uz naziv postrojenja, instalirana snaga, maksimalna djelatna snaga, proizvodnja u srednjoj hidrološkoj godini, te prividna snaga kod promatranog minimalnog uvrštenja strojeva u hidroelektranama (vidi pogonska stanja mreže).

Generatori su u proračunu nadomješteni mjernim, odnosno proračunskim vrijednostima reaktancija, gdje god je to bilo moguće. Za ostale strojeve, gdje podaci nisu stajali na raspolaganju, procijenjene su početne reaktancije turbogeneratora na 10 do 12 %, a hidrogeneratora na 20 — 24 %. Sinhrone reaktancije turbogeneratora procijenjene su sa 170 %, a hidrogeneratora sa 125 %. Izuzetak čine isključivo postrojenja Dubrovnik i Grančarevo, za koja je uzeto da će radi povećanja stabilnosti biti izvedena s generatorima manjeg zračnog raspora, te da će početna reaktancija iznositi 17, a sinhrona 75 %. Za inverznu reaktanciju generatora uzeto je uvijek da je numerički jednaka početnoj reaktanciji.

Reaktancije transformatora u elektranama, kao i u transformatorskim stanicama, uzete su također na temelju mjerenih vrijednosti, a gdje to nije bilo moguće računano je sa srednjim tipskim vrijednostima.

Reaktancije kompenzatora uzete su u račun sa 28 % za početnu i inverznu, odnosno sa 200 % za sinhronu reaktanciju. Kompenzatori su pri tom uzeti u račun prema propisima VDE, koji traže da se u prvom momentu kratkog spoja računa sa njima, kao sa sinhronim generatorima.

Vodovi

Ovaj proračun obuhvatio je sve vodove 110 i 220 kV, kako je prikazano na priloženoj karti, a od vodova nižeg napona samo one, koji služe za priključak elektrana na sistem 110 kV.

Svi navedeni vodovi su nadzemni, s izuzetkom voda 110 kV Jarun — Toplana Zagreb, koji će biti kabelski. Vodovi 220 kV bit će izvedeni s vodičima 360/57 Ač, s izuzetkom vodova Senj — Mraclin — Kakanj koji će biti izvedeni sa po dva vodiča 240/40 Ač u snopu.

Za potrebe ovog proračuna određene su direktne reaktancije svih nadzemnih vodova na bazi jedinične reaktancije 0,4 oma/km, s izuzetkom vodova s vodićima u snopu, gdje je ova vrijednost uzeta sa 0,3 oma/km. Nulte reaktancije određene su na bazi $X_0 = 3 X_1$ za jednostruke, odnosno na bazi $X_0 = 2{,}5 X_1$ za dvostruke (dvije trojke na istim stupovima) vodove. Podaci za kabelski vod preuzeti su iz kataloga.

Transformatorske stanice

Ovim proračunom obuhvaćene su sve transformatorske stanice gornjeg napona 220 i 110 kV prema priloženom nacrtu. Reaktancije transformatora određene su na temelju rezultata mjerenja napona kratkog spoja gdje god je to bilo moguće, dok je za ostale transformatore računano sa srednjim tipskim vrijednostima.

U transformatorskim stanicama 220/110 kV predviđeni su slijedeći transformatori:

Jednofazni, s odvojenim namotima u spoju zvijezda-zvijezda i tercijarom dimenzioniranim za $^1/_3$ nazivne snage

2 × 150 MVA u TS Kidričevo, Mraclin i Beograd III;
1 × 150 MVA u TS Divača; 1 × 100 u HE Split.

Isto, ali autotransformatori trofazni

2 × 150 MVA u TS Srbobran i Kruševac;
1 × 150 MVA u TS Đakovo, Kakanj, Titograd, Kosovo i Skopje;
1 × 80 MVA u HE Senj.

Transformatori u stanicama Beograd III, Mraclin, Split i Senj uzeti su pri tom prema postojećem stanju, narudžbi ili projektu.

U stanicama Kidričevo i Divača pretpostavljeni su transformatori s odvojenim namotima, kako bi se po

Popis elektrana Tablica 1

Postrojenje	MVA	MW	GWh/god	MVA min
NR SRBIJA	*1.476,0*	*1.213,9*	*4.808,4*	*1.035,5*
Hidroelektrane				
Zvornik	120,0	88,0	473,4	60,0
Vlasina (Vrla I–IV)	152,0	110,0	244,6	76,0
Kokin Brod	25,0	20,4	51,6	12,5
Potpeć	57,0	51,0	197,3	19,0
Bistrica	108,0	104,0	395,7	54,0
Bajina Bašta	300,0	285,0	1.345,8	100,0
Ukupno HE	*762,0*	*658,4*	*2.708,4*	*321,5*
Termoelektrane				
Beograd	37,5	25,0		37,5
Kostolac	71,0	52,0		71,0
Kolubara	200,0	160,0		200,0
Bor	30,5	23,0		30,5
Rtanj	16,0	12,5		16,0
Kosovo	240,0	189,0		240,0
Loznica	39,0	30,0		39,0
Beograd (TO)	80,0	64,0		80,0
Ukupno TE	*714,0*	*555,5*	*2.100,0*	*714,0*
NR HRVATSKA	*1.271,2*	*1.069,8*	*5.850,3*	*642,7*
Hidroelektrane				
Vinodol	105,0	75,2	177,0	35,0
Gojak	60,0	48,0	230,7	20,0
Sklope	27,0	24,0	80,8	13,5
Senj	240,0	203,0	1.078,0	80,0
Rječina	46,0	37,0	142,4	23,0
Kraljevac	84,0	68,0	149,8	32,0
Manojlovac	30,0	20,0	138,8	16,0
Peruća	52,0	41,0	155,7	26,0
Split	240,0	216,0	1.575,0	120,0
Dubrovnik	220,0	208,0	1.632,1	110,0
Ukupno HE	*1.104,0*	*940,2*	*5.360,3*	*475,5*
Termoelektrane				
Vlaška	11,9	9,2		11,9
Jertovec	54,8	39,8		54,8
Jugovinil	20,5	16,6		20,5
Zagreb (TO)	80,0	64,0		80,0
Ukupno TE	*167,2*	*129,6*	*490,0*	*167,2*
LR SLOVENIJA	*820,9*	*636,1*	*3.166,6*	*463,7*
Hidroelektrane				
Dravograd	30,0	24,0	147,7	10,0
Vuzenica	70,0	45,0	276,0	22,0
Vuhred	66,0	60,0	343,5	22,0
Ožbalt	66,0	60,0	365,4	22,0
Fala	67,4	51,5	214,5	24,0
Mariborski Otok	72,0	49,2	289,0	24,0
Hajdoše	66,0	52,5	272,7	22,0
Moste	22,5	14,0	70,4	8,7
Medvode	24,0	18,4	87,0	12,0
Doblar	45,0	30,0	174,3	15,0
Plave	20,0	15,0	106,1	10,0
Ukupno HE	*548,9*	*419,6*	*2.346,6*	*191,7*
Termoelektrane				
Šoštanj	169,0	135,0		169,0
Trbovlje	71,0	56,5		71,0
Brestanica	32,0	25,0		32,0
Ukupno TE	*272,0*	*216,5*	*820,0*	*272,0*
NR BOSNA I HERCEGOVINA	*823,8*	*681,6*	*3.046,2*	*595,8*
Hidroelektrane				
Jablanica	180,0	150,0	764,7	90,0
Jajce I	60,0	48,0	248,6	30,0
Jajce II	37,5	27,0	197,3	12,5
Grančarevo	110,0	108,0	456,0	55,0
Bočac	56,0	48,0	239,6	28,0
Ukupno HE	*443,5*	*381,0*	*1.906,2*	*215,5*
Termoelektrane				
Kakanj	160,0	128,0		160,0
Zenica	30,4	21,0		30,4
Lukavac	136,4	109,1		136,4
Banja Luka	37,5	30,0		37,5
Prijedor	16,0	12,5		16,0
Ukupno TE	*380,3*	*300,6*	*1.140,0*	*380,3*
NR CRNA GORA	*288,0*	*260,0*	*1.613,0*	*124,0*
Hidroelektrane				
Perućica	200,0	180,0	980,0	80,0
Andrijevo	88,0	80,0	633,0	44,0
Ukupno HE	*288,0*	*260,0*	*1.613,0*	*124,0*
NR MAKEDONIJA	*188,0*	*154,1*	*589,2*	*104,0*
Hidroelektrane				
Vrutok	84,0	72,0	206,6	42,0
Raven	16,0	12,0	36,0	8,0
Vrben	16,0	12,0	45,0	8,0
Globočica	52,0	42,6	241,6	26,0
Ukupno HE	*168,0*	*138,6*	*529,2*	*84,0*
Termoelektrane				
Mađari	20,0	15,5	60,0	20,0
KOMPENZATORI	*270,0*			*270,0*
Beograd	30,0			30,0
Kruševac	60,0			60,0
Srbobran	60,0			60,0
Đakovo	30,0			30,0
Mraclin	60,0			60,0
Divača	30,0			30,0
FNR JUGOSLAVIJA				
Hidroelektrane	3.314,4	2.797,8	14.463,7	1.412,2
Termoelektrane	1.553,5	1.217,7	4.610,0	1.553,5
Kompenzatori	270,0			270,0
Sveukupno	*5.137,9*	*4.015,5*	*19.073,7*	*3.235,7*

potrebi moglo izvesti različito uzemljenje zvjezdišta mreže 110 kV Slovenije i mreže 220 kV Jugoslavije. U svim ostalim stanicama predviđeni su autotransformatori, te su na taj način dobivene nešto veće struje kratkog spoja, nego kad bi se računalo s odvojenim namotima.

U nekim transformatorskim stanicama 220 kV predviđeni su u svrhu poboljšanja naponskih i stabilitetnih prilika u mreži kompenzatori nazivne snage 30 MVAr, i to: po dva stroja u TS Mraclin, Srbobran i Kruševac, te po jedan stroj u TS Divača, Đakovo i Beograd III. Karakteristike kompenzatora navedene su već prije, kad je bilo govora o konstantama sinhronih generatora u elektranama.

Uzemljenje zvjezdišta

S obzirom na principijelnu odluku o krutom uzemljenju zvjezdišta naših mreža 110 i 220 kV izvršeno je na modelu mreže određivanje transformatora, čija zvjezdišta treba kruto uzemljiti, uz uslov da u svim čvorištima mreže bude postignut odnos X_0 = (1 do 3) X_d.

Ovdje treba primijetiti da je navedenom uvjetu udovoljeno, iako nije direktno uzemljeno nijedno zvjezdište autotransformatora 220/110 kV. Svako izvođenje ovakvog uzemljenja imalo je za posljedicu povećanje struje jednopolnog kratkog spoja.

Reaktancije (om) mreže kod postrojenja 220 kV **Tablica 2**

Postrojenje	Početne reaktancije						Trajne reaktancije						Nulte reakt.	
	Sve spojeno			Odvojeno			Sve spojeno			Odvojeno			Sve spojeno	Od-vojeno
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
TS Kidričevo	30,2	34,0	35,6	35,3	38,4	46,5	49,3	57,5	65,1	61,1	68,0	81,4	30,4	31,2
TS Divača	42,3	43 2	47,6	49 6	55,2	53,8	60,2	67,5	76,1	73,4	84,7	90,1	33,6	34,4
TS Mraclin	20,3	23,6	23,8	23,0	27,6	28,3	36,2	43,8	49,1	41,5	50,2	55,0	24,0	24,8
HE Senj	22,7	24,0	29,6	23,4	25,0	31,5	39,3	45,4	54,7	42,7	48,6	58,8	51,2	61,6
HE Split	24,4	25,2	33,4	24,4	25,2	34,4	39,1	42,4	53,8	40,8	44,2	55,9	39,2	39,2
HE Dubrovnik	18,3	19,4	24,6	18,3	19,4	24,6	33,8	37,4	46,3	34,6	38,4	47,6	32,0	32,0
TS Đakovo	48,9	51,6	49,8	70,5	73,8	73,0	63,1	70,1	74,6	94,0	100.8	104,0	106,4	128,8
TE Kakanj	15,3	18 5	17,2	16,2	20,3	18,4	27,6	33,2	37,7	30,1	36,5	40,1	40,8	42,4
RP Mostar	17,9	19,3	21,8	17,9	20,1	22,1	30,2	34,2	41,4	31,0	35,5	42,5	42,4	43,2
HE Grančarevo	21,7	22,7	28,0	21,7	22,7	28,0	37,7	41,3	50,6	38,5	42,2	51,8	54,4	54,4
RP Trebinje	17,2	18,2	23,0	17,2	18,2	23,0	32,2	35,9	44,7	44,4	36,8	45,9	33,6	33,6
TS Titograd	21,5	23,6	25,9	22,1	24,7	27,7	36,5	41,5	47,8	39,1	45,0	51,8	49,6	51,2
HE Bistrica	31,6	33,6	38,2	31,6	34,3	39,0	52,2	58,5	64,5	53,8	61,7	66,1	50,4	52,0
HE Bajina Bašta	14,8	17,5	19,2	14,8	18,5	19,8	32,3	39,3	43,9	33,8	42,2	45,6	21,6	22,4
TS Srbobran	34,4	39,0	36,9	42,5	43,7	45,9	56,4	65,2	68,6	67,5	75,6	80,4	60,0	69,6
TS Beograd	25,1	33,9	28,2	29,1	47,2	31,8	46,7	56,7	57,5	57,2	74,7	66,5	29,6	29,6
TS Kruševac	25,6	31,0	27,1	29,0	38,2	31,0	44,9	54,9	54,9	53,1	66,5	62,8	64,8	71,2
TE Kosovo	20.1	39,4	21,2	18,4	42,9	22,3	47,2	61,3	55,4	50,5	67,6	59,3	74,4	78,4
TS Skopje	40,9	56,4	43,2	46,8	59,9	48,3	67,5	84,6	77,0	74,7	93,4	84,1	100,8	108,0

Mreža 110 kV spojena odn. odvojena
Uvrštenje strojeva: 1. Svi hidrogen. i svi turbogen. 2. Svi hidrogen., ali bez turbogen. 3. 50 % hidrogen. i svi turbogen.

Pogonska stanja mreže

Da bi se odredile granice u kojima treba očekivati promjene prilika kod smetnji u mrežama u stvarnom pogonu, mjerenja su izvršena za dva stanja povezanosti mreža 110 kV, kod različitog uvrštenja strojeva.

Jedanput je uzeto da su cjelokupne mreže 110 i 220 kV potpuno galvanski i elektromagnetski međusobno povezane. Drugi put je pak mreža 110 kV otvorena tako, da radi po rajonima stanica 220 kV, bez galvanske veze s mrežama 110 kV susjednih rajona.

Navedeno stanje postavljene mreže 110 kV je ostvareno otvaranjem niza vodova 110 kV, kako je na priloženoj karti posebno označeno.

Za navedene spojeve mreže, mjerenja su izvršena kod slijedećih uvrštenja strojeva:

1 Puno uvrštenje svih hidrogeneratora i turbogeneratora tj sve elektrane u pogonu.

2. Puno uvrštenje svih hidroelektrana, sve termoelektrane izvan pogona.

3. Hidroelektrane uvrštene sa oko 50 % instaliranih snaga, a termoelektrane s punim kapacitetom.

Prvo od navedenih pogonskih stanja predstavlja teoretski maksimum utjecaja elektrana na snagu kratkog spoja. Uvrštenje strojeva kod trećeg pogonskog stanja vidljivo je iz priložene tablice 1 *Popis elektrana,* kolona MVA min.

Udarne struje i početne snage tropolnog kratkog spoja u postrojenjima 220 kV **Tablica 3**

Postrojenja	Udarne struje kA						Početne snage MVA					
	Spojena			Odvojena			Spojena			Odvojena		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TS Kidričevo	10,70	9,50	9.08	9,15	8,41	6.95	1.600	1.420	1.360	1.370	1.260	1.040
TS Divača	7,64	7,48	6 79	6,51	5,85	6.00	1.140	1.120	1.020	970	870	900
TS Mraclin	15,94	13,70	13,60	14,07	11,72	11,43	2.390	2.390	2.030	2.100	1.750	1.710
HE Senj	14,25	13,50	10,94	13,82	12,95	10,27	2 130	2.020	1.640	2.070	1.940	1.540
HE Split	13.27	12 84	9.69	13 27	12,84	9,69	1.980	1.920	1.450	1.980	1.920	1.450
HE Dubrovnik	17,70	16,70	13,16	17,70	16,70	13,16	2.650	2.500	1.970	2.650	2.500	1.970
TS Đakovo	6,61	6,26	6,50	4.59	4,39	4 43	990	940	970	690	660	660
TE Kakanj	21 15	17,50	18 80	20.00	15,95	17,60	3 160	2 620	2.810	2 990	2.390	2.630
RP Mostar	18,08	16,76	14,83	18,08	16,10	14,62	2.700	2.500	2.220	2.700	2.410	2.190
HE Grančarevo	14,90	14.24	11,55	14,90	14,24	11.55	2.230	2.130	1.730	2.230	2.130	1.730
RP Trebinje	18 80	17 80	14,07	18 80	17,80	14,07	2 810	2 660	2.100	2.810	2.660	2.100
TS Titograd	15,03	13,70	12,49	14,62	13,10	11,68	2.250	2.050	1.870	2.190	1.960	1.750
HE Bistrica	10,23	9,62	8,46	10,23	9,42	8 30	1 530	1.440	1.260	1.530	1.410	1.240
HE Bajina Bašta	21 85	18.50	16 85	21,85	17,50	16.33	3.270	2.770	2.520	3.270	2.620	2.490
TS Srbobran	9,40	8,30	8,76	7,61	7,40	7,05	1.400	1.240	1.310	1.040	1.110	1.050
TS Beograd	12,90	9,55	11,48	11,11	6,85	10,18	1.930	1.430	1.720	1.660	1.020	1.520
TS Kruševac	12,63	10 43	11,92	11.16	8,46	10,43	1 890	1.560	1.780	1.670	1.260	1.560
TE Kosovo	16,10	8 20	15,25	17 60	7,54	14,50	2.410	1.230	2.280	2.640	1.130	2.160
TS Skopje	7,90	5,74	7,49	6,91	5,40	6,70	1.080	860	1.120	1.030	810	1.000

Spojena odn. odvojena: mreža 110 kV spojena odn. odvojena
Uvrštenje strojeva: 1. svi hidrogen. i svi turbogen. 2. svi hidrogen., ali bez turbogen. 3. 50 % hidrogen. i svi turbogen.

Tablica 4

Raspodjela struja početnog

Mjesto kratkog spoja	Udio	Tropolni kratki spoj						Jednopolni kratki spoj					
		Sve spojeno			Odvojeno			Sve spojeno			Odvojeno		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TS Kidričevo	TS Mraclin	1,95	1,76	1,81	1,96	1,76	1,81	0,93	0,86	0,83	0,83	0,78	0,68
	Transf. 110/220 kV	2,25	1,97	1,76	1,64	1,55	0,92	3,27	3,02	2,93	2,91	2,75	2,38
	Ukupno	*4,20*	*3,73*	*3,57*	*3,60*	*3,31*	*2,73*	*4,20*	*3,88*	*3,76*	*3,74*	*3,53*	*3,06*
TS Divača	HE Senj	1,52	1,52	1,33	1,52	1,52	1,33	0,48	0,47	0,44	0,39	0,36	0,37
	Transf. 110/220 kV	1,48	1,42	1,34	1,04	0,78	1,03	2,75	2,71	2,52	2,46	2,37	2,31
	Ukupno	*3,00*	*2,94*	*2,67*	*2,56*	*2,30*	*2,36*	*3,23*	*3,18*	*2,96*	*2,85*	*2,63*	*2,68*
TS Mraclin	TS Kidričevo	1,20	1,03	0,98	1,15	1,07	0,73	0,95	0,87	0,86	0,88	0,79	0,77
	HE Senj	1,65	1,65	1,24	1,65	1,65	1,24	0,70	0,64	0,64	0,60	0,53	0,52
	TE Kakanj	1,18	1,09	1,11	1,18	1,12	1,11	0,46	0,42	0,42	0,42	0,37	0,37
	Transf. 110/220 kV	2,24	1,60	2,01	1,55	0,76	1,40	3,78	3,43	3,41	3,49	3,07	3,02
	Ukupno	*6,27*	*5,37*	*5,34*	*5,53*	*4,60*	*4,48*	*5,89*	*5,36*	*5,33*	*5,39*	*4,76*	*4,68*
HE Senj	TS Divača	0,76	0,72	0,68	0,73	0,59	0,71	1,04	1,01	0,91	1,06	1,03	0,92
	TS Mraclin	1,73	1,55	1,62	1,70	1,51	1,60	1,36	1,32	1,18	1,37	1,33	1,19
	HE Split	0,93	0,93	0,83	0,93	0,93	0,83	0,58	0,57	0,51	0,60	0,58	0,52
	Transf. 110/220 kV	1,51	1,47	1,16	1,43	1,42	0,90	0,97	0,95	0,85	0,49	0,48	0,43
	Transf. 17/220 kV	0,63	0,63	—	0,63	0,63	—	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*5,60*	*5,30*	*4,29*	*5,42*	*5,08*	*4,04*	*3,95*	*3,85*	*3,45*	*3,52*	*3,42*	*3,06*
HE Split	HE Senj	0,96	0,93	0,88	0,96	0,93	0,88	0,47	0,46	0,39	0,46	0,45	0,38
	RP Mostar	1,98	1,88	1,83	1,98	1,88	1,83	0,96	0,95	0,80	0,97	0,96	0,80
	Transf. 110/220 kV	1,24	1,11	1,09	1,14	1,11	0,98	2,90	2,85	2,41	2,90	2,85	2,38
	Transf. 17/220 kV	1,12	1,12	—	1,12	1,12	—	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*5,30*	*5,04*	*3,80*	*5,20*	*5,04*	*3,69*	*4,33*	*4,26*	*3,60*	*4,33*	*4,26*	*3,56*
HE Dubrovnik	RP Trebinje	4,93	4,54	4,19	4,93	4,54	4,19	2,10	2,04	1,78	2,07	2,01	1,75
	Transf. 17/220 kV	2,02	2,02	0,98	2,02	2,02	0,98	3,46	3,35	2,92	3,48	3,37	2,94
	Ukupno	*6,95*	*6,56*	*5,17*	*6,95*	*6,56*	*5,17*	*5,56*	*5,39*	*4,70*	*5,55*	*5,38*	*4,69*
TS Đakovo	TE Kakanj	1,50	1,40	1,45	1,56	1,48	1,50	0,82	0,80	0,81	0,76	0,74	0,75
	Transf. 110/220 kV	1,10	1,06	1,10	0,24	0,24	0,24	1,05	1,02	1,04	0,65	0,64	0,64
	Ukupno	*2,60*	*2,46*	*2,55*	*1,80*	*1,72*	*1,74*	*1,87*	*1,82*	*1,85*	*1,41*	*1,38*	*1,39*
TE Kakanj	TS Mraclin	1,05	0,98	0,96	1,05	1,00	0,96	0,76	0,62	0,72	0,76	0,68	0,72
	TS Đakovo	0,56	0,44	0,54	0,21	0,21	0,21	0,47	0,38	0,45	0,45	0,41	0,43
	HE Bajina Bašta	1,66	1,50	1,45	1,66	1,55	1,45	1,12	0,91	1,06	1,12	1,01	1,05
	RP Mostar	2,30	2,24	1,85	2,30	2,30	1,87	1,60	1,30	1,52	1,61	1,45	1,52
	Transf. 110/220 kV	2,73	1,70	2,60	2,62	1,20	2,42	1,39	1,13	1,32	1,16	1,04	1,09
	Ukupno	*8,30*	*6,86*	*7,40*	*7,84*	*6,26*	*6,91*	*5,34*	*4,34*	*5,07*	*5,10*	*4,59*	*4,81*
RP Mostar	HE Split	1,56	1,51	1,14	1,56	1,51	1,14	1,22	1,18	1,11	1,21	1,14	1,09
	TE Kakanj	2,76	2,36	2,59	2,76	2,15	2,50	1,58	1,53	1,44	1,55	1,46	1,40
	RP Trebinje	2,78	2,70	2,09	2,78	2,65	2,10	2,07	2,00	1,88	2,07	1,97	1,87
	Ukupno	*7,10*	*6,57*	*5,82*	*7,10*	*6,31*	*5,74*	*4,87*	*4,71*	*4,43*	*4,83*	*4,57*	*4,36*
HE Grančarevo	RP Trebinje	4,70	4,45	3,85	4,70	4,45	3,85	3,90	3,82	3,45	3,90	3,82	3,79
	Transf. 17/220 kV	1,15	1,15	0,69	1,15	1,15	0,69	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*5,85*	*5,60*	*4,54*	*5,85*	*5,60*	*4,54*	*3,90*	*3,82*	*3,45*	*3,90*	*3,82*	*3,79*

Vrste kratkih spojeva

U ovoj razradi ispitivani su početni i trajni, tropolni i jednopolni kratki spoj. Ispitivanje prijelaznog kratkog spoja je izostavljeno, budući da je ispitivanje početnog tropolnog kratkog spoja pokazalo da normalne sklopke 1800 odn. 2500 MVA u mreži 110 kV, te 2500 odn. 5000 MVA u mreži 220 kV mogu potpuno zadovoljiti naše potrebe u svim slučajevima. Razlike između početne i isklopne snage kod današnjih brzih sklopki nešto su veće jedino neposredno uz elektrane, dok se u mreži ta razlika manje osjeća.

Između reaktancija, napona, struja i snaga pri tom vrijede slijedeće relacije:

a. Za *tropolni* kratki spoj

$$P_{MVA} = \frac{U_n^{kV^2}}{X_1}$$

$$I_{ef}^{kA} = \frac{U_n^{kV}}{\sqrt{3} \cdot X_1}$$

$$I_{ud}^{kA} = 1{,}8 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{U_n^{kV}}{\sqrt{3} \cdot X''_d}$$

kratskog spoja u postrojenjima 220 kV

Tablica 4

Mjesto kratkog spoja	Udio	Tropolni kratki spoj						Jednopolni kratki spoj					
		Sve spojeno			Odvojeno			Sve spojeno			Odvojeno		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
RP Trebinje	RP Mostar	2,64	2,38	2,38	2,64	2,38	2,38	1,45	1,41	1,24	1,45	1,41	1,24
	HE Dubrovnik	1,96	1,96	0,97	1,96	1,96	0,97	3,20	3,11	2,73	3,20	3,11	2,74
	HE Grančarevo	1,08	1,08	0,66	1,08	1,08	0,66	—	—	—	—	—	—
	TS Titograd	1,71	1,54	1,52	1,71	1,54	1,52	0,95	0,93	0,82	0,95	0,93	0,81
	Ukupno	*7,39*	*6,96*	*5,53*	*7,39*	*6,96*	*5,53*	*5,60*	*5,45*	*4,79*	*5,60*	*5,45*	*4,79*
TS Titograd	RP Trebinje	2,02	1,90	1,71	2,02	1,90	1,71	1,27	1,22	1,16	1,26	1,20	1,13
	HE Bajina Bašta	1,01	0,93	0,93	1,01	0,93	0,93	0,62	0,59	0,56	0,61	0,58	0,55
	TE Kosovo	1,14	0,83	1,11	1,12	0,79	1,10	0,61	0,58	0,56	0,60	0,57	0,54
	Transf. 110/220 kV	1,75	1,72	1,16	1,60	1,52	0,84	1,62	1,55	1,48	1,53	1,44	1,36
	Ukupno	*5,92*	*5,38*	*4,91*	*5,75*	*5,14*	*4,58*	*4,12*	*3,94*	*3,76*	*4,00*	*3,79*	*3,58*
HE Bistrica	HE Bajina Bašta	3,24	3,00	2,93	3,24	2,92	2,87	1,75	1,68	1,57	1,72	1,64	1,52
	Transf. 17/220 kV	0,78	0,78	0,39	0,78	0,78	0,39	1,61	1,56	1,44	1,59	1,52	1,41
	Ukupno	*4,02*	*3,78*	*3,32*	*4,02*	*3,70*	*3,26*	*3,36*	*3,24*	*3,01*	*3,31*	*3,16*	*2,93*
HE Bajina Bašta	TS Srbobran	0,82	0,59	0,82	0,82	0,65	0,62	0,72	0,65	0,61	0,68	0,60	0,57
	TS Beograd	1,26	0,67	1,26	1,26	0,23	1,26	1,20	1,08	1,02	1,20	1,05	1,00
	TS Kruševac	1,11	0,84	1,11	1,11	0,85	1,08	0,54	0,49	0,46	0,53	0,47	0,45
	HE Bistrica	0,68	0,68	0,37	0,68	0,68	0,37	0,90	0,81	0,77	0,89	0,78	0,74
	TE Kakanj	1,63	1,46	1,56	1,63	1,46	1,56	0,72	0,65	0,61	0,70	0,62	0,59
	TS Titograd	0,90	0,81	0,81	0,90	0,81	0,81	0,42	0,38	0,36	0,42	0,37	0,35
	Transf. 17/220 kV	2,20	2,20	0,71	2,20	2,20	0,71	2,95	2,67	2,52	2,91	2,53	2,45
	Ukupno	8,60	7,25	6,64	8,60	*6,88*	*6,41*	*7,45*	*6,73*	*6,35*	*7,33*	*6,42*	*6,15*
TS Srbobran	HE Bajina Bašta	2,16	1,96	1,94	2,16	2,08	2,02	1,21	1,13	1,17	1,08	1,07	1,03
	Transf. 110/220 kV	1,53	1,30	1,50	0,83	0,83	0,75	1,75	1,63	1,68	1,39	1,37	1,33
	Ukupno	*3,69*	*3,26*	*3,44*	*2,99*	*2,91*	*2,77*	*2,96*	*2,76*	*2,85*	*2,47*	*2,44*	*2,36*
TS Beograd	HE Bajina Bašta	2,53	2,25	2,08	2,53	2,44	2,20	1,15	0,94	1,06	1,03	0,73	0,97
	Transf. 110/220 kV	2,53	1,49	2,42	1,84	0,25	1,80	3,63	2,98	3,37	3,31	2,35	3,12
	Ukupno	*5,06*	*3,74*	*4,50*	*4,37*	*2,69*	*4,00*	*4,78*	*3,92*	*4,43*	*4,34*	*3,08*	*4,09*
TS Kruševac	HE Bajina Bašta	1,48	1,45	1,35	1,48	1,45	1,35	0,97	0,89	0,95	0,90	0,79	0,87
	TE Kosovo	1,61	1,06	1,55	1,61	1,05	1,55	0,85	0,78	0,83	0,77	0,68	0,75
	Transf. 110/220 kV	1,88	1,58	1,78	1,28	0,82	1,20	1,46	1,34	1,42	1,28	1,11	1,24
	Ukupno	*4,97*	*4,09*	*4,68*	*4,37*	*3,32*	*4,10*	*3,28*	*3,01*	*3,20*	*2,95*	*2,58*	*2,86*
TE Kosovo	TS Titograd	1,20	1,16	1,10	1,20	1,16	1,10	0,81	0,65	0,80	0,79	0,62	0,78
	TS Skopje	0,71	0,46	0,63	0,71	0,59	0,63	0,61	0,49	0,60	0,71	0,55	0,70
	TS Kruševac	1,60	1,42	1,45	1,38	1,21	1,32	1,06	0,84	1,03	1,03	0,79	1,00
	Transf. 110/220 kV	0,18	0,18	0,18	—	—	—	0,64	0,51	0,63	0,46	0,36	0,45
	Transf. 17/220 kV	2,63	—	2,63	2,63	—	2,63	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*6,32*	*3,22*	*5,99*	*6,92*	*2,96*	*5,68*	*3,12*	*2,49*	*3,06*	*2,99*	*2,32*	*2,93*
TS Skopje	TE Kosovo	1,77	1,33	1,77	1,77	1,39	1,85	0,90	0,77	0,88	0,94	0,84	0,93
	Transf. 110/220 kV	1,33	0,92	1,17	0,94	0,72	0,78	1,19	1,02	1,16	0,95	0,84	0,93
	Ukupno	*3,10*	*2,25*	*2,94*	*2,71*	*2,12*	*2,63*	*2,09*	*1,79*	*2,04*	*1,89*	*1,68*	*1,86*

Mreža 110 kV spojena odn. odvojena. Uvrštenje strojeva: 1. Svi hidrogeneratori i svi turbogeneratori, 2. Svi hidrogeneratori, ali bez turbogeneratora, 3. 50 % hidrogen. i svi turbogeneratori

b. Za *jednopolni* kratki spoj

$$I_{I}^{kA} = 3\, I_{o}^{kA} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{n}^{kV}}{(X_1 + X_2 + X_0)}$$

uz oznake:

P^{MA} — snaga kratkog spoja u MVA

U_n^{kV} — nazivni napon mreže u kV

X_1 — direktna reaktancija mreže u omima (X''_d početna, te X_d sinhrona)

X_2 — inverzna reaktancija mreže u omima ($X_2 = X''_d$)

X_0 — nulta reaktancija mreže u omima

I_{ef}^{kA} — efektivna vrijednost struje u kA

I_{ud}^{kA} — udarna struja u kA

I_{I}^{kA} — struja jednopolnog kratkog spoja u kA

I_{o}^{kA} — nulta struja u kA

Tablica 5 *Raspodjela struja trajnog*

Miesto kratkog spoja	Udio	Tropolni kratki spoj						Jednopolni kratki spoj					
		Sve spojeno			Odvojeno			S e spojeno			Odvojeno		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TS Kidričevo	TS Mraclin	1,38	1,20	1,13	1,48	1,28	1,31	0,77	0,70	0,65	0,66	0,62	0,53
	Transf. 110/220 kV	1,20	1,01	0,85	0,60	0,59	0,25	2,70	2,43	2,26	2,31	2,15	1,87
	Ukupno	*2,58*	*2,21*	*1,95*	*2,08*	*1,87*	*1,56*	*3,47*	*3,13*	*2,91*	*2,97*	*2,77*	*2,40*
TS Divača	HE Senj	1,15	1,03	0,91	1,25	1,19	1,05	0,41	0,39	0,36	0,33	0,30	0,30
	Transf. 110/220 kV	0,96	0,85	0,76	0,48	0,31	0,36	2,39	2,25	2,06	2,09	1,89	1,84
	Ukupno	*2,11*	*1,88*	*1,67*	*1,73*	*1,50*	*1,41*	*2,80*	*2,64*	*2,42*	*2,42*	*2,19*	*2,14*
TS Mraclin	TS Kidričevo	0,59	0,48	0,39	0,51	0,51	0,24	0,77	0,68	0,64	0,70	0,61	0,58
	HE Senj	0,94	0,86	0,64	1,11	1,04	0,81	0,56	0,50	0,47	0,47	0,41	0,39
	TE Kakanj	0,90	0,82	0,74	0,95	0,88	0,83	0,37	0,33	0,31	0,33	0,29	0,27
	Transf. 110/220 kV	1,08	0,74	0,82	0,49	0,10	0,43	3,04	2,66	2,51	2,77	2,41	2,28
	Ukupno	*3,51*	*2,90*	*2,59*	*3,06*	*2,53*	*2,31*	*4,74*	*4,17*	*3,93*	*4,27*	*3,72*	*3,52*
HE Senj	TS Divača	0,42	0,35	0,30	0,40	0,28	0,31	0,89	0,83	0,74	0,90	0,85	0,75
	TS Mraclin	1,14	0,93	0,90	1,15	0,95	0,96	1,16	1,09	0,97	1,16	1,10	0,97
	HE Split	0,74	0,69	0,60	0,74	0,71	0,62	0,50	0,47	0,42	0,51	0,48	0,43
	Transf. 110/220 kV	0,78	0,68	0,52	0,53	0,52	0,27	0,82	0,77	0,69	0,42	0,39	0,35
	Transf. 17/220 kV	0,15	0,15	—	0,15	0,15	—	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*3,23*	*2,80*	*2,32*	*2,97*	*2,61*	*2,16*	*3,37*	*3,16*	*2,82*	*2,99*	*2,82*	*2,50*
HE Split	HE Senj	0,73	0,66	0,58	0,73	0,65	0,58	0,40	0,39	0,33	0,39	0,37	0,31
	RP Mostar	1,47	1,33	1,21	1,50	1,35	1,27	0,82	0,79	0,67	0,82	0,79	0,66
	Transf. 110/220 kV	0,70	0,66	0,57	0,53	0,52	0,42	2,49	2,39	2,02	2,44	2,35	1,97
	Transf. 17/220 kV	0,35	0,35	—	0,35	0,35	—	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*3,25*	*3,00*	*2,36*	*3,11*	*2,87*	*2,27*	*3,71*	*3,57*	*3,02*	*3,65*	*3,51*	*2,94*
HE Dubrovnik	RP Trebinje	3,11	2,75	2,41	3,02	2,66	2,34	1,71	1,63	1,40	1,68	1,59	1,37
	Transf. 17/220 kV	0,65	0,65	0,33	0,65	0,65	0,33	2,82	2,67	2,31	2,81	2,66	2,29
	Ukupno	*3,76*	*3,40*	*2,74*	*3,67*	*3,31*	*2,67*	*4,53*	*4,30*	*3,71*	*4,49*	*4,25*	*3,66*
TS Đakovo	TE Kakanj	1,22	1,12	1,06	1,35	1,26	1,22	0,81	0,73	0,73	0,70	0,68	0,67
	Transf. 110/220 kV	0,79	0,69	0,64	—	—	—	1,02	0,94	0,92	0,60	0,58	0,58
	Ukupno	*2,01*	*1,81*	*1,70*	*1,35*	*1,26*	*1,22*	*1,83*	*1,67*	*1,65*	*1,30*	*1,26*	*1,25*
TE Kakanj	TS Mraclin	0,72	0,60	0,53	0,76	0,66	0,58	0,65	0,53	0,57	0,64	0,57	0,56
	TS Đakovo	0,26	0,20	0,18	—	—	—	0,40	0,33	0,35	0,38	0,34	0,34
	HE Bajina Bašta	0,96	0,78	0,76	1,04	0,87	0,80	0,96	0,78	0,84	0,94	0,84	0,83
	RP Mostar	1,42	1,32	0,98	1,52	1,42	1,08	1,37	1,12	1,19	1,36	1,22	1,19
	Transf. 110/220 kV	1,25	0,92	0,92	0,90	0,53	0,71	1,17	0,96	1,03	0,98	0,87	0,86
	Ukupno	*4,61*	*3,82*	*3,37*	*4,22*	*3,48*	*3,17*	*4,55*	*3,72*	*3,98*	*4,30*	*3,84*	*3,78*
RP Mostar	HE Split	0,98	0,91	0,65	0,99	0,93	0,66	1,05	1,00	0,90	1,04	0,97	0,89
	TE Kakanj	1,76	1,44	1,39	1,63	1,30	1,31	1,37	1,29	1,17	1,33	1,24	1,13
	RP Trebinje	1,48	1,36	1,09	1,48	1,35	1,02	1,79	1,69	1,54	1,77	1,65	1,52
	Ukupno	*4,22*	*3,71*	*3,07*	*4,10*	*3,58*	*2,99*	*4,21*	*3,98*	*3,61*	*4,14*	*3,86*	*3,54*
HE Grančarevo	RP Trebinje	3,02	2,72	2,33	2,95	2,66	2,27	3,36	3,22	2,88	3,33	3,20	2,84
	Transf. 17/220 kV	0,35	0,35	0,18	0,35	0,35	0,18	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*3,37*	*3,07*	*2,51*	*3,30*	*3,01*	*2,45*	*3,36*	*3,22*	*2,88*	*3,33*	*3,20*	*2,84*

Rezultati

Rezultati ispitivanja kratkih spojeva u mreži 220 kV, dani su u priloženim tablicama i slikama. Analogni rezultati za mrežu 110 kV nisu ovdje priloženi, radi ograničenosti prostora, a mogu se naći detaljno u [1].

U tablici 2 dane su nadomjesne reaktancije za proračun kratkih spojeva na sabirnicama pojedinih postrojenja 220 kV, a prema navedenim formulama. Reaktancije su razvrstane u tri grupe prema vrstama kratkog spoja i to: za početni tropolni kratki spoj, za trajni tropolni kratki spoj, i za jednopolni kratki spoj. Svaka od ove tri osnovne grupe podijeljena je dalje u dvije podgrupe koje daju jedanput rezultate za nesekcionirani rad mreže 110 kV, a drugi put za sekcionirani rad iste mreže.

Kod početnih i trajnih reaktancija za proračun tropolnih kratkih spojeva, svaka od navedenih podgrupa sadrži tri kolone, koje daju rezultate u ovisnosti o uvrštenju generatora. Prve kolone daju rezultate za stanja kada su uvršteni svi hidrogeneratori i turbogeneratori, druga kolona kada su uvršteni svi hidrogeneratori, ali bez turbogeneratora, a treća kolona kada je uvršteno 50 % hidrogeneratora i svi turbogeneratori.

kratkog spoja u postrojenjima 220 kV **Tablica 5**

Mjesto kratkog spoja	Udio	Tropolni kratki spoj						Jednopolni kratki spoj					
		Sve spojeno			Odvojeno			Sve spojeno			Odvojeno		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
RP Trebinje	RP Mostar	1,86	1,62	1,45	1,83	1,59	1,45	1,18	1,12	0,97	1,03	1,11	0,96
	HE Dubrovnik	0,64	0,64	0,33	0,64	0,64	0,33	2,63	2,49	2,15	2,29	2,46	2,13
	HE Grančarevo	0,34	0,34	0,18	0,34	0,34	0,18	—	—	—	—	—	—
	TS Titograd	1,11	0,94	0,88	1,05	0,88	0,81	0,78	0,74	0,64	0,68	0,73	0,63
	Ukupno	*3,95*	*3,54*	*2,84*	*3,86*	*3,45*	*2,77*	*4,59*	*4,35*	*3,76*	*4,00*	*4,30*	*3,72*
TS Titograd	RP Trebinje	1,35	1,25	1,03	1,40	1,30	1,08	1,10	1,03	0,96	1,07	1,00	0,91
	HE Bajina Bašta	0,67	0,57	0,54	0,69	0,57	0,56	0,53	0,50	0,46	0,52	0,48	0,45
	TE Kosovo	0,69	0,50	0,60	0,67	0,46	0,59	0,52	0,49	0,46	0,51	0,47	0,44
	Transf. 110/220 kV	0,77	0,74	0,49	0,49	0,49	0,22	1,39	1,31	1,21	1,29	1,21	1,12
	Ukupno	*3,48*	*3,06*	*2,66*	*3,25*	*2,82*	*2,45*	*3,54*	*3,33*	*3,09*	*3,39*	*3,16*	*2,92*
HE Bistrica	HE Bajina Bašta	2,22	1,96	1,86	2,15	1,85	1,82	1,48	1,39	1,30	1,44	1,34	1,26
	Transf. 17/220 kV	0,21	0,21	0,11	0,21	0,21	0,10	1,36	1,29	1,19	1,33	1,24	1,16
	Ukupno	*2,43*	*2,17*	*1,97*	*2,36*	*2,06*	*1,92*	*2,84*	*2,68*	*2,49*	*2,77*	*2,58*	*2,42*
HE Bajina Bašta	TS Srbobran	0,27	0,17	0,21	0,21	0,19	0,14	0,53	0,47	0,43	0,50	0,43	0,40
	TS Beograd	0,52	0,29	0,43	0,36	—	0,36	0,89	0,79	0,72	0,88	0,75	0,71
	TS Kruševac	0,60	0,44	0,50	0,62	0,45	0,53	0,41	0,36	0,33	0,39	0,33	0,31
	HE Bistrica	0,21	0,21	0,10	0,21	0,21	0,10	0,67	0,59	0,54	0,65	0,56	0,53
	TE Kakanj	1,16	1,02	0,98	1,19	1,06	0,99	0,53	0,47	0,43	0,52	0,44	0,42
	TS Titograd	0,60	0,53	0,48	0,60	0,53	0,47	0,31	0,27	0,25	0,31	0,26	0,25
	Transf. 17/220 kV	0,57	0,57	0,19	0,57	0,57	0,19	2,21	1,92	1,80	2,12	1,82	1,72
	Ukupno	*3,93*	*3,23*	*2,89*	*3,76*	*3,01*	*2,78*	*5,55*	*4,87*	*4,50*	*5,37*	*4,59*	*4,34*
TS Srbobran	HE Bajina Bašta	1,52	1,35	1,26	1,66	1,48	1,43	1,04	0,95	0,94	0,93	0,88	0,85
	Transf. 110/220 kV	0,73	0,60	0,59	0,22	0,20	0,15	1,49	1,37	1,36	1,19	1,14	1,10
	Ukupno	*2,25*	*1,95*	*1,85*	*1,88*	*1,68*	*1,58*	*2,53*	*2,32*	*2,30*	*2,12*	*2,02*	*1,95*
TS Beograd	HE Bajina Bašta	1,55	1,41	1,25	1,82	1,70	1,51	0,90	0,76	0,79	0,78	0,60	0,71
	Transf. 110/220 kV	1,17	0,83	0,96	0,40	—	0,40	2,86	2,41	2,51	2,51	1,92	2,27
	Ukupno	*2,72*	*2,24*	*2,21*	*2,22*	*1,70*	*1,91*	*3,76*	*3,17*	*3,30*	*3,29*	*2,52*	*2,98*
TS Kruševac	HE Bajina Bašta	1,00	0,88	0,80	1,12	1,01	0,94	0,84	0,75	0,77	0,76	0,66	0,71
	TE Kosovo	0,95	0,70	0,82	0,96	0,72	0,84	0,73	0,66	0,68	0,65	0,57	0,61
	Transf. 110/220 kV	0,88	0,73	0,69	0,31	0,18	0,24	1,25	1,12	1,15	1,08	0,94	0,99
	Ukupno	*2,83*	*2,31*	*2,31*	*2,39*	*1,91*	*2,02*	*2,82*	*2,53*	*2,60*	*2,49*	*2,17*	*2,31*
TE Kosovo	TS Titograd	0,92	0,88	0,76	0,91	0,86	0,75	0,68	0,57	0,63	0,66	0,54	0,62
	TS Skopje	0,31	0,18	0,25	0,37	0,25	0,30	0,52	0,43	0,48	0,59	0,48	0,55
	TS Kruševac	1,04	0,94	0,86	0,88	0,77	0,74	0,88	0,73	0,83	0,85	0,69	0,79
	Transf. 110/220 kV	0,07	0,07	0,07	—	—	—	0,54	0,45	0,50	0,38	0,31	0,36
	Transf. 17/220 kV	0,35	—	0,35	0,35	—	0,35	—	—	—	—	—	—
	Ukupno	*2,69*	*2,07*	*2,29*	*2,51*	*1,88*	*2,14*	*2,62*	*2,18*	*2,44*	*2,48*	*2,02*	*2,32*
TS Skopje	TS Kosovo	1,22	1,04	1,09	1,28	1,09	1,18	0,78	0,68	0,74	0,83	0,73	0,79
	Transf. 110/220 kV	0,66	0,46	0,56	0,42	0,27	0,33	1,04	0,90	0,98	0,83	0,73	0,79
	Ukupno	*1,88*	*1,50*	*1,65*	*1,70*	*1,36*	*1,51*	*1,82*	*1,58*	*1,72*	*1,66*	*1,46*	*1,58*

Mreža 110 kV spojena odn. odvojena. Uvrštenje strojeva: 1. Svi hidrogen. i svi turbogeneratori, 2. Svi hidrogen. ali bez turbogeneratora, 3. 50 % hidrogen. i svi turbogeneratori

Nulte reaktancije nisu ovisne o uvrštenju generatora, pa su stoga i dane samo u ovisnosti o spoju vodova u mreži 110 kV.

U tablici 3 dane su udarne struje i početne snage tropolnog kratkog spoja na sabirnicama pojedinih postrojenja, a u ovisnosti o spoju mreže 110 kV i uvrštenju generatora. Ove su vrijednosti izračunane na osnovu prije navedenih formula iz podataka u tablici br. 2.

Kako bi se dobio uvid u raspodjelu struja kratkog spoja u mreži 220 kV priložene su i tablice 4 i 5 koje u stvari predstavljaju rezultate mjerenja provedenih na modelu mreže.

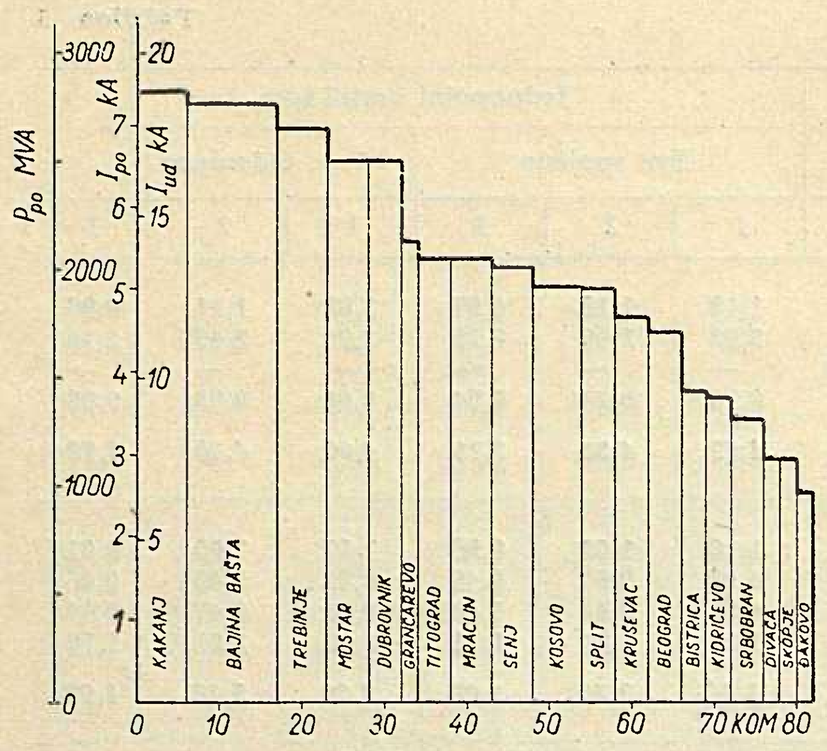
U tablici 4 dani su rezultati mjerenja raspodjele struja početnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja, u ovisnosti o spoju mreže 110 kV, kao i o uvrštenju generatora. Za svako postrojenje 220 kV navedene su uz ukupnu struju i udjeli po granama koje se stječu u promatranom postrojenju.

U tablici 5 dani su analogni rezultati, ali za struje trajnih kratkih spojeva.

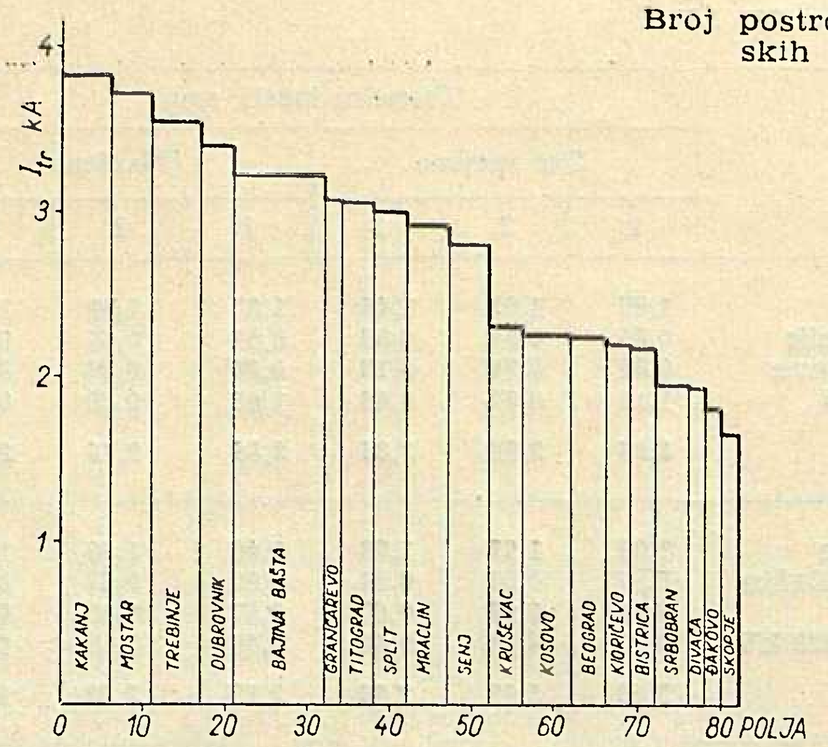
Da bi se stekao bolji vizuelni pregled dobivenih rezultata, podaci iz tablica 2 i 3 prikazani su grafički na slikama 2 i 3.

Na slici 2 svrstane su padajućim redom snage početnog tropolnog kratkog spoja u MVA, odnosno udar-

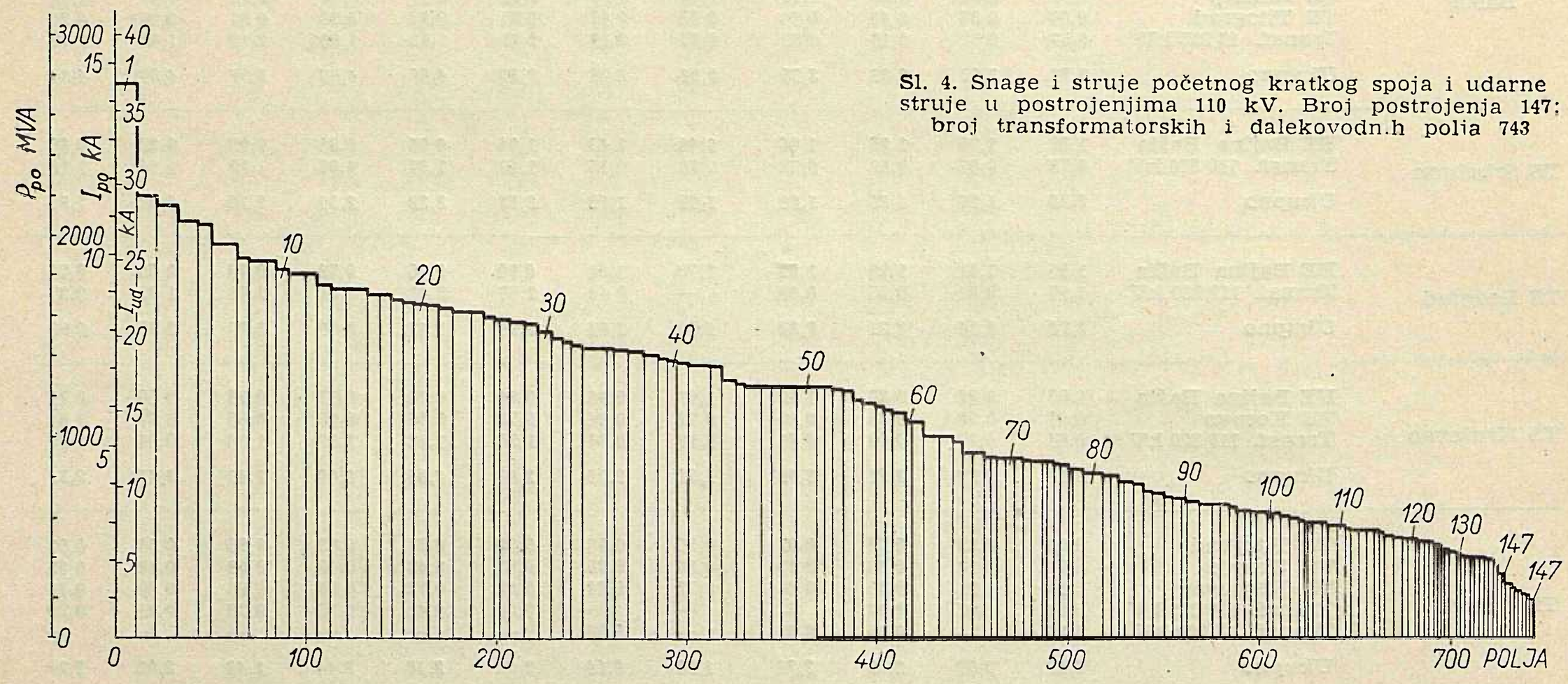
Broj postrojenja 19; broj transformatorskih i dalekovodnih polja 82



Sl. 2. Snage i struje početnog kratkog spoja i udarne struje u postrojenjima 220 kV



Sl. 3. Struje trajnog kratkog spoja u postrojenjima 220 kV



Sl. 4. Snage i struje početnog kratkog spoja i udarne struje u postrojenjima 110 kV. Broj postrojenja 147; broj transformatorskih i dalekovodnih polja 743

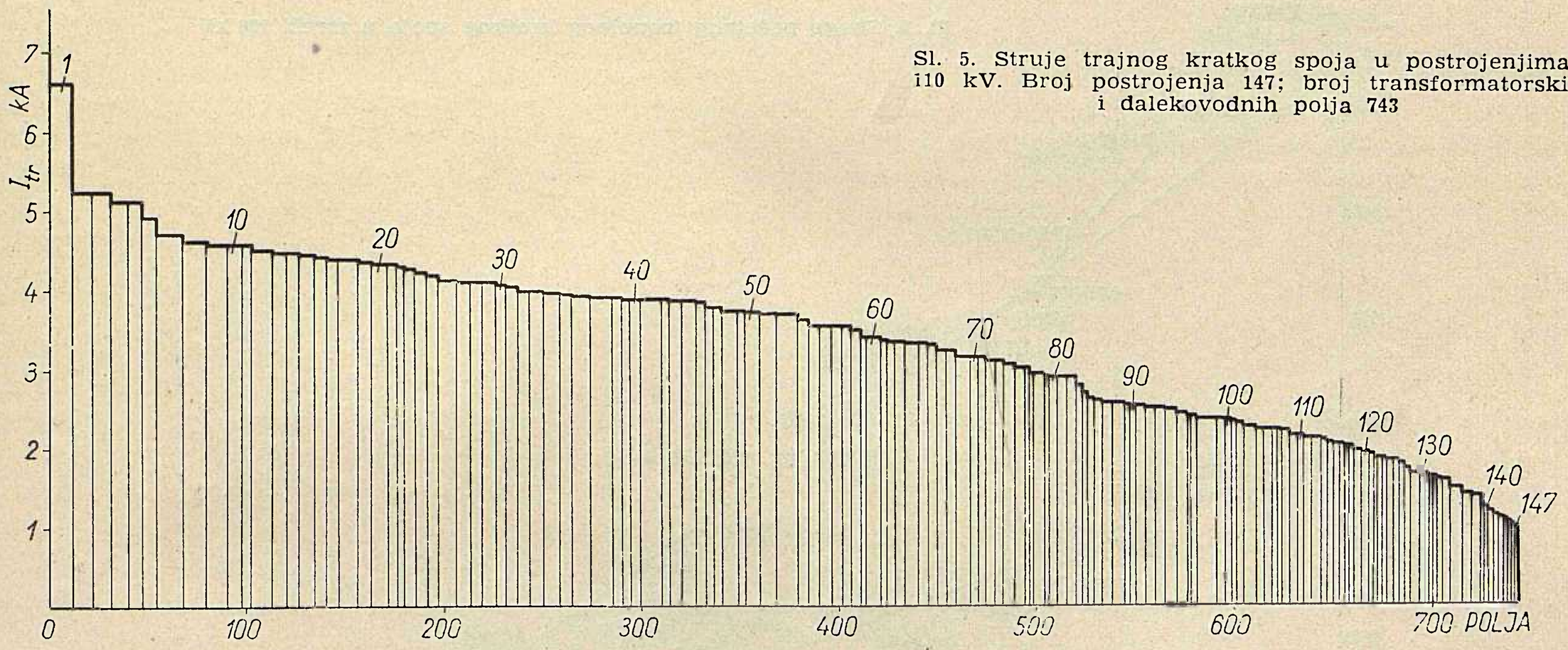
1. Kakanj
2. Beograd III
3. Kolubara
4. Mraclin
5. Beograd II
6. Pekre
7. Kosovo
8. Šoštanj
9. Maribor Otok
10. Senj
11. Titograd
12. Beograd V
13. Zenica
14. Vuhred
15. Vinodol
16. Resnik
17. Kruševac
18. Ožbalt
19 Ruše
20. Kidričevo
21. TO Zagreb
22. Rakitje
23. Peruća
24. Laško
25. Fala
26. Jarun
27. Beograd I
28. HE Split
29. Vuzenica
30. Sarajevo
31. Selce
32. Beograd IV
33. Ilijaš
34. Jablanica
35. Beograd VI
36. Dravograd
37. Divača
38. Valjevo
39. Lukavac TE
40. Kraljevac
41. Rječina
42. Kleče
43. Smederevo
44. Srbobran
45. Trbovlje
46. TS Split
47. Kosijolac
48. Pančevo
49. Matulji
50. Zvornik
51. Dugi Rat
52. Hajdoše
53. Jertovec
54. Nikšić
55. Medvode
56. Karlovac
57. Brestanica
58. Doboj
59. Mostar
60. Ravne
61. Skopje
62. Jajce
63. Gojak
64. Novi Sad
65. Svetozarevo
66. Petrovac
67. Andrijevo
68. Aranđelovac
69. Lukavac
70. Vrbovsko
71. Đakovo
72. Slav. Brod
73. Bočac
74. Domžale
75. Međurić
76. Zabok
77. Nedeljanec
78. Kranj
79. Doblar
80. Vrutok
81. Kutina
82. Sisak
83. Nova Gorica
84. Sevojno
85. Banja Luka
86. Vinkovci
87. Potpeć
88. Peruća
89. Raša
90. Kragujevac
91. Šibenik
92. Bor
93. Jogunovci
94. Šabac
95. Kokin Brod
96. Osijek
97. Nova Gradiška
98. Zrenjanin
99. Vrla III
100. Brčko
101. Vrla II
102. Vrla I
103. Bitola
104. Ljutomer
105. Koper
106. Kraljevo
107. Niš
108. Zvezdan
109. Bileća
110. Subotica
111. Majdanpek
112. Trepča
113. Plevlja
114. Lički Osik
115. Knin
116. Bjelovar
117. Pula
118. Goražde
119. TO Prijedor
120. Globočica
121. Tivat
122. Virovitica
123. Novo Mesto
124. Ston
125. Moste
126. Sklope
127. Buje
128. Našice
129. Bihać
130. Srem. Mitrovica
131. Bar
132. Dubrovnik
133. Sombor
134. Titov Veles
135. Prokuplje
136. Bač
137. Ivangrad
138. Kikinda
139. Stracin
140. Zadar
141. Štip
142. Peć
143. Mojkovac
144. Pirot
145. Novi Pazar
146. Kavadarci
147. Kalimanci

ne i početne (simetrične inicijalne ili izmjenične komponente udarne) struje kratkog spoja, a u ovisnosti o broju vodnih i transformatorskih polja u pojedinim postrojenjima. Pri tom za pojedina postrojenja nisu nanašane maksimalne vrijednosti kod uvrštenja svih generatora, nego veća od vrijednosti dobivenih ispitivanjem stanja kada su uvršteni svi hidrogeneratori bez turbogeneratora, i stanja kada je uvršteno 50 % hidrogeneratora i svi turbogeneratori, uz nesekcionirani rad mreže 110 kV.

Na slici 3 dan je analogan prikaz struja trajnog tropolnog kratkog spoja na sabirnicama postrojenja 220 kV.

Budući da s obzirom na ograničenje prostora, ovdje nije moguće detaljno prezentirati rezultate ispitivanja kratkih spojeva u mreži 110 kV, dan je na slikama 4 i 5 samo grafički prikaz dobivenih vrijednosti Ove slike građene su analogno kao i slike 2 i 3 pa posebni opis nije potreban.

U slici 4 upada u oči da snaga početnog tropolnog kratkog spoja u TE Kakanj prelazi snagu od 2.500 MVA. U [1] pokazano je međutim da sklopka rasklopne snage 2500 MVA može ipak zadovoljiti i u ovom postrojenju, kad uzmemo u obzir utjecaj vremenskog zatezanja, ili ako upotrebimo transformator s većim naponom kratkog spoja. U elaboratu je također pokazano na koji način se mogu koristiti dobiveni rezultati, i u uslovima koji su za pojedina postrojenja drugačiji od pretpostavljenih. Ovo može postati od osobitog interesa ako se kod projektiranja postrojenja bude zahtijevala promjena pojedinih parametara. U koliko se u pojedinim postrojenjima budu mijenjali broj, veličina ili reaktancije jedinica, odn. način priključka, tada neće biti potrebno ponavljati proračun, već ga samo za dotično i za neposredno bliza postrojenja korigirati na način koji je objašnjen u [1].



Sl. 5. Struje trajnog kratkog spoja u postrojenjima i10 kV. Broj postrojenja 147; broj transformatorskih i dalekovodnih polja 743

1. Kakanj
2. Mraclin
3. Titograd
4. Sarajevo
5. Zenica
6. Senj
7. Pekre
8. Jab anica
9. V nodol
10. K.dričevo
11. Maribor. Otok
12. Beograd III
13. Resnik
14. Il jaš
15. HE Split
16. Kruševac
17. TO Zagreb
18. Perućica
19. Rak tje
20. Vuhred
21. Ruše
22. Jarun
23. Beograd II
24. Ožbalt
25. Fala
26. Divača
27. Vuzenica
28. Rječina
29. Mostar
30. Kraljevac
31. Laško
32. Beograd V
33. Dravograd
34. Matulji
35. Selce
36. Šoštanj
37. Kolubara
38. Dugi Rat
39. Medvode
40. Beograd I
41. Kleče
42. Doboj
43. Kosovo
44. Karlovac
45. TE Lukavac
46. Beograd IV
47. Hajdoše
48. Srbobrad
49. Beograd VI
50. Valjevo
51. TS Split
52 Zvornik
53. Nikšić
54. Smederevo
55. Jertovec
56. TS Lukavac
57. Đakovo
58. Pančevo
59. Ravne
60. Jajce
61. Kraljevo
62. Trbovlje
63. Bres'an ca
64. Trbovlje
65. Slav. Brod
66. Međur'ć
67. Kostolac
68. Novi Sad
69. Skopje
70. Kutina
71. Vrbovsko
72. Svetozarevo
73. Sisak
74. Bočac
75. Nedeljanec
76. Domžale
77. Zabok
78. Petrovac
79. Kranj
80. Andrijevo
81. Sevojno
82. V nkovci
83. Aranđelovac
84. Nova Grad ška
85. Nova Gorica
86. Osijek
87. Raša
88. Doblar
89. Brčko
90. Kragujevac
91. Šabac
92. Banja Luka
93. Š benik
94. Potpeć
95. Bileća
96. Ljutomer
97. Zrenjanin
98. Vrutok
99. Peruća
100. Kokin Brod
101. Koper
102. Jogunovci
103. Bor
104. Lički Osik
105. Goražde
106. Bjelovar
107. T vat
108. Subot'ca
109. Plevlja
110. Zvezdan
111. Pula
112. Niš
113. Virovitica
114. Ston
115. Majdanpek
116. Knin
117. Naš'ce
118. Novo Mesto
119. Trepča
120. TO Prijedor
121. Dubrovnik
122. Buje
123. Bar
124. B hać
125. Sklope
126. Srem. Mitrovica
127. Moste
128. Sombor
129. B tola
130. Titov Veles
131. Bač
132. Prokuplje
133. Kik nda
134. Ivangrad
135. Globočica
136. Vrla III
137. Vrla II
138. Vrla I
139. Stracin
140. Zadar
141. Štip
142. Peć
143. Majkovac
144. P rot
145. Kavadarci
146. Novi Pazar
147. Kalimanci

Zaključak

Na kraju je još zgodno učiniti letimičnu usporedbu rezultata s onima dobivenim u elaboratu [2]. Općenito se može reći da su razlike znatne samo u tačkama gdje su uvjeti bitno različiti, bilo da je rađeno s manje agregata (HE Split), bilo da je tačka vezana sa mnogo više vodova (TS Beograd), ili bilo da se prešlo na transformatore bitno različitih U_k (TS Kakanj). Dok su zbog prva dva razloga snage kratkog spoja u [2] veće, zbog trećeg razloga u TS Kakanj snaga kratkog spoja ispala je u ovom elaboratu veća nego u [2], jer tada nisu uopće autotransformatori uzeti u račun. Ovaj primjer ujedno pokazuje vrlo veliki značaj napona kratkog spoja spojnih (interkonektivnih) transformatora u jakim tačkama mreže. U perifernim tačkama (TS Skopje) razlika pojačane mreže u [2] gotovo se ni ne osjeća.

Na sl 6 prikazana je usporedba rezultata dobivenih ispitivanjem maksimalnih snaga početnog tropolnog kratkog spoja u [1] i u [2]. Podaci iz slike 2 nanešeni su oko donjeg aproksimirajućeg pravca, tako da je razmak između pojedinih tačaka na apscisnoj osi stalan. Podaci iz [2] nanešeni su analogno, samo oko gornje krivulje na slici 6.

Rezultati iz [1] daju uvid u veličinu i razvoj struja i snaga kratkog spoja u neposrednoj budućnosti, ali se prilikom projektiranja novih postrojenja može i na dalje služiti rezultatima iz [2].

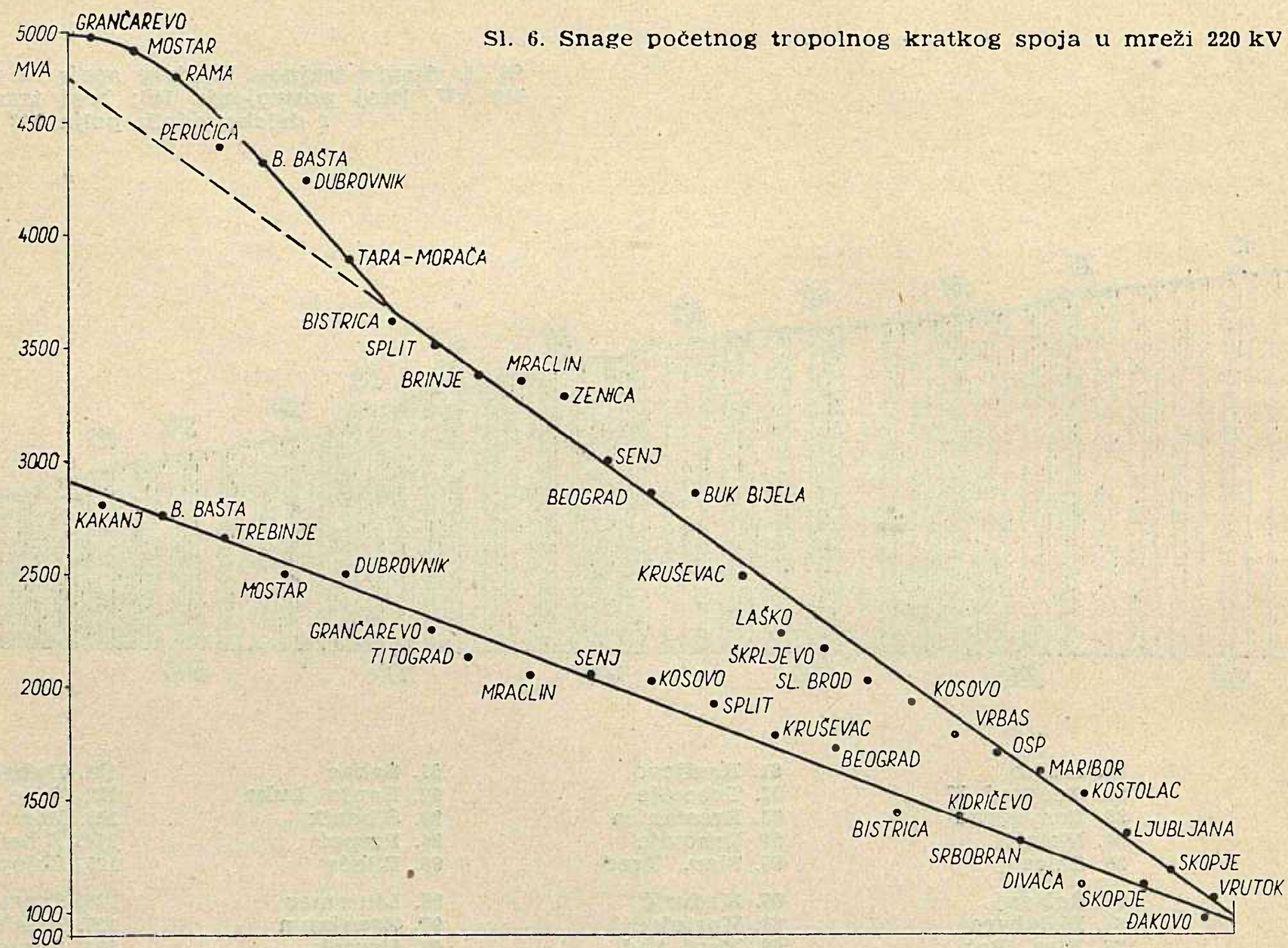
Literatura

[1] J u n g, *Proračun kratkog spoja u 110 i 220 kV mreži Jugoslavije (Instalirana snaga elektrana 4.870 MVA)*, Institut za elektropr vredu, Zagreb, 1960.

[2] J u n g, *Proračun kratkog spoja u 110 i 220 kV mreži Jugoslavije (Instalirana snaga elektrana 6.600 MVA)*, Institut *za elektroprivredu, Zagreb, 1958.*

[3] J u n g, *Proračun kratkog spoja u superponiranoj mreži Jugoslavije*, IV. Stručno savjetovanje JUNAKO CIGRE, Opatija, 1958, referat br. 401.

[4] P o ž a r — M a r k o v č i ć, *Superponirana mreža FNRJ*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1959.



Sl. 6. Snage početnog tropolnog kratkog spoja u mreži 220 kV

ZUSAMMENFASSUNG

Ergebnisse der Kurzschlussberechnung im jugoslawischen 220 kV — Netz für den Zeitraum 1965—1967. Im Rahmen des Studiums der jugoslawischen 110 kV- und 220 kV-Netze im Institut für Elektrizitätwirtschaft in Zagreb wurde auch die Kurzschlussabwicklung in diesen Netzen untersucht. Die Aufstellung des grossen Gleichstrom-Netzmodells beim Stromverteilungsunternehmen »Elektra« in Zagreb durch die Fachkräfte des Instituts im Frühjahr 1957 hat eine erfolgreiche Lösung der gestellten Aufgabe ermöglicht.

Dabei wurde hauptsächlich die Ermittlung folgender Daten gesucht: die Abwicklung und die Verteilung der Kurzschlussströme und -leistungen in bestehenden Anlagen für eine unmittelbar bevorstehende Zukunft; Höchstkurzschluss-

SUMMARY

The results of short circuit calculation in the 220 kV grid of Yugoslavia in 1965—1967. Within the scope of studies on prospective 110 and 220 kV grids in Yugoslavia, made by the Institute for Electro-Energetical Research in Zagreb, also the question of the short circuit development in these grids is examined. Efficient solution of this problem is enabled by installing the large direct current analyser of the »Elektra« (Electricity Board Zagreb). The erection of the analyser was carried out by the personnel of this Institute, in spring 1957.

The problems being there examined are generally the following ones: determination of development and distribution of short circuit currents and capacities in planned switchgears for near future: determination of basic data for

ströme und -leistungen in geplanten Anlagen für eine absehbare weitere Zukunft; die Grundangaben für die Projektierung und Einstellung des Überstrom- und Überspannungsnetzschutzes; die Stromverteilung des einpoligen Kurzschlusses in Hochspannungsnetzen zwecks Störungsberechnung in Fernmeldeleitungen usw.

Alle diese Probleme sind vom direkten Interesse sowohl für die jugoslawische Elektrizitätswirtschaft, die ihre Forderungen bezüglich Ausführung, Ausrüstung und Schutz ihrer Anlagen festlegen muss, wie auch für die jugoslawische Elektroindustrie, die ihre Vorbereitungen rechtzeitig treffen muss um den Marktforderungen gerecht zu werden.

Im diesem Artikel sind die Ergebnisse der Kurzschlussberechnung im jugoslawischen 220 kV-Netz, welches voraussichtlich in den Jahren 1965 und 1967 im Betrieb sein wird, dargestellt. Die Konfiguration des geprüften Netzes entspricht den – auf Grund der im Jahre 1959 auf breiter Grundlage geführten Untersuchung der Entwicklung des jugoslawischen Höchstspannungsnetzes – vom Institut für Elektrizitätswirtschaft gemachten Vorschlägen, die vom Fachausschuss des Verbandes der jugoslawischen Elektrizitätswirtschaft in Beograd im Jahre 1960 grundsätzlich genehmigt wurden.

Die Untersuchung umfasste alle sich im Betrieb befindlichen grossen Kraftwerke sowie alle diejenigen, die nach festgesetztem Programm bis Ende 1965 in Betrieb gesetzt werden. Da für die 220 kV-Leitungen noch keine Inbetriebsetzungsvorschriften festgesetzt sind, haben die Netzabbildungsprüfungen alle Leitungen nach dem Vorschlag für das Jahr 1967 umfasst. Die auf diese Weise für 1965 gewonnenen Ergebnisse sind sicherlich etwas überwertet; das ist aber doch besser als durch eine willkürliche Auslassung einzelner Leitungen eine eventuelle Unterschreitung der gesuchten Werte zu erreichen. Daher sind auch die dargestellten Ergebnisse als massgebende Werte für den Zeitraum zwischen 1965 und 1967 aufzufassen wie es auch im Titel des Aufsatzes hervorgehoben wurde.

In den Tabellen und Kurvenbildern sind die Ergebnisse des Anfangs- und Dauerkurzschlusses, sowie des drei- und einpoligen Kurzschlusses auf den Sammelschienen der 220 kV-Anlage, für verschiedene Netzbetriebszustände, dargestellt. Die Ergebnisse für das 110 kV-Netz mussten wegen des Platzmangels ausbleiben.

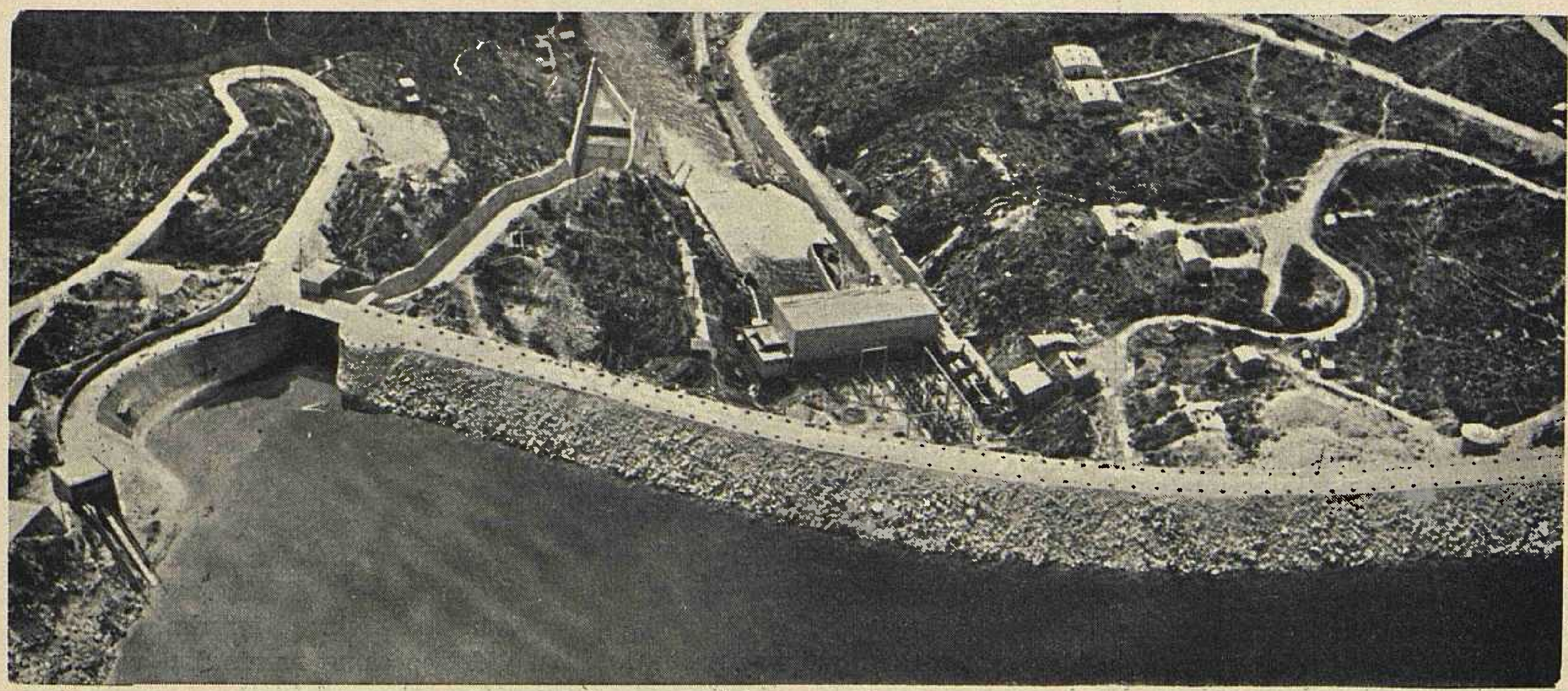
designing and setting the protection of the systems from excessive current and voltages; determination of distribution of single pole short circuit currents in high voltage supply systems, for calculation requirements of disturbances in telecommunication lines, etc. All the problems mentioned are of direct interest for Yugoslav electricity supply branch, which, from its side has to define the requirements for performance, equipment and protection of its plants, as well as for Yugoslav electro-industry, which has to be prepared in time to meet the market requirements.

This article represents the results of short circuit calculation in the 220 kV grid of Yugoslavia, to be in operation somewhere between 1965 and 1967. Configuration of the grid examined is in accordance with the proposals, which based on exhaustive development studies of the superimposed grid in FPRY, were elaborated in the Institute for Electro-Energetical Research in Zagreb, and principally accepted by the expert council of the Union of Yugoslav electricity boards in Belgrade, 1960.

Actually, by the examined configuration are comprised all the large power plants already in operation, as well as the future ones which, according to the program settled, are to be put into operation till the end of 1965. Since for the 220 kV power lines the dates of putting into operation are not yet definitely determined, the examination of the configuration is based on all the lines according to the proposal for 1967. The results obtained in this way for the year 1965 are however somewhat over-estimated but it is considered as more convenient, than to underestimate the required values by an arbitrary elimination of individual power lines. Therefore, the results represented are to be taken as informative quantities for the period between 1965 and 1967, as underlined in the title.

In the tables enclosed as well as in figures, the calculation results for initial and continuous, three pole and single pole short circuit at the 220 kV busbars are represented for various operational conditions of the grid. Because of the space limited, the survey of the results for the 110 kV grid is omitted.

Naslov pisca: Ing. Miroslav Jung, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37



Hidroelektrana Peruća, pogled na branu i strojarnicu, nizvodno

CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE U USLOVIMA PROSTE REPRODUKCIJE

Referat za III savjetovanje ekonomista Jugoslavije, održano juna 1961.

Milan Đurić, Beograd

Autor definira pojam proste reprodukcije i raspravlja o raskoraku između vrijednosti električne energije i administrativno joj određene cijene. Zaključuje da na današnjem stupnju razvoja proizvodnih snaga nema mjesta administriranju cijena. Zatim daje analizu vrijednosti bruto-produkta električne energije u svrhu razgraničenja troškova i dohotka na one, koji služe prostoj reprodukciji elektroprivrede i na one koji kao elementi opće društvene akumulacije mogu poslužiti za financiranje njene proširene reprodukcije. Nakon utvrđenih principa za razgraničenje autor daje i kvantitativne odnose u apsolutnim i relativnim veličinama za razdoblje od 1955. do 1960. i konstatira da je elektroprivreda slabo akumulativna.

DK 658.8.03 : 621.3

1. *Pojam proste reprodukcije*

Radi boljeg sagledavanja pitanja cijene električne energije treba se prije svega zadržati na definiciji pojma proste reprodukcije.

Da bi društvena zajednica mogla opstojati, mora kontinuirano proizvoditi određeni obim materijalnih dobara i usluga koji će služiti društvu za zadovoljenje njegovih osobnih životnih potreba i obnavljanje proizvodnog procesa, odnosno održavanje kontinuiteta proizvodnje. Kada je riječ o društvenoj zajednici treba primijetiti da ona, bez obzira da li se promatra ograničena u okviru bilo kojih teritorijalnih granica, ne predstavlja neku statičku masu koja se uvijek održava u okviru istih fiksnih proporcija u strukturi ili ukupnom nivou, već naprotiv takvu dinamičku masu koja ima svoja prirodna i mehanička kretanja. Kao što je slučaj s društvenom zajednicom tako je isto slučaj i sa svim ostalim pojavama koje okružuju čovjeka i na koje on direktno ili indirektno utječe. Prema tome, prostu reprodukciju možemo smatrati više kao apstraktan teoretski model privrede, nego kao odraz stvarnog stanja razvoja. Pri ovome treba imati u vidu da prosta reprodukcija ne može predstavljati jedinu materijalnu osnovu razvitka društva, već samo dio ukupnog obima društvene aktivnosti, jer se cjelokupni društveni razvitak zasniva na rastućoj progresiji proizvodnje materijalnih dobara i usluga, odnosno na stalnom progresivnom razvoju proizvodnih snaga društva. U tome razvoju prosta reprodukcija imala je i ima određenu ulogu Prosta reprodukcija znači jednostavno obnavljanje ili kontinuirano održavanje društvenih djelatnosti u istom stanju, to znači, da je za svaki društveni i privredni razvoj bila potrebna određena osnovica — startna baza. Međutim, treba istaći da se održavanje pojava ne može postići nekim proizvoljnim preparatorskim mjerama, već se ona postiže kroz kontinuirani tok životnih funkcija promatranih pojava. Budući da se kroz kontinuirani tok životnih funkcija pojava vrši ne samo prosto obnavljanje njihove materijalne baze, to se istovremeno postiže i prošireno obnavljanje materijalne baze. Iz tih razloga veoma često se ne može napraviti tačna granica između prostog i proširenog obnavljanja privrednih pojava. No i pored te na prvi pogled teško vidljive granice, ona se može utvrditi, ako ne veoma precizno, ono bar u grubim konturama. Međutim, iako se može formalno izvršiti razgraničenje između prostog kontinuiranog i proširenog kontinuiranog obnavljanja pojava, to se danas praktično i ne vrši, iz razloga što se društveni i privredni rast zasniva na osnovama proširene reprodukcije. Iz tih razloga u ekonomskoj literaturi prosta reprodukcija se spominje više kao apstraktna ekonomska kategorija nego kao konkretan model privrede. U tom duhu i Karl Marks u svome djelu *Kapital* objašnjava prostu reprodukciju kao teoretski model privrede i koristi je u daljem razmatranju radi objašnjenja šeme proširene reprodukcije, odnosno u ovom slučaju radi lakšeg shvatanja ekonomske osnove svakog društvenog sistema.

Vraćajući se sada na ono što je cilj ove teme, potrebno je u svjetlu osnovnih teza definicije proste reprodukcije upoznati osnovne karakteristike cijene električne energije kao novčanog izraza vrijednosti osnovnog proizvoda elektroprivrede. U razmatranju cijena nužno se susrećemo s pojmom troškova kao ekonomskim činiocem, iz kojeg rezultira cijena kao njegov sintetički izraz sveden na jedinicu proizvoda. Prije samog razmatranja cijene električne energije u uslovima prostog reproduciranja djelatnosti elektroprivrednih organizacija treba prethodno razmotriti pitanja odnosa postojećeg nivoa cijene električne energije i njene vrijednosti, te upoznati strukturu cijene i realnost obima troškova pojedinih činilaca.

2. *Cijena i vrijednost električne energije*

Elektroprivreda kao i svaka druga privredna djelatnost ima određenu društvenu svrsishodnost i funkciju u privrednom životu. Po svojoj funkciji ona obavlja veoma delikatnu i odgovornu dužnost u privrednom životu Njena funkcija u privrednom životu je veoma slična funkciji krvotoka u ljudskom organizmu, te stoga elektroprivredu često nazivaju krvotokom privrednog života. Iz tih razloga društveni značaj elektroprivredne djelatnosti ne ogleda se u tolikoj mjeri kroz njen udio u bruto-produktu industrije ili društvenom proizvodu, koliko kroz njenu ulogu u formiranju društvenog proizvoda. Prilikom ocjene značaja vrijednosti proizvoda elektroprivrednih djelatnosti treba imati u vidu ne samo nominalnu vrijednost izloženu kroz zvanične cijene električne energije propisane od državnih organa, već njenu realnu vrijednost, tj. pravu ekonomsku vrijednost. Analogno tome cijene električne energije ne moraju uvijek biti adekvatni novčani izraz stvarne vrijednosti električne energije.

Već je više puta istaknuto da elektroprivreda posluje na administrativno deformiranom nivou cijena proizvodnje i prodaje električne energije, tako da se u znatnoj mjeri zamagljuje društvena rentabilnost djelatnosti elektroprivrede. Ovakva situacija veoma oštro govori o postojanju ekonomskog apsurda, jer je teško opravdati činjenicu da elektroprivredna poduzeća, u čijem sastavu se danas nalaze i najmodernije hidro i termoelektrane, s visokim organskim sastavom sredstava i s visokom produktivnošću radne snage, budu manje rentabilna od poduzeća suprotnog karaktera. Očigledan ekonomski paradoks postoji dakle još uvijek u načinu formiranja cijena. Poznata je činjenica da se najveći broj proizvoda i usluga danas formira uz puno učestvovanje ekonomskih zakona i društvena zajednica, poznavajući snagu tih zakona, regulira kroz privredni plan odnose obima ponude i potrošnje ovih proizvoda na tržištu. Nasuprot tome postoji još uvijek izvjestan dio proizvoda i usluga čije se cijene formiraju administrativnim putem i služe kao instrument za postizavanje ekonomske ravnoteže u unutarnjim odnosima razvoja pojedinih privrednih grana. Politika administrativnog reguliranja cijena, iako ima svoje društveno opravdanje, jer se radi o reguliranju nivoa cijena proizvoda i usluga djelatnosti javnih službi ili deficitarnih proizvoda, veoma često dovodi do obezvređivanja tih proizvoda i stavlja ove djelatnosti u neravnopravan položaj u odnosu na ostale koje posluju na bazi ekonomskih cijena. Pored toga, neekonomska razmjena dobara implicira osnove za neekonomično poslovanje i neracionalno trošenje sredstava. Elektroprivreda je jedna od privrednih djelatnosti koja posluje danas pod uslovima neekvivalentne razmjene u robno novčanim odnosima pa se putem postojećih administrativnih mjera reguliraju interni odnosi u ravnoteži ukupnih rashoda i ukupnih prihoda. Današnja praksa pokazala je, da je dosadašnji nizak nivo cijena električne energije i sistem neekonomske razmjene u energetskom tržištu destimulativno djelovao ne samo na slabljenje interesa elektroprivrednih organizacija da poboljšaju ekonomiku poslovanja, već je utjecao i na izvjestan krug potrošača da neracionalno troše električnu energiju U kojoj mjeri su ovi disparitetni odnosi doveli do obezvređivanja cijene električne energije može se u izvjesnoj mjeri sagledati kroz analizu slijedećih podataka:

1. Prosječni troškovi realiziranog kWh u 1960. za FNRJ

	Din/kWh bez fondova i troškova ZEP-a	Din/kWh sa fondovima i troškovima ZEP-a
a) u proizvodnji kod TE	12,20	14,46
b) u proizvodnji kod HE	2,46	4,72
c) u proizvodnji TE + HE	4,73	6 99
d) na mreži prijenosa	5,53	7,79
e) na mreži distribucije	9,31	11,57

2. Prosječne cijene realiziranog kWh u 1960. za FNRJ

	Din/kWh
a) ukupna prodaja	10,22
b) specijalna potrošnja na veliko	3,69
c) opća potrošnja na veliko	14,16
d) komunalna potrošnja na veliko	8,76
e) maloprotrošnja bez domaćinstava	21 69
f) domaćinstva	6,61

Iz upoređenja gornjih podataka očigledno proizlazi zaključak da između nivoa troškova realiziranog kWh u prodaji na distributivnoj mreži i prosječne cijene koja se postiže za isti realizirani kWh postoji raskorak i neusklađenost. Prikazani odnosi prosječnih prodajnih cijena ukazuju da elektroprivreda ne postiže realizacijom svoje proizvodnje ni onaj dio novčane vrijednosti, koliko pri postojećim instrumentima njen proizvod stvarno košta. Elektroprivreda je danas oslobođena od nekih društvenih obaveza, i posluje pod znatno blažim privrednim režimom, a kroz troškove poslovanja i dohodak, ne osigurava ni deseti dio svojih reprodukcionih potreba za proširenje kapaciteta.

Analiza odnosa cijena pojedinih kategorija potrošača i troškova proizvodnje realiziranog kWh na mreži prijenosa i distribucije pokazuje također veliki nesklad. Teško je shvatiti činjenicu da će potrošači koji kupuju električnu energiju po simboličnim cijenama biti materijalno stimulirani da vode politiku racionalne potrošnje električne eenergije u cilju nekih ušteda, jer su one bezvrijedne. S druge strane vidimo da se ista energija realizira kod nekih potrošača po dvostruko većoj cijeni od troškova realiziranog kWh na mreži distribucije. Ni unutarnji odnosi cijena po kategorijama potrošača nisu ekonomski opravdani. Postojeći disparitetni odnosi u tarifama električne energije očigledno su preživjeli i postoje kao tragovi ere administrativnog miješanja u formiranje nivoa cijena i težnje da se na račun jedne grupe ekonomski jačih potrošača stvaraju ekonomski uslovi za jačanje konkurentne sposobnosti onih privrednih organizacija koje bilo uslijed svoje nesavremene organizacije rada, ili zastarjele opreme sa zastarjelim tehnološkim procesom, nisu sposobne da osiguraju normalni prosperitet i svoj opstanak. Realni dohodak stvoren kod elektroprivrednih organizacija, administrativnim putem je preliven u druge privredne djelatnosti, tako da izgleda kao da je elektroprivreda i pored visokog organskog sastava kapitala i visokog stepena moderniziranja opreme i tehnološkog procesa (jer učešće sadašnje vrijednosti prema nabavnoj vrijednosti opreme u proizvodnji i prijenosu iznosi 85 %) društveno nerentabilna privredna djelatnost.

Stepen razvoja proizvodnih snaga u našoj zemlji i struktura nacionalnog dohotka i društvenog proizvoda već danas daju našoj zemlji sve kvalitete jedne industrijski razvijene zemlje, pa nema potrebe da se administrativno reguliraju cijene u jednoj od osnovnih industrijskih grana, tj. grani koja čini kičmu cjelokupne energetike.

3. Faktori koji utječu na formiranje cijene električne energije i karakteristike troškova elektroprivrede

Cijene električne energije u elektroprivredi formiraju se u duhu općih privrednih propisa i jedinstvenih normativa. Najveći broj elemenata u strukturi cijene ima proporcionalan karakter prema visini nabavne vrijednosti osnovnih sredstava (investiciono održavanje, ostali materijalni troškovi, osiguranje kod DOZ-a, kamate na fond i kredite za osnovna sredstva). Iz tih razloga spomenuta masa troškova ne

stoji u nekoj funkcionalnoj zavisnosti prema obimu proizvodnog zadatka. Pored toga postoji niz troškova koji također imaju u najvećoj mjeri fiksni karakter (kamate na fond i kredite za obrtna sredstva, zemljarina, razni doprinosi i dohodak). Ova grupa troškova također nije proporcionalna obimu proizvodnje. Budući da obje navedene grupe troškova imaju zajedničke karakteristike da se njihov obim ne mijenja proporcionalno s obimom proizvodnog zadatka, to se može konstatirati da elektroprivrednu djelatnost karakteriziraju u najvećoj mjeri stalni troškovi proizvodnje. Prema postojećem režimu amortizacije, DOZ-a i sl. cjelokupni troškovi djelatnosti hidroelektrana, prijenosa i razvoda električne energije i zajednica elektroprivrednih poduzeća imaju fiksni karakter. Jedino troškovi djelatnosti termoelektrana imaju pored navedene grupe troškova fiksnog karaktera i grupu troškova koja je funkcionalno zavisna od obima proizvodnog zadatka. Grupu troškova proporcionalnog karaktera kod djelatnosti termoelektrana sačinjavaju troškovi materijala za izradu i preradu. U ovoj grupi troškova dominantno mjesto zauzimaju troškovi goriva.

Na osnovu iznijetih karakteristika troškova djelatnosti elektroprivrede možemo sve faktore koji utječu na formiranje prosječnih cijena električne energije grupirati prema zajedničkom činiocu koji prouzrokuje njihovo nastajanje. Koristeći podatke ostvarenih troškova poslovanja i dohodak za 1960. godinu bit ćemo u mogućnosti da za svaku grupu troškova, svrstanu prema zajedničkom činiocu, utvrdimo i njihov relativan značaj, odnosno stepen važnosti koji su oni imali u ukupnim troškovima pojedinih elektroprivrednih djelatnosti:

Zavisnost troškova od	Ukupno	TE	HE	Prijenos	Distribucija
1 obima proizvodnje	14,8	48,0	—	—	—
2 nabavne vrijednosti osnovnih sredstava	53,9	33,0	80,6	75,3	70,7
3 obima obrtnih sredstava	0,9	0,8	0.8	0.5	0.8
4 obima radne snage	29,9	17,9	18,3	23,9	27,9
5 društvenih doprinosa	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6

Analiza podataka o stepenu važnosti pojedinih troškova grupiranih prema zavisnosti od osnovnih faktora koji utječu na obim troškova poslovanja i dohotka pojedinih elektroprivrednih djelatnosti govori da cijena električne energije u najvećoj mjeri zavisi od obima nabavne vrijednosti osnovnih sredstava. Dakle obim ukupne investicione sume, već unaprijed predodređuje i obim troškova eksploatacije objekta u izgradnji.

Kod naših elektrana postoje međutim veoma različiti nivoi nabavnih vrijednosti osnovnih sredstava. Ove razlike nisu samo rezultat različitog stepena ekonomičnosti postignute boljom organizacijom i mehanizacijom rada u izgradnji elektrana, koliko utjecaja stalnog opadanja kupovne moći dinara, odnosno porasta cijena građevinskog materijala, elektro i mašinske opreme i plaća radnika i službenika u periodu od 1947. pa do danas. Izvršene revalorizacije osnovnih sredstava 1953. i 1956. godine su u izvjesnoj mjeri ublažile postojanje razlika u kupovnoj moći dinara. Međutim imamo utisak da su nastale promjene u cijenama na tržištu u posljednjih nekoliko godina ponovno stvorile aktuelnost potrebe za ponovnom valorizacijom osnovnih sredstava odnosno revalorizacijom cijena električne energije na novim vrijednostima osnovnih sredstava.

Značajan faktor u formiranju cijena termoelektrične energije jeste obim troškova goriva, odnosno stepen iskorišćenja toplotne moći goriva u radu termoelektrana. Termoelektrane visoke instalirane snage, kao što su npr. TE Kolubara, Kakanj i Šoštanj — zahvaljujući primjeni savremenije tehnologije u sagorijevanju goriva i mogućnosti korišćenja visokih temperatura — postižu bolji efekt iskorišćenja toplotne moći goriva, odnosno manji utrošak goriva po kWh.

Od obima proizvodnog zadatka termoelektrana zavisi i veličina cijena električne energije pojedinih TE u cijeni električne energije elektroprivrede pa se kretanje nivoa cijene elektroprivrede kreće zavisno od strukture angažiranih kapaciteta termo i hidroelektrana.

Treći značajan faktor u formiranju prosječnih cijena električne energije pripada radnoj snazi. Možda na prvi pogled izgleda pomalo paradoksalno da obim radne snage ima tako visok utjecaj u formiranju prosječnih cijena, kada se zna da je elektroprivreda jedna od visokih produktivnih i industrijskih grana i sa maksimalno primijenjenom mehanizacijom i automatizacijom proizvodnog procesa. U vezi s time dužni smo dati objašnjenje da se u elektroprivredi dohodak proizvodnih, prijenosnih i distributivnih poduzeća formira primjenom određene stope na masu minimalnog ličnog dohotka. Pored toga značajan dio kolektivnog dohotka, koji je namijenjen za razne fondove u elektroprivredi određuje se iskustvenim normama i realnim potrebama

Utjecaj ostalih faktora na formiranje cijena električne energije je skoro beznačajan.

4. *Analiza troškova proste reprodukcije u elektroprivredi i ocjena njihove realnosti*

Obim pojedinih materijalnih troškova i društvenih obaveza prema zajednici u najvećoj je mjeri zavisan od tehničkih karakteristika postrojenja i visine uloženih društvenih sredstava pa obim troškova elektroprivrede već unaprijed dimenzioniraju sami kapaciteti instaliranih snaga proizvodno-prijenosnih i distributivnih postrojenja, odnosno visina angažiranih osnovnih i obrtnih sredstava. Pored troškova koji su usko vezani sa održavanjem i eksploatacijom kapaciteta elektroenergetskih postrojenja, postoji izvjestan obim troškova, koji je vezan za obavljanje proizvodnog procesa, odnosno direktno zavisan od obima proizvodnog zadatka. Prema tome troškovi elektroprivrede mogu se svrstati u 1. grupu stalnih troškova koji su u najvećoj mjeri zavisni od visine instaliranih snaga i vrijednosti uloženog društvenog kapitala i 2. grupu promjenljivih troškova koji su neposredno vezani za obim privredne djelatnosti. Ova grupacija troškova je veoma slična prethodno izloženoj grupaciji, a sastoji se u podjeli troškova na troškove snage i troškove rada. Razlika između spomenutih dviju

grupacija postoji kod tretiranja ostalih materijalnih troškova, kamata na fond i kredite obrtnih sredstava i dohotka, kao i društvenih doprinosa vezanih za obim dohotka.

Iznijete grupacije u izvjesnoj mjeri olakšavaju rad na utvrđivanju kriterija za utvrđivanje granice između grupe troškova vezanih za prostu reprodukciju i grupe troškova vezanih za proširenu reprodukciju. Polazeći od gornjih grupacija možemo veoma lako utvrditi da troškovi koji su neophodno vezani za rad elektroenergetskih postrojenja po svojoj namjeni predstavljaju troškove proste reprodukcije, odnosno u cjelini ulaze u grupu troškova proste reprodukcije. Prema tome nema sumnje da troškovi rada sastavljeni od troškova goriva, dijela ostalih materijalnih troškova i dijela ukupnog dohotka, predstavljaju osnovnu masu troškova proste reprodukcije.

Postavlja se pitanje, šta je s drugim dijelom ostalih materijalnih troškova i dohotkom koji pripada grupi troškova snage. Kod ostalih materijalnih troškova situacija je čista, naime ovi troškovi i po svojoj namjeni i ulozi služe obnavljanju osnovne djelatnosti i u cjelini se utroše u toku obnavljanja proizvodnog procesa Njihova podjela na grupu troškova rada i snage je prirodna i logična, jer ove rashode izaziva u podjednakoj mjeri i održavanje snage i obnavljanje proizvodnog procesa.

Pitanje podjele dohotka je znatno kompliciranije nego kod ostalih troškova. Po svojoj namjeni dio ličnog dohotka pripada grupi troškova rada, jer obim radne snage zavisi podjednako od pogonsko-tehničkih kapaciteta, kao i od obima proizvodnog zadatka. Međutim koji dio dohotka pripada grupi troškova proste reprodukcije, a koji dio grupi troškova proširene reprodukcije nije tako jednostavno utvrditi. Bez sumnje možemo se složiti da bruto lični dohodak i fond premija za spremnost elektroenergetskih postrojenja pripada u cjelini troškovima proste reprodukcije, budući da im je osnovna namjena da služe održavanju egzistencije radne snage, odnosno njenom reproduciranju. Doprinosi iz dohotka za stambenu izgradnju, federaciji, republici, kotaru i općini po svojoj namjeni služe obavljanju proširene reprodukcije i predstavljaju sastavni dio društvene akumulacije. Po svojoj namjeni fond zajedničke potrošnje, rezervni fond poduzeća, fond za studije i istraživanja JUGEL-a, rezervni fond voda i ostali fondovi služe skoro isključivo za potrebe proširene reprodukcije i ulaze u masu društvene akumulacije.

Veoma aktuelno pitanje jeste, da li je dohodak, koji formiraju elektroprivredne organizacije na osnovu usvojenih načina propisanih normativa po svome obimu, ekonomski dovoljan da osigura prostu i proširenu reprodukciju elektroprivredne djelatnosti. Imajući u vidu da je poanta ovog razmatranja cijena električne energije u uslovima proste reprodukcije, to pitanje cijene ekonomske realnosti ovog dijela dohotka koji služi potrebama proširene reprodukcije dolazi u drugi plan. Što se tiče obima realnosti ličnih dohodaka imamo utisak da se on kreće na nivou koji ostvaruju ostale industrijske grane, iako se osjeća izvjesna tendencija da u tempu porasta nešto zaostaje. Međutim, treba istaći da su razlike u nivou ličnih dohodaka promatrane kroz njihovu realnu vrijednost minimalne, tako da nema potrebe zadržavati se na iznalaženju razloga za obrazloženjem opravdanosti dobivanja nekog većeg nivoa. Problem nivoa realne vrijednosti ličnih dohodaka je problem cijele privrede, a ne samo elektroprivrede. Drugo je pitanje da li postoje mogućnosti da se više dinamizira kretanje ličnih dohodaka u zavisnosti od većeg broja faktora (proizvodnosti rada, obima proizvodnje, ušteda u materijalnim troškovima, u gorivu, gubicima u mreži itd.).

Iz grupe troškova snage, troškovi osiguranja osnovnih i obrtnih sredstava kod DOZ-a i troškovi investicionog održavanja su po svojoj namjeni takve prirode da se mogu tretirati kao troškovi proste reprodukcije. Kako su ovi troškovi isključivo vezani za očuvanje i održavanje osnovnih sredstava to se mogu i smatrati kao čisti troškovi proste reprodukcije. Druga je stvar što se katkada događa da se iz obima ušteda na troškovima investicionog održavanja vrši pored proste reprodukcije mreže i izvjesno proširenje njenog kapaciteta, odnosno povećanje prijenosne snage na vodovima visokog i niskog napona. Mislimo da bi obim ovih ušteda bio praktično zanemarljiv, ako bi se predviđena sredstva za investiciono održavanje pravilno koristila i postigao potreban nivo tehničke spremnosti postrojenja i kvaliteta rada ovih postrojenja. Iz tih razloga ima izvjesnih indicija koji govore u prilog tezi da se proširenje mreže kroz korišćenje jednog dijela sredstava investicionog održavanja postiže praktično više na štetu kvaliteta održavanja prijenosno-distributivnih postrojenja, nego iz neke uštede ili nerealnog obima odmjerenih sredstava dobivenih na osnovu primjene važećih stopa. Pri razmatranju realnosti postojećih stopa investicionog održavanja treba imati u vidu da se u praksi prilikom planiranja obima ovih troškova vrši sniženje u prosjeku za 15 %. Ova mjera sniženja troškova investicionog održavanja diktirana je više iz razloga da se sredstva racionalnije troše i da bi se u izvjesnoj mjeri ublažio postojeći manjak u odnosima ukupnih prihoda i ukupnih rashoda elektroprivrede, nego iz razloga da su možda te stope previsoke. Statistika ispada elektroenergetskih postrojenja pokazuje da su visoke frekvencije ispada uzrokovane upravo kvarovima nastalim uslijed nekvalitetnog investicionog održavanja proizvodno-prijenosnih i distributivnih postrojenja.

Amortizacioni troškovi spadaju u grupu troškova snage, pošto su u fiksnom odnosu vezani za održavanje postojećih kapaciteta. Budući da im je osnovna namjena da služe za zamjenjivanje dotrajalih dijelova u vrijeme kada se zato ukaže potreba, to normalno proizlazi da se znatan dio ovih troškova iz godine u godinu kontinuirano nagomilava do momenta kada nastupi potreba zamjene. Iz tih razloga neangažirani dio amortizacije za potrebe zamjene dotrajalih dijelova postrojenja, može koristiti kao sredstvo za financiranje izgradnje novih objekata. S obzirom na tu mogućnost u praksi je ozakonjena pojava da se jedan dio mase amortizacije ostavlja privrednim organizacijama na slobodno raspolaganje za potrebe zamjene postrojenja, dok se drugi dio zadržava u vidu blokiranog dijela kao sredstva koja služe za potrebe

proširene reprodukcije. Koji dio amortizacije se stavljao na slobodno raspolaganje, a koji dio je služio za potrebe proširene reprodukcije zavisilo je od niza okolnosti, kao što su ekonomske mogućnosti da odgovore potrebama ostvarenja planom predviđenog zadatka proizvodnih snaga u razvoju, stanja osnovnih sredstava u pojedinim privrednim djelatnostima, intenziteta neophodnih potreba za najnužnijim održavanjem postrojenja u ispravnom stanju itd Imajući u vidu uslove našeg poslijeratnog privrednog razvitka i ostvareni tempo privrednog rasta može se zaključiti da odnosi između slobodnog i blokiranog dijela amortizacije nisu bili stalni ni trajnog karaktera, već da su se mijenjali paralelno s mogućnostima i potrebama privrede. Prema tome u ocjeni odnosa dijela amortizacije koji je služio za potrebe reprodukcije u poslijeratnom periodu nije tako jednostavno odgovoriti. No, nezavisno od toga, mišljenja smo da se za utvrđivanje cijene električne energije u uslovima proste reprodukcije neće mnogo pogriješiti ako se uzme dio od 50 %, više iz razloga što je ta veličina pri današnjim amortizacionim stopama neophodna, nego iz nekih posebnih ciljeva. Stanje ispravnosti elektroenergetskih postrojenja u elektroprivredi je osjetljivije nego u drugim privrednim djelatnostima i praksa »raubovanja« postrojenja veoma se skupo odražava na njihovu pogonsku spremnost. Stepen potreba za zamjenom dijelova postrojenja veći je kod starijih i ekonomski dotrajalih postrojenja, nego kod novoizgrađenih postrojenja, pa se odnosi amortizacionih iznosa trebaju mijenjati u zavisnosti od starosti postrojenja. Međutim, pošto je u praksi ova ideja teško izvodljiva, ona se postiže na taj način što se dio mase amortizacije dobiven na osnovu prosjeka, preraspodjeljuje poduzećima na osnovu kriterija stvarnih potreba pri čemu odlučujući faktor ima starost elektroenergetskih postrojenja. Pitanje realnosti amortizacionih stopa i odnosa u raspodjeli amortizacije na dio za potrebe zamjene i za potrebe proširene reprodukcije je veoma krupno pitanje i zaslužuje da mu se posveti veća pažnja, nego što mu se na ovom mjestu može dati.

Na kraju ostaje da se razmotri grupa troškova pod imenom kamate i doprinosi. Ova grupa po svojoj namjeni i karakteru je heterogena, te stoga postoji i različito tretiranje troškova. Imajući u vidu kriterij grupiranja troškova može se bez dvoumljenja konstatirati da po svojoj namjeni kamate na fond osnovnih sredstava, kamate na kredite za osnovna sredstva, kamate na fond i kredite za obrtna sredstva, pripadaju grupi troškova namijenjenih za proširenu reprodukciju. Ovoj grupi troškova može se priključiti i zemljarina. Prema tome kamate i zemljarina čine sastavni dio društvene akumulacije koja ima isključivu namjenu proširene reprodukcije. S obzirom na iznijetu ulogu tretiranih troškova, mišljenja smo da nema potrebe zadržavati se na pitanju realnosti njihovog obima u elektroprivredi.

Pitanje doprinosa komorama i stručnim udruženjima i doprinosa za kadrove ne predstavlja problem, utoliko prije što su ovi troškovi, po svojem značaju i obimu, više simbolični Po svojoj namjeni, doprinosi komorama i stručnim udruženjima mogu se tretirati kao troškovi proste reprodukcije, međutim doprinos za kadrove po svojoj funkciji je bliži troškovima proširene reprodukcije, nego troškovima proste reprodukcije.

Na osnovu naprijed izloženog, držeći se izloženih principa pokušat ćemo da na osnovu raspoložive dokumentacije izvršimo proračun cijena električne energije u uslovima prostog reproduciranja djelatnosti elektroprivrede.

Na bazi raspoložive dokumentacije ekonomsko-financijskog odjeljenja ZJE izvršeno je grupiranje tro-

Bruto-produkt elektroprivrede FNRJ u 10^6 Din

	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.
1. Termoelektrane						
Troškovi proste reprodukcije	8.720	9.429	12.605	13.786	14.737	14.118
Troškovi proširene reprodukcije	1.786	1.933	3.085	4.056	3.872	4.194
Bruto-produkt	*10.506*	*11.362*	*15.690*	*17.842*	*18.609*	*18.312*
2. Hidroelektrane						
Troškovi proste reprodukcije	2.259	3.049	3.726	5.198	5.513	6.130
Troškovi proširene reprodukcije	2.441	3.443	3.353	5.414	5.486	6.027
Bruto-produkt	*4.700*	*6.492*	*7.079*	*10.612*	*10.999*	*12.157*
3. Prijenos						
Troškovi proste reprodukcije	818	1.610	2.422	2.927	2.752	3.216
Troškovi proširene reprodukcije	505	1.384	1.827	1.832	2.416	2.700
Bruto-produkt	*1.323*	*2.994*	*4.249*	*4.759*	*5.168*	*5.916*
4. Distribucija						
Troškovi proste reprodukcije	[illegible]	5.480	8.787	12.423	14.994	21.381
Troškovi proširene reprodukcije	2.829	2.377	2.503	3.623	5.117	3.494
Bruto-produkt	*7.402*	*7.857*	*11.290*	*16.046*	*20.111*	*24.875*
5. Zajednice						
Troškovi proste reprodukcije	2.102	2.065	1.671	1.429	1.862	2.895
Troškovi proširene reprodukcije	5.146	3.491	4.876	6.124	6.842	7.134
Bruto-produkt	*7.248*	*5.556*	*6.547*	*7.553*	*8.704*	*10.029*
Ukupno						
Troškovi proste reprodukcije	18.472	21.633	29.211	35.763	39.858	47.740
Troškovi proširene reprodukcije	12.707	12.628	15.644	21.049	23.733	23.549
Bruto-produkt	*31.179*	*34.261*	*44.855*	*56.812*	*63.591*	*71.289*

škova poslovanja i dohotka elektroprivrede po djelatnostima i dobiveni su podaci u prednjoj tablici.

Analiza tih podataka pruža nam uglavnom grube karakteristike kretanja nivoa ukupnih troškova elektroprivrede i troškova proste i proširene reprodukcije. Ako proračunate veličine troškova izrazimo u vidu relativnih pokazatelja, proizlazi da udio troškova proste reprodukcije nema istu relativnu važnost u pojedinim elektroprivrednim djelatnostima. Također se primjećuje da relativan značaj troškova proste reprodukcije varira iz godine u godinu. U svim tim pojedinostima najbolje govore sami pokazatelji relativnog značenja troškova proste reprodukcije u bruto-produktu:

Relativno učešće troškova proste reprodukcije u bruto-produktu u %

	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.
Termo	83,0	83,0	71,8	77,3	79,2	77,1
Hidro	48,1	47,0	52,6	49,0	50,1	50,4
Prijenos	61,8	53,8	57,0	61,5	53,3	54,4
Distribucija	61,8	69,7	77,8	77,4	74,6	86,0
Zajednice	29,0	37,2	25,5	18,9	21,4	29,0
Ukupno	*59,2*	*63,1*	*65,1*	*63,0*	*62,7*	*67,0*

Analiza gornjih pokazatelja očigledno ukazuje prvo na visok značaj troškova proste reprodukcije u djelatnostima termoproizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije. Relativno nisko učešće troškova proste reprodukcije u bruto-produktu imaju djelatnosti elektroprivrednih zajednica i hidroelektrana. U ukupnoj djelatnosti elektroprivrede troškovi proste reprodukcije se kreću od 59—65 %. Analiza ovih pokazatelja ne omogućava nam da utvrdimo da li u odnosima strukture troškova postoje nenormalni odnosi. Upoređujući nivo akumulacije (troškovi proširene reprodukcije umanjeni za dio amortizacije angažiran za otplatu zajma) sa iznosom investicionih ulaganja u izgradnji elektroenergetskih postrojenja, dobivamo utisak da elektroprivreda u veoma niskom iznosu pokriva svoje potrebe u proširenoj reprodukciji, odnosno da elektroprivreda spada u red privrednih grana koje imaju veoma nisku akumulativnu snagu. Ako pri toj činjenici imamo u vidu i relativno zadovoljavajući udio troškova proširene reprodukcije u bruto-produktu, onda se može izvući zaključak da je nivo troškova proste reprodukcije ispod realno potrebnog obima. Ovaj zaključak nameće potrebu detaljnijih ispitivanja realnosti postojećih normativa troškova koji pretežno formiraju ovu grupu troškova (ostali materijalni troškovi, investiciono održavanje i amortizacija). Smatramo da bi se tim pitanjem trebalo detaljnije pozabaviti i razmotriti realnost obima pojedinih troškova i načina njihovog formiranja.

5. *Cijena električne energije u uslovima proste reprodukcije*

Svodeći utvrđene iznose troškova proste reprodukcije na energetske veličine ostvarene prodaje električne energije dobivamo slijedeće cijene električne energije:

Cijena električne energije Din/kWh

		1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.
Na pragu TE	— ukupno	10,60	8,61	8,87	8,85	8,62	12,20
	— prosta reprodukcija	8,80	7,14	7,13	6,84	6,63	9,39
HE	— ukupno	1,94	2,41	2,13	2,56	2,84	2,46
	— prosta reprodukcija	0,93	1,13	1,12	1,25	1,21	1,23
Na pragu prijenosa	— ukupno	8,31	7,52	7,60	7,71	7,77	7,79
	— prosta reprodukcija	4,86	4,60	4,62	4,41	4,23	4,42
U distribuciji	— ukupno	10,90	9,76	10,16	10,75	11,21	11,57
	— prosta reprodukcija	6,46	6,16	6,62	6,76	6,78	7,75

Analiza kretanja cijena električne energije u periodu 1955 — 1959. godine pokazuje interesantne promjene u nivou cijena. Dok cijene proizvodnje termoenergije pokazuju trend sniženja nivoa, dotle kretanje cijena proizvodnje hidroenergije pokazuje obratan smjer trenda. Divergentna kretanja cijena termo i hidroenergije proistječu iz različnog utjecaja promjenljivih troškova na ukupne troškove. Kod termoproizvodnje vidljivo je, da je sniženje troškova goriva po kWh uslijed boljeg iskorišćenja toplotne energije utjecalo na faktore koji uslovljavaju porast fiksnih troškova proizvodnje. Kod hidroenergije cijene proste reprodukcije se održavaju na približno istom nivou, mada ukupna cijena proizvodnje hidroenergije osjetno raste uslijed troškova proširene reprodukcije. Cijene električne energije na pragu prijenosa i distribucije pokazuju u nešto blažoj formi tendenciju porasta. Sam nivo ovih cijena uspoređen sa cijenama realizacije električne energije kod nekih grupa potrošača pokazuje, da se znatan dio proizvedene električne energije realizira po znatno nižoj cijeni od cijena proste reprodukcije elektroprivrede. Ovaj ekonomski paradoks ukazuje na postojanje krajnje neekonomskih odnosa između elektroprivrede s jedne strane i nekih privrednih grana i djelatnosti s druge strane.

Literatura

Prijedlog društvenog plana jugoslavenske elektroprivrede za godinu 1957, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Analiza troškova i realizacije u elektroprivredi za 1958. godinu, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Organizaciono-ekonomski problemi jugoslavenske elektroprivrede 1959, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Statistički godišnjak elektroprivrede Jugoslavije za 1960. godinu, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Problematika ekonomike i organizacije elektroprivrede 1959. godine, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Tarifni sistemi i tarifni stavovi na pragu prijenosa; 1961. godina, Institut za elektroprivredu Zagreb.

D. Feöcze, *Problemi cijena električne energije*, Elektroprivreda br. 1/57, Beograd.

D. Feöcze, *Položaj i svojstva elektroprivrede u sastavu društvene proizvodnje*, Energija br. 11-12/59, Zagreb.

N. Medvešek, *Ekonomska cena za električnu energiju kao faktor u obezbeđenju normalne proširene reprodukcije i veće ekonomičnosti i rentabilnosti elektroprivrede.*

A. Tadić, *Cena električne energije*, Beograd 1959.

Y. Durrieu, *Le prévision économique en matière d'électricité pour la France*, Paris.

M. Boiteux, *L'amortissement et le calcul des couts de revient*, XI Congrès UNIPEDE, Lausanne 1958.

E. Tiberghien, *Les méthodes de comparaison internationale des prix dans le domaine de l'énergie électrique*, XI Congrès UNIPEDE, Lausanne 1958.

Naslov pisca: Dr Milan Đurić, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, Zmaj Jovina 21

OPTIMIRANJE GORIVA U TERMOELEKTRANI ZAGREB

Jakob Lucati i Zdenko Selanec, Zagreb

Obrađuje se opća problematika izbora pogodnog goriva za starije parne kotlove u termoelektranama. Na praktičan i dokumentiran način prikazane su mogućnosti izbora optimalnih mješavina ugljena u TE Zagreb. Članak na svrsishodan način prikazuje kako je moguće povećati ekonomiju u kotlovnicama bez ikakvog ulaganja financijskih sredstava.

DK 662.6/.9 : 621.311.22

Kod kotlova starijih termoelektrana i industrijskih kotlova često postoji potreba optimiranja goriva. Stari kotlovi sa sagorijevanjem u sloju osjetljivi su na kemijske, tehnološke i vatrotehničke osobine ugljena, koji se upotrebljava. Uska su područja u kojima kvalitet smije varirati, tako da u praksi često dolazi do poteškoća u slučajevima kad se ne raspolaže vrstama i sortimanima ugljena za koji je kotao, po ložišnoj opremi, građen. To se najčešće dešava kod starijih kotlova u kojima se kod upotrebe lignita ugljen na početku roštilja ne prosuši dovoljno, ili miješanje užarenih slojeva ne djeluje uspješno Slično se dešava kod ravnih putujućih roštilja kod kojih se koristi mrki ugljen nepovoljnih osobina, s obzirom na ponašanje ugljena i drozge na temperaturi koja vlada u sloju.

Opća je praksa da se poduzeća pri nabavi ugljena u prvom redu orijentiraju na bliže rudnike, a u slučajevima kad u ekonomskoj udaljenosti nema takvih rudnika ili je njihov kapacitet nedovoljan, dobavljaju ugljen iz udaljenih krajeva opterećen troškovima prijevoza, a pri tome se ne vodi dovoljno računa o ekonomskoj i pogonskoj povoljnosti. Obično dolazi do upotrebe većeg broja vrsta i sortimana ugljena, koji se samostalno ili u mješavini dovodi u ložište. U nekim slučajevima pristupilo se i uvođenju dodatnog loženja tekućim i plinovitim gorivom da se naknadi višak potrebne topline koji se neodgovarajućim ugljenom ne može dobiti. I ovo dodatno loženje često nije tehnički pravilno izvedeno (s plamenicima manje ili više uspjele izvedbe), te na jednoj strani osnovni ugljen sagori s lošim efektom, a na drugoj dodatno gorivo sagorijeva nepotpuno tamnim dimom. Time se, istina, postiže toplinski efekt, ali je to redovito vezano s rasipanjem goriva, povećanim troškovima za uzdržavanje instalacija, a često i smanjenjem vijeka trajanja instalacija.

Da bi u ovakvim slučajevima našli najpovoljnija rješenja, korisno je optimirati gorivo na bazi karakterističnih osobina postrojenja i goriva. Optimiranje se sastoji uglavnom od slijedećih postupaka:

1) Utvrđivanje podesnosti pojedinih vrsta ugljena, mješavina i kombinacija putem promatranja i eksploatacionih ispitivanja za različite pogonske prilike.

2) Utvrđivanje cijena po jedinici topline pojedinih vrsta mješavina i kombinacija postavno mjesto potrošnje.

3) Utvrđivanje cijene topline sadržane u pari u Din/Mcal (ili cijene Din/kg pare) na izlazu iz kotla, za pojedine vrste i sortimane uglja, mješavine i kombinacije.

4) Utvrđivanje utjecaja pojedinih vrsta uglja, mješavina i kombinacija na sigurnost pogona, elastičnost i forsiranje kotla.

5) Utvrđivanje utjecaja pravilnog rukovanja pojedinim vrstama goriva na sigurnost pogona i ekonomičnost.

6) Utvrđivanje podesnosti pojedinih vrsta ugljena za skladištenje i mogućnost nesmetanog snabdijevanja u dovoljnim količinama.

Na temelju rezultata iz podataka od 1) do 6) treba izabrati one vrste i sortimane koji samostalno ili u mješavini, eventualno u kombinaciji s drugim gorivom daju optimalne tehničke, ekonomske i pogonske koristi

Prije nego se pristupi ispitivanju potrebno je izvršiti uži izbor (selekciju) vrsta goriva koje dolaze u obzir. Za ovo može sam pogon dati dragocjene podatke.

Ovdje dajemo praktični primjer optimiranja goriva, koje je izvršila Grupa za toplinsko gospodarstvo Instituta za elektroprivredu u Zagrebu 1960. u Termoelektrani Zagreb.

Tokom razvoja od osnivanja termoelektrane u Zagrebu do današnjeg stanja vršene su više puta promjene u pogledu orijentacije goriva za kotlove. Osnovna koncepcija pri gradnji termoelektrane bila je orijentacija na kvalitetno lošije vrste ugljena za koje su izrađeni roštilji na kotlovima 2, 3, 4 i 5. Istina, konstrukcije roštilja ovih kotlova nisu u tolikoj mjeri uspješno riješene da bi bili sposobni za sagorijevanje lignitnih ugljena, kvaliteta koje su zastupane u Hrvatskoj. Zato su do 1940. za ove kotlove upotrebljavane mješavine mrkih ugljena i mješavine mrkih i lignita s pretežnim udjelom mrkog iz Trbovlja i iz bosanskih rudnika. Mješavine koje su korištene (za kotlove 2, 3 i 4) imale su ogrjevnu moć 3300 do 3500 kcal. Ova mješavina zahtijevala je oko 65 % kvalitetnog mrkog ugljena (prema izjavama tehničkog osoblja).

Za vrijeme rata, a naročito poslije njega bilo je neizbježno sve veće forsiranje u pogledu iskorištenja kapaciteta termoelektrane, a mogućnosti nabave odgovarajućeg ugljena bile su sve teže. Da održi kapacitet proizvodnje pare, termoelektrana je bila prisiljena da instalira dodatno loženje mazutom.

Od toga vremena nema strogog kriterija za nabavu ugljena; on se nabavlja na bazi povoljnijih cijena ili pak mogućnosti dobave potrebnih količina To dovodi do upotrebe mnogobrojnih vrsta i podvrsta mrkog ugljena i lignita uz dodatnu upotrebu mazuta s relativno visokim udjelom.

Za ilustraciju dajemo u tablici 1 podatke o strukturi goriva termoelektrane od 1953. do 1959.

Pri loženju ugljenom mogli su se kotlovi opteretiti samo sa 35 do 40 % nominalnog opterećenja, dok je za postizavanje nominalnog i maksimalnog opterećenja bilo potrebno dodavanje mazuta.

Tablica 1

Godina	Mrki ugljen		Lignit		Mazut	Prosječna godišnja ogr. moć mješavine ugljena kcal/kg	Udio mazuta u dovedenoj toplini %
	Utrošeno tona	Broj vrsta	Utrošeno tona	Broj vrsta	tona		
1953.	70.800	24	63.000	28	3.470		
1954.	63.400	26	94.000	54	6.800	2900	
1955.	70.500	36	99.500	38	7.200	2680	
1956.	74.800	27	104.000	38	12.300	2600	20
1957.	55 000	25	88.000	38	7.900	2680	16,5
1958.	65.800	28	84.700	34	4.500	2750	10
1959.	42.000	16	107.000	24	7.800	2550	16,5

Kotlovi nisu građeni za mješavine ugljena koje su se od toga vremena upotrebljavale, tako da su kod rada pri niskom opterećenju bez mazuta imali loš stepen djelovanja, a pri povišenom opterećenju to se nije bitno popravilo, jer je mazut nepotpuno sagorijevao. Ložišta kotlova i sistemi promaje nisu za ovu kombinaciju goriva dimenzionirani. Posljedica nepotpunog sagorijevanja je pojava CO u dimnim plinovima i pojava čađe, što pored gubitaka predstavlja i onečišćenje gradske atmosfere.

Termoelektrana Zagreb stoji pred novom orijentacijom u kojoj će pored električne energije proizvoditi i toplinu za toplifikaciju obližnje industrije i domaćinstava grada. Poduzimanjem mjera poboljšanja ekonomije u korištenju goriva termoelektrana nastoji postići što povoljnije cijene korisne topline. U tom cilju izvršeno je i optimiranje goriva o kojem dajemo ovaj prikaz glavnog postupka.

a) Izbor ugljena

Iz tablice 1 proizlazi da se od 1954. upotrebljavao mrki ugljen i lignit u različitim omjerima, s time da je količinski prevladavao lignit. Iz ove tablice vidimo također toplinske udjele ugljena i mazuta.

Da bismo mogli eliminirati upotrebu mazuta, treba ogrjevnu moć mješavine ugljena povisiti u odgovarajućem odnosu uz pretpostavku nepromijenjenog stepena djelovanja kotlova. Na ovaj način dobijemo prosječnu ogrjevnu moć mješavine ugljena od 3100 do 3200 kcal/kg, što je bila osnova pri izboru vrsta ugljena za praktična ispitivanja.

Izbor je vršen na bazi osobina ugljena i pepela, povoljnosti cijena i mogućnosti dobave, a pod zahtjevom da se treba ograničiti na opravdani, ali što manji broj vrsta. Pod ovim kriterijem odabrani su ugljeni slijedećih rudnika:

1. Mrki ugalj: Banovići, Trbovlje, Zagorje, Golubovec.

2. Lignit: Kreka, Ivanec, Mišulinovec, Konjščina, Pitomača, Križevci.

Mješavine jedne vrste mrkog ugljena i jedne vrste lignita iz gornjih rudnika, u odnosu koji je utvrđen ispitivanjem, predstavljale su osnove za pokuse optimiranja, a bez učešća mazuta.

b) Cijene ugljena

Iz evidencije o nabavi i troškovima za ugljen na bazi godine 1960. utvrđeno je da su nabavljani ugljeni čija se cijena kretala

za mrki ugalj od 1,33 do 1,87 Din/1000 kcal,
za lignit od 1,18 do 1,74 Din/1000 kcal.

Dakle, nabavljani su ugljeni u rasponu cijena 1,18 do 1,87 Din/1000 kcal. U okviru ovog raspona cijena vršeno je optimiranje.

c) Ispitivanje podesnosti ugljena

Praktična ispitivanja za utvrđivanje podesnosti ugljena sastojala su se u podešavanju svakog kotla na moguće pravilno izgaranje uz stepenovanje opterećenja do maksimalno ostvarivog za izabranu mješavinu ugljena, a pri radu bez mazuta.

Tom prilikom dolazili su do izražaja svi glavni objektivni i subjektivni faktori koje je trebalo pravilno tumačiti i ocijeniti njihov utjecaj. Najjači utjecaj imalo je trenutno stanje ispitnog kotla i nedovoljno iskustvo ložača s loženjem bez mazuta kod viših opterećenja.

Ispitivanja na kotlu 3

Na ovom kotlu vršena su 3 ispitivanja i to:

1) Mješavinom lignit Kreka kocka i mrki Banovići grah u težinskom omjeru 50 % : 50 %. Prosječna ogrjevna moć ove mješavine iznosila je prema analizi TE Zagreb oko 3000 kcal/kg;

2) Mješavinom lignit Kreka kocka i mrki Banovići grah u težinskom omjeru 50 % : 50 %. Ogrjevna moć ove mješavine bila je u prosjeku oko 3300 kcal/kg;

3) Mješavinom lignit Kreka orah i mrki Banovići sitan u težinskom omjeru 40 % : 60 %. Prosječna ogrjevna moć ove mješavine bila je oko 3170 kcal/kg.

Sva 3 pokusa pokazala su s vatrotehničke strane da su mješavine podesne za samostalno loženje bez mazuta. Proizvodnja pare kretala se od nominalnog do maksimalnog kapaciteta određenog za ovaj kotao i bila je dosta jednakomjerna. Paljenje ugljena je dobro, a dogorijevanje dosta povoljno. Drozga, koju su stvarale te mješavine, bila je lomljiva i sitna, te se nije opažalo prekomjerno zaljepljivanje ili pregaranje sloja. Sadržaj CO_2 u dimnim plinovima bio je u prosjeku oko 11 do 12 % praktički bez pojava CO. Kotao se elastično prilagođivao normalnim pogonskim kolebanjima.

Prosječni eksploatacioni stepen djelovanja ovog kotla bio je u području nominalnog opterećenja 67 %.

Ispitivanja na kotlu 2

Na ovom kotlu vršena su 4 ispitivanja i to:

1) Mješavinom 60 % mrkog uglja Banovići sitan i 40 % lignita Mišulinovec orah Prosječna ogrjevna moć ove mješavine bila je 3120 kcal/kg;

2) Mješavinom od cca 70 % mrkog uglja Banovići sitan i 30 % lignita Konjščina orah. Prosječna ogrjevna moć ove mješavine bila je 3100 kcal/kg;

3) Mješavinom od oko 60 % mrkog uglja Banovići sitan i 40 % lignita Ivanec orah. Prosječna ogrjevna moć ove mješavine bila je 2960 kcal/kg;

4) Mješavinom mrki Zagorje grah i lignit Ivanec orah u težinskom omjeru cca 50 % : 50 %. Prosječna ogrjevna moć ove mješavine bila je 2830 kcal/kg.

Rad kotla s ovim mješavinama zadovoljavao je kod pokusa 1) i 2). Postizavala se visoka i jednolična proizvodnja kotla do njegovog maksimalnog kapaciteta. Tok izgaranja ugljena je normalan, a drozga ima dosta dobra svojstva Paljenje ugljena na ulazu u kotao je dobro, osim kod pokusa 3) i 4), kad je opaženo izvjesno pogoršanje paljenja i smanjenje maksimalnog opterećenja. Ovu pojavu kod pokusa 3) i 4) treba pripisati mršavijoj mješavini ugljena, što nam potvrđuje ranije postavljeni kriterij da se ogrjevna moć mješavina treba kretati u granicama od oko 3100 do 3200 kcal/kg.

Povećanim udjelom mrkog ugljena u pokusu 3) i 4) mogu se postići približno isti rezultati kao kod pokusa 1) i 2).

Prosječni stepen djelovanja kotla u području nominalnog opterećenja bio je oko 68 %.

Prosječni eksploatacioni stepen djelovanja kotlova u TE Zagreb u 1959., pri upotrebi 16,5 % mazuta, bio je oko 67 %.

Prema tome već na bazi današnjeg stanja instalacija možemo zaključiti da ekonomske karakteristike kotlova pri loženju odabranim mješavinama nisu lošije od onih koje se postižu u dosadašnjoj praksi uz dodatno loženje mazutom.

d) Utvrđivanje stanja kotlovskog postrojenja

Detaljnim pregledom utvrđeno je da su tokom vremena nastala neka odstupanja od originalne konstrukcije u pogledu dovođenja primarnog zraka, uključivanja pomoćnih ogrjevnih površina, djelovanja potpuha i usisa i roštiljnog mehanizma. Otklanjanje nekih nedostataka i vraćanje na originalnu konstrukciju korisno je djelovalo na sigurnost pogona i ekonomiju kotlova.

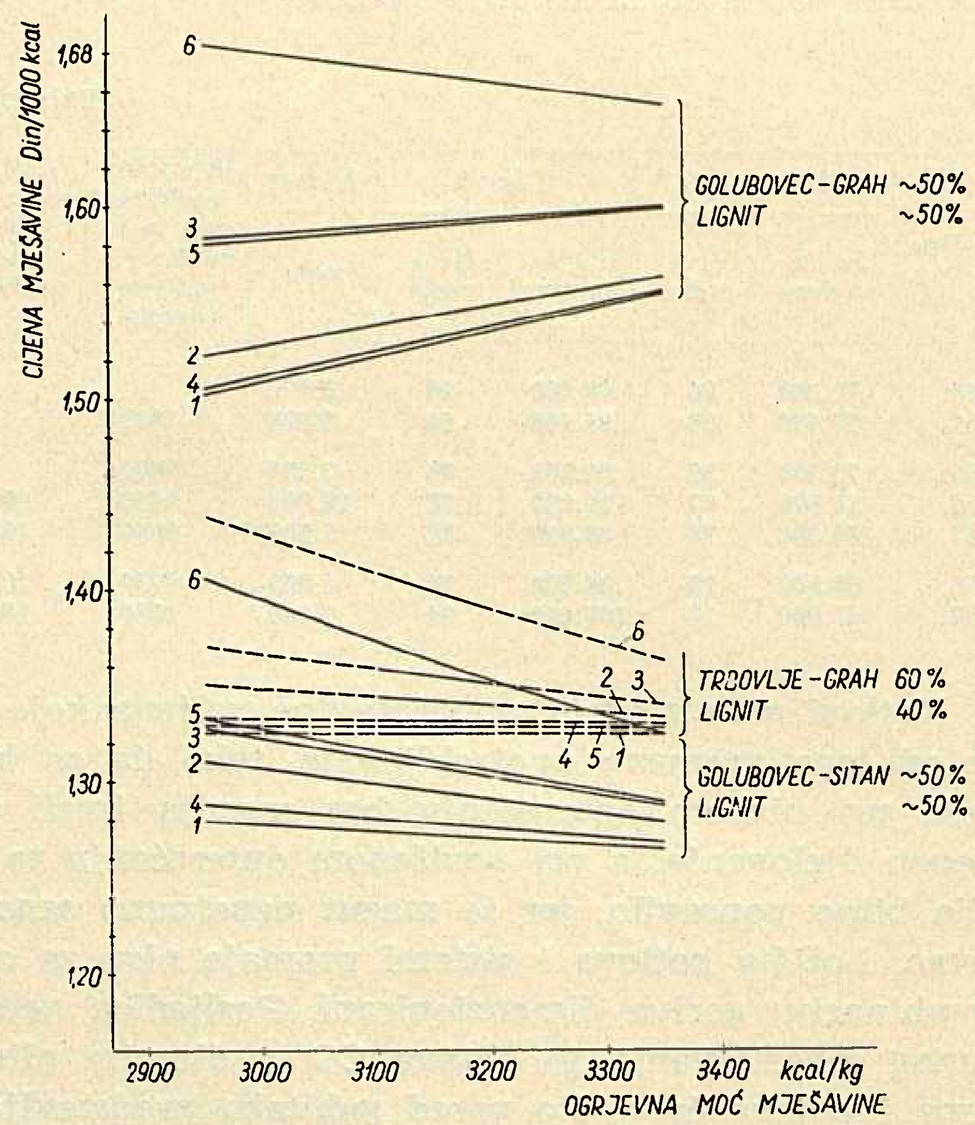
e) Rukovanje kotlovskim postrojenjem

Unatoč povećanoj manipulaciji, ložači su vrlo brzo ovladali vještinom novog načina rukovanja. TE Zagreb, uz saradnju stručnjaka Instituta, koji su vršili optimiranje, održala je jednomjesečni seminar, na kojem su ložači i rukovaoci postrojenja bili upućeni u principe nove orijentacije i načina rukovanja, razmatrajući individualne osobine kotlova i zajednički rad više kotlova.

Može se sa sigurnošću očekivati da će u toku primjene u praksi pogonsko osoblje sve više unapređivati metode rada, što će još više doprinijeti štednji goriva.

Sl. 1. Dijagram usporedbenih cijena topline raznih mješavina ugljena

Lignit orah: *1* — Pitomača, *2* — Ivanec, *3* — Mišulinovec, *4* — Kreka, *5* — Konjščina, — *6* — Križevci



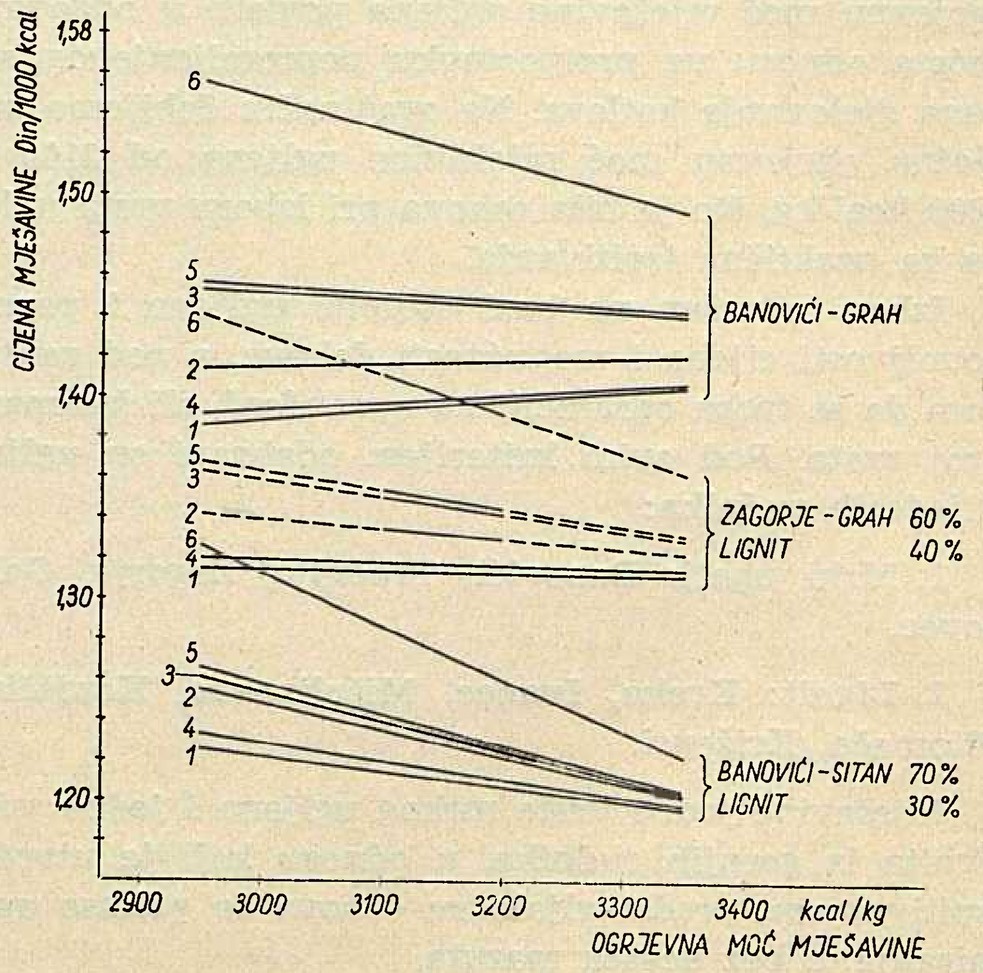
f) Ekonomska analiza

Na temelju nepromijenjenih energetskih karakteristika kotlova i važećih cijena uglja postavno skladište TE Zagreb, izrađeni su uporedbeni dijagrami cijena topline raznih mješavina ugljena u ovisnosti od ogrjevne vrijednosti moći, a koji su prikazani na slici 1 i 2.

Kako iz dijagnoza (sl. 1) vidimo, najpovoljnije cijene postižu se mješavinama mrkog ugljena Banovići sitan s lignitima Bilo—Pitomača orah i Kreka orah

Sl. 2. Dijagram usporedbenih cijena topline raznih mješavina ugljena

Lignit orah: *1* — Pitomača, *2* — Ivanec, *3* — Mišulinovec, *4* — Kreka, *5* — Konjščina, *6* — Križevci



(pravac 1 i 4). U ovim mješavinama je udio mrkog ugljena Banovići relativno visok, te iznosi prosječno oko 70 % ukupne količine ugljena. Ne mnogo lošije rezultate postižemo mješavinom Banovići sitan s lignitima Ivanec, Mišulinovec i Konjščina (pravac 2, 3 i 5), dok mješavina s križevačkim lignitima daje nepovoljnije rezultate, ali još uvijek ulazi u skupinu povoljnih mješavina. Prosječna cijena mješavina na bazi mrkog ugljena Banovići sitan (bez Križevačkog lignita) iznosi *1,22 Din/Mcal.*

Prema kriteriju povoljnosti cijena kao slijedeća je mješavina na bazi mrkog ugljena Zagorje grah. Prosječni udio ovog mrkog ugljena u ovim mješavinama iznosi oko 60 %, a cijena tih mješavina (bez mješavine s križevačkim lignitima) iznos u prosjeku *1,33 Din/Mcal.*

Prosječna cijena mješavina na bazi mrkog ugljena Trbovlje grah (sl. 2), iznosi *1,35 Din/Mcal.* Udio mrkog uglja u ovim mješavinama iznosi oko 60 %.

Najpovoljnije rezultate daju nam mješavine s mrkim ugljenom Golubovec grah (sl. 2). Cijena mješavine ovog ugljena s lignitima Pitomača, Ivanec ili Kreka iznosi u prosjeku *1,53 Din/Mcal,* a s lignitom Mišulinovec ili Konjščina čak *1,59 Din/Mcal.* Udio mrkog ugljena u ovim mješavinama iznosi nešto preko 50 %.

Međutim, mješavine s mrkim ugljenom Golubovec sitan daju relativno povoljne rezultate, te se postižu cijene u prosjeku od *1,30 Din/Mcal.*

Mješavine su ispitane samo s osnovama Banovići sitan i Zagorje orah, dok za osnove Trbovlje grah i Golubovec grah i sitan nisu izvršena ispitivanja. Prema iskustvenim podacima možemo zaključiti da i ove mješavine dolaze u obzir s približno analognim vatrotehničkim i ekonomskim karakteristikama.

Nova orijentacija, zasnovana na rezultatima ovog optimiranja, s uspjehom se primjenjuje u praksi.

TE Zagreb ima dokumentaciju prema kojoj u svakoj situaciji na tržištu ugljena može odabrati najpovoljnije vrste. Upotreba mazuta za redoviti pogon je obustavljena, ali je instalacija ostavljena za slučajeve eventualnih poremećaja, ispade pojedinih kotlovskih jedinica, trenutna forsiranja itd. Dimni plinovi na ušću dimnjaka ukazuju na potpunije izgaranje, te nisu u većoj mjeri zatamnjeni.

Konačno napominjemo da tehničke mjere koje je trebalo poduzeti u vezi s ovim optimiranjem nisu uvjetovale posebna investiciona ulaganja, jer nisu premašile okvire redovitog uzdržavanja postrojenja.

Naslov pisaca: Ing. Jakob Lucati i ing. Zdenko Selanec, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

PRIJENOS VELIKIH SNAGA ISTOSMJERNIM SISTEMOM VRLO VISOKOG NAPONA

Boris Markovčić, Zagreb

U kratkim crtama dan je historijat prijenosa istosmjernom strujom kao i usporedba toga sistema s trofaznim sistemom. Detaljno su opisani elementi istosmjernog sistema prijenosa: mutatorske stanice i prijenosni vodovi. Razmotren je kriterij primjene istosmjernog sistema uz poseban osvrt na praktičnu i eksperimentalnu primjenu u pojedinim zemljama. Zaključak je autora da je tehnika istosmjernog prijenosa svladana. U vezi toga praktična primjena već postoji (npr. podmorski kabel Francuska–Engleska), a na pragu je realizacija veleprijenosa istosmjernim nadzemnim vodom Volgograd (bivši Staljingrad)–Donbas (SSSR).

DK 621.3.051.024 : 621.316.1

Kod prijenosa velikih električnih snaga redovito treba svladati i vrlo velike udaljenosti, što dovodi do potrebe izgradnje skupih prijenosnih uređaja Prije nekih dvadesetak godina se smatralo, da će za trofazni sistem normalne frekvencije biti tehnička granica prijenosa negdje kod 400 km, te da neće biti drugog izlaza, već da se prihvati prijenos istosmjernom strujom. Međutim poznati trofazni veleprijenosi izgrađeni poslije rata demantirali su takvo stanovište. Primjena istosmjernog prijenosnog sistema na kopnu danas je potpuno ekonomsko pitanje, dok se o tehničkoj granici prijenosnih mogućnosti trofaznog sistema može govoriti samo kod transporta električne energije podmorskim kabelom.

Istosmjerni sistem primijenjen u prijenosu velikih snaga razlikuje se od trofaznog u ovome:

a) istosmjernim prijenosnim uređajem mogu se povezati dva elektrosistema bez obzira na frekvenciju tih sistema, a regulacija prenesene snage neovisna je o frekvenciji i naponu;

b) nema problema stabilnosti kod prijenosa na velike daljine;

c) nadzemni vod istosmjernog sistema jednostavnije je konstrukcije zbog dva vodiča, vodiči su potpuno iskorišteni, jer nema pojave skin-efekta, što sve ima za posljedicu pojeftinjenje prijenosne linije;

d) kod kabelskih vodova nema struje nabijanja;

e) krajnje stanice istosmjernog prijenosa skuplje su od trofaznih zbog skupih mutatora, koji su najosjetljiviji elementi istosmjernog prijenosa;

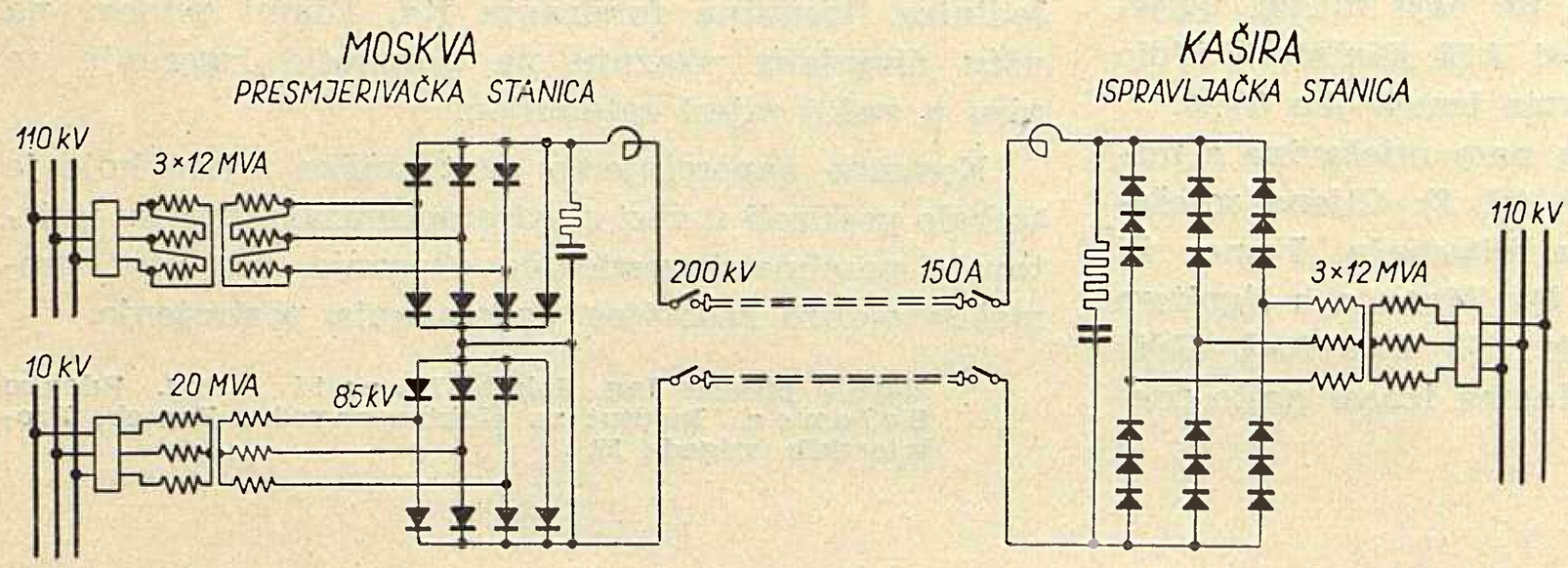
f) međustanice u istosmjernoj prijenosnoj liniji predstavljaju poseban problem, zbog nemogućnosti isklapanja velikih istosmjernih snaga.

Ideja prijenosa istomjernom strujom visokog napona nije nova, jer je elektrotehnika na početku svojeg razvoja počela prenositi električnu energiju istosmjernim sistemom. Već 1882. sagrađen je za izložbu u Münchenu istosmjerni prijenos od 2000 V na rastojanju od 57 km prema zamisli Francuza M. Depreza. Zatim je švicarski inženjer René Thury izgradio 1887. u okolini Genove istosmjerni prijenos 12 kV na dužini od 30 km. Međutim uvođenjem vrlo praktičnog trofaznog sistema, napuštena je izgradnja daljnjih

istosmjernih prijenosa, a upotreba istosmjerne struje ograničena je samo na specijalne svrhe.

Daljnjim porastom prijenosnih snaga i povećanjem daljine prijenosa pojavile su se u primjeni trofaznog sistema poteškoće u pogledu stabilnosti, uz ostale neugodne efekte koji nastaju zbog induktiviteta i kapaciteta dugih trofaznih vodova. To je dovelo ponovno do zamisli, da se istomjerna struja uvede u prijenosnu tehniku.

Na svjetskoj energetskoj konferenciji 1930. u Berlinu raspravljalo se o iskorištenju norveških vodnih snaga i prijenosa Norveška — Njemačka Uz ostale različite varijante uzet je u razmatranje također i prijenos Thury-ovim sistemom konstantne istosmjerne struje. Električna bi se energija proizvodila, prema tom projektu, u istosmjernim generatorima visokog napona s dva komutatora, a prenesena bi se energija pretvarala u izmjeničnu u motorgeneratorima.



Sl. 1. Istosmjerni pokusni prijenos Kašira — Moskva

Još se 1935. na sastanku CIGRE govorilo o Thuryevom sistemu, a zatim je ta ideja potpuno napuštena i daljnji je razvoj vezan samo uz prijenosnu shemu: proizvodnja električne energije u trofaznim generatorima — usmjeravanje u istosmjernu struju — istosmjerni prijenos — presmjerivanje u trofaznu struju. Dakle proizvodnja i razdioba u svakom slučaju ostaje trofazna. Prema toj shemi današnji istosmjerni veleprijenosni sistem ima dva osnovna dijela:

a) mutatorske stanice na početku i kraju,

b) prijenosni vod.

U krajnjim stanicama napajaju se veliki živini mutatori vezani u Graetzovom spoju preko trofaznih transformatora specijalne konstrukcije. Sklopke se nalaze samo na trofaznoj strani, jer je prekidanje većih istosmjernih snaga još danas nemoguće.

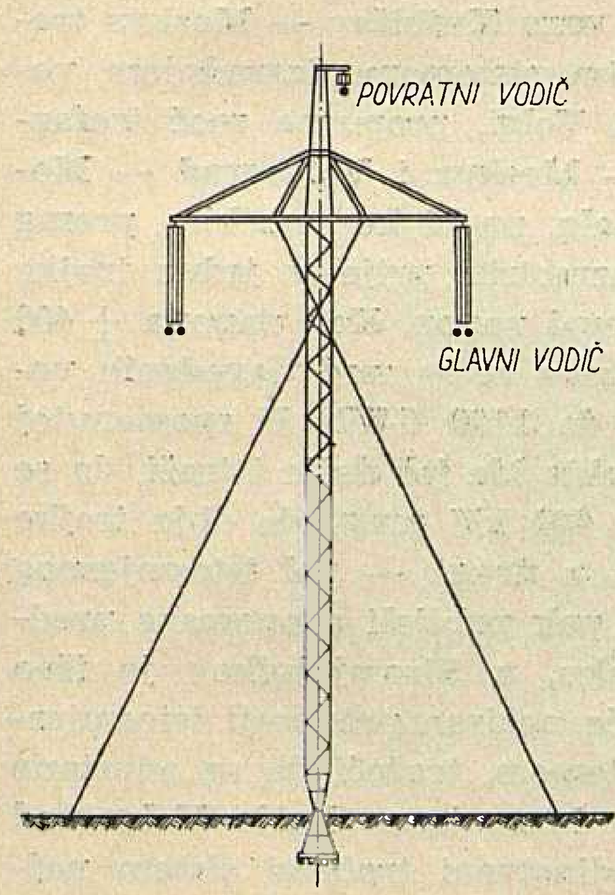
Mutatori su bitni, ali vrlo osjetljivi i skupi elementi istosmjernog prijenosa. Na početku voda djeluju kao usmjerivači trofazne struje u istosmjernu, a na kraju voda kao izmjenjivači i pretvaraju istosmjernu struju u trofaznu. U oba slučaja to je u stvari ista naprava, pa je stoga vrlo prikladan zajednički naziv mutator.

U tehnici usmjerivanja, uzevši općenito, upotrebljavaju se uređaji na različitim principima. Prema današnjem stanju tehnike međutim, mogu se za istosmjerne prijenose velike snage upotrijebiti samo živini presmjerivači (mutatori), premda izgleda, da bi se i neki drugi sistemi presmjerivanja mogli toliko razviti, da mogu doći u obzir za istosmjerne veleprijenose.

Ventilno djelovanje živinog usmjerivača počiva na pojavi, da je kretanje elektrana moguće samo u jednom smjeru i to od živine katode prema anodi Iz užarene mrlje na katodi, koja je podržavana pomoćnim lukom, izlaze elektroni. Njihovo se kretanje ubrzava električnim poljem anode, te dolazi do udarne ionizacije živinih para. Stvaraju se pozitivni ioni i nosioci električne struje — elektroni. Karakteristično je za živine usmjerivače, da imaju vrlo mali unutarnji gubitak napona od 15 do 30 V. Za upravljanje usmjerivača, a naročito za rad izmjenjivača potrebna je rešetka, koja je ugrađena između katode i anode. Ako joj je potencijal negativan prema katodi, ona priječi paljenje tj. blokira usmjerivač, ali je potpuno bez djelovanja, ako je već luk upaljen. Luk se može prekinuti tek prolazom narinutog napona kroz nulu. Najveća tehnička mana današnjih živinih usmjerivača još je uvijek povratno paljenje. Usmjerivač naime izgubi svoje ventilno djelovanje i izaziva kratki spoj uređaja. Budući da nije moguće tu pojavu potpuno izbjeći, upotrebljavaju se takva vezivanja, kod kojih ona ne dolazi do izražaja. To se može postići bilo serijskim spajanjem od više usmjerivača (sl. 1 desna shema), gdje probojem jednoga, ostali mogu zadržati cijeli narinuti napon, bilo premoštenjem pomoćnim usmjerivačem koji kod povratnog paljenja bilo kojeg od glavnih ventila biva automatski aktiviran (sl. 1 lijeva shema) Shema s pomoćnim usmjerivačem pokazala se boljom, pa se primjenjuje kod svih novih projekata. Povratno paljenje u izmjenjivaču ne može nastati, jer se napon protivnog predznaka pojavi pred gašenjem luka, a taj je malen. Može se međutim desiti, da izostane komutacija i da luk gori dalje, a to se ispoljava kao kratki spoj na istosmjernoj strani. U pogonu mutatora pojavljuju se nadvalovi, koji se smanjuju prikladnim spojevima mutatorskih transformatora i prigušuju snažnim prigušnicama u istosmjernom strujnom krugu. Istosmjerni napon reguliira se rešetkom usmjerivača, kojom se izaziva zakašnjelo paljenje luka. Ovakva regulacija međutim ima za posljedicu povećanje valovitosti napona i pogoršanje faktora snage postrojenja. Kod obratnog toka energije usmjerivač postane izmjenjivač tj. kad energija iz istosmjernog dijela teče u trofazni. Takt izmjenjivača tj. održavanje frekvencije preuzimaju jake elektrane prijemnog sistema, a ukoliko njih nema, tu ulogu vrše sinhroni kompenzatori. Oni osim toga dobavljaju potrošačima prijemnog trofaznog sistema jalovu snagu, koja se istosmjernim sistemom ne može

prenositi. No i u predajnom sistemu kod usmjerivača potrebne su naprave za kompenzaciju, redovito statički kondenzator, budući da priroda regulacije iziskuje jalovu snagu.

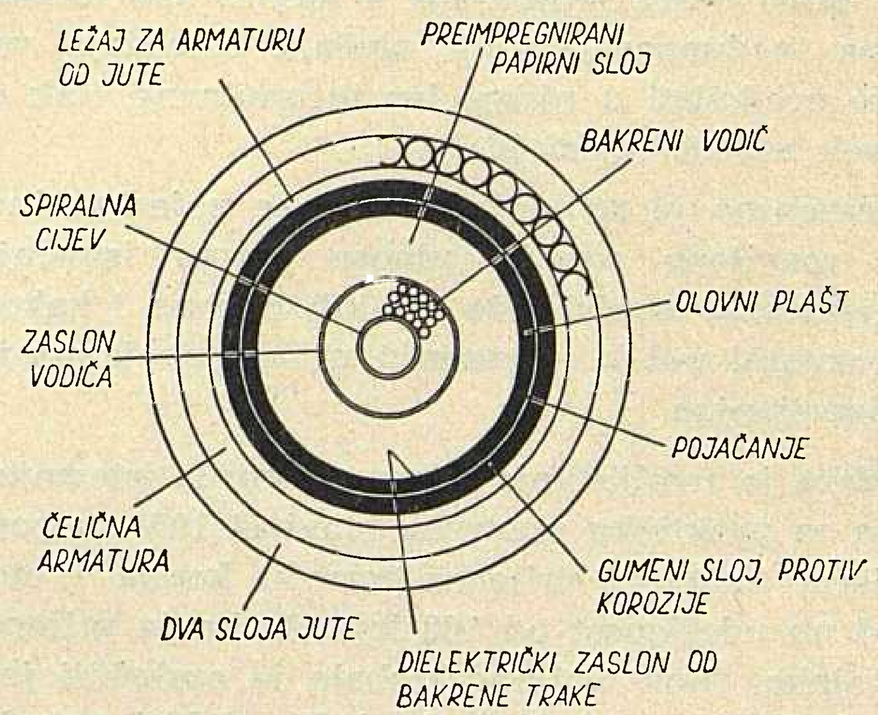
Za prijenos velikih snaga istosmjernim sistemom dolazi u obzir nadzemni vod ili kabel Za sada jedino u SSSR-u projektiraju istosmjerni prijenos kopnom, dok su se u ostalim zemljama ograničili na razmatranje istosmjernog sistema samo za prijenos preko vode u prvome redu preko mora, a o nadzemnim se vodovima govori samo kao o spojnim vodovima između krajnjih stanica na kopnu i ulaza u kabel. Tipični oblik stupa istomjernog nadzemnog voda prikazuje sl. 2. Stup ima samo dvije konzole koje nose vodiče, a na vrhu zaštitno uže kao kod trofaznih vodova ili uže preko kojega se uzemljuje sredina sistema. Za vodiče istosmjernih vodova upotrebljavaju se također alučel vodiči. Budući da nema pojave skin-efekta, mogu se uzeti i veliki presjeci. Kod jednakog trofaznog linijskog napona i istosmjernog prema zemlji, kod prijenosa iste snage, struja po fazi je 15 % veća od struje u istosmjernim vodičima, a gubici trofaznog sistema su $\sqrt{3}$ puta veći. Kod iste pak gustoće struje, trofazni sistem treba $\sqrt{3}$ puta više metala. Zbog vrlo visokih napona dolazi do izražaja problem korone, pa se zbog toga uzimaju vodiči u snopu. Pojava istosmjerne korone razlikuje se od izmjenične, a postoje također razlike i s obzirom na pol vodiča. U pogledu gubitaka bitna je razlika između izmjenične i istosmjerne korone u tome, što gubici izmjenične korone kod ružnog vremena porastu oko 10 puta brže nego gubici istosmjerne uz određeni napon. Zbog toga godišnji gubici korone istosmjernog prijenosa trebaju biti računani na temelju gubitaka kod lijepog



Sl. 2. Tip stupa za istosmjerni prijenos ± 200 kV

vremena, za razliku prema računanju gubitaka kod trofaznog sistema, gdje je ružno vrijeme (kiša, bura, snijeg) mjerodavno za račun.

Gledanje na glavni kriterij za dimenzioniranje izolacije nije u svijetu jedinstveno. U Švedskoj se npr. smatra, da je glavna osnova za dimenzioniranje izolacije klizna staza izolatora, za razliku od stručnjaka SSSR-a koji uzimaju kao osnovu preskok pod kišom. Pokazalo se, da određena klizna staza zaprašenog izolatora izdrži istosmjerni napon, koji je jednak efektivnoj vrijednosti trofaznog napona prema zemlji. Preskočni pak istosmjerni napon pod kišom samo je nešto viši od jednake efektivne vrijednosti izmjeničnog napona. Treba međutim spomenuti, da su sva ispitivanja vršena na izolatorima koji se danas upo-



Sl. 3. Plinski istosmjerni podmorski kabel 200 kV

trebljavaju kod trofaznih vodova, no ne isključuje se mogućnost, da se razviju posebni tipovi izolatora prilagođeni prilikama pod istosmjernim visokim naponima.

Prijenos kabelom ispod velikih vodenih površina kao što je već istaknuto, najvažnija je primjena istosmjernog prijenosa, jer su tu prednosti pred trofaznim sistemom sasvim očigledne. Kod vrlo visokih napona, koji se upotrebljavaju kod prijenosa velikih snaga, već kod razmjerno kratkih dužina trofaznog kabela struja nabijanja toliko naraste, da prijenos korisne snage postaje neekonomičan. Npr. kabel 345 kV potpuno je opterećen strujom nabijanja kod dužine od 40 km i nema više mogućnosti korisnog prijenosa. Bitna je razlika u karakteru i veličini gubitaka u izolaciji kod izmjeničnih istosmjernih kabela. Dok u izmjeničnim kabelima nastaju dielektrični gubici, u istosmjernim se pojavljuju samo gubici odvoda, a ti su vrlo mali.

Gradijent napona može kod istosmjernih kabela biti daleko veći. Odnos gradijenta osobito je velik kod kabela s masom i iznosi čak 1 : 10, dok je kod uljnih taj iznos nešto manji. Za jednaki napon prema zemlji, debljina izolacije istosmjernih kabela daleko je manja nego izmjeničnih. Npr. debljina izolacije masenog podmorskog trofaznog kabela 30 kV za otok Brač iznosi 7,5 mm, a debljina izolacije podmorskog istosmjernog masenog kabela 100 kV za otok Gotland u Švedskoj iznosi samo 7 mm.

Kabeli za podvodno polaganje moraju biti građeni za odgovarajuće mehaničke i električne uvjete. Premda se maseni kabel može upotrijebiti kod daleko viših istosmjernih napona nego kod izmjeničnih, ipak njegove poznate mane kod vrlo visokih napona dolaze i ovdje do izražaja. Uljni su kabeli povoljniji, ali kod velikih dužina, bez mogućnosti ugradnje međustanica, kako to biva kod podmorskih polaganja, iz ekonom-

skih i tehničkih razloga ne mogu se primijeniti. Kod velikih bi naime dužina nastali u kabelu vrlo jaki pritisci kod cirkulacije ulja uslijed promjene temperature. Cjevasti otvor u sredini morao bi biti u takvom slučaju velik, a stijene kabela jako mehanički pojačane, što bi bilo skupo i neekonomično, a stvaralo bi također poteškoće i kod polaganja. Najprikladniji tip kabela za istosmjerne podmorske prijenose danas je preimpregnirani plinski kabel visokog pritiska Takav se kabel može proizvoditi u dugim komadima, a ne treba međuaparature. U slučaju oštećenja voda ne može prodrijeti u njega, jer je unutarnji tlak dušika visok cca 15 kg/cm (sl. 3).

Interesantno je promotriti kako se pojedine industrijski razvijene zemlje odnose prema istosmjernoj prijenosnoj tehnici vrlo visokih napona i kako je tekao razvojni put k ostvarenju praktičnih istosmjernih veleprijenosa.

Švedska je zemlja koja je prva stvorila istosmjerni prijenos za praktičku upotrebu stavivši 1954. u pogon istosmjerni kabelski prijenos između kopna i otoka Gotland na udaljenost od 100 km. Svrha je prijenosa bila dvojaka. Otok Gotland trebalo je opskrbiti jeftinom električnom energijom i ujedno dobiti potrebna iskustva za industrijsko iskorištavanje ovakve vrste prijenosa. Obje krajnje stanice izgrađene su gotovo identično. Svaka ima dvije grupe od 6 mutatora u trofaznom Graetzovom spoju s poprečnim rezervnim ventilom. Napon uređaja prema zemlji iznosi 100 kV, a snaga prijenosa 20 MW. Stanice su povezane istosmjernim jednožilnim masenim kabelom s bakrenim punim vodičem 90 mm². Povratak struje izveden je kroz more, a elektrode su udaljene 10 km od kabela, da se izbjegne korozija. Razumljivo je, da je realizaciji opisanog istosmjernog prijenosa prethodio opsežan naučno istraživački rad. Već su 1943. predradnje bile tako daleko, da je ostvaren usmjerivačko-izmjenjivački uređaj u laboratoriju Ludviku, prijenosne snage 2 MW, pod naponom 40 do 70 kV. Daljnji značajan korak je učinjen 1945. kad je stavljen u pogon istosmjerni uređaj Trollhätan — Mellerund dužine 6,5 MW kod napona 2 × 45 kV.

Općenito se može reći da se u Švedskoj mnogo pažnje i studija posvetilo pojavama u vezi istosmjernog prijenosa kao npr. problemu prolaza struje kroz zemlju i more, problemu najpovoljnijeg smještaja elektroda, pojavi korozije, sušenju tla, problemu lutajućih struja, djelovanju na ribe, brodske kompase itd.

SSSR kao zemlja vrlo velikih prostranstava polaže veliku važnost na istosmjerni veleprijenos. U vezi prijenosa Kujbišev — Moskva (900 km), već su se u SSSR-u prije rata bavili problemom istosmjernog prijenosnog sistema. Između različitih alternativa razmatran je i sistem prema Thury-u, o čemu je inženjer Černišov izvijestio u časopisu »Električestvo« 1940.

U poslijeratnoj sovjetskoj tehničkoj literaturi posvećena je sva pažnja trofaznom prijenosu 400 kV, a o konkretnim radovima na problemima istosmjernog prijenosa počelo se pisati tek poslije 1955. Tada se saznalo, da je već 1950. stavljena u pogon istosmjerna pokusna linija Kašira — Moskva, dužine 112 km, 2 × 100 kV, snage 30 MW. U početku rada uređaj je pokazivao mnoge greške, a naročito pojavu povratnog paljenja, no greške su uklonjene, pa se ovom linijom već u prvih 5 godina rada prenijelo oko 600 GWh. Na temelju sakupljenih iskustava pravljeni su projekti za velike istosmjerne prijenose kao npr. za povezivanje jakih hidroenergetskih izvora Sibirije i ugljenih bazena Krasnojarska i Pavlovdara s industrijskim područjem Urala i centralnim bazenom, gdje se radi o udaljenostima 1200 do 2000 km. U razmatranje su došli vrlo visoki naponi čak do ± 600 kV. No od svih je projekata najaktuelniji projekt prijenosa Volgograd — Donbas. Prema njemu su krajnje mutatorske stanice spojene istosmjernim dalekovodom ± 400 kV tj. 800 kV između polova. U stanicama se ovaj napon postiže pomoću 8 mutatorskih mostova od po 100 kV. Stanica u hidroelektrani Volgograd, smještena je u brani elektrane, gdje su samo živini mutatori i pomoćni uređaji u zatvorenom prostoru, dok su transformatori i prigušnice na slobodnom. Srednja tačka obiju stanica je uzemljena, pa je time uređaj podijeljen u dvije polovine od kojih svaka može biti zasebno u pogonu kod čega je zemlja jedan pol. Da ne bude štete na kabelima i cjevovodima, srednja je tačka uzemljenja 25 km daleko od stanica. Stupovi istosmjernog dalekovoda su oblika T s vodičima 712 mm² Ač u snopu i zaštitnim užetom na vrhu.

Međutim treba primijetiti, da gledanja na ekonomičnost istosmjernog prijenosa nisu u SSSR-u jedinstvena, što se vidjelo iz opsežne diskusije koja se vodila u časopisu »Električestvo« tokom 1957. i 1958., a povod je dao članak N. M. Meljgunova o perspektivi primjene prijenosa istosmjernom strujom u SSSR-u. Pisac se zalaže za primjenu istosmjernog sistema kod daljina 500 do 600 km i snage 700 do 800 MW. Smatra, da je već postojeću vezu Kujbišev — Moskva trebalo graditi istosmjernim sistemom. Izgradnjom velikih hidroelektrana na Volgi, propusna moć trofaznih vodova Kujbišev — Moskva i Volgograd — Moskva bit će ubrzo premala, pa bi korisno bilo, prema njegovom prijedlogu razmotriti prijelaz jedne trojke ovih vodova na istosmjerni napon. Kod napona ± 400 kV do ± 600 kV propusna bi se moć navedenih vodova povećala za 2 000 do 3.500 GWh. U spomenutoj diskusiji J. M. Červonenkis ide još dalje i traži, da se na trofaznim vodovima 400 kV pregrade obje trojke tako, da jedna bude + a druga — pol istosmjernog prijenosa. Protivnici su pak pobijali ekonomske prednosti navedene u članku, a Siromjatnikov je išao tako daleko, da je uopće negirao prednosti istosmjernog pred trofaznim sistemom, tražeći da se odustane od gradnje predviđene istosmjerne linije Volgograd — Donbas i izgradi jedinstveni trofazni sistem najvišeg napona za cijelu SSSR. Diskusija je završena zaključkom sovjetskih stručnjaka u ožujku 1958. Konstatirano je, da istosmjerni prijenos dolazi u obzir za veće snage i veće daljine, koje će se morati svladati u SSSR u slijedećih 15 godina Izgradnja prijenosa Volgograd — Donbas predstavlja nužnu etapu u osvajanju ove tehnike prijenosa, premda u ovom konkretnom slučaju nema očiglednih prednosti. Gradnja je konačno usvojena, čemu je pridonesao govor

N. S. Hruščova na Svesaveznom energetskom savjetovanju 1959.

Interesantno je iznijeti, da se u SSSR-u u najnovije vrijeme razmatra mogućnost istovremenog prijenosa trofaznim i istosmjernim sistemom po normalnoj trofaznoj liniji, čime žele iskoristiti postojeće vodove.

Francuska, premda industrijski razvijena zemlja, dugo nije ništa poduzimala u pogledu razvoja istosmjernog prijenosa. Stanovište u vezi tog problema vidi se najbolje iz članka Ailleret-a, istaknutog stručnjaka za elektroprivredu, iz 1941. On je smatrao, da u njegovoj zemlji istosmjerni prijenos nije interesantan, jer pruža izvjesne ekonomske prednosti tek kod daljina od nekih 1000 km.

Međutim prilikom rješavanja problema kabelske veze ispod kanala la Manche, rezultat zajedničkih studija Electricité de France i British Electricity Authority pokazao je, da je ekonomski i tehnički najpovoljnije izvesti ovu vezu istosmjernim kabelom 200 kV (± 100 kV), prijenosne snage 160 MW, te je odbačen prvobitni plan trofaznog kabela 132 kV. Prihvaćanje istosmjernog sistema imalo je više prednosti. Izbjegnuta je potreba sinhronog rada francuskog i britanskog elektrosistema, te otpada vrlo precizna automatska regulacija snage u Britaniji. Britanski se sistem ne lišava mogućnosti rasterećenja pomoću sniženja frekvencije. Kabeli su lakši i ekonomičniji, te je proračunano da će se uštedjeti na investicijama oko 10 %.

Kabelski prijelaz kanala bit će izvršen na širini od 55 km Ukupna dužina kabela računajući morski prijelaz i kopneni priključak iznosit će 61 km. Povratak struje kroz more ovdje ne dolazi u obzir, zbog utjecaja na brodske kompase, što bi bilo nedopustivo za prometni i uski kanal. Potrebnu jalovu snagu na oba kraja davat će statički kondenzatori. Uređaj je vrlo sličan onome u Švedskoj, a korištena su također iskustva dobivena radom prijenosa na otok Gotland. Mutatorski uređaj dobavlja švedska tvrtka ASEA, a kabel po polovini britanska i francuska industrija.

Ni *Velika Britanija* nije pokazivala veći interes za istosmjerni sistem do rješavanja problema povezivanja s Francuskom, kad su započele zajedničke britansko-francuske studije. U vezi ranijih studija u Britaniji vrijedno je napomenuti rad Errol-a i Forester-a iz 1949, gdje autori upozoruju britansku industriju na mogućnost primjene istosmjernog prijenosnog sistema u zemljama britanske interesne sfere. Među ostalim spomenut je prijenos električne energije između Norveške i Engleske, između kišnog otoka Tasmanije i australskog kopna, prijenosi u vezi iskorištenja rijeke Nil, prijenos od 5000 MW s rijeke Tsangpo u Himalaji prema Kalkuti itd.

Sjedinjene Američke Države u odnosu na svoje prostranstvo i mogućnosti nisu pokazale odgovarajući interes za veleprijenos uopće, pa ni za istosmjerni. Ipak je nešto učinjeno u pravcu pripreme za istosmjerne veleprijenose.

Povezivanje mreža različite frekvencije izvršeno je u nekoliko slučajeva pomoću živinih mutatora, premda se radilo o razmjerno malim snagama (6 do 20 MW) i prijenosu na male udaljenosti, odnosno direktno iz usmjerivača u izmjenjivač. Prema pisanju najnovije američke stručne literature, američka je industrija na temelju dosadašnjih radova u mogućnosti da za kratko vrijeme realizira istosmjerni prijenos napona ± 200 kV, snage 500 MW ili čak ± 400 kV snage 1000 MW. Istraživanja o ekonomici prijenosa istosmjernom strujom slažu se s onima u Evropi, naime, da istosmjerni sistem dolazi u obzir kod daljina većih od 800 km i kod velikih snaga. U USA je međutim razdioba elektrana i gustoća konzuma takva, da prijenos na velike udaljenosti nije potreban Trofazni sistem 345 kV, ili 400 kV, dovoljni su, da se postigne racionalan prijenos električne energije. Za kabelske prijenose naprotiv istosmjerni sistem ima prednosti pred trofaznim. Premda dakle nema neposredne potrebe za izgradnjom istosmjernog sistema u USA, smatra se ipak korisnim, da američki stručnjaci prate razvoj istosmjernih uređaja u svijetu, kako bi i oni mogli sudjelovati u razradi tog problema.

Japan je zbog svog naročitog geografskog položaja na otocima pokazao nakon drugog svjetskog rata velik interes za kabelski istosmjerni prijenos. Neki japanski otoci imaju industriju, ali nemaju ugljena i hidroenergije, dok je kod drugih upravo obrnuto. Osim toga i frekvencije pojedinih mreža nisu jednake, pa bi povezivanje istosmjernim sistemom bilo pravo rješenje za udaljenosti 40 do 150 km. Jedan pokusni uređaj već je u pogonu od 1951. snage 1,5 MW, a zatim je nastavljeno s gradnjom takvih uređaja za praktične svrhe.

U Japanu je osnovan posebni komitet, koji se bavi pitanjima istosmjernog prijenosa, a najznačajnija četiri projekta spomenutog komiteta iznesena su u referatima CIGRE 1956.

U *Njemačkoj* se već prije rata i za vrijeme rata intenzivno radilo na problemima istosmjernog veleprijenosa, što je bilo usko vezano s opsežnim političkim planovima. Ozbiljno su se npr. izučavali projekti o iskorištenju vodnih snaga Norveške i prijenosa električne energije u Njemačku. Za potrebe istosmjernog veleprijenosa razvijeni su robustni Marxovi usmjerivači, pa je 1942. pomoću njih izgrađen pokusni uređaj Lehrte — Misburg dužine 5 km, pod naponom 80 kV i prijenosne snage 16 MW. Upravo pred svršetak rata dovršena je izgradnja pokusnog istosmjernog prijenosa Elbe — Berlin. U krajnje su stanice bili ugrađeni živini mutatori za napon ± 200 kV. Stanice udaljene 110 km bile su povezane s dva jednožilna kabela s masom s aluminijskim vodičem 150 mm². Polovinu postrojenja izgradila je tvrtka Siemens, a polovinu tvrtka AEG. Uređajem bi se moglo prenositi 60 MW, no zbog bombardiranja Berlina i kapitulacije Njemačke uređaj nije nikad proradio punom snagom. Što je ostalo od bombardiranja demontirale su sovjetske trupe. Nakon rata i sređivanja prilika Njemačka je svu pažnju posvetila trofaznom sistemu vrlo visokog napona, ali u posljednje se vrijeme opet opažaju znakovi izvjesnog interesa njemačkih elektrotehničkih tvrtki za istosmjerni prijenos.

Švicarska elektrotehnička tvrtka BBC mnogo pažnje je posvećivala istosmjernom prijenosu već prije

rata i neposredno nakon rata, no u posljednje se vrijeme u literaturi ništa ne čuje o sličnim radovima. Na zemaljskoj izložbi 1939. prikazan je istosmjerni prijenos na liniji Wettingen — Zürich, dužine 20 km. Prijenos se vršio jednim vodičem i povratkom kroz zemlju, pod naponom 50 kV prenosilo se 0,5 do 1,0 MW. Daljnji su se pokusi izvodili u cilju razvoja što snažnijih i sigurnijih mutatorskih jedinica. Godine 1944. provedeno je u čvorištu švicarske mreže kod hidroelektrane Biachina ispitivanje mutatorskih jedinica od 400 A Jedna je jedinica služila kao usmjerivač, a druga kao izmjenjivač, pa se energija vraćala ponovno u trofaznu mrežu iz koje je uzimana. Na temelju ovih radova tvrtka BBC objavila je 1945. u svom časopisu, da je problem istosmjernog prijenosa već toliko razrađen, da se može iz laboratorija preći na industrijsku ekspolataciju. No do danas do realizacije tog prijedloga nije došlo.

Na koncu treba spomenuti pokušaj Elektroenergetskog komiteta Ekonomske komisije UN da se ispita mogućnost neposrednog prijenosa električne energije iz *Jugoslavije* u *Italiju* istosmjernim kabelom preko Jadrana. U vezi te mogućnosti izradili su 1958. stručnjaci E. L. Davey (Britanija) i I. Herlitz (Švedska) informativnu studiju, a talijanski inženjeri Visintini i Asta podnijeli su o tome referat na kongresu UNIPEDE 1958. u Lausanni. Prema toj zamisli mutatorska stanica bila bi u Italiji kod Foggie, do poluotoka Gargano vodio bi istosmjerni nadzemni vod, zatim bi bio podmorski kabel položen preko otoka Palagruže i Sušca na Korčulu. Odatle bi se opet nastavio nadzemni vod do mutatorske stanice na kopnu negdje oko Mostara ili Dubrovnika. Ukupno bi cijeli prijenos imao 220 km nadzemnog voda i 120 km podmorskog kabela Uređaj bi bio vrlo sličan onome u Švedskoj. Upotrebio bi se plinski kabel s dušikom pod pritiskom 20 kg/cm². Razmak kabelskih komora iznosio bi najviše 50 km, jer bi se za međustanice koristili otoci u smjeru trase. Uređaj snage 400 MW i napona ± 250 kV s povratkom struje kroz more procijenjen je na 35,4 milijuna dolara. Prema mišljenju stručnjaka, prijenos bi bio ekonomičan tek u slučaju, ako bi radio s upotrebnim vremenom 4000 do 5000 sati, što znači da bi se prenosilo 1500 do 2000 GWh godišnje. Nakon informativnih studija nije bilo daljnjih radova na ovom problemu.

Iz ovoga što je rečeno vidi se, dakle, da je tehnika istosmjernog prijenosa potpuno svladana i počinje se praktički primjenjivati kod podmorskih povezivanja elektrosistema. Prvo takvo postrojenje, koje će povezivati britansku i francusku mrežu nalazi se pred stavljanjem u pogon. No nije daleko ni realizacija prvog na svijetu veleprijenosa istosmjernim nadzemnim vodom koji se gradi na potezu Volgograd — Donbas, premda su mišljenja o ekonomičnosti takvog prijenosa vrlo podvojena u svijetu i u samom SSSR-u.

Naslov pisca: Ing. Boris Markovčić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

ELEKTRIFIKACIJA SJEVERNOG ZAGORJA I MEĐIMURJA

Ivan Janić, Zagreb

Autor iznosi principijelne postavke razvitka elektrifikacije sjevernog Zagorja i Međimurja za perspektivu od 30 godina. Na kraju promatranog razdoblja obuhvaćeno područje imat će oko 380 tisuća stanovnika i 90 tisuća kućanstava. Rezultat analize konzuma pokazuje, da će maksimalno opterećenje iznositi 89,3 MW, a potrošnja električne energije 348.000 MWh. Ovom odgovara prosječni godišnji eksponencijalni prirast od 6,8 % za vršno opterećenje, odnosno 6,7 % za potrošnju električne energije.

DK 621.311.1 (497.13)

SADAŠNJE STANJE

Područje i stanovništvo

Obuhvaćeno područje sjevernog Zagorja i Međimurja odnosi se na područje kotara Varaždin i Čakovec. Ukupna površina promatranog područja iznosi 1963 km². Od toga na područje kotara Varaždin otpada 1239 km², a na područje kotara Čakovec 724 km² Prema popisu 1953. na tom području bilo je ukupno 289 791 stanovnika (kotar Varaždin 177 240 stanovnika, kotar Čakovec 112 551 stanovnik) i 66 037 kućanstava (kotar Varaždin 40 198 kućanstava, kotar Čakovec 25 839 kućanstava).

Prosječno je dolazilo 148 stanovnika na km² i 4,4 stanovnika po kućanstvu. To je, izuzevši grad Zagreb, naše najgušće naseljeno područje. Kotar Čakovec sa 155 stanovnika po km² je najgušće naseljeni kotar u NR Hrvatskoj, a kotar Varaždin sa 143 stanovnika po km² dolazi po gustoći naseljenosti (poslije kotara Krapina sa 144 stanovnika po km²) na treće mjesto.

Porast stanovništva od 1921. — 1953. iznosi 25,75 %. Poljoprivredno stanovništvo činilo je 65 % ukupnog stanovništva.

Stanje elektrifikacije i konzum

Područje kotara Varaždin i Čakovec je dosta dobro elektrificirano. Naročito je dobro elektrificirano područje općine Varaždin (95 %).

Treba spomenuti da je Varaždin dobio električnu rasvjetu među prvim gradovima u Hrvatskoj. Već godine 1895. izgrađena je u blizini današnje tvornice Varteks električna centrala s tri parna stroja po 75 KS i pripadnim jednofaznim generatorima po 50 kVA. U razdoblju od 1910. do 1919. prešlo se na pogon s dizelskim motorima, a 1928. s jednofazne na trofaznu

struju 380/220 V. Istodobno je grad vezan preko TS 35/6 kV Varaždin i 35 kV voda 3 × 35 mm² Cu na hidroelektranu Fala. Iste godine sagrađena je i TS 30/6 kV Vinica.

Na promatranom području bilo je krajem 1959. elektrificirano 75,5 % kućanstava i 86,5 % naselja. Od toga je na području kotara Varaždin elektrificirano 79 % kućanstava i 82,1 % naselja, a u području kotara Čakovec 70 % kućanstava i 94,1 % naselja. U kotaru Varaždin ima još dijelova (naročito u općinama Lepoglava i Ivanec) gdje još uopće nije provedena elektrifikacija, ali je elektrifikacija naselja provedena potpunije, dok je u kotaru Čakovec sprovedena elektrifikacija skoro svih naselja, ali ima dosta neelektrificiranih kućanstava u elektrificiranim naseljima.

Na promatranom području nalaze se tri distributivna poduzeća: »Elektra« Varaždin, »Eldis« Čakovec i »Elektra« Koprivnica. Djelokrug poslovanja »Elektre« Varaždin je područje kotara Varaždin, osim područja koje se snabdijeva iz TS 30/10 kV Ludbreg, koje spada pod »Elektru« Koprivnica, dok »Eldis« Čakovec ima područje kotara Čakovec.

Ukupna potrošnja električne energije (uključivo potrošnja industrijskih elektrana) iznosila je 1959. godine 49 136 MWh.

Prosječni eksponencijalni prirast ukupne potrošnje električne energije za čitavo područje od 1948. do 1959. iznosio je 8,3 % godišnje.

Ukupno nabavljena energija 1959. iznosila je 55 424 MWh. Od toga su industrijske elektrane proizvele 454 MWh.

Ukupni gubici električne energije iznosili su 11 %.

Od ukupne potrošnje električne energije otpada na

široku potrošnju	19 786 MWh,
a na ostale potrošače	29 530 MWh

Pod širokom potrošnjom smatraju se slijedeće potrošačke grupe: kućanstvo, rasvjeta poslovnih prostorija, rasvjeta društvenih prostorija, motori i aparati, poljoprivredni motori, javna rasvjeta i preprodavaoci.

Udio kućanstva u širokoj potrošnji 1959. iznosio je 69 % odnosno 13 649 MWh.

Prosječni eksponencijalni prirast široke potrošnje od 1948. do 1959. godine iznosio je 14,0 % godišnje, a potrošnje u kućanstvu čak 19,9 % godišnje.

Prosječni eksponencijalni prirast ostale potrošnje iznosio je 6,2 % godišnje.

Specifična potrošnja električne energije široke potrošnje svedena na kućanstvo iznosila je 1959. godine 416 kWh, a potrošnja električne energije u kućanstvu 287 kWh/kućanstvu.

Obje vrijednosti su znatno ispod prosjeka u NR Hrvatskoj (914 kWh/kuć, odnosno 613 kWh/kuć).

Ukupno maksimalno opterećenje iznosilo je godine 1959. 12,5 MW. Maksimalno opterećenje široke potrošnje procijenjeno je sa 7,1 MW, a maksimalno opterećenje ostalih potrošača sa 7,4 MW. Uzevši u obzir gubitke snage maksimalno opterećenje je iznosilo 14,4 MW.

Industrijske elektrane tog područja: Tvornica Varteks Varaždin, Varaždinska industrija svile Varaždin, Tvornica stolica »Florijan Bobić« Varaždin, Međimurski ugljenokopi Mursko Središće (Martin i Paklenica), Međimurska trikotaža Čakovec i hidroelektrana mlina »Bednja« Ludbreg, vrlo su malog kapaciteta s ukupnom proizvodnjom od 454 MWh u godini 1959, i služe uglavnom za rezervu vlastitog poduzeća.

Električna mreža

Promatrano područje snabdijeva se sada iz transformatorske stanice 110/30 kV Nedeljanec kraj Varaždina, sagrađene 1953 Ona je spojena vodovima 110 kV presjeka 3 × 240 mm² Alče sa TS 110/10 kV Kidričevo (duljina voda 44 km) i s termoelektranom Jertovec (duljina voda 36 km).

Godine 1958. vezan je ovaj elektroenergetski sistem s Mađarskom preko voda 120 kV Nedeljanec—Söjtör, 3 × 150 mm² Alče duljine 68,3 km.

U TS 110/30 kV Nedeljanec instalirana su sada dva trofazna regulaciona transformatora snage 20 MVA i 10 MVA, te štedni transformator 120/100 kV snage 50 MVA za vezu s Mađarskom. Iz stanice izlazi sada pet vodova 30 kV: za Varaždin, Ludbreg (Koprivnica, Đurđevac, Virovitica), Novi Marof, Ivanec, Vinicu i Čakovec (Mursko Središće). Ukupna duljina vodova 30 kV na promatranom području iznosi 144 km.

Na području kotara Čakovec nalaze se dvije TS 30/6 kV: Čakovec i Mursko Središće, a na području kotara Varaždin tri TS 30/6 kV: Varaždin, Vinica i Novi Marof, te dvije TS 30/10 kV: Ivanec i Ludbreg. Prema tome na promatranom području imamo ukupno sedam transformatorskih stanica 30 kV s ukupno instaliranom snagom od 19 700 kVA.

TS 30/6 kV Varaždin sagrađena je 1928. Stanica danas više ne odgovara ni električki niti građevinski. Osim toga se ona nalazi na području širenja tvornice Varteks. Iz spomenutih razloga sadašnju stanicu treba likvidirati i sagraditi novu stanicu.

Distributivna mreža visokog napona ima sada dva napona: 10 i 6 kV. Mrežu 10 kV ima samo područje TS 30 Ivanec i TS 30 Ludbreg, dok ostalo područje ima mrežu 6 kV. Ukupna duljina 10 kV i 6 kV vodova iznosi 536 km. Od toga iznosi duljina vodova 10 kV 189 km, a vodova 6 kV 347 km.

Ukupno se na promatranom području nalazi 276 transformatorskih stanica 10 (6)/0,4 kV, s instaliranom snagom od 25 700 kVA. Od toga su 78 transformatorskih stanica prijenosnog odnosa 10/0,4 kV s instaliranom snagom od 7 700 kVA, a 198 stanica s prijenosnim odnosom 6/0,4 kV s instaliranom snagom od 18 000 kVA.

PERSPEKTIVNI RAZVOJ KONZUMA

Perspektivno opterećenje odnosno konzum električne energije procijenjeni su za period od 30 godina, koliko se prosječno uzima i trajnost mreže.

Analiza perspektivnog konzuma provedena je posebno za široku potrošnju, a posebno za ostale potrošače.

Široka potrošnja

Potrošači grupe »široka potrošnja« podijeljeni su u tri grupe: seosko stanovništvo, veća mjesta i gradsko stanovništvo.

U grupu »veća mjesta« uzeta su slijedeća općinska i veća mjesta: Dekanovec, Donji Kraljevec, Kotoriba, Mursko Središće, Prelog, Štrigova, Nedelišće, Goričani, Ivanec, Lepoglava, Ludbreg, Novi Marof, Varaždinske Toplice i Vinica U grupu »gradsko stanovništvo« spadaju gradovi Varaždin i Čakovec.

Kod odabiranja specifičnog opterećenja široke potrošnje uzeta je u obzir i veća primjena električne energije u termičke svrhe, naročito u gradovima.

Analiza vršnog opterećenja široke potrošnje dala je ove rezultate za specifična opterećenja (W/kućanstvu):

Grupa	Specifično opterećenje (W/kuć)		
	Mreža 10 kV	TS 30/10 kV	TS 110/30 kV
Seosko stanovništvo	360	333	325
Veća mjesta	600	555	545
Gradsko stanovništvo	1 300	1 200	1 170

Kod toga je uzeta u obzir neistovremenost nastupa vršnih opterećenja pojedinih potrošača, tj. uzeto je da je ukupno vršno opterećenje znatno manje od sume pojedinih vršnih opterećenja.

U ovom slučaju primijenjen je izraz

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

gdje je k_n faktor koji označuje udio u vršnom opterećenju za n potrošača.

Specijalna široka potrošnja električne energije svedena na kućanstvo je slijedeća:

seosko stanovništvo	960 kWh,
veća mjesta	1 600 kWh,
gradsko stanovništvo	4 200 kWh.

Ta potrošnja je jednaka za sve elemente mreže uz zanemarenje gubitaka.

Porast stanovništva

Kod određivanja perspektivnog konzuma bilo je potrebno utvrditi i perspektivni porast stanovništva.

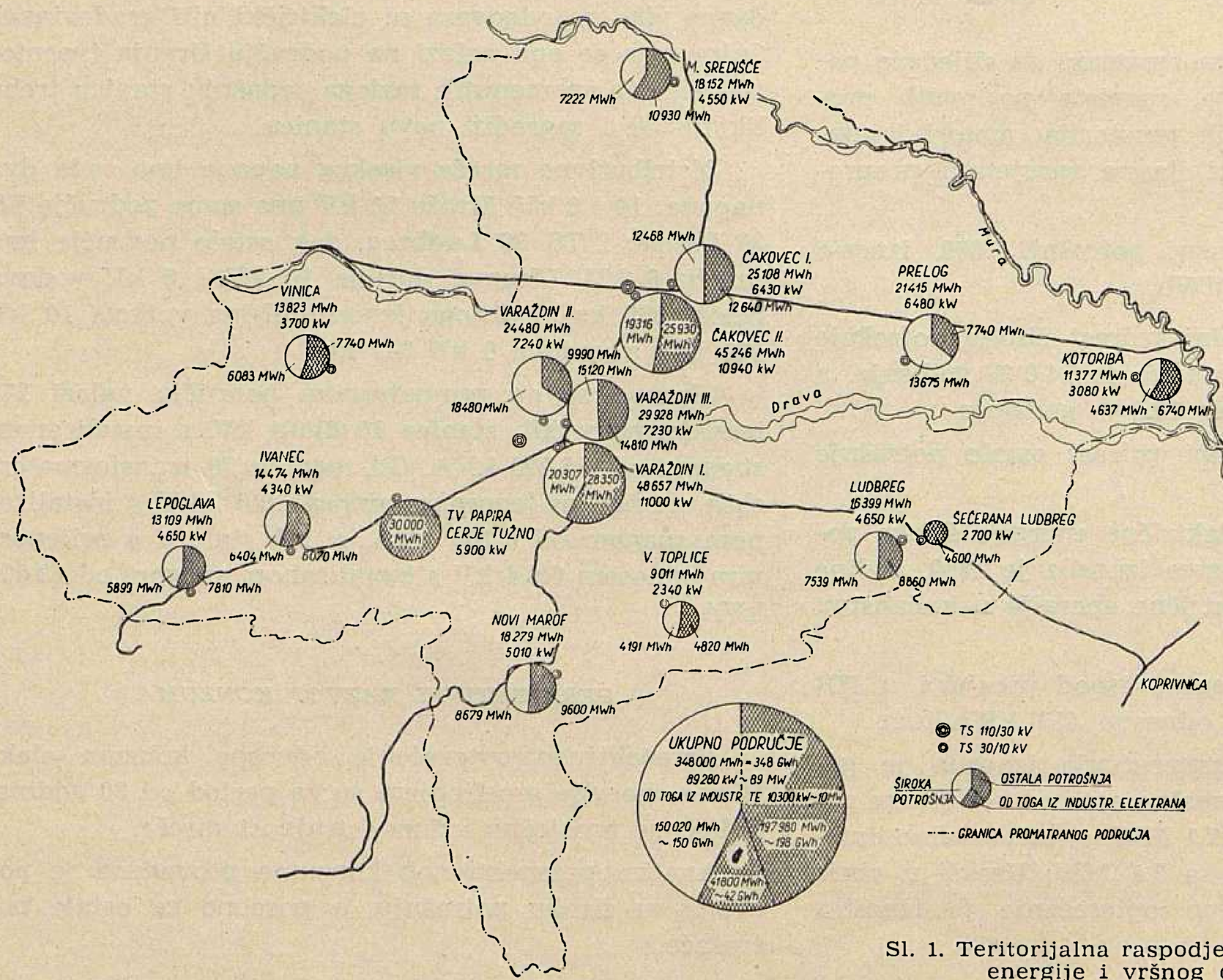
Porast stanovništva je određen na temelju statističkih podataka o porastu stanovništva za period 1921. — 1953., kao i urbanističkih planova za pojedina veća mjesta.

Iz analize porasta stanovništva slijedi da bi promatrano područje imalo 380 000 stanovnika i 89 850 kućanstava. Prosječno bi dolazilo 4,2 stanovnika po kućanstvu. Kotar Varaždin imao bi 237 500 stanovnika i 54 700 kućanstava, a kotar Čakovec 143 500 stanovnika i 35 150 kućanstava Na seosko stanovništvo otpalo bi 263 000 stanovnika i 57 250 kućanstava, na veća mjesta 57 000 stanovnika i 16 100 kućanstava, a na gradsko stanovništvo 60 000 stanovnika i 16 500 kućanstava.

Ukupno povećanje stanovništva do 1989. iznosi 31 %, te se uglavnom odnosi na povećanje gradskog stanovništva i stanovništva većih mjesta.

Rekapitulacija konzuma široke potrošnje

Ukupni konzum široke potrošnje godine 1989. iznosio bi 150 000 MWh. Od toga otpada na kotar Va-



Sl. 1. Teritorijalna raspodjela ukupne potrošnje električne energije i vršnog opterećenja godine 1989.

raždin 92 700 MWh, a na kotar Čakovec 57 300 MWh. Na seosko stanovništvo dolazi 55 000 MWh, na veća mjesta 25 700 MWh, a na gradove 69 300 MWh.

Srednja specifična široka potrošnja po kućanstvu iznosila bi 1 670 kWh.

Ukupni porast konzuma široke potrošnje za promatrani period iznosi 7,6 puta, što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 7,0 %.

Predviđeno vršno opterećenje široke potrošnje 1989. na nivou TS 110/30 kV iznosi 46,9 MW. Na kotar Varaždin otpada 28,8 MW, a na kotar Čakovec 18,1 MW.

Ukupni porast vršnog opterećenja široke potrošnje u periodu 1959.—1989 iznosi 6,6 puta, što odgovara prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 6,5 %.

Ostali potrošači

Podaci o opterećenjima ostalih potrošača, uglavnom industrija i rudnici, sakupljeni su najvećim dijelom na terenu od samih potrošača, narodnih odbora općina, narodnih odbora kotara, te distributivnih poduzeća. Djelomično su dobiveni podaci i od Zavoda za privredno planiranje NR Hrvatske.

Kod pojedinih transformatorskih stanica 30 kV predviđeno je i nedefinirano opterećenje, već prema predviđenoj mogućnosti i uslovima razvoja dotičnog područja. Prema tome ne treba kruto uzeti da će se perspektivno opterećenje i konzum dostići baš 1989.

Od važnijih potrošača ove grupe mogu se spomenuti: Varteks Varaždin, Ljevaonica Varaždin, Međimurski ugljenokopi Mursko Središće, Tvornica sintetičkih vlakana Čakovec, Šećerana Ludbreg, Tvornica papira Cerje Tužno i »Naftaplin«.

Ukupna potrošnja električne energije ostalih potrošača čitavog područja iznosi 198 000 MWh. Od toga otpada na kotar Varaždin 134 000 MWh, a na kotar Čakovec 64 000 MWh. Ukupni porast potrošnje električne energije ostalih potrošača za period 1959. — 1989. iznosi 6,7 puta, čemu odgovara prosječni godišnji eksponencijalni prirast od 6,5 %.

Ukupno vršno opterećenje ostalih potrošača iznosilo bi 53,3 MW. Na kotar Varaždin otpada 36,4 MW, a na kotar Čakovec 16,9 MW. Ukupni porast vršnog opterećenja ostalih potrošača za isti period iznosi 7,2 puta, što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 6,8 %.

Potreba snage i energije (uz sl. 1)

	Jed. mjere	Kotar		Ukupno podr.	
		Čakovec	Varaždin	Ukupno	Iz mreže
Ukupna potrošnja električne energije	GWh	121	227	348	306
Ukupni gubici (~ 10%)	GWh	14	25	39	34
Ukupna potrebna energija	GWh	135	252	387	340
Ukupno vršno opterećenje	MW	31	58	89	79
Ukupni gubici (~ 13%)	MW	5	9	14	12
Ukupna potrebna snaga	MW	36	67	103	91
uz cos = 0,9	MVA	40	74	114	101

Udio vršnog opterećenja ostalih potrošača u ukupnom vršnom opterećenju iznosi 42,4 MW.

Energetska rekapitulacija

Ukupni konzum promatranog područja iznosio bi 348 GWh. Od toga konzum kotara Varaždin iznosi 226,7 GWh, a kotara Čakovec 121,3 GWh. Ukupni porast konzuma od 1959. — 1989. iznosi 7,1 puta, što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 6,7 %. Ukupno vršno opterećenje iznosilo bi 89,3 MW. Na kotar Varaždin otpada 58,2 MW, a na kotar Čakovec 31,1 MW. Ukupni porast vršnog opterećenja za isti period iznosi 7,14 puta što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 6,8 %.

Ako uzmemo u obzir i gubitke električne energije i snage za promatrano područje potrebna je električna energija od 387 GWh i električna snaga od 103 MW.

Ako se uzmu u obzir i industrijske elektrane (Tvornica papira Cerje Tužno, Varteks Varaždin i Šećerana Ludbreg), onda je potrebno nabaviti ukupno 340 GWh električne energije. Od toga za kotar Varaždin 205 GWh, a za kotar Čakovec 135 GWh.

Potrebna električna snaga iznosi 91 MW. Od toga otpada na područje kotara Varaždin 55 MW, a na područje kotara Čakovec 36 MW.

Na sl. 1 prikazana je teritorijalna raspodjela potrošnje električne energije i vršnog opterećenja.

IZVORI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kao izvori električne energije za promatrano područje predviđaju se transformatorske stanice 110/30 kV Nedeljanec i Čakovec. Osim toga se predviđa da će Tvornica papira Cerje Tužno, tvornica šećera u Ludbregu i tvornica Varteks u Varaždinu imati vlastite termoelektrane sa slijedećim instaliranim snagama: Tvornica papira 7,5 MVA, Šećerana 3,25 MVA i Varteks 2,8 MVA.

Postoji i mogućnost energetskog iskorištenja Drave derivacionim kanalom od Ormoža do Botova s ukupnim bruto-padom od 77 m s pet hidroelektrana:

Hidroelektrana	Instalirana snaga
Vratno	32,8 MW (32,8 MW)
Plitvica	61,5 MW (30,75 MW)
Jalžabet	46,4 MW (23,2 MW)
Ludbreg	46,4 MW (23,2 MW)
Đelekovec	40,5 MW (20,25 MW)
Ukupno	227,6 MW (130,2 MW)

Ukupna proizvodnja bila bi 1406 GWh (677 GWh). Kod toga je računato s instaliranim protokom od 400 m^3/s.

Brojevi u zagradi se odnose na slučaj prevođenja kanalom jednog dijela (200 m^3/s) dravskih voda u Savu s bruto-padom Drava—Sava od oko 95 m. U ovom slučaju izgradilo bi se ukupno sedam hidroelektrana (još dvije hidroelektrane na kanalu Drava—Sava), s ukupnom proizvodnjom od 1590 GWh.

Sl. 2. Situacija hidroelektrana na sektoru Ormož–Botovo (mj. 1:1000000) *1* – HE Vratno, *2* – HE Plitvica, *3* – HE Jalžabet, *4* – HE Ludbreg, *5* – HE Đelekovec

Energetski podaci za hidroelektrane

R. br.	Hidroelektrana	Pad H_b	Inst. protok Q_i	Inst. snaga P_i	Proizvodnja W
		m	m³/sek	MW	GWh/god.
1	Vratno	10,25	400	32,80	207
2	Plitvica	19,20	400	61,50	385
3	Jalžabet	14,50	400	46,40	288
4	Ludbreg	14,50	400	46,40	288
5	Đelekovec	14,50	400	40,50	238
	Ukupno			227,60	1.406

Na sl. 2. prikazana je situacija hidroelektrana na sektoru Ormož—Botovo. Na slici je označena i predviđena akumulacija Plitvice od 8 000 000 m³.

Osim hidroenergetskog korištenja vode rijeke Drave, izgradnjom ovih kanala riješilo bi se i pitanje natapanja znatnog dijela podravske i posavske ravnice. Osim toga u slučaju realizacije druge alternative poboljšala bi se plovnost duž cijelog toka Save od Zagreba do Šamca. Kod toga je značajno to, da maksimalni protok Drave nastupa u lipnju, a ima minimum u veljači, dok maksimalni protok Save nastupa u studenom, a ima minimum u srpnju (15-godišnji prosjek 1924/25 — 1938/39). Ovakove hidrološke osobine daju vrlo dobru mogućnost korištenja dravskih voda za natapne, plovne i energetske svrhe.

Usporedivši varijante bez prevođenja i s prevođenjem, vidi se da nema velikih razlika u količini električne energije (u drugoj varijanti je godišnja proizvodnja električne energije veća za 184 GWh). Međutim, prednost prevođenja voda leži u mogućnosti izravnanja voda putem akumulacije, a s time se dobiva energija više kvalitete. Godišnji troškovi daju prednost prvoj varijanti.

Moguće je i prevoditi iz Drave u Savu manju količinu vode od 200 m³/s.

Način korištenja dravskih voda na sektoru Ormož—Botovo nije još konačno riješen. Međutim, treba računati s izgradnjom pet hidroelektrana na derivacionom kanalu Ormož—Botovo.

OBLIKOVANJE VISOKONAPONSKE MREŽE

Na temelju naprijed izloženih energetskih podataka oblikovana je i dimenzionirana visokonaponska mreža. Ona je oblikovana za potpunu elektrifikaciju cijelog područja, za prognozirani konzum za perspektivu od cca 30 godina. Visokonaponska mreža oblikovana je za oba slučaja, tj bez hidroelektrana i s hidroelektranama.

U perspektivnoj visokonaponskoj mreži uzeti su u obzir naponi 110, 30 i 10 kV. Kod toga se predviđa da svi vodovi 30 kV i sve transformatorske stanice budu građene za napon 35 kV.

Također se predviđa potpuni prijelaz distributivne mreže 6 kV na napon 10 kV.

Napon 120 kV služi samo za vezu s Mađarskom (vod Nedeljanec—Söjtör).

Mreža 110 kV

Ukupno se predviđaju dvije transformatorske stanice 110/30 kV: Nedeljanec i Čakovec. TS Nedeljanec već postoji, samo će se morati popuniti opremom. U stanici bi bila instalirana dva trofazna regulaciona transformatora 110/31,5 kV ± 15 % po 40 MVA. TS 110/30 kV Čakovec bila bi locirana neposredno uz buduću TS 30/10 kV Čakovec II, s tim da se iskoristi njezin dio 30 kV kao dio 30 kV transformatorske stanice 110 kV. U stanici bi bila instalirana dva trofazna regulaciona transformatora 110/31,5 kV ± 15 % po 20 MVA.

Za napajanje TS 110/30 kV Čakovec predviđa se izgradnja voda 110 kV Nedeljanec—Čakovec 3 × 150 mm² Alče, duljine 12 km, koji bi u I etapi radio pod naponom od 30 kV.

Mreža 30 kV

Ukupno se predviđa 14 distributivnih transformatorskih stanica 30/10 kV i 2 industrijske stanice 30/6 kV.

Stanice 30 kV i njihove instalirane snage su slijedeće:

Kotar Čakovec	
TS 30/10 kV	MVA
Čakovec I	2 ×2,5 + 4
Čakovec II	2 × 8
Mursko Središće	2 × 4
Prelog	2 × 4
Kotoriba	2 × 2,5
Kotar Varaždin	
TS 30/10 kV	
Vinica	2 × 2,5
Lepoglava	2 × 4
Ivanec	2 × 4
Novi Marof	2 × 4
Varažd. Toplice	2 × 2,5
Ludbreg	2 × 4
Varaždin I	2 × 8
Varaždin II	2 × 8
Varaždin III	2 × 8
TS 30/6 kV	
Tv. papira – Cerje Tužno	2 × 4
Šećerana – Ludbreg	2,5 + 1

Ukupna instalirana snaga tih stanica iznosi 147,5 MVA.

Stanice se predviđaju s jednostrukim sabirnicama 30 i 10 kV, izuzevši gradske transformatorske stanice Varaždin I, Varaždin II, Varaždin III i Čakovec II. Industrijske stanice Tvornice papira Cerje Tužno i Šećerane Ludbreg predviđaju se također s dvostrukim sabirnicama 6 kV.

Kod oblikovanja mreže 30 kV nastojalo se da mreža 30 kV ima oblik prstena, odnosno da se svaka stanica 30 kV može napajati s dvije strane. Međutim u normalnom pogonu mreža 30 kV će raditi radijalno.

Ukupna duljina vodova 30 kV iznosi 200 km. Od toga otpada na nadzemne vodove 190 km, a na kabele (gradovi Varaždin i Čakovec) 10 km.

Predviđeni presjeci vodiča novih nadzemnih vodova su 120, 95 i 70 mm² Alče. Za kabelsku mrežu su usvojena dva presjeka: NHEKBA 3 × 150 mm², i NHEKBA 3 × 95 mm².

U slučaju izgradnje hidroelektrana na derivacionom kanalu Ormož—Botovo, predviđa se njihovo povezivanje vodovima 110 kV, a kod HE Đelekovec i transformacija 110/30 kV veličine 2 × 20 MVA.

Na sl. 3 i 4 shematski je prikazana mreža 110 i 30 kV, i to na sl. 3 bez hidroelektrana, a na sl. 4 s uklapanjem hidroelektrana u visokonaponsku mrežu.

Mreža 10 kV

Kod oblikovanja mreže 10 kV uzeta je u obzir, koliko je to bilo moguće i sadašnja mreža 10 kV. Nadalje se kod oblikovanja mreže 10 kV pazilo na to, da se omogući etapna izgradnja mreže. Vodovi 10 kV radit će u normalnom pogonu kao radijalni vodovi. Ukupno je predviđeno 690 km nadzemnih i oko 60 km kabelskih distributivnih vodova 10 kV.

Svi novi nadzemni vodovi 10 kV predviđeni su s vodičima iz alučela presjeka 25, 35 i 50 mm², a kabeli NKBA 10 kV s vodičima presjeka 95 i 50 mm².

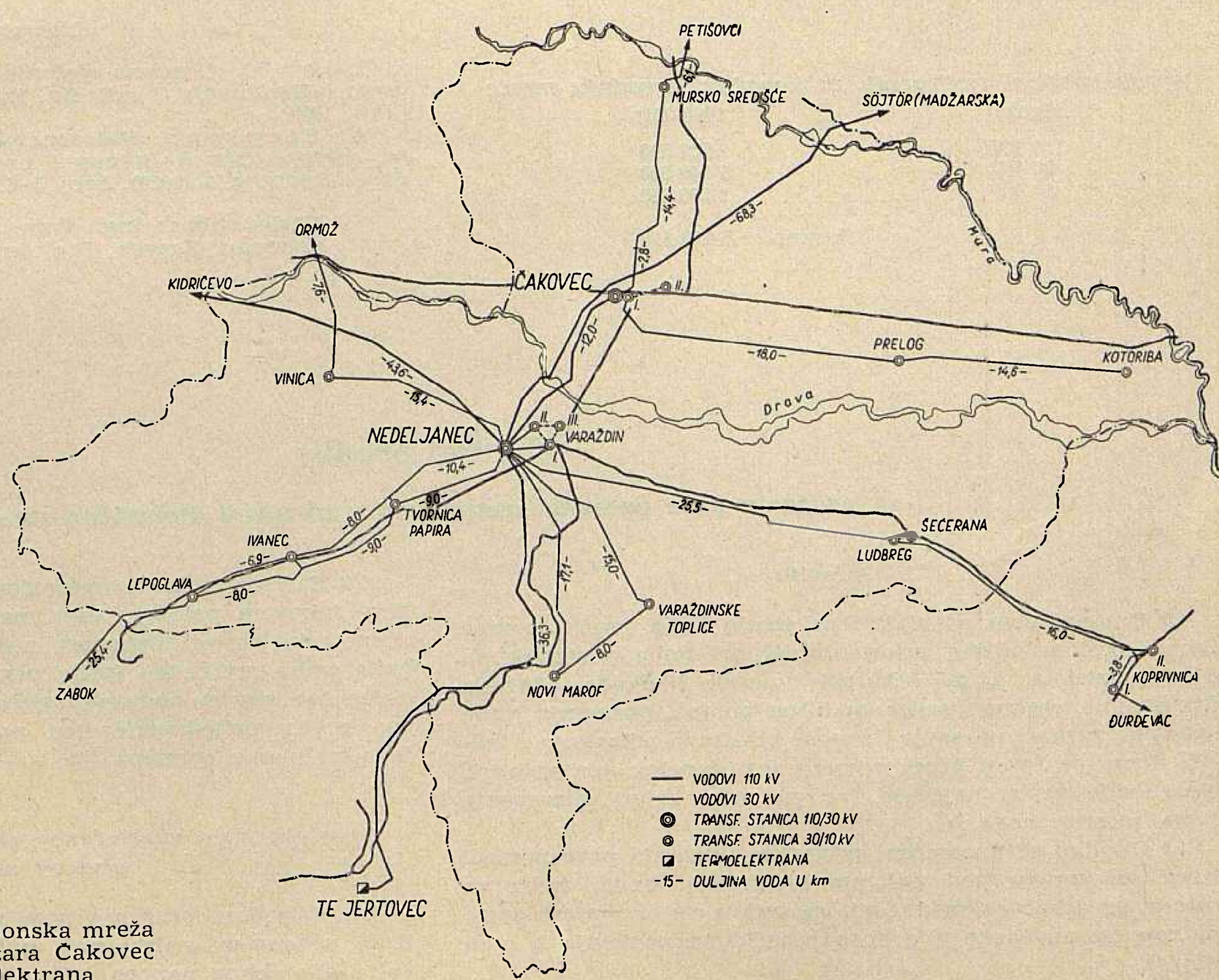
Ukupno se predviđa 569 distributivnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV, s ukupno instaliranom snagom od cca 121 000 kVA. Transformatorske stanice 10/0,4 kV se predviđaju u pravilu u obliku tornjića za smještaj transformatora do 160 kVA, odnosno 250 kVA, a za veće industrijske objekte, odnosno za gradske stanice predviđaju se stanice kabelskog tipa.

ETAPNA IZGRADNJA

U I etapi do 1964. predviđa se izgradnja voda 110 kV Nedeljanec—Čakovec II, 3 x 150 mm² Alče, duljine 12 km (u I etapi pod naponom 30 kV). Nadalje se predviđa izgradnja 32 km nadzemnih vodova 30 kV i polaganje 2,6 km kabela.

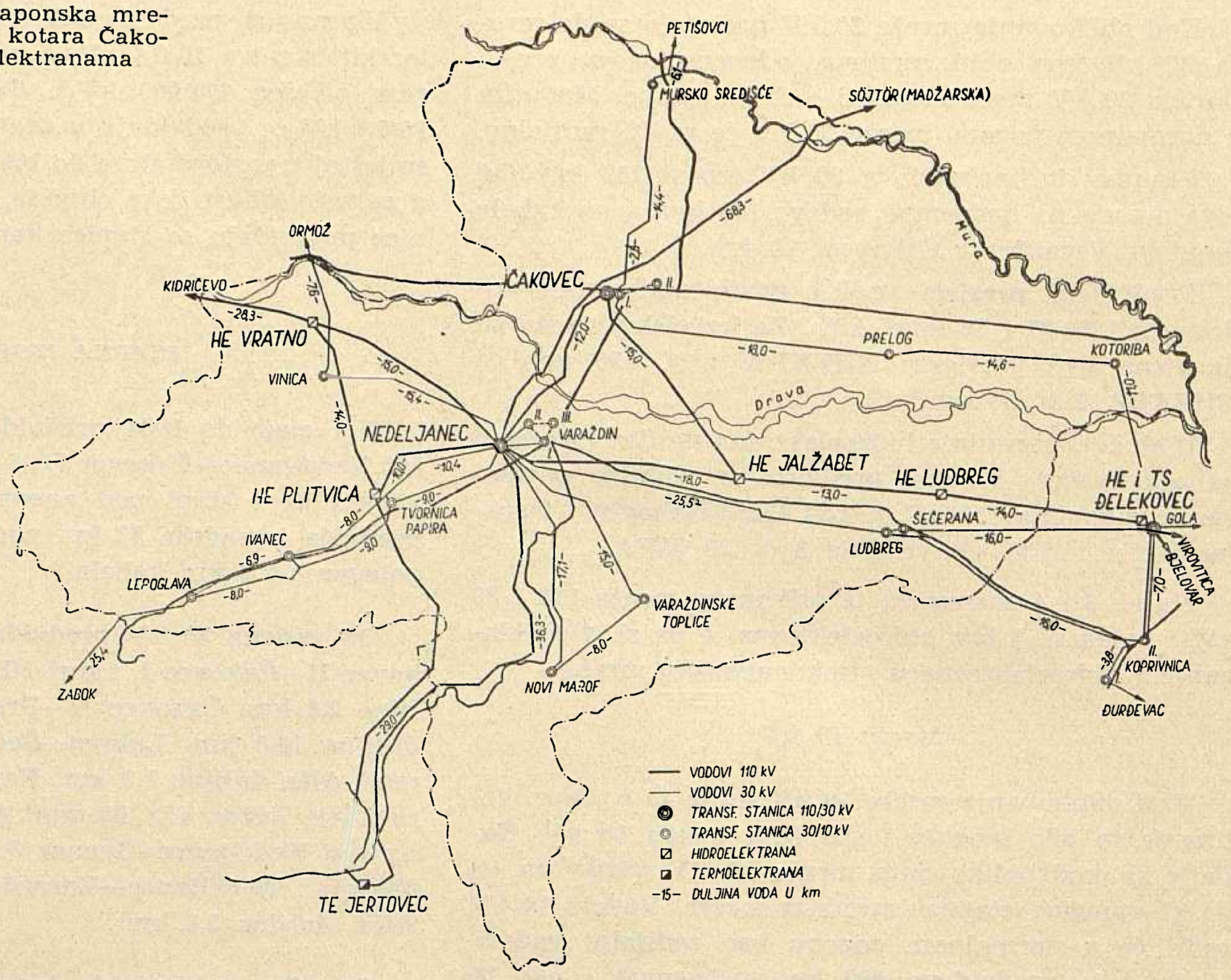
Od vodova 30 kV predviđa se izgradnja voda Čakovec II—Čakovec I, kabel NHEKBA 3 × 95 mm², duljine 2,6 km, Čakovec II—Prelog 3 × 120 mm² Alče, duljine 18,0 km, Lubreg—Šećerana Ludbreg 3 × 70 mm² Alče duljine 1,3 km, Nedeljanec—Tvornica papira Cerje Tužno 3 × 95 mm² Alče, duljine 9,0 km, spoj na vod Nedeljanec—Ivanec 3 × 95 mm² Alče, duljine 0,6 km i Nedeljanec—Varaždin I 2 × 3 × 120 mm² Alče, duljine 3,1 km.

Također se predviđa izgradnja novih transformatorskih stanica 30 kV Čakovec II 2 × 2,5 MVA, Prelog 2 × 1,6 MVA, Varaždin II 2 × 4 MVA, Lepoglava 2 × 1,6 MVA, Šećerana Ludbreg 2,5 + 1 MVA i Tvornica papira Cerje Tužno 2 × 4 MVA.



Sl. 3. Perspektivna visokonaponska mreža 110 i 30 kV na području kotara Čakovec i Varaždin, bez hidroelektrana

Sl. 4. Perspektivna visokonaponska mreža 110 i 30 kV na području kotara Čakovec i Varaždin, s hidroelektranama



APROKSIMATIVNI TROŠKOVI

Aproksimativni troškovi za visokonaponsku mrežu sjevernog Zagorja i Međimurja dani su za nove objekte visokonaponske mreže. U troškovima nisu obuhvaćene industrijske stanice niti uklapanje hidroelektrana u visokonaponsku mrežu.

Aproksimativni troškovnik za konačnu izgradnju mreže

Mreža	1000 Din
110 kV	732 500
30 kV	1 549 660
10 kV	2 868 650
Ukupno	5 150 810

Aproksimativni troškovnik za I etapu (1960—1964)

Mreža	1000 Din
110 kV	163 000
30 kV	501 150
10 kV	573 730
Ukupno	1 237 880

Literatura

I. Janić, *Osnovno rješenje elektrifikacije sjevernog Zagorja i Međimurja, I i II dio*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1960.

A. Stepinac, *Hidroenergetski potencijal rijeke Drave na sektoru Ormož—Botovo i prevođenje njenih voda u sliv Save*, Energija 9 (1960), broj 5—6.

Naslov pisca: Ing. Ivan Janić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

Tehnički propisi

za pružanje prve pomoći unesrećenima od udara električne struje

1. Općenito

1.1 Unesrećenom od električne struje treba pružiti pomoć odmah na licu mjesta primjenjujući pri tome postupak po ovim propisima, a ne čekajući dolazak liječnika odnosno zdravstvenih organa stanice za hitnu pomoć. Pozivanje hitne liječničke pomoći ne smije izazvati nikakovo odlaganje u neposrednom pružanju prve pomoći unesrećenome, jer od hitne intervencije zavisi najčešće i u najvećoj mjeri spasavanje života unesrećenoga.

1.2 Ukoliko se unesrećeni prigodom pružanja prve pomoći nalazi još uvijek pod uplivom električne struje, treba ga prije svega hitno osloboditi od tog upliva uz sve mjere opreza, koje su navedene u odnosnim točkama poglavlja 2, ovih propisa.

1.3 Za slučaj, da se unesrećeni nalazi na takovom mjestu ili u takovom položaju (npr. na stupu, ljestvama, krovu ili slično) da postoji opasnost njegovog pada i teže ozljede, onda treba prethodno (prije nego što se oslobodi od upliva električne struje) poduzeti zaštitne mjere protiv pada odnosno protiv ozljeđivanja kod pada podmetanjem strunjača, jastuka, slame, gunjeva itd.

2. Oslobađanje unesrećenog od upliva električne struje visokog napona

2.1 Prigodom pružanja prve pomoći treba razlikovati, da li se unesrećeni nalazi pod uplivom struje napona do 1000 volta ili visokog napona (1000 i više volta). Kad se ne može

utvrditi potpuno pouzdano, da li se radi o naponu do 1000 volta ili o visokom naponu, treba poduzeti one mjere zaštite, koje su propisane ovih tehničkim propisima za postrojenja visokog napona. Postrojenja visokog napona treba da su po propisima označena strijelom i upozorenjem na opasnost od visokog napona, ali pomanjkanje te oznake ne treba uzeti kao dokaz, da se ne radi o postrojenju visokog napona.

2.2 Ukoliko se unesrećeni u času pružanja pomoći nalazi još pod uplivom električne struje, treba izbacivanjem sklopaka prekinuti dovod struje u svim vodičima, koji napajaju dio električnog postrojenja, koje dodiruje unesrećeni, a na kojem je došlo do udara električne struje, budući da je opasno prije toga poduzimati bilo kakove mjere spasavanja.

2.3 Izbacivanje sklopaka treba po pravilu da vrše stručni organi kojima je povjeren pogon odnosno napajanje električnom energijom postrojenja, koje dodiruje unesrećeni. Sve te organe treba najkraćim putem (telefonski ili po glasniku) obavijestiti o događaju i zahtijevati isklapanje. Ponovno uklapanje odnosnih sklopaka za vrijeme pomoći treba spriječiti na propisani način (zabravljenjem ili stražom ili pločicama sa zabranom uklapanja itd.) Uklapanje struje nakon spasavanja unesrećenog smije se izvršiti tek nakon što osoba, koja rukovodi spasavanjem, izričito izvijesti organe nadležne za uklapanje o slijedećem:

2.3.1 da je spasavanje završeno,

2.3.2 da su kratki spojevi i uzemljenja uklonjena,

2.3.3 da su se sve osobe uklonile na sigurnosnu udaljenost od električnog postrojenja.

2.4 Nakon što je izvršeno isklapanje treba radi sigurnosti lica zaposlenih oko oslobođanja unesrećenog i zaštite od upliva struje na mjestu nesreće izvršiti spajanje faza u kratki spoj i provesti uzemljenje. U tu svrhu imadu se prvenstveno upotrebiti propisane motke odnosno naprave za uzemljenje — ukoliko su na raspolaganju. U nedostatku takovih naprava i s obzirom na izuzetnu hitnost može se upotrebiti fleksibilno bakreno uže odgovarajućeg presjeka — kojeg jedan kraj treba čvrsto spojiti na pouzdano uzemljenje prije nego što se prebaci na vodiče, koje treba uzemljiti. Po pravilu, opisanu intervenciju treba da izvrši stručno lice, jer samo u tom slučaju postoji dovoljan stepen sigurnosti.

2.5 Prekidanju vodiča primjenom sile odnosno spajanju faza u kratki spoj i uzemljenju dok je vod još pod naponom, smije se pristupiti tek u krajnjoj nuždi s tim, da ovakove intervencije smiju da vrše samo lica s potrebnom stručnom spremom i iskustvom i uz primjenu odgovarajućih pomagala. Ovaj način oslobađanja od upliva struje ne smije se zbog stepena opasnosti primjenjivati kod spasavanja životinja.

2.6 Sve naprijed navedene operacije imadu se vršiti smišljeno i oprezno, ali pri tom s najvećom hitnošću, kako bi se sa što manje gubitaka u vremenu moglo pristupiti daljnjem pružanju prve pomoći.

2.7 Preporuča se licima zaposlenima pri spašavanju unesrećenog od upliva električne struje visokog napona, da upotrebe gumene rukavice, gumene cipele ili čizme te pomagala iz izolacionog materijala, suhog drveta, tekstila i slično. Kod toga treba voditi najstrože računa o tome, da navedena zaštitna sredstva ne pružaju nikakvu sigurnost kod visokog napona, zbog čega se mora postupati tačno po propisima prethodnih tačaka kao da uopće nisu upotrebljene gumene rukavice, gumene cipele ili čizme.

3. *Oslobađanje unesrećenoga od upliva električne struje napona do 1000 volta*

3.1 U električna postrojenja napona do 1000 volta u smislu ovih propisa ubrajaju se ona postrojenja, kod kojih pogonski napon između bilo kojih vodiča ostaje uvijek ispod 1000 volta. Najveći i bitan dio te grupe sačinjavaju postrojenja niskog napona odnosno sve instalacije za neposrednu raspodjelu električne energije pojedinim trošilima za rasvjetu, pogon kao za termičke aparate, kod kojih napon prema zemlji ne iznosi više od 250 volta. Po propisima ovog poglavlja postupa se samo, kada se može pouzdano ustanoviti, da se radi o električnim postrojenjima napona ispod 1000 volta odnosno o postrojenjima niskog napona. U protivnom slučaju treba najsavjesnije primijeniti prigodom spasavanja propise prethodnog poglavlja za električna postrojenja visokog napona.

3.2 Izbacivanjem sklopaka ili vađenjem utikača odnosno uklanjanjem osigurača treba i u ovom slučaju prije svega prekinuti dovod struje u svim vodičima, ako se unesrećeni nalazi u času pružanja prve pomoći još pod uplivom električne struje.

3.3 Ukoliko se ne može dovoljno brzo izvršiti isklapanje, treba unesrećenoga silom ukloniti iz strujnog kruga ili pak silom prekinuti odnosne električne vodiče. Pri tom treba upotrebiti prvenstveno gumene rukavice i gumene cipele ili pak druga sredstva dovoljne izolacije (kao npr. suhe krpe). Vod se može silom prekinuti u pomanjkanju izolacionih sredstava i pomoću suhe drvene motke ili sličnog nemetalnog predmeta. Dobro je da lice koje pruža prvu pomoć prigodom oslobađanja unesrećenoga ili nasilnog kidanja električnih vodiča, stane još i na izolacionu podlogu (gumeni sag, suha drvena daska, suhe krpe itd.)

3.4 Ukoliko je unesrećeni pri svijesti, a ne može se osloboditi upliva struje zbog grča u mišićima, dobro je da se pokuša skokom otkinuti, što u mnogim slučajevima dovodi do pozitivnih rezultata.

4. *Postupak s unesrećenim nakon što je oslobođen od upliva struje*

4.1 Unesrećenome treba pružiti pomoć uvijek, dapače i onda ako se smatra da na njemu imade znakova smrti, koju jedino liječnik može mjerodavno utvrditi.

4.2 Unesrećenoga treba položiti na mjesto s dovoljnim pristupom zraka i svjetla, te odstraniti iz blizine unesrećenoga sva lica, koja nisu neophodno potrebna za pružanje prve pomoći (najviše tri do četiri lica).

4.3 Odjeću unesrećenoga treba olabaviti, a naročito treba otvoriti sve odjevne predmete, koji — kao ovratnik, remen, ili slično — stežu. Tijelo unesrećenoga treba po mogućnosti održavati u toplom stanju (pomoću pokrivača itd.)

4.4 Glava unesrećenoga ne smije visiti.

4.5 Ukoliko je unesrećeni bez svijesti i ne diše, treba pristupiti najhitnije umjetnom disanju. U tu svrhu ne smije se ni na časak prekinuti pružanje prve pomoći, pa niti radi prizivanja liječničke pomoći, što treba povjeriti licu, koje nije zaposleno na pružanju hitne prve pomoći.

5. *Ukazivanje pomoći putem umjetnog disanja*

5.1 Prije nego što se pristupi ukazivanju pomoći putem umjetnog disanja treba pregledati usnu šupljinu i ždrijelo unesrećenoga i osloboditi ih eventualnih ostataka hrane ili drugih stranih tijela, kako bi se osigurao nesmetani prolaz zraka. Unesrećenome se ne smiju ulijevati u usta nikakove tekućine, dok se nalazi u besvjesnom stanju.

5.2 Umjetno disanje može se primijeniti na razne načine. Spasilac, koji pruža prvu pomoć može primijeniti bilo koju priznatu metodu u koju je dovoljno upućen, no preporuča se kao najpogodnija, metoda po Schäferu. Ova metoda zahtijeva manje raspoloživog prostora i manje zamara, a jezik unesrećenoga ne može (s obzirom na položaj) zatvoriti pristup zraka.

5.3 Po metodi Schäfera treba unesrećenoga položiti potrbuške ispruženih ruku, i glave jače okrenute u jednu stranu. Spasilac koji provodi umjetno disanje, treba da klekne zajašivši unesrećenoga na taj način, kao da će sjesti na njegove nožne listove. On treba da ispruži ruke i da otvorene šake stavi na leđa unesrećenoga u blizini zadnjih rebara i to tako, da mu se palci otvorene šake gotovo dodiruju (vidi sliku 1).

Zatim spasilac prenosi postepeno cijelu svoju težinu na trup unesrećenoga da izazove izdisanje (vidi sliku 2)

Na kraju ciklusa spasilac popušta pritisak postepeno potpuno oslobodivši svakog pritiska tijelo unesrećenoga, kako bi se elastičnošću rebara izazvalo udisanje (vidi sliku 3).

Spasilac ravnomjerno ponavlja cikluse izdisanja i udisanja na opisani način. Pri tom treba tempo ciklusa podesiti tako, da se izvrši sa 15 ciklusa na minutu odnosno da ciklus traje oko 4 sekunde s tim, da se kod izdisanja broji »jedan, dva« i kod udisanja »tri, četiri«.

5.4 U toku primjene umjetnog disanja treba pripaziti, kad će se kod unesrećenoga ponovno pojaviti prirodno disanje. U tom slučaju treba prestati s umjetnim disanjem, a s njime se imade nastaviti odmah čim se zaustavi prirodno disanje.

5.5 Umjetno disanje treba primijeniti bez ikakvog prekida sve dok se ne utvrdi, da je unesrećeni ponovno trajno počeo disati na prirodan način. Umjetno disanje treba nastaviti, ako je to potrebno i kroz više sati (najmanje do 4 sata), a prekinuti se ne smije, sve dok liječnik ne utvrdi smrt. Umjetno disanje ne smije se prekinuti ni u cilju prijevoza unesrećenoga u bolnicu.

6. *Postupak s unesrećenim nakon vraćanja svijesti*

6.1 Ukoliko unesrećeni nije izgubio svijest prigodom udara struje, odnosno kad se je vratio svijesti nakon primjene umjetnog disanja, može se pristupiti njegovom prijevozu u bolnicu, ako to iziskuje njegovo zdravstveno stanje odnosno ozljede, opekline ili prelomi kostiju, koje je zadobio prigodom udara struje.

6.2 Dobro je unesrećenome, nakon što se je vratio svijesti, dati topla (ne vruća) pića kao čaj ili kavu.

6.3 Često se dešava da unesrećeni od udara struje visokog napona ne izgubi svijest ili da bez značajnih izvana vidljivih ozljeda, a pogotovo kod većih opeklina, dođe do unutarnjeg trovanja, protiv čega se imadu primijeniti mjere pod 6.4 do 6.6.

6.4 Unesrećenome od udara električne struje visokog napona treba, ukoliko je pri svijesti, odmah odnosno čim mu se svijest povrati umjetnim disanjem, dati da popije 3 dcl vode, u koju se usipa jedna žličica soda bicarbone. Ovo treba ponavljati svaki sat kroz prva 24 sata nakon nesreće.

6.5 Nakon što je unesrećeni primio svakog sata kroz prva 24 sata nakon nesreće sodu bicarbonu treba mu kroz narednih 6 dana davati da pije veće količine tekućine (po 10 čaša na dan) i to pitku vodu s malim dodatkom soli, mineralnu vodu ili pak zaslađena pića (čaj, voćni sokovi).

6.6 Urin unesrećenoga treba kroz prvih 7 dana podvrgnuti kontroli po uputi liječnika.

6.7 Budući da postoji mogućnost nastupa smrti nakon 2–3 dana radi akutne dilatacije srca, potrebno je da unesrećeni miruje u krevetu 1–2 tjedna.

7. *Sredstva, koja su neophodno potrebna za pružanje prve pomoći unesrećenome od električne struje*

7.1 U većim elektroenergetskim centrima elektroprivrednih poduzeća kao i u industrijskim poduzećima s instaliranom snagom od 500 kW i više, treba držati u stalnoj pripravnosti nezavisno od propisanih sredstava za zaštitu radnika kao i ormarića sa sanitetskim materijalom za pružanje prve pomoći u nesreći još i slijedeću garnituru:

7.1.1 Gumene rukavice i gumene cipele za napon do 3.000 volta ispitane na 20.000 volta koje se mogu obući preko kožnatih cipela;

7.1.2 Gumeni sag cca 1 x 1,5 m, debljine 5 mm;

7.1.3 Izolacionu motku za napone do 35 kV;

7.1.4 Izolaciona kliješta za napon do 1.000 volta;

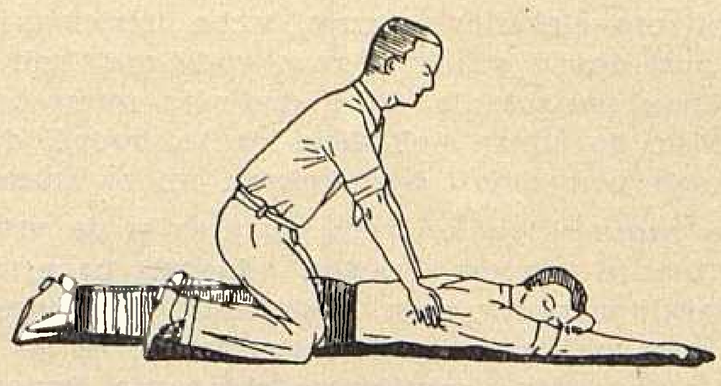
7.1.5 Sigurnosni pojas s karabinerom i užetom;

7.1.6 Električnu ručnu svijetiljku;

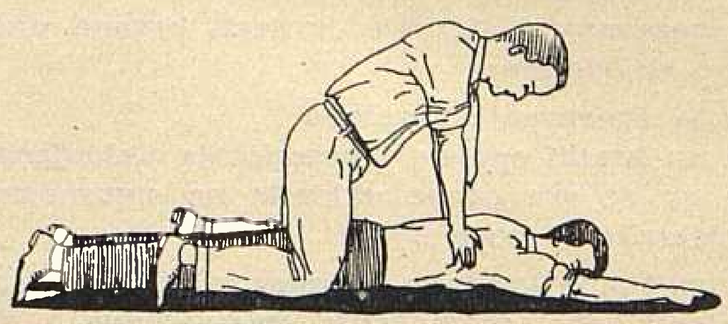
7.1.7 Napravu za uzemljenje;

7.1.8 Posudu s najmanje 500 g sode bicarbone;

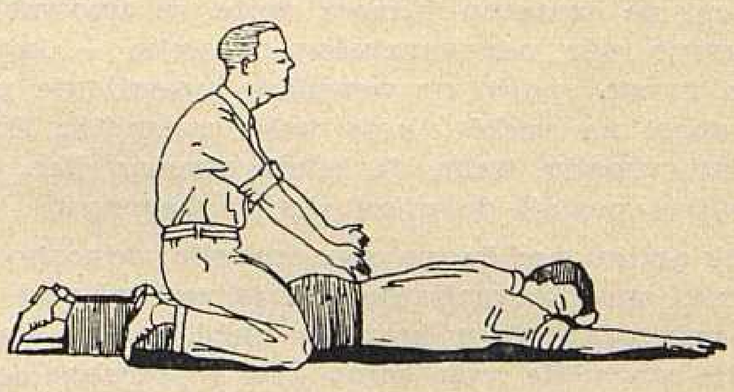
7.1.9 Lobelin inj. i. m. 0.01 odnosno Lobelin inj. i. v. 0,003, te Coramin, Cardiazol, Coffein, Leptamin inj.; sve ovo držati u pripravnosti isključivo u svrhu pružanja liječničke pomoći.



Slika 1



Slika 2



Slika 3

7.2 U pogonskim prostorijama i radionicama svih poduzeća koja imadu električna postrojenja i instalacije treba izvjesiti na vidljivom mjestu ove tehničke propise, a sve pogonsko osoblje koje rukuje električnim postrojenjima treba da je upoznato s tim propisima.

7.3 U spornim pitanjima u pogledu primjene tih propisa donosi odluku nadležni elektroenergetski inspektorat.

Odobrio kao privremene propise do donošenja saveznih propisa

GLAVNI ELEKTROENERG. INSPEKTORAT NRH
Ing. Božidar Ribić v. r.

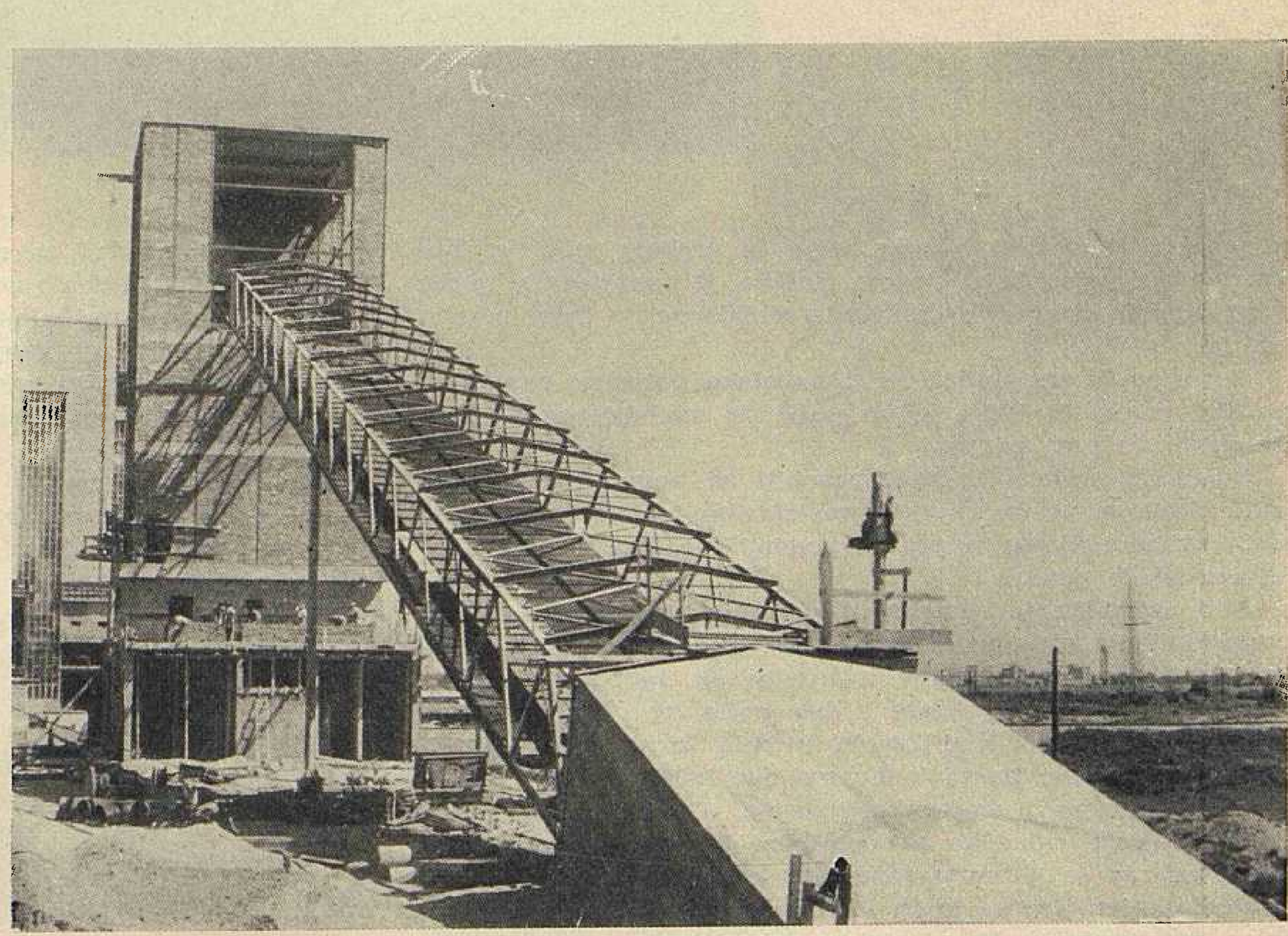
Zagreb augusta 1961.

Dijelovi postrojenja TE Zagreb II idu u pogon u decembru 1961.

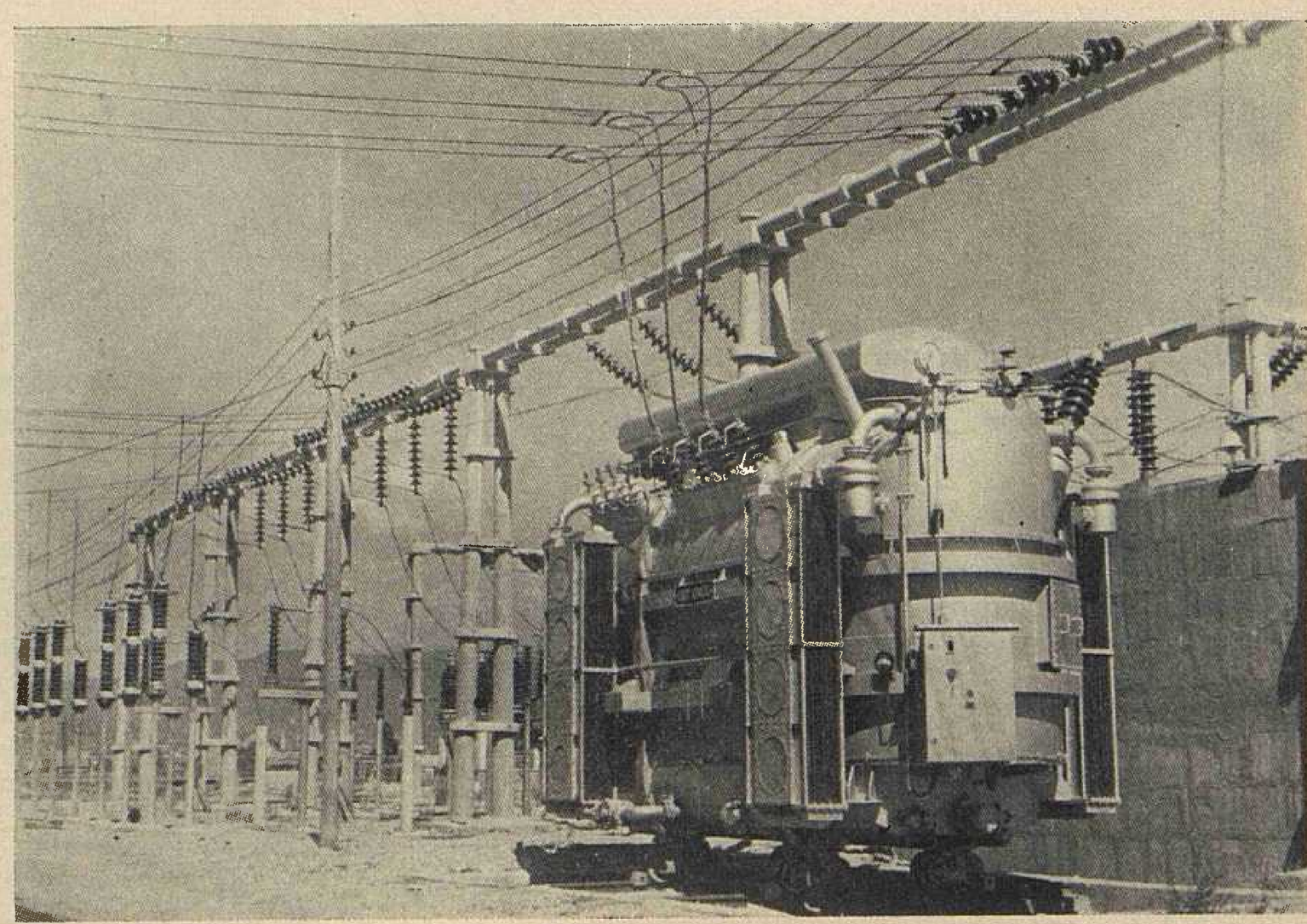
Prema sadanjem stanju dobave i montaže opreme, najprije će biti sposobna za pogon rasklopišta 110 i 30 kV, transformacija 110/30 kV s jednim transformatorom 60 MVA, zatim transportni uređaji za ugljen.

Rasklopnice 110 i 30 kV, s transformacijom 60 MVA sačinjavaju dio zagrebačkog čvora i mogu raditi neovisno od elektrane, uz napajanje iz mreže 110 kV. Kao napojna točka zagrebačke mreže od 30 kV, ovo postrojenje je najbliže konzumu, te će od ukupnog opterećenja užeg Zagreba preuzeti veći dio nego mnogo udaljenije transformatorske stanice 110/30 kV Resnik i Rakitje zajedno.

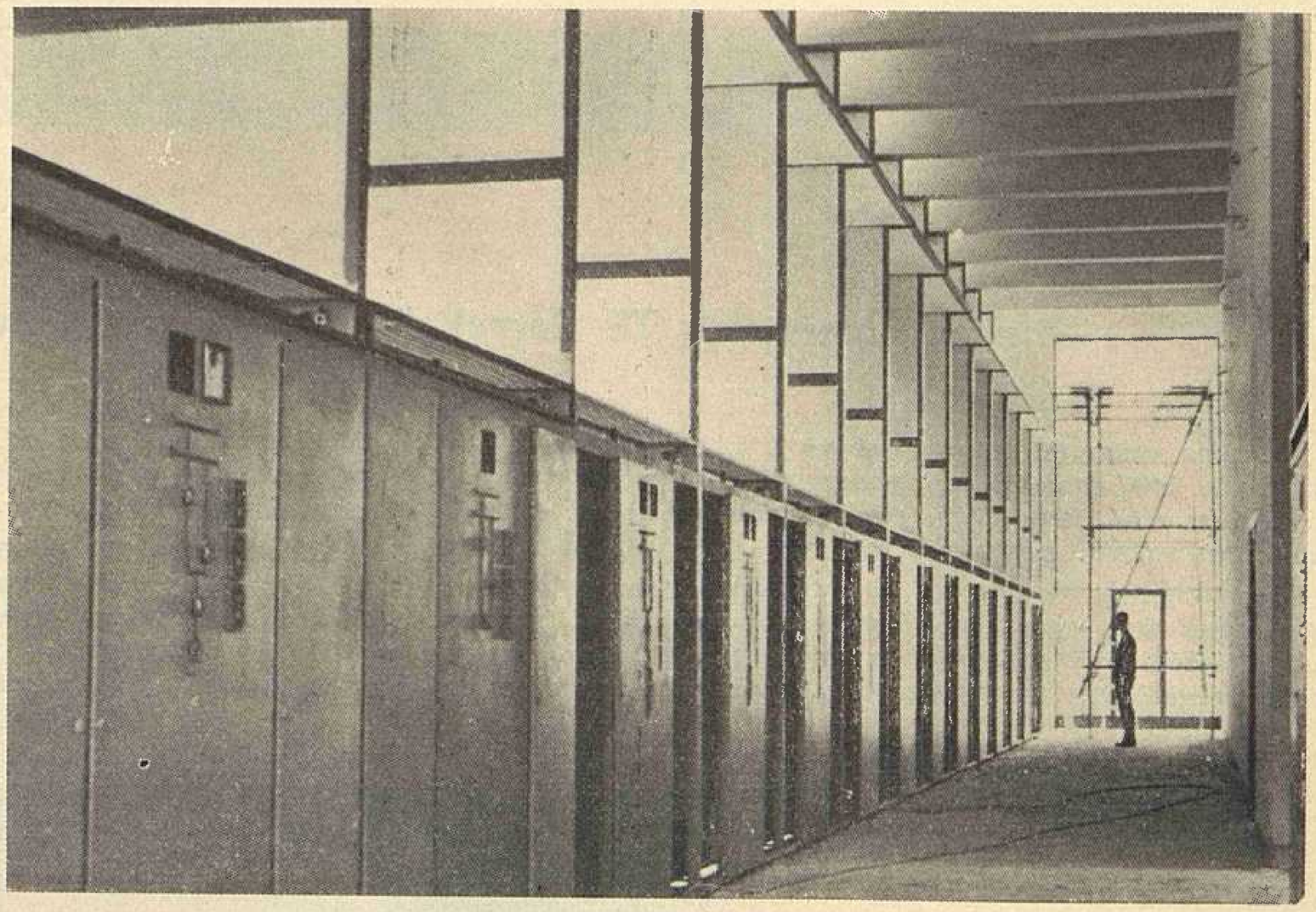
Rasklopnica 110 kV potpuno je završena. Ona se sastoji od dva dalekovodna, dva generatorska, jednog transformatorskog te spojnog i mjernog polja. Transformator je postavljen i priključen, a u rasklopnici 30 kV i na raznim pomoćnim uređajima u toku su završni radovi. Na kraju će



Sl. 1. Montaža kosog mosta za transport ugljena



Sl. 2. Transformator 60 MVA za zagrebački konzum



Sl. 3. Rasklopno postrojenje 30 kV – distribucija za grad Zagreb

se postaviti učinske sklopke koje bi trebale stići iz inozemstva do puštanja u pogon. Zaštita je ugrađena u ploče u prostoriji električne komande elektrane a isto tako i brojila.

U pogon će se pustiti četiri kabelska polja za napajanje gradske mreže 30 kV i jedno polje za snabdijevanje obližnje nove tvornice papira.

Skladište ugljena treba osposobiti za pogon ranije nego ostale dijelove postrojenja termoelektrane-toplane, radi stvaranja zalihe ugljena za probni pogon, koji ima započeti početkom iduće godine.

Ovo skladište je zasnovano za veliki kapacitet istovara i uskladištenja radi, za naše prilike, velikog potroška ugljena i radi predviđene slabe kvalitete tog ugljena. Samo za prvu etapu, s dva agregata i dva kotla, te odgovarajućom toplinskom mrežom, godišnje bi trebalo istovariti 600–800 tisuća tona ugljena. Za savladavanje ove količine u 300 radnih dana u radu po 2 smjene trebalo bi dimenzionirati transportne uređaje skladišta za prosječni kapacitet 170 t/h. Međutim računa se s brzim razvojem konzuma a prema tome i postavljanjem trećeg kotla i trećeg agregata dvostruke veličine od sadašnjih. Uzevši faktor iskorištenja s 0,75, dimenzionirani su uređaji za maksimalno 450 t/h. Za ovako visok satni kapacitet trebalo je odabrati sistem istovara vagona s presipanjem ugljena iz vagona direktno na traku za istovar na skladište. Montirani čelni naginjač vagona istovaruje istovremeno dva vagona sadržaja do 30 t brzinom 10 pražnjenja na sat odnosno 20 vagona na sat. Kako će u stvari kapacitet vagona varirati između 15 i 30 t/h to će kapacitet istovara varirati između 300 i 600 t/h, pa se računa s maksimalnim kapacitetom 450 t/h. Za ovaj maksimalni kapacitet dimenzionirani su i kosi mostovi, istovarni most za skladište, drobilica itd.

Uz faktor iskorištenja ovih uređaja 0,75 i 16 satni istovar, može se dnevno istovariti oko 5.000 t ugljena, odnosno 4–5 vlakova po 50 vagona.

Skladišni prostor je obilno dimenzioniran (za I etapu 200 × 130 m) pa se uz visinu sloja 5 m može uskladištiti oko 100.000 t ugljena, što uz kaloričnu moć od npr. 2000 kcal/kg daje oko 70 GWh u kondenzacionom pogonu. Prema tome akumulacija energije na ovom skladištu može biti veća nego u punom jezeru vinodolske hidroelektrane.

Ing. B. Baranović

Gradnja TS 220/110 kV Mraclin

Gradnja najveće elektroenergetske raskrsnice u zapadnom dijelu zemlje, TS 220/110 kV Mraclin, ulazi u završnu fazu. Stanica se gradi oko dvadesetak kilometara južno od Zagreba, uz željezničku prugu prema Sisku, oko 300 m zapadno od glavne ceste Zagreb–Sisak. To je povoljno rješenje za njen smještaj.

TS 220/110 kV Mraclin je čvorna tačka vodova najvišeg napona 110 i 220 kV, koja će vršiti sezonska izjednačenja električne energije između alpskog i kraškog područja. Stanica će prvenstveno imati zadatak opskrbe grada Zagreba, kao i drugog potrošačkog područja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Sloveniji, a prenosit će energiju iz HE Split dalekovodom 220 kV Split–Zagreb, koji će uskoro biti izgrađen. Kako je u HE Split prvi generator od 108.000 kW već pušten u probni pogon, a izgradnja prijenosnog dalekovoda Split–Zagreb pri kraju, to će vjerojatno početkom naredne godine transformatorska stanica 220/110 kV u Mraclinu biti stavljena u probni pogon.

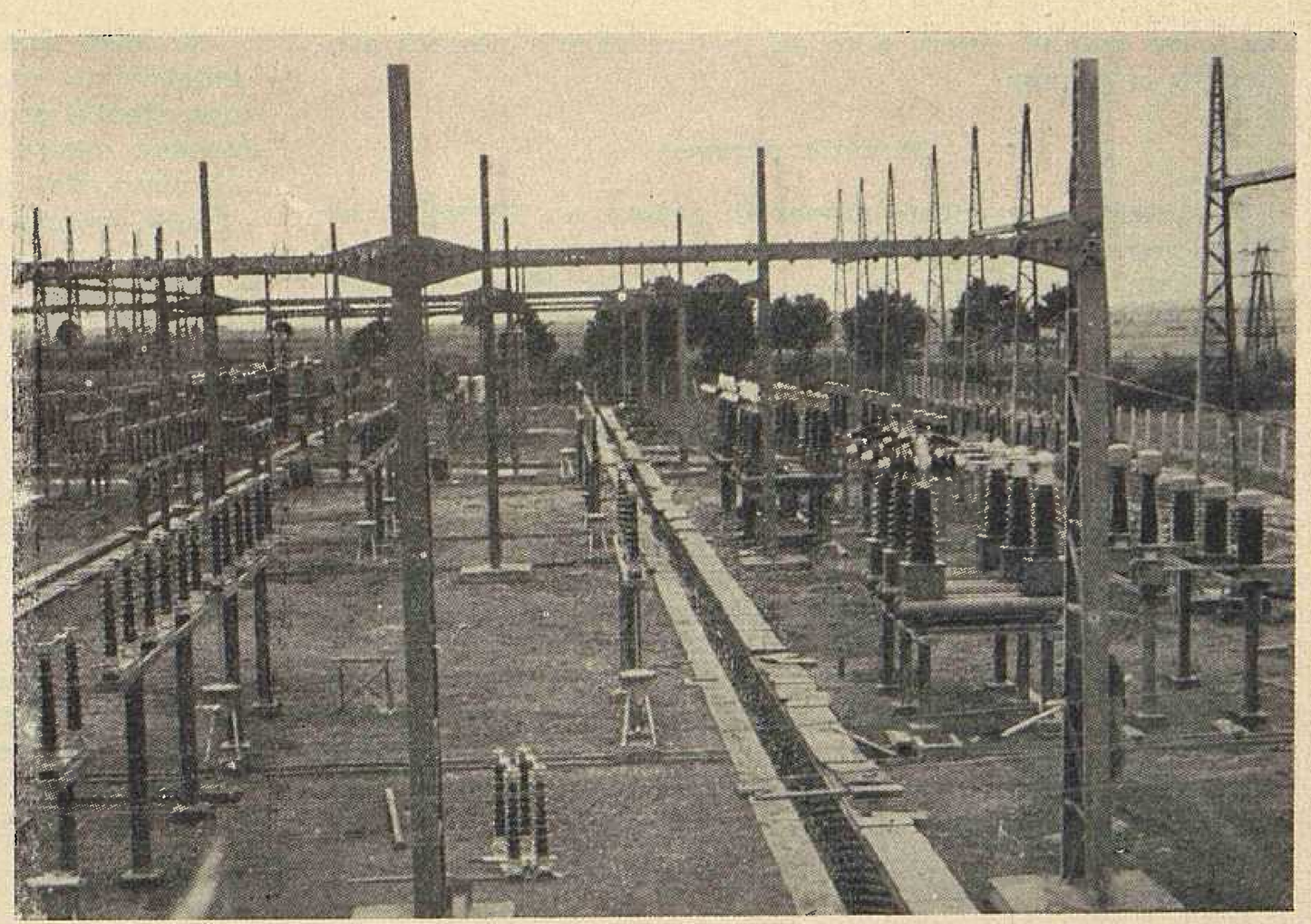
Gradnja objekata

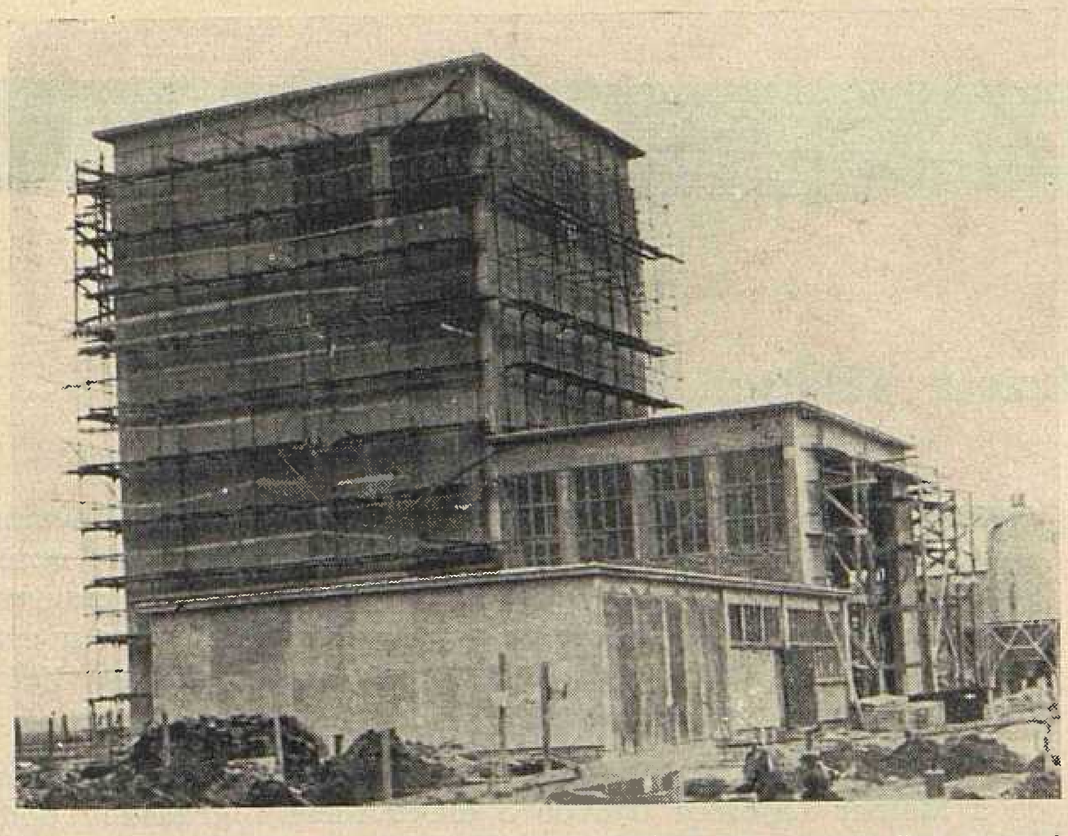
Investitor »Elektroprenos« Zagreb povjerio je čitavu izvedbu građevnog dijela građevnom poduzeću »Vladimir Gortan« iz Zagreba.

Najprije se pristupilo izgradnji pomoćnih objekata. Tako su za opskrbu vodom izgrađeni zdenci dovoljne izdašnosti iz kojih je izvedena mreža za potrebe svih objekata. Izgrađena je i kanalizaciona mreža za odvod voda iz stanice, oborinskih voda s krovova i cesta, te kabelskih kanala. Nadalje je izgrađen normalni priključni kolosijek, dužine oko 2,5 km na željezničku stanicu Turopolje. Posve su dovršeni kabelski betonski kanali, a ubrzano se radi na uređenju pristupnih puteva i propusta. Postavljeni su portalni željezni stupovi za sabirnice i izlaz iz vodova 110 i 220 kV. Temelji učinskih transformatora 220/110/10 kV, kao i zaštitni pregradni zidovi završeni su kompletno.

Najveći građevni objekt u stanici je montažni toranj, koji je već uglavnom završen. U najvišem dijelu tornja smještena

Transformatorska stanica Mraclin, postrojenje 110 kV





Transformatorska stanica Mraclin 220/110 kV, montažni toranj

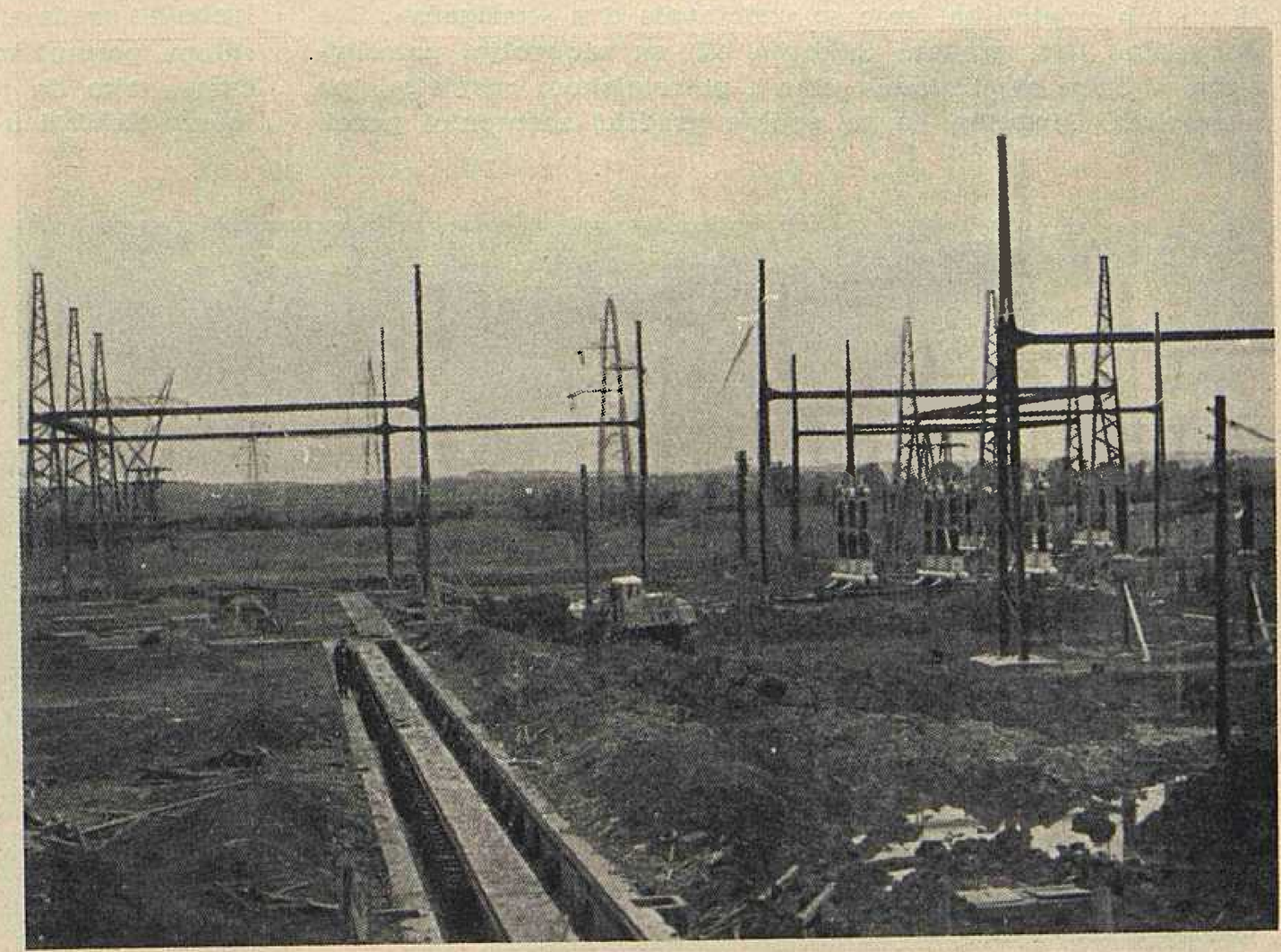
je dizalica nosivosti 120 tona. Dizalicu je isporučila i montirala tvornica »Litostroj«. U nižem dijelu tornja smještena je montažna hala, dok se u najnižem nalazi garaža s radionicama, filtracija ulja i skladišta, te sanitarni uređaji s garderobom i tuševima.

Pri završetku su radovi na izgradnji komandne zgrade i rasklopnice 10 kV. U komandnoj zgradi predviđen je prostor za relejne i kabelske uređaje, zatim rasklopnice 10 kV. U prizemlju smjestit će se akumulatorske baterije, kompresori, uređaji za klimatizaciju i kućni agregat, a u 1. katu postavit će se visokofrekventni telefon i kancelarije i urediti druge pomoćne prostorije.

Za izvedbu građevnog dijela utrošit će se prema konačnim obračunima oko 428 milijuna dinara.

Izvađač građevnih objekata, poduzeće »Vladimir Gortan«, na izgradnji ove velike transformatorske stanice na svim dijelovima prostranog gradilišta primjenjuje suvremene građevne strojeve, koji olakšavaju rad građevnim ekipama, a uz to ubrzavaju samu izgradnju.

Na radilištu je u društvenom restoranu radnicima osigurana kvalitativna prehrana uz umjerene cijene. Sprovedene



Transformatorska stanica Mraclin, postrojenje 220 kV

su i sve zaštitne mjere tako da je broj radnih nesreća sveden na minimum.

Montaža opreme

Paralelno s izvedbom građevnih radova na TS 220/110 kV Mraclin počeli su i montažni radovi. Potrebno je istaknuti da će znatan dio opreme za ovo veliko elektroenergetsko postrojenje isporučiti domaći proizvođači, što je bez sumnje uspjeh naše elektroindustrije i strojogradnje.

Svi aparati u postrojenju 110 i 220 kV montirani su, a izvedeno je i uzemljenje. Počelo je postavljanje kompresora, rezervoara i razvoda tlačnog zraka.

Tvornica »Rade Končar« izradit će za postrojenje 110 kV rastavljače i sklopke, a za postrojenje 220 kV samo sklopke. Cjelokupno kompresorsko postrojenje, kao i komandno i relejno, te ploče brojila isporučit će »Rade Končar«.

Mjerni transformatori 110 i 220 kV i rastavljači za 220 kV proizvod su talijanskih tvrtki, koje su ih već isporučile, te su i montirani. U konačnoj izgradnji transformatorska stanica u Mraclinu imat će tri transformatora, snage po 150 MVA. Konstrukciju ovih transformatora izvest će stručnjaci poduzeća »Rade Končar«.

Montažu električne opreme izvodi zagrebačko poduzeće »Dalekovod«. Montažni radovi često se nisu odvijali prema postavljenim programima, jer su isporučioci prekoračili svoje dobavne rokove. U zadnje vrijeme u tom se pogledu situacija popravila, pa montaža neće trajati mnogo duže od predviđenog vremena.

Na montažnim radovima učestvuje još nekoliko zagrebačkih poduzeća. Električne instalacione radove i telefonske veze izvodi poduzeće »Vlado Četković«, tvornica »Munja« isporučuje i montira četiri akumulatorske baterije, dok je »Radio-industrija« Zagreb proizvela i postavila ispravljačke uređaje.

Prema glavnom projektu za opremu i montažu potrošit će se oko 1,4 milijarde dinara, tako da će cjelokupna izgradnja TS 220/110 kV Mraclin zajedno s građevnim radovima stajati oko 1,828 milijarda dinara.

Po energetičarskim planovima ova će tranformatorska stanica već naredne godine transformirati za industrijski bazen sjeverozapadne Hrvatske i Slovenije oko 700 milijuna kilovatsati prenesenih dalekovodom 220 kV iz hidroelektrane Split.

Ivan Radman

VIJESTI IZ PODUZEĆA I INSTITUTA

Elektro-distributivno poduzeće »Eldis«, Čakovec

Čakovec — jedan od prvih elektrificiranih gradova u Jugoslaviji

Čakovec je mali grad i po broju stanovnika i po površini. Po svom smještaju nalazi se u sredini plodnog Međimurja, te je njegov kulturni i privredni centar.

Vrijedno je spomenuti, da je u Čakovcu postojala električna rasvjeta već 1893, dakle mnogo prije nego u bilo kojem gradu ili naselju na Balkanu. Do uvođenja elektrike Čakovec je kao značajan trgovački i obrtnički centar, imao već 1842. uličnu rasvjetu, isprva na repičino ulje, a kasnije na petrolej. Prema podacima iz godine 1868. u gradu je tada bilo 48 uličnih svjetiljaka, koje su uzdržavala dva »nažigača«. Sve do godine 1888. građani Čakovca bili su zadovoljni petrolejskim uličnim svjetiljkama, kao i petrolejskom rasvjetom po stanovima. Međutim su te godine gradski zastupnici počeli raspravljati o uvođenju plinske rasvjete kako po ulicama tako i po kućama. Dne 4. kolovoza 1892. gradsko vijeće donijelo je zaključak da se priđe instaliranju plinske rasvjete u gradu Čakovcu. Na vijest da se u gradu namjerava uvesti plinska rasvjeta Lajoš Molnar daje prijedlog gradskom vijeću da se u gradu uvede elektrika.

Pregovori su počeli odmah i već 24. travnja 1893. sklopljen je s Molnar Lajošom ugovor o elektrifikaciji gradskog područja, time da za 2.500 forinti godišnje rasvjetljava grad sa 80 stupnih i 4 viseće lučne svjetiljke. Odmah po sklopljenom ugovoru, pristupilo se izgradnji mjesne mreže, izgradnji potrebnih uređaja električne centrale, koja je izgrađena u sklopu paromlina, te uvođenju električnih instalacija po kućama, tako da je već *1. listopada 1893. grad Čakovec dobio javnu električnu rasvjetu.*

Čakovec, glavna ulica

Ulična rasvjeta bila je kasnije proširena na 127 stupnih svjetiljaka, dok je broj visećih lučnih ostao 4. Osim ulične rasvjete bilo je instalirano u 105 kuća 1400 rasvjetnih mjesta.

Molnarovo poduzeće moralo je zbog slabog poslovanja 1897. godine predati svu aktivu i pasivu Čakovečkoj štedionici, koja je pojačavši snagu strojeva osigurala bolje snabdijevanje građana električnom energijom i tako postigla veći potrošak, a time i bolji financijski uspjeh.

Prvih godina bilo je mnogo poteškoća u redovitom snabdijevanju električnom energijom i elektrika je kao »novost« sebi teško probijala put. Malo pomalo ta je velika novost ipak osvojila svoje pravo mjesto, kao nužna potreba današnjeg čovjeka tako da su već 1901. bila u upotrebi dva generatora po 48 kW i 136 km mreže. Ovako izgrađena električna mreža zajedno s električnom centralom snabdijevala je grad Čakovec elektrikom sve do 1932.

Godine 1929. pokazalo se da postojeće postrojenje ne može zadovoljiti potrebe za električnom energijom, a da se i ne govori o nekom proširivanju. Tadašnje upravne vlasti počele su stoga pregovarati s vlasnicima ugljenokopa u Murskom Središću i poduzećem Fala u Mariboru.

Poduzeće Fala snabdijevalo je električnom energijom velik dio Slovenije kao i Varaždin, te je moglo dati bolju perspektivu i bolje uvjete. Zato je s njim sklopljen ugovor za izgradnju dalekovoda 35 kV Dravsko Središće–Čakovec te jedne transformatorske stanice 35/6 kV u Čakovcu. Istovremeno je na temelju raspisanog natječaja sklopljen ugovor za izgradnju mjesne mreže i 4 transformatorske stanice 6/0,4 kV u gradu Čakovcu.

Godine 1932. stavljeno je u pogon novo postrojenje i od tada ima Čakovec električnu energiju standardnog napona 380/220 kV. Time je nastao preokret u pitanju pravilnog snabdijevanja Čakovca električnom energijom, a postojala je i mogućnost proširenja postojećih industrijskih pogona i jače potrošnje električne energije.

Usprkos tim mogućnostima sve do 1945. nije došlo na teritoriju grada do priključka većih potrošača, osim što je uvedena elektrika u sve kuće. U okolna se sela elektrika teško probijala, tako da je istom 1938. uvedena u obližnja sela Strahominec i Šenkovec. Te je godine uveden električni pogon i u ciglanu u Šenkovcu.

Do godine 1945. ugljenokopi u Murskom Središću imali su vlastitu termocentralu, koja je opskrbljivala i selo Mursko Središće. Godine 1943. izgrađen je dalekovod 35 kV Čakovec–Mursko Središće, koji je stavljen pod napon od 6 kV te su preko transformatorskih stanica 6/0,4 kV snabdijevani iz Čakovca ugljenokopi i selo Mursko Središće. Kotarsko mjesto Prelog imalo je od 1925. u pogonu vlastitu termocentralu s dva manja agregata. Međutim Prelog nije imao nikakove industrije, pa je elektrika bila na raspolaganju potrošačima samo od sumraka do pola noći. To je trajalo do 1940. kada je izgrađen dalekovod 6 kV Čakovec–Prelog i počelo snabdijevanje energijom iz Čakovca. Iste godine elektrificirana su i obližnja sela Nedelišće, Puščine i G. Hraščan.

Po oslobođenju u Čakovcu se naglo počela razvijati industrija, pa je naglo porasla i potrošnja električne energije. Danas je elektrificirano cijelo Međimurje, tako da u njemu, tako reći, nema sela gdje nema električne rasvjete, gdje se ne bi čuo radio-aparat ili se ne bi upotrebljavala glačala, rešo ili bilo kakav električni aparat, a nije nikakova novost vidjeti na krovovima i antenu za televizor.

Poduzeće »ELDIS«

Sve do 1. srpnja 1959. Čakovec ili bolje područni ured »Elektre« u Čakovcu bio je u sastavu poduzeća »Elektra« Varaždin. Rješenjem NO Kotara Čakovec od 18. 6. 1959. osnovano je u Čakovcu poduzeće za distribuciju električne energije pod nazivom »Eldis«, kao samostalno komunalno poduzeće.

Prema registraciji osnovna djelatnost poduzeća je: nabava i prodaja električne energije, građevno-montažna djelatnost u svrhu uzdržavanja i izgradnje elektropostrojenja, te ostala sporedna djelatnost potrebna za uspješno izvršenje gornjih zadataka, kao i projektiranje elektropostrojenja za vlastite potrebe do uključivo napona 10 kV.

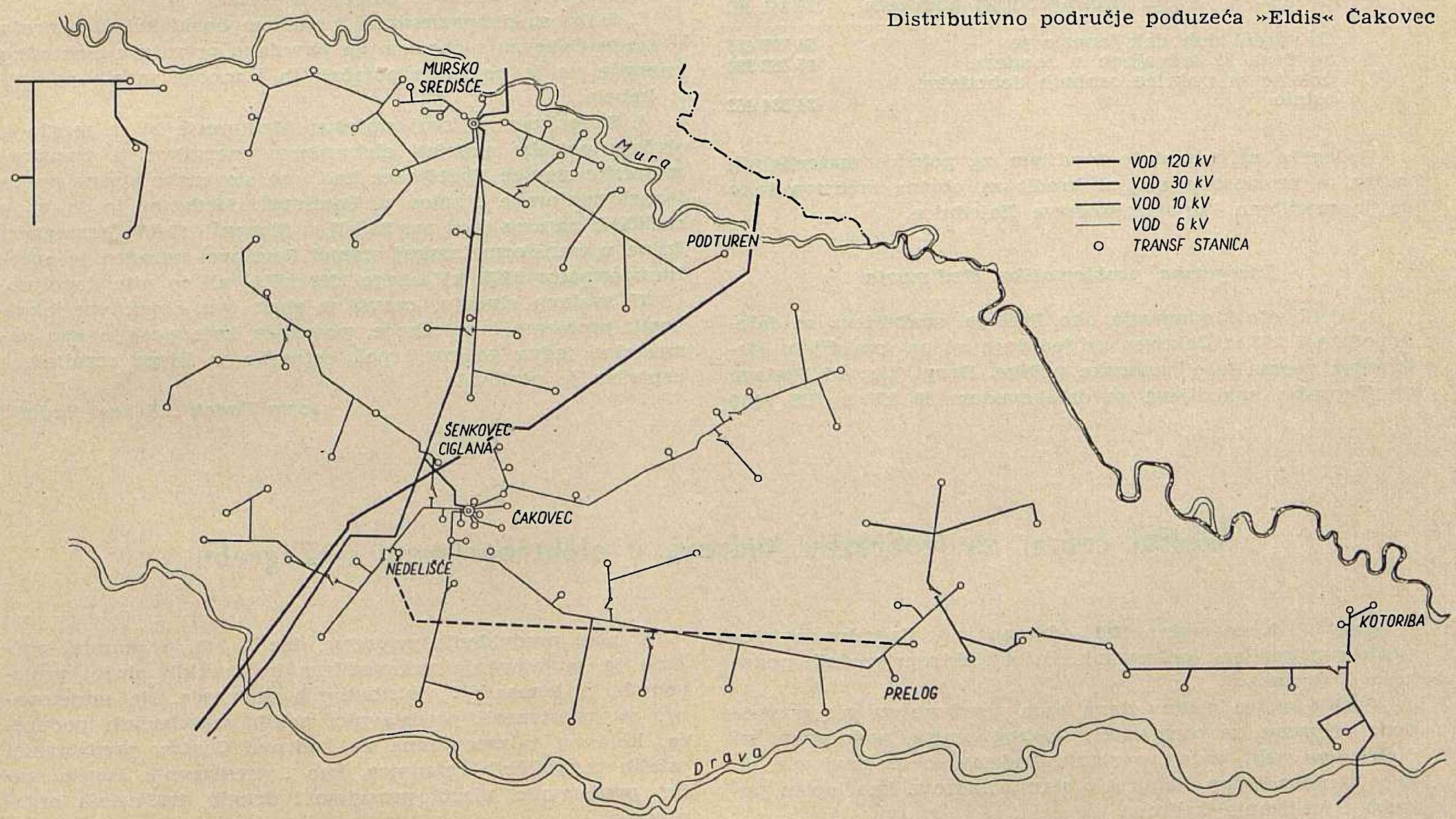
Poduzeće ima devet pogonskih, odnosno rajonskih jedinica, koje međutim ne vrše samostalan obračun, budući da se taj vrši jedinstveno za cijelo poduzeće.

Organizaciono poduzeće je podijeljeno na: tehnički odjel, privredno-računski odjel, opće poslove i autopark.

U 1960. bilo je zaposleno 78 osoba, a tokom godine i sezonska radna snaga.

Osnovna djelatnost, distribucija električne energije, ostvarena je u 1960. kako slijedi:

Distributivno područje poduzeća »Eldis« Čakovec



Upravna zgrada »Eldis« u Čakovcu

Transformatorska stanica 30/6 kV Čakovec

Grupa potrošača	Broj potrošača	Potrošnja MWh	Realizacija 000 Din
Ugljenokopi	1	8 043	77 581
Ostala industrija	8	4 082	66 788
Kućanstvo	12 282	3 768	34 165
Rasvj. posl. prost.	811	699	20 242
Rasvj. društ. prost.	132	128	3 283
Motori i aparati	41	220	23 500
Poljopriv. motori	41	220	3 365
Javna rasvjeta	35	347	2 161
Preprodavaoci	34	1 154	8 910
Predano potrošačima	13 584	19 374	240 005
Gubici u mreži	—	2 456	—
Ukupno nabavljeno	—	21 830	—

S ostalim djelatnostima realizacija je ovakva:

	Dinara
1) Distribucija električne energije	240 005 000
2) Razlika u korist invest. fonda općina	8 886 000
3) Investicije u vlastitoj režiji	12 213 000
4) Investiciono uzdržavanje	22 409 000
5) Usluge za treća lica	32 186 000
6) Autopark	3 227 000
7) Ostalo	415 000
Svega bruto-produkt poduzeća	319 341 000
Ostvareni dohodak iznosio je	50 797 456
od čega je izdvojeno u fondove	15 862 994
dok je za pokriće osobnih dohodaka ostalo	34 934 462

Poduzeće ne raspolaže kreditom za pokriće materijalnih zaliha, a ne dostaje mu ni kredit za obrtna sredstva tako da je prisiljeno koristiti sredstva Zajednice.

Energetska problematika Međimurja

1. Velik dio Međumurja oko Preloga, snabdijeva se dalekovodom 6 kV iz Čakovca uslijed čega su na tom dijelu Međimurja veoma loše naponske prilike. Drugi dio, od Preloga do Kotoribe, snabdijeva se dalekovodom 10 kV iz TS 30/10 kV Ludbreg, zbog čega ni taj dio nema povoljnu situaciju u snabdijevanju električnom energijom. Zbog toga je neophodno potrebno što prije izgraditi dalekovod 35 kV Čakovec–Prelog s transformatorskom stanicom 35/10 kV u Prelogu.

2. Većina sela i naselja elektrificirana je odmah nakon oslobođenja, kada je bilo veoma teško nabaviti potreban materijal. Uslijed toga su neke mreže slabo dimenzionirane, a transformatorske stanice loše locirane.

3. U gradu Čakovcu priključni kabelski vodovi do transformatorskih stanica su 6 kV, a djelomično i oprema u transformatorskoj stanici 35/6 kV, što je velika zapreka prijelazu na standardni napon 10 kV.

4. Poseban problem je loša izvedba dalekovoda 35 kV Nedeljanec–Čakovec–Mursko Središće, osobito što se tiče građevinskog dijela. Stupovi su veoma loše impregnirani i preslabi za montirani presjek Cu 3 x 50 mm².

5. Zbog naglog širenja industrije u gradu Čakovcu postojeća transformatorska stanica 30/6 kV ne zadovoljava potrebe, te je potrebno izgraditi novu stanicu 35/10 kV čija lokacija bi odgovarala potrebama sadašnje industrije i industrije, koja će se u skoroj budućnosti graditi, a koja bi također mogla služiti za rasplet vodova 35 kV iz buduće transformatorske stanice 110/35 kV u Čakovcu.

6. Zbog širenja gradskog područja osobito stambenih blokova potrebno je priključni vod 35 kV do transformatorske stanice 30/6 kV Čakovec položiti u kabel.

7. Slabo su dimenzionirani i niskonaponski kabeli i mreža u gradu Čakovcu s obzirom na povećanu potrošnju električne energije, te je potrebno pojačati ih i mnoge mreže položiti u kabele.

8. S obzirom na svoj smještaj Međimurje bi se moglo u slučaju potrebe napajati električnom energijom iz transformatorske stanice Nedeljanec kao i sa slovenske strane preko transformatorske stanice u Petešovci. Međutim je to zbog različitih napona (kod nas 30 kV, u Sloveniji 35 kV) nemoguće. Istina u transformatorskoj stanici Petešovci ugrađen je autotransformator 35/30 kV snage 1200 kVA, ali to nije dovoljno.

U svakom slučaju, uzevši u obzir sve objektivne okolnosti, probleme i poteškoće, poduzeće koje posluje kao samostalno jedva godinu i pol, ostvarilo je lijepe rezultate i uspješno je poslovalo.

Josip Radek i Ernest Radetić

Školski centar za izobrazbu kadrova u elektroprivredi u Zagrebu

Dne 7. i 8. novembra 1961. održano je u Zagrebu savjetovanje rukovodilaca kadrovskih službi elektroprivrednih poduzeća u Hrvatskoj.

Poslije skoro godinu dana rada završene su sve predviđene pripreme za osnivanje Školskog centra, prikupljeni su i obrađeni neki podaci o stanju kadrova, o sredstvima i sl. te je izrađen jedan elaborat o stanju kadrova kao i plan potreba i uzdizanja kadrova.

U nizu predviđenih priprema dne 7. i 8. novembra, održano je savjetovanje rukovodilaca kadrovskih službi proizvodnih, prijenosnih i distributivnih poduzeća. Na savjetovanju su učestvovali predstavnici nekih zagrebačkih poduzeća, koja su zainteresirana za kadrove Centra, predstavnici ostalih republičkih zajednica, kao i predstavnik Jugela, zatim predstavnici vlasti, prosvjete i drugih društvenih organizacija.

Pozdravljajući učesnike savjetovanja, glavni direktor Zajednice drug Miloš Damjanić osvrnuo se ukratko na probleme, koji tište elektroprivredu i konačno našu privredu kao cjelinu, na polju kadrova: »Rezultat manjka kadrova kod nas nije samo rezultat možda slabe brige o uzdizanju kadrova, već je to uglavnom rezultat jednog snažnog i brzog napredovanja našeg privrednog razvitka tako, da ga mi naprosto nismo u stanju slijediti s potrebnim brojem kvalitetnih kadrova. Mi danas raspravljajući o osnivanju Školskog centra, moramo ozbiljno prodiskutirati i točno odrediti zadaću Školskog centra. Nema sumnje da će budućnost Školskog centra ovisiti o pravilnom zadatku i mjestu, koje mi ovdje odredimo za Centar. Investicija, koju mi ulažemo u Centar je veoma velika, pa naša rasprava o Centru mora biti još ozbiljnija. Mislim, da ovakav Školski centar ima perspektivu u elektroprivredi, jer napredovanje elektroprivrede u narednih pet godina predviđeno je prilično veliko, a to znači, da će trebati stvoriti i odgovarajući kadar. Smatram, da ćete kod postavljanja osnovnih kontura Centra voditi računa o svim faktorima, koji su od utjecaja« — rekao je glavni direktor.

Elaborat, koji je dostavljen svim učesnicima desetak dana prije početka savjetovanja, pružio je svakom učeesniku niz podataka o kadrovskim problemima, a naročito o dasadašnjem sistemu školovanja u elektroprivredi, kao i jedan planski pregled budućeg sistema i načina školovanja kadra za elektroprivredu.

U diskusiji, koja je trajala punih šest sati, učestvovali su skoro svi prisutni, što je dokaz velikog interesa za osnivanje Školskog centra. Naročito interesovanje pokazao je Savez strojara i ložača. Predstavnik spomenutog Saveza iznio je kroz nekoliko podataka upravo zapanjujuće kritično stanje kod ovih kadrova. Govoreći o problemu strojara drug Kumbatović je naglasio, da osim Mornaričke strojarske akademije, nitko se drugi ne bavi sistematskim školovanjem strojara, iako vrijednost objekata, kojima treba da rukovode strojari upravo nevjerojatno raste. On smatra da bi osnivanjem ovog Školskog centra i uklapanjem škole u sastav Centra bilo definitivno riješeno stvaranje jedne ustanove, koja bi trajno školovala kadar strojara za našu privredu.

Sumirajući svu diskusiju u vezi osnivanja i problema Školskog centra, može se zaključiti da su svi jednodušni u osnivanju Školskog centra time, da on treba da služi kao ustanova, koja će trajno raditi na školovanju kadrova za elektroprivredu, da se u tu ustanovu mogu uključiti i druge organizacije, koje imaju interesa za kadrovima, koji se školuju u tom Centru, uz uvjet snošenja alikvotnog dijela troškova, te da Školski centrar treba obuhvatiti višestepeno školovanje kadrova.

Pored te jednodušnosti oko osnivanja Školskog centra, javila se i kritika na neke stavove elaborata i u pogledu financijskih sredstava. U elaboratu je predloženo, da sva poduzeća pristanu na udruživanje iznosa od 1 % isplaćenih bruto osobnih dohodaka u jedinstven fond iz kojega bi se financirala djelatnost Školskog centra. Predstavnik »Elektroistre« — Pula, drug Slobodan Stefanović, usprotivio se ovom načinu financiranja, tvrdeći da bi se prihvaćanjem prijedloga svako poduzeće lišilo svake mogućnosti vlastitog uzdizanja kadra, kao što je pomoć zaposlenim, koji pohađaju škole kojih Školski centar još nema, zatim ostali oblici pomoći, koje treba privredna organizacija dati svojim radnicima. On smatra, da bi svako poduzeće trebalo snositi onolki dio troškova, koliko je angažiralo kapacitete i sredstva centra. S ovakovim stavom složili su se i predstavnici »Elektroslavonije« — Osijek i »Elektrodalmacije« — Split. Međutim ostala distributivna poduzeća čije su potrebe veće nego što su im mogućnosti financiranja, smatraju stav u elaboratu ispravnim. Mislimo, da obadva stava imaju skoro podjednako dobrih i loših strana i da će to trebati još jednom ozbiljno razmotriti prije nego se predloži Upravnom odboru da donese odluku o tim prijedlozima.

Predstavnik »Elektroslavonije« — Osijek — drug Macakanja iznio je problem osnivanja područnih centara pri poduzećima. Naveo je kao primjer problem Slavonije, u kojoj elektrifikacija nije dostigla ni 50 %, a koja već sada oskudijeva stručnim kadrom. On smatra, da bi bilo veoma korisno, kada bi se pri poduzeću »Elektroslavonija«, osnovao takav podcentar, koji bi imao zadatak pripremanje kvalificiranih i visokokvalificiranih radnika za ispite, zatim održavanje kurseva za priučene radnike, održavanje raznih seminara unutar poduzeća, koje ima više ekonomskih jedinica.

S ovim stavom se većina učesnika složila. Držimo, da je ovaj prijedlog pravilan, no nedovoljno razrađen i da će ga trebati razraditi potpuno.

Da bi se formulirali jedinstveni stavovi kao prijedlozi, koji treba da idu na potvrdu Upravnom odboru Zajednice, na savjetovanju je izabrana komisija, koja će na bazi materijala o diskusiji izraditi jedinstvene zaključke, te ih dostaviti svim poduzećima i Upravnom odboru. Pred komisijom se dakle nalazi veoma ozbiljan i složen zadatak i komisija će trebati uložiti maksimum znanja i truda, kako bi Školski centar bio postavljen na što pravilniju osnovu.

Na kraju savjetovanja Elektroprivredna škola u Zagrebu je priredila malu izložbu radova svojih učenika, te obilazak radionica i kabineta. Organizacija proizvodnje kao praktičnog dijela učenja, a posebno izloženi predmeti ostavili su lijep utisak na kadrovike naših poduzeća. Kadrovci su pokazali velik interes za opremu radionica i za probleme škole.

U nekoliko slijedećih brojeva dat ćemo nešto više podataka o stanju kadrova, kao i o samom Školskom centru i programima za školovanje radnika.

Mirko Jovanović

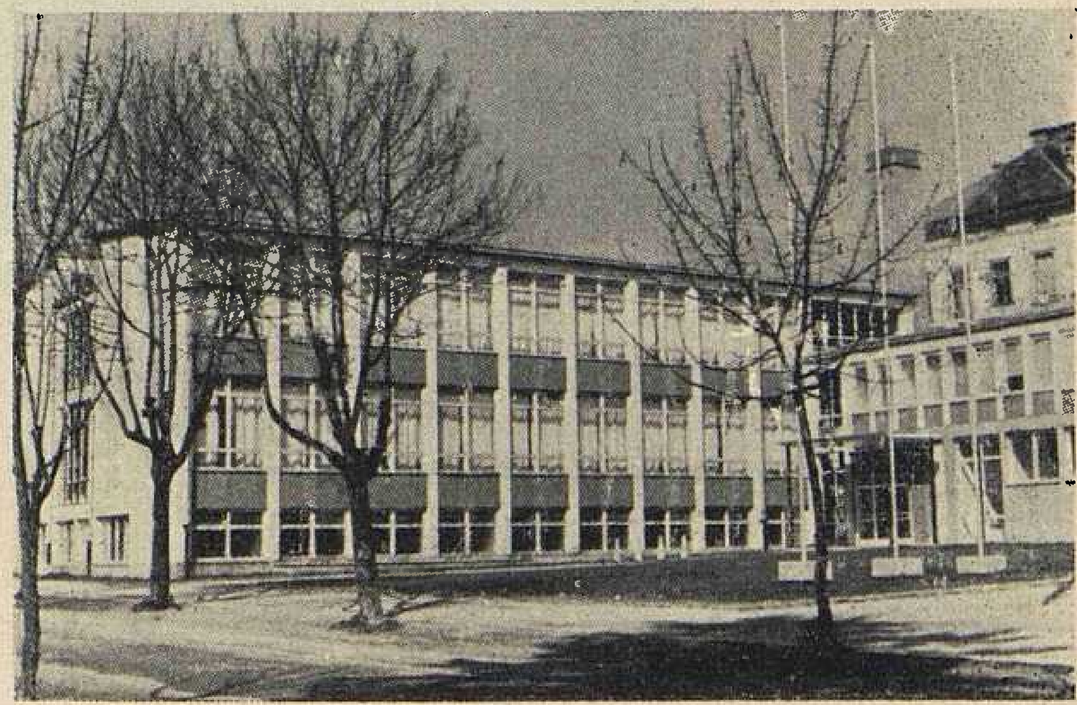
Elektroprivredna škola u Mariboru

Slovenska privreda ulaže već niz godina velike napore da odgoji mladi i sposobni stručni kadar. U okviru tih napora nimalo ne zaostaje ni elektroprivreda.

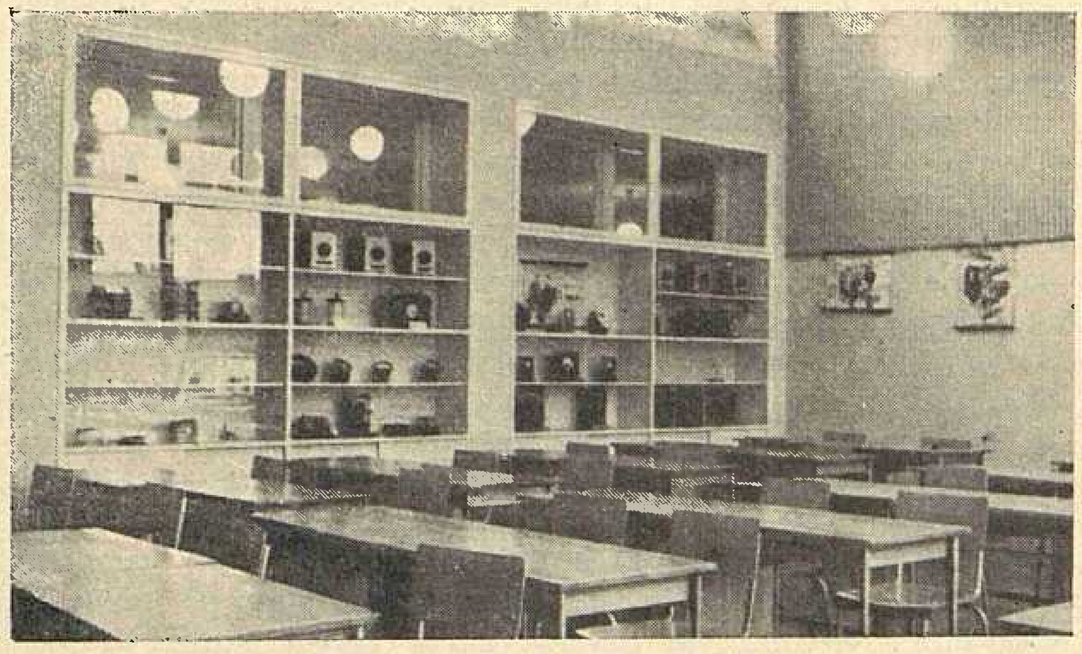
U Mariboru, kao značajnom industrijskom i privrednom središtu sjevernog dijela Slovenije, postoji unatrag nekoliko godina Centar stručnih škola s Višom i Srednjom tehničkom školom raznih struka. U njegovu sklopu djeluje i specijalni Elektroprivredni školski centar, te Škola učenika u privredi.

Sve su te stručne škole smještene u modernim i izričito za tu svrhu građenim zgradama, koje su započete 1958. a dovršene ove godine. Uz škole postoji i internat za učenike.

Gradnja je financirana iz saveznih, republičkih i kotarskih fondova za kadrove, a za elektroprivrednu školu dala je svoj doprinos i elektroprivreda Slovenije, naročito što se tiče električne opreme radionica i škole.



Elektroprivredna škola u Mariboru



Učionica teoretske nastave

Elektroprivredni školski centar sačinjava: Elektroprivredna škola sa 266 učenika, Škola učenika u privredi sa 403 učenika i Škola za odrasle s 51 učenikom; 120 učenika iz elektroprivrede smješteno je u internat.

U svrhu stručnog uzdizanja elektroprivrednih kadrova i stjecaja viših kvalifikacija postoji i Škola za odrasle.

Elektroprivredna škola u Mariboru ima 15 stalnih nastavnika i 5 administrativnih službenika. Nastavnici su od reda stručni tehničari s dugogodišnjom praksom u elektroprivrednim poduzećima. Nastava se održava u 10 učionica.

Sistem nastave je ovaj:

Učenike upućuju u školu poduzeća, koja im isplaćuju i zakonom propisanu nagradu prema godinama naukovanja, plaćaju odgovarajuće doprinose, daju im radno odijelo, opskrbljuju ih svim potrebnim ručnim alatom, a nagrađuju ih, prema uspjehu, i drugim nagradama.

Prve školske godine nastava je teoretska i praktična i provodi se cijelo vrijeme u školi. Druge godine učenici provode u školi na teoretskoj i praktičnoj obuci samo 5 mjeseci, dok drugih 7 mjeseci borave u poduzećima, gdje rade na praktičnim poslovima. U trećoj godini učenici provode cijelo vrijeme na praktičnom radu svaki u svom poduzeću, a u školi su samo 4 mjeseca. Taj se je način naukovanja pokazao kao vrlo dobar i uspješan.

Proračunano je, da trogodišnje školovanje jednoga učenika stoji poduzeće oko 250 tisuća dinara, što je za poduzeće i korisnije i rentabilnije nego bilo kakav drugi način stipendiranja, a da i ne spominjemo povezanost učenika s poduzećem, pod čijom se brigom i nadzorom odgajaju.

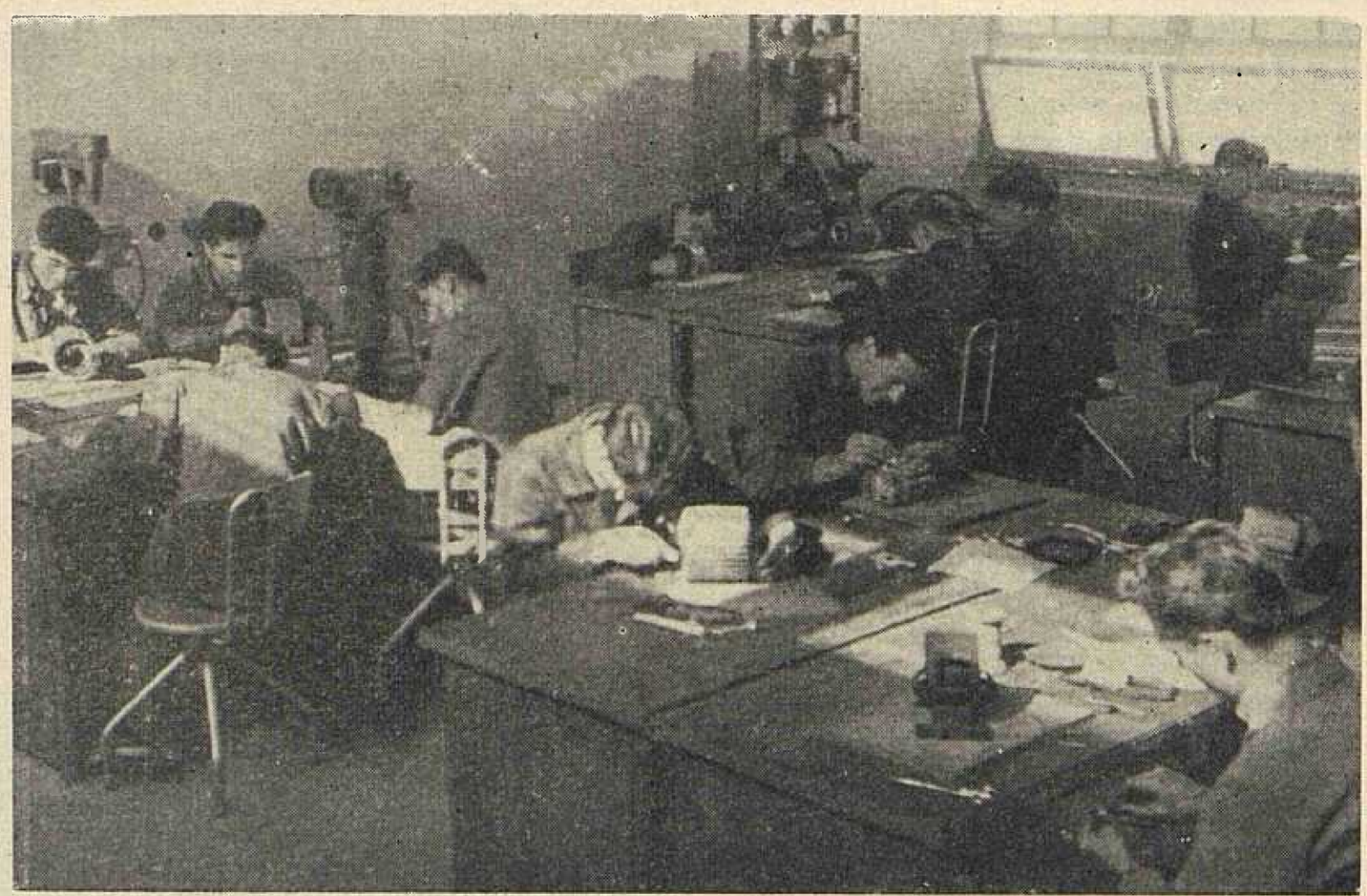
Elektroprivrednu školu Maribor osnovale su godine 1948. tadanje Državne elektrane Slovenije u svrhu školovanja kadrova za potrebe distribucijskih poduzeća i elektrana.

Uprava škole je brzo došla na to, da školovanje omladine treba povezati s proizvodnim radom u poduzećima i imati u vidu zahtjeve budućeg radnog mjesta učenika, pa je tako bio organiziran i praktičan rad-nastava. Poduzeća su ubrzo uvidjela dobre strane toga načina osposobljavanja kadrova, a i poduzeća izvan elektroprivrede uskoro su se odlučila za taj način i povjerila ovoj školi odgoj svojih kadrova.

Na raznim savjetovanjima mariborska škola je prijašnjih godina zbog načina organizacije svoje nastave nailazila na otpor drugih i nekoliko je godina vodila borbu za priznanje svog sistema odgajanja kadrova. Tek rezolucija o osposobljavanju kadrova, koja je upravo takav način postavila kao osnovni princip, potvrdila je ispravnost toga pravca rada. Razni članci u novinama potvrđuju, da i druge škole prelaze na nov način rada, tj. s produktivnim radom učenika u poduzećima, što je mariborska škola uvela već prije osam godina.

Škola ima odlično opremljene radionice i laboratorije, učionice i školske prostorije su najmodernije uređene, nastava je na visini tako da se poduzeća o postignutim rezultatima najpohvalnije izražavaju. Direktor mariborske Elektroprivredne škole je drug Urbanek.

E. R.



Praktična nastava u školskoj radionici-učionici

Vijesti iz elektroprivrede i elektroindustrije

ELEKTROINDUSTRIJA JUGOSLAVIJE NA OVOGODIŠNJEM ZAGREBAČKOM VELESAJMU

Na ovogodišnjem jesenskom Zagrebačkom međunarodnom velesajmu proizvođači domaće elektroindustrije prikazali su svoje uspjehe u razvoju proizvodnje i osvajanju novih izvedaba. Na velesajmu se vidjelo, da je naša elektroindustrija danas u svakom pogledu snažan faktor našeg privrednog uspona. Ona je ne samo ubrzala elektrifikaciju zemlje i unapređenje mnogih industrijskih grana, nego je postala i važan čimbenik u izvozu na strana tržišta.

Na povećanom velesajamskom prostoru od preko 11.600 m² domaći i inozemni proizvođači izložili su standardne proizvode, ali je velik broj poduzeća nastupio i s nizom novih proizvoda u svim granama elektroindustrije. Domaći proizvodi svojom kvalitetom i tehničkom izvedbom ne zaostaju za sličnim inozemnim produktima.

Među mnogobrojnim domaćim izlagačima vodeće mjesto zauzimaju velika poduzeća naše elektroindustrije: »Rade Končar« Zagreb, »Energoinvest« Sarajevo, »Elektrosrbija« Beograd, »Elektrokovina« Maribor, zatim »Sever« Subotica«, »Svjetlost« Rijeka, »Elka« Zagreb, tvornice kabela u Novom Sadu i Svetozarevu, »Radioindustrija« Zagreb, »Zavodi RR« Niš, »Belind« Beograd, »Telekomunikacije« Ljubljana, »Nikola Tesla« Zagreb, »Elektrostroj «Novi Sad«, »Rudi Čajevac« Banja Luka, »Jug« Skopje, te velik broj drugih poduzeća iz svih republika.

Proizvodi za energetiku

U vlastitom paviljonu tvornica »Rade Končar« pored velikog broja izabranih eksponata standardne proizvodnje izložila je i nove strojeve proizvedene u zadnje vrijeme. U neposrednoj blizini paviljona na slobodnom prostoru poduzeće je izložilo razne električne strojeve i uređaje, među kojima i sinhroni turbogenerator 18.500 kVA za termoelektranu Barauni u Indiji. Nadalje je na otvorenom izložbenom prostoru složen i trofazni pneumatski prekidač 220 kV, koji se prvi puta ugrađuje u rasklopno postrojenje HE Split, te u transformatorsku stanicu u Mraclinu.

Od novijih proizvoda navest ćemo: trofazni sinhroni samouzbudni brodski generator snage 100 kVA, zatim nekoliko tipova trofaznih asinhronih elektromotora s raznim snagama. Za Tvornicu celuloze i papira Prijedor izrađen je komandni pult za automatiziranu dopremu celulozne mase, mljevenje i otpremu u pogon. Za Tvornicu celuloze u Maglaju konstruiran je trofazni asinhroni elektromotor od 315 kW i 735 o/min. Novi su proizvodi još i niskonaponske razvodne baterije oklopom zaštićene od eksplozije, te mrežni kontrolnik i oprema za domaće i inozemne elektrane.

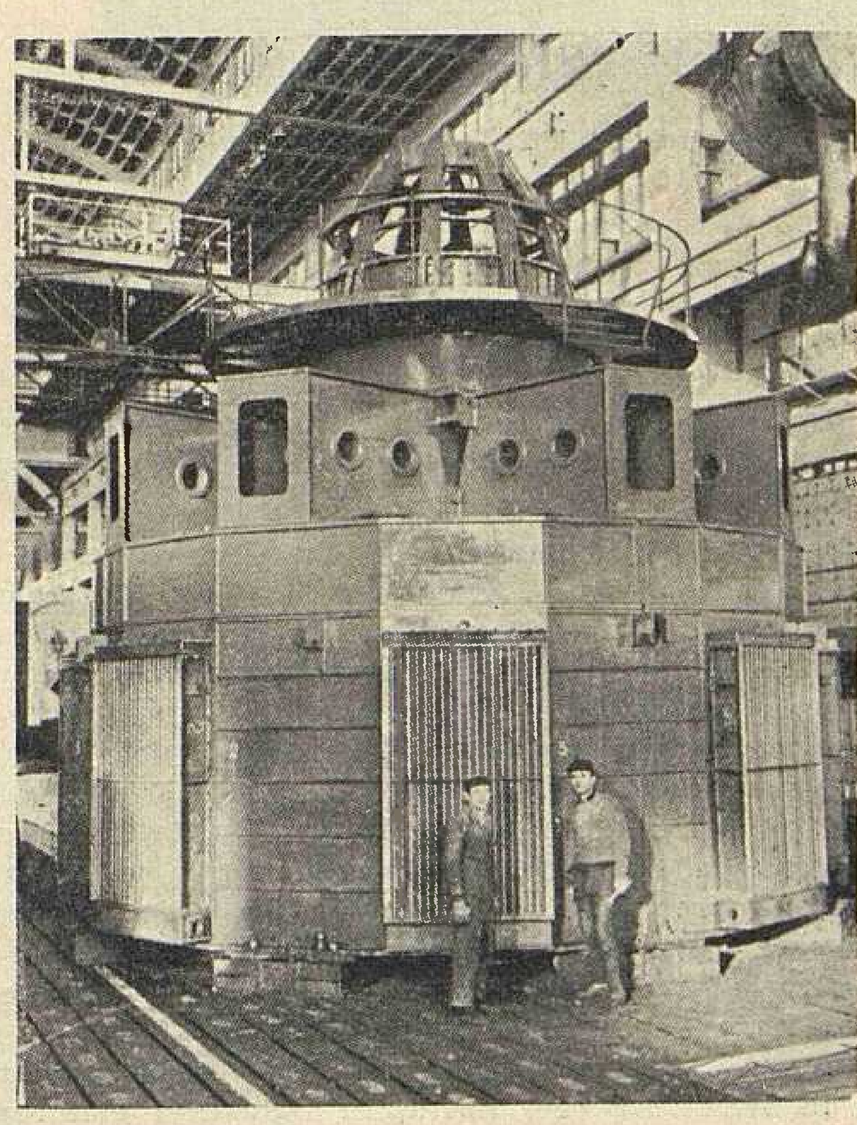
Pored samostalnog izlaganja tvornica »Rade Končar« učestvovala je i na drugim izložbama kao npr. na izložbi domaće i strane brodograđevne industrije. U vlastitom paviljonu bilo je izloženo svega nekoliko predmeta brodske električne opreme (brodski generatori za izvoz od 100 i 400 kVA, te elektromotor s upravljačkim stupom za sidreno i teretno brodsko vitlo), dok se najveći dio nalazio u paviljonu »Specijalizirane izložbe brodarstva«. Značajno mjesto na toj izložbi zauzeli su ovi proizvodi: brodski istosmjerni generator snage 250 kW, trofazni suhi brodski transformator 440/230 V 60 kVA, trofazni sinhroni samouzbudni brodski generator 250 kVA, zatim elektromotori za pogon raznih brodskih vitla, trofazni asinhroni elektromotor za sidreno brodsko vitlo, rasklopni ormar za sidreno brodsko vitlo, trofazni asinhroni elektromotor za teretno vitlo, upravljački stupovi za vitlo i druga oprema.

Poduzeće je nastupilo i na zajedničkom izložbenom prostoru poslovne zajednice »EKA« s aparatima i uređajima za široku potrošnju.

Posebno se treba osvrnuti na izložene električne uređaje i strojeve za potrebe rudarstva. Na slobodnom izložbenom prostoru improvizirana je rudarska jama koja je imala svrhu da demonstrira sigurnosne i razne druge električne uređaje koje su konstruirali stručnjaci tvornice »Rade Končar« za potrebe naših rudnika.

Poduzeće »Elektroinvest« Sarajevo izložilo je također u vlastitom paviljonu, proizvode svojih pogonskih jedinica, među kojima se ističe kompletna oprema za elektrane i prijenosna postrojenja, kao i električka oprema za druge industrijske grane.

Poduzeće »Elektrokovina« Maribor izložilo je velik broj malih elektromotora do 3 kW za široku primjenu u industriji, zanatstvu, poljoprivredi i kućanstvu. Od novih proizvoda prikazani su jednofazni motori za poljoprivredu od 0,25–1,5 KS. U grupi specijalne proizvodnje »Elektrokovina« je proizvela sedam serija specijalnih elektromotora za različitu namjenu, te električne crpne agregate učina 5 do 350 litara vode u minuti.



Pokusna montaža generatora 120 000 kVA za HE Split (»Rade Končar«)

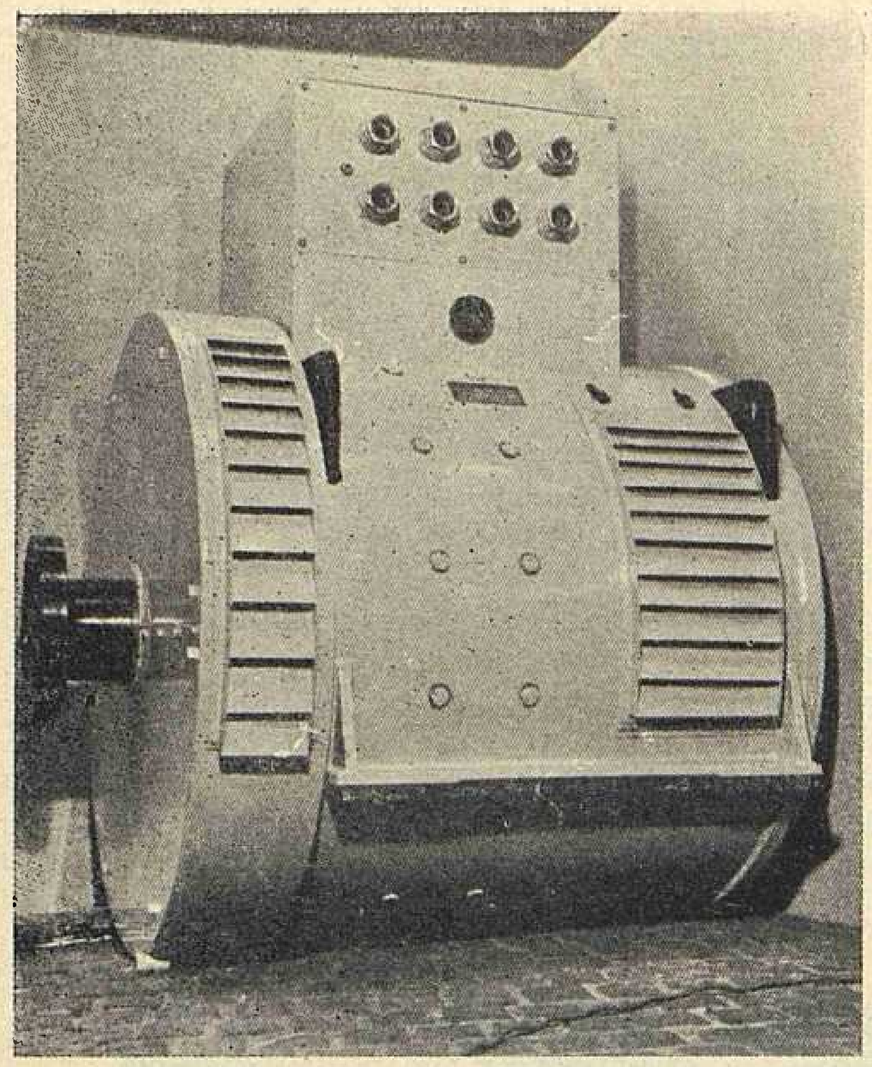
Poduzeće »Elektrosrbija« Beograd osim svojih stalnih eksponata, izložilo je i nekoje nove uređaje i strojeve, kao katodne odvodnike 110 i 220 kV, električnu opremu za 10 kV–400 A-6 MVA, zatim opremu za visoki napon od 220 kV, prekidače 35 kV za vanjsku montažu i visokonaponske prekidače za 110 kV, rastavljače snage 10 kV– 400 A – 6 MVA i transformatore velikih snaga.

Tvornica električnih strojeva i uređaja »Svjetlost« Rijeka proizvodi novi tip trofaznih transformatora sa silicijevim ispravljačima za svarivanje istosmjernom strujom.

Poduzeće »Jugomontaža« Zagreb dalo je više novih vrsta transformatora 400 A sa selenskim ispravljačima za svarivanje izmjeničnom i istosmjernom strujom, te transformatore 1500 A za automatsko svarivanje pod pritiskom.

Tvornica »Elektroda« Zagreb prikazala je elektrode za elektrolučno svarivanje i strojeve za šavno svarivanje. Tvornica »Croatia« izložila je jednofazne i trofazne elektromotore.

Poduzeća »Eltra« Škofja Loka, »Dinamo« Beograd, »Elektrostroj« Novi Sad, »Jug« Skopje, »Uljanik« Pula, kao i velik broj drugih poduzeća iz svih republika izložili su kvalitetne proizvode električne opreme, kao i niz specijaliziranih aparata i uređaja.



Brodski generator 250 kVA (»Rade Končar«)

Uređaji za razdiobu struje

U grupi uređaja za razdiobu struje elektroindustrija je domaće tržište upoznala sa svojim novim i vrlo raznovrsnim proizvodima.

Poduzeća »Elektrotehničko« Osijek, »Insa« Zemun, »Svit« Kamnik, »Radio-elektro« Kragujevac, zatim »Elektrosrbija«, Beograd, »Elektrostroj« Novi Sad, »Hidromontaža« Maribor, »Cer« Čačak i drugi domaći proizvađači izložili su više tipova automatskih prekidača i osigurača, kao i specijalnih vrsta osigurača te sklopki, komandne i razdjelne ploče, katodne i ventilske prenaponske odvodnike, oduzimače struje, priključnice, te širok izbor kompletne opreme i uređaje za razdiobu struje. Tvornica »Katran« Zagreb organizirala je u samostalnom pogonu proizvodnju izolacionih (Bergmanovih) cijevi.

Poduzeća elektro-keramičkih proizvoda proširila su svoju proizvodnju, tako da danas izrađuju ne samo standardne vrste izolatora, nego i specijalne tipove izolatora, koji su se ranije nabavljali iz uvoza. U ovoj grupi proizvađača najaktivnije su i s najvećim izborom nastupili: Industrija elektroporculana Aranđelovac, Fabrika elektroporculana Novi Sad, te Tvornica keramičkih proizvoda Izlake (NR Slovenija) i »Keramika« Prijedor.

Tvornice »Elka« Zagreb, »Moša Pijade« Svetozarevo i »Novosadska fabrika kabela« Novi Sad danas proizvode sve vrsti kabela i drugog izolacionog materijala potrebnog za opremu električnih postrojenja, uređaja i instalacija.

Pored velikog broja domaćih izlagača u ovoj grani elektroindustrije na velesajmu nastupila su i brojna inozemna poduzeća i to ili samostalno ili preko naših trgovačkih uvoznih poduzeća.

Rasvjetna tehnika

Proizvodnja elemenata za rasvjetnu tehniku u stalnom je porastu, tako da danas potrošačima stoji na raspolaganju velik izbor vrlo dobrog kvaliteta koji je ravan odgovarajućim inozemnim proizvodima.

Povećana proizvodnja elemenata za rasvjetu osigurala je domaćem tržištu više vrsti svjetiljki, raznih armatura za fluorescentnu i živinu rasvjetu, lustera, aparata za osvjetljenje, rasvjetnih tjelesa i drugih elemenata potrebnih za suvremenu rasvjetu. Među vodećim domaćim proizvođačima elemenata rasvjetne tehnike zapaženi su proizvodi zagrebačkih poduzeća »Croatia«, »Elektromehanika«, »Ivan Šikić«, zatim poduzeća, »Elektrotehničko« Osijek, »Elra« Škofja Loka, »Zmaj« Ljubljana, »Metalija« Subotica, te poduzeća umjetnih zanata Sarajevo i dr. Kemijska industrija Buje izložila je stolne svjetiljke iz plastičnih masa.

Tvornica »Tež« Zagreb, pored normalnih tipova žarulja izložila je velik izbor specijalnih žarulja kao što su automobilske, brodske, fotografske, iluminacione, infrasol, projekcione, rudničke, reflektorske, vagonske, signalne, zatim žarulje za fluorescentne cijevi, živine i dr.

Telekomunikacije i elektronika

Razvoj elektronske industrije i proizvodnja telekomunikacionih aparata i uređaja u našoj zemlji dala je vrlo dobre rezultate, iako su ove industrijske djelatnosti kod nas uzele širi opseg tek zadnjih nekoliko godina.

Na području elektronike najbolje su rezultate postigli proizvađači električne mjerne opreme, uređaja za automatizaciju i raznih elektronskih strojeva.

U grupi telekomunikacionih uređaja vlastite konstrukcije izložen je niz suvremenih telefonskih i telegrafskih aparata, te drugih uređaja i opreme za telekomunikacije. Proizvodnja kućnih, mjesnih i međugradskih automatskih i poluautomatskih telefonskih centrala po sistemu »Crossbar« na takvom je stupnju da možemo sve domaće potrebe podmiriti iz vlastitih izvora. Ove tipove počeli smo izvoziti i na strana tržišta, gdje su ih kupci vrlo dobro ocijenili. Najuspješniji proizvađači iz grupe telefonije su tvornice »Nikola Tesla« Zagreb i »Iskra« Kranj.

Proizvodnja radio-aparata, tranzistora i televizijskih prijemnika, zadnjih je godina u stalnom porastu, tako da se danas godišnje proizvodi oko 300.000 komada.

Pored aparata naša radioindustrija proizvodi i njihove sastavne dijelove, koje smo prije uvozili iz inozemstva.

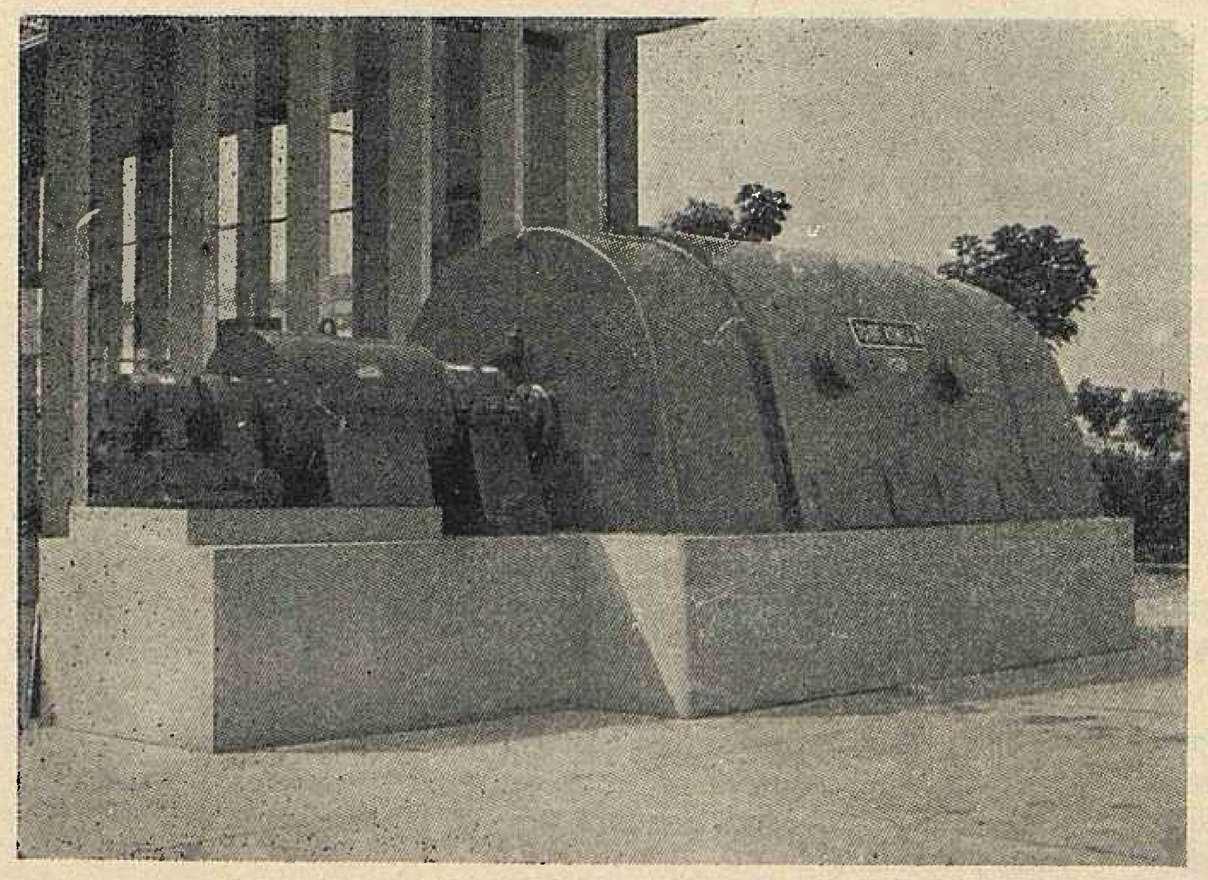
Brojne predmete izložila su i poduzeća »Radioindustrija« Zagreb, »Telekomunikacije« Ljubljana, »Rudi Čajevac« Banja Luka, Zavodi RR Niš, »Belind« Beograd, te poduzeća koja izrađuju raznu opremu za potrebe radioindustrije.

Proizvodnja za široku potrošnju

Razvoj proizvodnje električnih aparata i uređaja za široku potrošnju zabilježio je u ovoj godini uspjehe ne samo u povećanju i proširenju izbora, već i u poboljšanju kvalitete. Domaći proizvođači električnih aparata i uređaja za široku potrošnju preko svojih poslovnih zajednica »Eka«, »Maris« i »Standard« izložili su, uz svoje standardne, i mnoštvo novih proizvoda.

Ovogodišnja izložba elektroindustrije na Zagrebačkom velesajmu prikazala je razne izvedbe električnih

Brodski generator namijenjen izvozu (»Rade Končar«)



aparata za potrebe domaćinstva kao: električne štednjake s automatikom i bez automatike, grijalice, pećnice, glačala s automatskom regulacijom, aparate za čišćenje i laštenje podova, zatim frižidera raznih izvedbi (kompresijska i apsorpciona konstrukcija), te više vrsta električnih bojlera raznih kapaciteta.

Među proizvađačima ističu se velikim izborom poduzeća »Goran«, »Ivan Šikić«, »TEP«, »Ikom« iz Zagreba, zatim »Hidromontaža« Maribor, »Cer« i »Sloboda« Čačak, »Elektrosrbija« Beograd, »Energoinvest« Sarajevo, »Sigma« Subotica, »Labinka« Labin (električni mlinovi), »Klima« Celje i dr.

Termički kućanski aparati, razna električna pomagala, dijelovi i pribor, sve više osvajaju domaće tržište, te njihova upotreba stalno raste.

Osim standardnih izlagači su prikazali i nove odnosno usavršene standardne proizvode. Tako tvornica »Himo« Maribor izrađuje funkcionalne strojeve za pranje sa sušionicom, nove modele malih frižidera, usisače prašine, a »Goran« Zagreb nekoliko tipova novih pećnica za potrebe domaćinstva i ugostiteljstva, kao i velike kombinirane štednjake čija je primjena podesna za potrebe ugostiteljstva, bolnica i dr.

Zagrebački jesenski velesajam dao je vjernu sliku brzog i uspješnog napretka naše elektroindustrije, što je rezultat usavršenja proizvodnih procesa, povišenja produktivnosti i uzdizanja stručnog kadra, koji danas može rješavati i vrlo složene zadatke.

Proizvodna poduzeća poklanjanju veliku pažnju naučno-istraživačkim ispitivanjima. Da bi rad u tom pravcu bio što uspješniji, osnivaju se u okviru samih pogona laboratoriji, konstrukcioni i projektni odjeli, a u novije vrijeme proizvođači elektroindustrije usko surađuju i sa samostalnim institutima i drugim znanstvenim ustanovama.

Jugoslavenska elektroindustrija, pored opskrbe domaćih potreba, uspješno plasira dio svoje proizvodnje i na strana tržišta. Prema današnjim podacima elektroindustrija oko 15 % svoje proizvodnje izvozi u oko 30 stranih država u Aziji, Africi, Americi i Evropi.

Ivan Radman

UDRUŽENJE ZA NUKLEARNU OPREMU

U svrhu budućeg uključivanja nuklearnih elektrana u elektroenergetski sistem Jugoslavije Upravni odbor ZEPH-a je početkom 1960. formirao komisiju od predstavnika nekih privrednih organizacija i Instituta za elektroprivredu Zagreb sa zadatkom, da organizira izobrazbu kadrova za projektiranje postrojenja i konstrukciju opreme te da kod industrijskih poduzeća podstiče razvoj pojedinih elemenata opreme i postrojenja za nuklearne elektrane. Komisija je djelovala pod imenom »Koordinacioni odbor za nuklearne elektrane«.

U toku jednogodišnjeg rada, ovaj odbor je organizirao postdiplomski studij (III stepen) iz nuklearnih elektrana pri Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, na koji je upućeno 15 polaznika iz poduzeća »Rade Končar«, TPK, »Đuro Đaković«, ZEPH i »Elektroprojekt«.

Predavanja su počela 21. 12. 1960. Zajednica je ustupila svoje prostorije za održavanje predavanja. Kao predavači su angažirani poznati stručnjaci iz Instituta »Ruđer Bošković«: dr *Ilakovac*, dr ing. *Konrad*, ing. *Srdoč*; iz Instituta »Jožef Štefan« iz Ljubljane: dr ing. *Čopič*, ing. *Hladnik*; iz Elektrotehničkog fakulteta iz Zagreba: prof. dr ing. *Požar*; zatim prof. ing. *Gregorič* iz Sarajeva i ing. *Ivančić* iz Zagreba.

Vježbe slušalaca se održavaju u Institutu »Ruđer Bošković«. Daljnje vježbe su predviđene u Institutu »Boris Kidrič« u Vinči, a očekuje se, da će biti moguće većem dijelu slušalaca sudjelovati u praktičnom radu prilikom montaže reaktora 100 kW u Institutu »Jožef Štefan« u Ljubljani.

Ispite će slušaoci morati polagati pojedinačno, zatim izraditi samostalnu radnju s područja nuklearnih elektrana.

Industrijska poduzeća su uočila nužnost usvajanja perspektivnog proizvodnog programa s područja nuklearne opreme. Budući da su nastupili veći materijalni troškovi oko školovanja grupe u »Elektroprojektu«, pokazalo se neophodnim, da se formira čvrsta poslovna organizacija, koja bi preuzela na sebe svu problematiku oko obrazovanja kadrova, osiguranja materijalne podloge školovanja i proizvodnih programa s područja nuklearne opreme.

Ova bi organizacija — poslovno udruženje — u pitanju projektiranja i izgradnje nuklearnih postrojenja i isporuke nuklearne opreme nastupala u svoje ime, a za račun svojih članova, koji bi snosili troškove poslovanja udruženja.

Početkom aprila ove godine je u tom smislu potpisan ugovor o osnivanju poslovnog udruženja za projektiranje i proizvodnju nuklearne opreme i postrojenja sa sjedištem u Zagrebu. Ovo udruženje osnovala su poduzeća: »Đuro Đaković« Sl. Brod, Tvornica parnih kotlova Zagreb, »Rade Končar« Zagreb, »Jugoturbina« Karlovac i »Elektroprojekt« Zagreb. Naknadno je udruženju pristupila i »Radioindustrija« Zagreb. Formiranjem poslovnog udruženja prestao je radom koordinacioni odbor. Udruženje djeluje pod imenom UNO — *Udruženje za nuklearnu opremu* — Zagreb, sa sjedištem u Ilici 1a (neboder).

Udruženjem upravlja upravni odbor, sastavljen od dva predstavnika svakog člana, a za šefa tehničko-komercijalnog biroa, imenovan je ing. Zvonko Oštrić, dosadašnji šef projektnog odjela »Rade Končar«.

Udruženje je registrirano kod Narodnog odbora Zagreb, Općine Donji grad, a evidentirano je kod Savezne komisije za nuklearnu energiju, kao organizacija, koja se bavi problematikom s područja nuklearne tehnike i energije.

Statutom UNO-a precizirana su prava i dužnosti članova udruženja, kao i oni poslovi, koje su članovi prenijeli na poslovno udruženje s područja nuklearne opreme i postrojenja, a ti obuhvaćaju:

- razradu studija, dugoročnih planova, programa projektiranja i godišnjih programa osvajanja, proizvodnje i prodje nuklearne opreme i postrojenja;
- organiziranje obuke kadrova potrebnih za osvajanje i proizvodnju nuklearne opreme i postrojenja;
- usklađivanje razvoja i proizvodnih programa članova;
- razradu proizvodne kooperacije između članova;
- ponudu i prodaju nuklearne opreme i postrojenja, te ispitivanje i analizu tržišta;
- organizaciju zajedničke reklame i propagande i zajedničkog nastupa na sajmovima i izložbama;
- organizaciju izmjene stečenih iskustava članova;
- koordinaciju i suradnju s drugim udruženjima, organizacijama i organima narodne vlasti;
- organiziranje zajedničkog nastupa pri traženju investicionih kredita.

Jednim drugim članom statuta predviđeno je, da se u poslovno udruženje mogu učlanjivati sve privredne organizacije i instituti čiji predmet poslovanja obuhvaća i područje nuklearne opreme i postrojenja pod uvjetom, da prihvate odredbe ugovora i pravila poslovnog udruženja.

Na ovaj način je UNO želilo uključiti i druga poduzeća i organizacije iz cijele zemlje, koja se bave ili se mogu baviti proizvodnjom pojedinih elemenata nuklearne opreme.

Kao najvažniji zadatak u periodu organizacionog učvršćenja — postavljeno je osposobljavanje stručnih kadrova, kako projektanata tako i konstruktora, koji će djelovati u okviru pojedinih tvornica. Nadalje je bilo važno, da se u pojedinim poduzećima ispitaju mogućnosti proizvodnje i obrade pojedinih elemenata nuklearne opreme, kako bi se mogao razraditi proizvodni program za sve članove. Pri Udruženju će djelovati i stručni savjet, koji će biti sastavljen od poznatih stručnjaka iz cijele zemlje.

Pozitivno je, da se nekoliko industrijskih poduzeća počelo pripremati za osvajanje proizvodnje pojedinih elemenata nuklearne opreme upravo na taj način, što su od i onako nedovoljnog broja stručnjaka uspjeli odvojiti nekolicinu i u njihovu izobrazbu i ostale pripreme investirala financijska sredstva, koja će tek za nekoliko godina moći dati korisne rezultate.

ZAJAM OD MILIJARDU DINARA ZA DALEKOVOD 220 kV MRACLIN—KIDRIČEVO

Za izgradnju dalekovoda 220 kV Mraclin-Kidričevo odobren je zajam iz međunarodnog fonda u visini od 1 milijarde dinara.

Republička reviziona komisija odobrila je glavni projekt DV 220 kV Mraclin–Kidričevo. Dužina trase je 92,5 km. Uloga je ovog dalekovoda, da vrši izmjenu energije između sjeverozapadnog bazena i ostalog sistema FNRJ, što će omogućiti iskorištavanje inverznih karakteristika alpskih i dinarskih slivova. U prvo vrijeme, do 1963., dalekovod će pretežno služiti za prebacivanje viškova električne energije sjeverozapadnog sistema u ostali energetski sistem FNRJ, a poslije toga predviđa se dovod električne energije iz centralnog energetskog sistema u ovaj bazen.

Prema glavnom projektu izabrani su čelični rešetkasti stupovi tipa »jela« klasične izrade. Uzemljenje stupova izvest će se pocinčanom čeličnom trakom prosječne dužine 55 m po stupu. Izolacija dalekovoda predviđena je kapastim izolatorima K-3 sa 12 članaka u lancu. Usvojen je ovjesni materijal »Volpato« iz uvoza, jer se u našoj zemlji ne proizvodi. Vodiči će biti od alučelika presjeka 360/57 mm², a zaštitno uže od pocinčanog čelika III presjeka 95 mm². Trasa dalekovoda polazi od TS Mraclin i ide prema sjeveroistoku, gdje sječe cestu Sesvete–Dugo Selo, zatim u pravcu Kašina–M. Bistrica–Golubovec, te Kamena Gora–TS Kidričevo (teritorij NR Slovenije). Trasa dalekovoda dobrim dijelom ide povoljnim terenom, a od glavnih lomova ima tri prijelaza željezničkih pruga, pet prijelaza javnih puteva i jedan prijelaz rijeke Save u blizini Zagreba. Pored radova na izgradnji ovog dalekovoda morat će se popraviti pristupni putevi na dužini od 15 km i izgraditi novi u dužini od 10 km. Vod će biti direktno priključen na TS 110 kV Kidričevo, jer će provizorno biti u prvo vrijeme u pogonu sa 110 kV. Nakon izgradnje transformatorske stanice 220/110 kV u Kidričevu, preći će na napon 220 kV.

Budući da su osigurana sredstva izgradnje i odobreni glavni projekti, to će u najskorije vrijeme biti organizirani građevni radovi. Investitor je već pripremio raspis licitacije za isporuku rešetkastih željeznih stupova opreme. U licitaciji će pored domaćih poduzeća učestvovati i inozemne tvrtke. Domaći će proizvođači vjerojatno isporučiti stupove i jedan dio opreme, no u programu je nabava drugog dijela opreme iz inozemstva i to naročito one koju ne proizvodi naša elektroindustrija.

I. R.

Najnoviji radovi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu

METODA ZA ODREĐIVANJE REDOSLIJEDA IZGRADNJE ELEKTRANA U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU JUGOSLAVIJE

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar, *dovršeno u veljači 1961.*

Analiza redoslijeda izgradnje elektrana provedena je u elaboratu s obzirom samo na investicije, na sumu investicija i pogonskih troškova, kao i na godišnje troškove. Kojemu od navedenih kriterija dati prednost ovisit će o ekonomskim uvjetima prilikom donošenja odluke o izgradnji elektrana.

Kod ovih razmatranja pošlo se od dviju osnovnih energetskih veličina: iskoristive snage hidroelektrane u kritičnom razdoblju i iskoristive energije hidroelektrane tokom godine, a iz tih podataka smanjenje potreba izgradnje termoelektrana.

Opseg: 74 strane, 25 tablica, 75 slika.

ANALIZA ENERGETSKE VRIJEDNOSTI HIDROELEKTRANA NA UNI

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar, *dovršeno u svibnju 1961.*

U elaboratu je analizirana energetska vrijednost hidroelektrana na Uni, Sani i Uncu na osnovu podataka »Energoinvesta« o srednjim mjesečnim protocima za razdoblje 1924 do 1930, 1934–1940, te od 1949–1957. U elaboratu su obrađene karakteristike pojedinih hidroelektrana, njihove moguće proizvodnje pri različitim korištenjima voda, veličina izgradnje temeljnih i vršnih hidroelektrana, te je razmotren i utjecaj akumulacije.

Provedena analiza u elaboratu ukazuje na optimalni redoslijed izgradnje hidroelektrana s obzirom na njihovu energetsku vrijednost.

Opseg: 48 strana, 24 tablice, 42 slike.

PRILIKE U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU JUGOSLAVIJE (1962–1967)

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autori prof. dr ing. Hrvoje Požar *i ing.* Božo Udovičić, *dovršeno u srpnju 1961.*

U navedenom elaboratu analizirane su prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije na osnovu najnovijih predviđanja Zajednice jugoslavenske elektroprivrede kako potrošnje električne energije za promatrane godine, tako i rokova stavljanja u pogon pojedinih hidroelektrana i termoelektrana. Analiza je vršena isto kao i u elaboratu *Prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije 1961–1966* napravljenom u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu 1960.

I u ovom elaboratu vršena su razmatranja za svaku godinu, potrebne snage termoelektrana, proizvodnja termoelektrana, angažiranost termoelektrana za pokrivanje varijabilnog opterećenja, prilike u godinama najveće proizvodnje termoelektrana, utjecaj minimalne proizvodnje termoelektrana, neiskorištena snaga hidroelektrana, preljevi u hidroelektranama, ukupne redukcije potrošnje po grupama potrošača.

U zaključnom dijelu analizirana je eventualna potreba izgradnje daljnjih elektrana pored predviđenih za smanjenje, odnosno eliminiranje redukcija.

Opseg: 526 strana (tekst, tablice i prilozi).

ENERGETSKO KORIŠTENJE AKUMULACIJE BUŠKO BLATO

Narudžba Dalmatinskih hidroelektrana Split, autor prof. dr ing. Hrvoje Požar, *dovršeno u veljači 1961.*

Svrha elaborata bila je, da se prikaže vrijednost akumulacije kraških polja jugozapadne Bosne, među kojima je najznačajnija i najveća akumulacija Buško Blato, zatim vrijednost HE Orlovac, koja bi koristila vode navedenih akumulacija na padu između Livanjskog i Sinjskog polja, te vrijednost utjecaja reguliranih voda kraških polja na hidroelektrane na Cetini (HE Split i HE Peruća).

Elaborat se osniva na hidrološkim podacima relativno kratkog razdoblja, pa nije bilo moguće odrediti utjecaj spomenutih postrojenja na elektroenergetski sistem Jugoslavije.

Opseg: 27 strana teksta, 89 tablica i 37 slika.

USMJERAVANJE STUDIJA, ISTRAŽNIH RADOVA I IZGRADNJE ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA NA PODRUČJU NR HRVATSKE

Narudžba Izvršnog vijeća NR Hrvatske – Sekretarijat za industriju, redaktor i autor prof. dr ing. Hrvoje Požar, *saradnici: ing.* Ivo Jamnicki, *ing.* Juraj Keglević, *ing.* Boris Markovčić, *ing.* Radoslav Planić, *ing.* Milan Šodan, *ing.* Slavko Tomić *i ing.* Božo Udovičić, *dovršeno u srpnju 1961.*

Elaborat je pokušaj da se sagleda potreba izgradnje elektroenergetskih objekata na području NR Hrvatske na osnovu

dokumentacije koja je razrađena u elektroprivrednim i ostalim energetskim organizacijama.

Pri razmatranju prilika i ocjenjivanju važnosti pojedinih objekata, te pri određivanju investicija za pojedine objekte, polazilo se sa stanovišta, da su objekti razmatrani samo s obzirom na potrebe u NR Hrvatskoj a ne na potrebe u FNR Jugoslaviji. Zbog toga su investicije za pojedine objekte za zadovoljenje konzuma električne energije u Hrvatskoj sigurno veće od onih koje bi bile potrebne da se promatranje vršilo u okviru Jugoslavije.

U elaboratu se daje približan redoslijed izgradnje, kao orijentacija na koje objekte treba računati i kojima treba posvetiti više pažnje u skoroj budućnosti da bi se zadovoljile potrebe u električnoj energiji.

Opseg: 135 strana, 30 tablica, 12 slika.

KRATSKI SPOJ U MREŽI 110 kV DUŽ ŽELJEZNIČKE MAGISTRALE JESENICE–ZAGREB–BEOGRAD

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor ing. Miroslav Jung, *dovršeno u svibnju 1961.*

S obzirom na projekt elektrifikacije naših željezničkih pruga izmjeničnim naponom 25 kV 50 Hz u elaboratu je obrađeno pitanje određivanja minimalnih snaga početnog tropolnog kratkog spoja u elektroprivrednim stanicama 110/35 kV, za koje se predviđa, da će u godini 1965. poslužiti za napajanje elektrovučnih podstanica na željezničkoj magistrali Jesenice–Zagreb–Beograd. Poznavanje navedenih rezultata neophodno je potrebno kod određivanja načina priključka EVP-a na elektroprivrednu mrežu (110 ili 35 odn. 30 kV), kod izbora i tipizacije opreme za EVP-e, kao i kod kontrole najvećih nesimetrija napona u elektroprivrednoj mreži, izvazvanih nesimetričnošću i udarcima potrošača, priključenih preko EVP-a na elektroprivredni sistem.

Tom prilikom ispitivana je konfiguracija mreže, koju je na prijedlog ovog Instituta načelno usvojio Stručni savjet JUGEL-a za godinu 1965. s tim da su uzete u obzir i naknadne odluke o skraćenju rokova za dovršenje hidroelektrana Senj i Bajina Bašta. Uvrštenja generatora varirana su u toku ispitivanja prema podacima iz navedene studije Instituta, tako da je ispitano ukupno 10 karakterističnih stanja. Osim toga ispitan je i utjecaj ispada pojedinih vodova 110 kV na iznos minimalnih snaga, kratkog spoja, u pojedinim čvorištima 110 kV.

Na temelju rezultata dobivenih ispitivanjem mreže na modelu, utvrđeno je u ovom elaboratu: da za napajanje EVP-a dolazi u prvom redu u obzir priključak na naponu 110 kV; da bi bilo korisno, a obzirom na dosta velike udaljenosti između čvorišta 220 kV u godini 1965., razmotriti nesekcionirani pogon mreže 110 kV; te da se 100 %-tna rezerva u napajanju EVP-a kako to inače zahtijevaju željeznice, neće moći uvijek postići, bez pojačanja mreže 110 kV, iznad potrebe elektroprivrede.

S obzirom da su ispitivanja vršena na modelu mreže, zadatak je u toku rada proširen, te su snage početnih kratkih spojeva izmjerene i u postojećim postrojenjima 110 kV, duž budućih elektrificiranih pruga Zagreb–Rijeka i Vrpolje–Sarajevo–Ploče.

Opseg: 15 strana teksta, 34 tablice i 40 slika.

Važniji pogonski događaji u elektroenergetskim postrojenjima 1961.

SIJEČANJ

A. Hidroelektrane

HE Manojlovac. U »R. Končaru« je završen popravak statora generatora 3 koji je prevezen u elektranu i montiran. Lopatice ventilatora ovog generatora nisu izrađene, pa se agregat 3 može sada u pogonu samo djelomično opteretiti. Izrada lopatica je u toku.

HE Peruća. Tokom mjeseca siječnja vršeni su manji radovi da se otklone uočeni nedostaci, što je katkada izazvalo i potrebu obustavljanja pojedinih agregata na kraće vrijeme.

6. I popravljena je uljna pumpa regulatora turbine 2.

Tehnički komisijski pregled i prijem agregata izvršen je zadnjih dana mjeseca.

HE Vinodol. 28. i 29. I obustavljen je pogon radi mjerenja gubitaka u tlačnom dovodu i radi pregleda cjevovoda. Ovo mjerenje gubitaka i pregled u vezi su s projektantskim radovima za saniranje cjevovoda koje bi trebalo izvršiti za vrijeme remonta ove godine.

U ostalim hidroelektranama nije bilo defekata niti remontnih radova.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. Kod povećanog opterećenja ove termoelektrane do kojeg je došlo u drugoj polovini mjeseca počele su nastupati poteškoće u održavanju voznog reda. Ove poteškoće su posljedica ugljena koji se je u većim količinama trošio s deponija na rudnicima i s dijela skladišta u elektrani na kojem je bio dugo vremena uskladišten, pa je zbog toga kalorijski slabiji. Transportni uređaji, uređaji za pripremu ugljena i sami mlinovi kotlova znatno su više opterećeni nego normalno. 30. I puknula je gumena traka na transporteru ugljena što je imalo za posljedicu izlazak cijele elektrane iz pogona. Kvar je otklonjen 31. I.

TE Rijeka. Zbog povoljne energetske situacije ova je elektrana bila cijeli mjesec izvan pogona.

Turboagregat 1 osposobljen je za rad kao kompenzator i kao takav ušao je u pogon 31. I. U slučaju potrebe može se za kratko vrijeme osposobiti opet u agregat za normalnu proizvodnju.

TE Vlaška. 4. I do 8. I izvršeno je čišćenje kotla 1.

9. I počeo je remont turboagregata 2 na kojem se moraju blanjati i brusiti prirubnice na gornjem i donjem dijelu kućišta turbine. Predviđeno je da ovaj rad bude završen za tri mjeseca.

26. I obustavljena je i ova elektrana jer energetski nije potrebna i do kraja mjeseca nije ulazila u pogon.

TE Zagreb. Tokom cijelog mjeseca bio je u pogonu samo kompenzator.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Nije bilo značajnijih događaja.

Transformatorske stanice

U *TS Nedeljanec* nastao kvar na jednom polu sklopke za DV Söjtör. Kvar je odstranjen 22. I, kad je konačno uređena i sklopka za DV Kidričevo.

Zbog prigovora radu »Končarovih« sklopaka 110 kV zakazan je sastanak ZEPH i zainteresiranih poduzeća s predstavnicima tvornice »Končar« za 16. II.

U *TS Nedeljanec* izvršeno je 18. i 19. I zajedno s predstavnicima Mađarske, ispitivanje mjernog sloga za obračun energije s Mađarskom.

U *TS Resnik* na svim DV 30 kV izmijenjena brojila djelatne energije Križik s brojilima CGS.

U *TS Brod* popravljen osciloperturbograf na DV Doboj.

U *TS Osijek* izmijenjena brojila Križik s brojilima CGS na DV 30 kV Osijek Zapad, Našice i Vinkovci.

D. Postrojenja za razdiobu

4. I Srušena 2 stupa uslijed nevremena na 10 kV otcjepu za TS Fjorini s voda Seget–Dajla (»Elektra« Buje).

Prekid vodiča na vodu 10 kV Skrad; uzrok snijeg (»Elektroprimorje« Rijeka).
Prekid vodiča na vodu 10 kV Roč–Lanišće (»Elektroistra« Pula).

6. I Prekid vodiča na DV 10 kV Kanfanar–Šošići.

8. i 11. I Prekid vodiča na DV 10 kV Vodnjan–Marčana.

11. I Kvar na podzemnom kabelu 10 kV, TS Pliva do TS Kartonaža.

13. I Kratki spoj na podzemnom kabelu 10 kV za vodovod Split (»Elektrodalmacija« Split).
Proboj podzemnog kabela 10 kV – 3 x 120 mm² Rijeka.

15. I Prekid vodiča na vodu 10 kV na potezu od TS 30/10 Križ–Moslavačka Slatina između M. Ludine i V. Ludine, (Električno poduzeće Križ).

17. I Prekid vodiča na DV 10 kV za Crnu Mlaku.

19. I Prekid vodiča na otcjepu za TS Dubrava–Milicija – 10 kV.
Prekid vodiča na vodu 10 kV kod Sremskih Loza (»Elektroslavonija« Osijek).

19. I Prekid vodiča na dalekovodu 10 kV Zabok–Bresova (Električno poduzeće Zabok).
Pregorio transformator u TS Plat. 80 kVA 10/0,4 kV.

21. I Proboj na podzemnom kabelu između TS Šimecki i TS Zadarska–Omiška.

24. I Prekid vodiča na odvojku 10 kV za mjesto Josipovac.

25. I Prekid vodiča na vodu 10 kV za mjesto Jakovlje.

26. I Prekid vodiča na DV 10 kV za mjesto Podgajce (»Elektra« Bjelovar).

27. I Srušena 3 stupa na DV 10 kV Sinj–Kosinac.

28. I Kvar na podzemnom kabelu 10 kV, spoj Kustošija–Vojna pekara na zračni vod do TS Ciglana Zagreb II Grmoščica (»Elektra« Zagreb).

29. I Rušenje dvaju stupova DV 10 kV Mlini uslijed nevremena (»Elektrojug« Dubrovnik)

30. I Proboj podzemnog kabela u TS Ilovac.

31. I Lom stupa na DV 10 kV Oštarije–Ogulin II, nevrijeme (Električno poduzeće Karlovac).

VELJAČA

A. Hidroelektrane

HE Manojlovac. Lopatice ventilatora 3, koji je prošli mjesec montiran nakon popravka u »R. Končaru«, još nisu isporučene obzirom na poteškoće pri izradi. Zbog toga se ovaj agregat još uvijek ne može potpuno opteretiti.

HE Peruća. 18. II na kraće vrijeme je obustavljen pogon radi pregleda 110 kV sklopki.

19. II obustavljen je pogon od 0–13 sati radi pregleda dovodnog tunela i podmazivanja ležaja zatvarača na dovodnom tunelu.

22. II obustavljen je agregat 2 radi smetnji na turbinskoj regulaciji, koje su otklonjene 23. II.
U ostalim hidroelektranama nije bilo značajnijih radova.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. Poteškoće koje su počele u siječnju u vezi s dopremom ugljena sa skladišta na kotlove, nastavile su se i u prvoj polovici ovog mjeseca. Do kidanja trake i potrebe vulkaniziranja došlo je 4. i 9. II, pa je pogon morao to vrijeme smanjiti proizvodnju. Zbog lošije kvalitete ugljena koji je dugo vremena ležao uskladišten morala se je privremeno i smanjiti raspoloživa snaga ove termoelektrane na 32 MW. Tokom mjeseca potrošen je dobrim dijelom lošiji ugljen tako da se je počeo trošiti ugljen iz redovite proizvodnje rudnika što je poboljšalo uvjete rada.

19. II izvršeno je vulkaniziranje trake za otpremu drozge s kotlova 1 i 2 koja je na nekoliko mjesta bila jače oštećena.

TE Rijeka. 18–23. II izvršeno je vanjsko i unutarnje čišćenje kotlova 7 i 8 radi pregleda od strane Inspekcije parnih kotlova.
U ovoj termoelektrani je tokom ovog mjeseca bio u pogonu samo kompenzator.

TE Vlaška. Zbog povoljne energetske situacije bila je cijeli mjesec izvan pogona.
U toku su radovi na remontu turboagregata 2 kojeg se dijelovi nalaze na obradi u Jugoturbini – Karlovac.

TE Zagreb. 3. II počeo je remont kotla 3 koji je predviđen do 31. III.

15. II završen je remont kotla 1 na kojem je izmijenjen i pregrijač pare uz ostale remontne radove.
Tokom mjeseca veljače bio je u pogonu samo kompenzator.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Remont DV Rakitje–Sutla od 20. II do 3. III. Ponovno uključivanje uspostavljeno je na DV Split–HE Peruća.
Na DV Kraljevac–Split puknula faza 10. II.

Transformatorske stanice

Nije bilo značajnijih događaja.

D. Postrojenja za razdiobu

12. II Pucanje vodiča na DV kV u Kidričevoj ul. (»Elektra« Varaždin)

13. II Pregorjela sklopka 30 kV u TS 30/10 kV Županja (»Elektroslavonija« Osijek).

15. II Pucanje vodiča na DV 10 kV – Zagreb (»Elektra« Zagreb).

20. II Pregorio kabel K 33 5 kV (»Elektroprimorje« Rijeka).

OŽUJAK

A. Hidroelektrane

HE Manojlovac. Generator je osposobljen za pogon s punim opterećenjem, jer su montirane lopatice ventilatora generatora 3. Kod opterećenja između 4 i 6 MW dolazi do jačih vibracija koje će trebati otkloniti.

HE Peruća. 13. III počela revizija agregata 1.

HE Vinodol. 12. III mjerenje gubitaka vode u tlačnom dovodu i izvršen pregled tlačnog dovoda u vezi s remontnim radovima koji bi trebali početi polovinom svibnja.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 13. III počeo remont kotla 1 koji bi trebao biti dovršen u roku od 5 tjedana.

20. III počeo remont turboagregata 1 (BBC). Prilikom remonta trebalo bi biti riješeno i pitanje aksijalne sile koja kod ovog agregata čini izvjesne poteškoće. S dijelom remontnih radova rukovodi monter BBC-a. Predviđeno je da remont bude završen do 23.

TE Vlaška. 30. III završen remont turboagregata 2.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Remont DV Matulji–Divača od 4. do 9. III.
Remont DV Rakitje–Brestanica završen je 3. III.
Remont DV Nedeljanec–Kidričevo počeo je 28. III.

Transformatorske stanice

U *TS Pula* 110/35 kV stavljeno je 26. III u pogon konačno rasklopno postrojenje 35 kV time, da je kabel 35 kV iz ove stanice u TS Centar 35/10 kV uveden obostrano u novo rasklopno postrojenje, a napuštena privremena izvedba. Ovom prilikom posve je dovršeno i stavljeno u pogon i rasklopno polje 35 kV za transformator I, dok će za transformator II to biti izvršeno u travnju.

Nova *TS Zadar* 110/30 kV stavljena u pogon 26. III s transformatorom ACEC 20 MVA i 2 izvoda 30 kV do TS Zadar I i II 30/10 kV. Transformator ima stabilni uređaj za gašenje požara Mather et Platt. Ovom prilikom je i vod Šibenik–Zadar s privremenog pogona s naponom 30 kV prešao na napon 110 kV.

D. Postrojenja za razdiobu

2. III Izgorio rastavljač 10 kV na krugu izlaza za Virovitica u TS Koprivnica.

4. III Ispad iz pogona transformatorske stanice mlin »3. Januar« radi kvara na kabelskoj glavi, Pula.

5. III Radi proboja provodnih izolatora u TS 19–Pavlomir, iskopčala sklopka DV kV u HE Nikola Tesla, ujedno izmjena probijenih katodnih odvodnika za DV prema TS Novi – D2 (»Elektroprimorje« PU Crikvenica).

8. III U trans. stanici TS Mirkovac iskopčan ulaz radi pregorjelog strujnog transformatora dalekovodnog izvoda.

10. III Iskopčala sklopka 35 kV – transf. I radi proboja kabelskog zaglavka 10 kV u TS 1 – Lički Osik (»Elektrolika« Gospić).
Na dalekovodu 10 kV Grmušani probila dva izolatora na stupu br. 73768.

12. III Ispad radi proboja kabela 10 kV između transformatorskih stanica TS XVI – TS Elektromlin – TS XVII i TS Radnički.

19. III Zapalio se stup DV 10 kV – Bakar–Čađara uslijed udarca groma (»Elektroprimorje« Rijeka).

19. III i 31. III Prekid vodiča na 50 kV dalekovodu prema TS Buje 30/10 kV.

21. III U transformatorskoj stanici Čiritež izgorio transformator 30 kVA – 10/0,4 kV (»Elektroistra« Pula).

22. III Izgorio transformator snage 860 kVA – 30/10 TS Vrata (»Elektroprimorje« PU Skrad).

22. i 23. III Prekid vodiča na dalekovodu otcjepa za transformatorsku stanicu Novi dvori 30/10 kV na TS Pojatno (»Elektra« Zagreb).

23. III Kod ukapčanja dalekovoda došlo do rasprsnuća kabelskog zaglavka 10 kV u kolektorskoj stanici Slav. Brod (»Elektroslavonija« Osijek).

24. III Isključenje dalekovoda 10 kV između TS Buje 30/10 prema TS Buje III – Momjan–Kremene–Bibali–Marušići do TS Krasica i Grožnjan radi nastalih smetnji na PTT uređajima u dva navrata (»Elektra« Buje).

25. III Uslijed nastalog prenapona probijeno devet kabelskih zaglavaka vis. napona u transf. stanicama – Prvomajska – Tvor. parnih kotlova Žitnjak.

27. III Kvar na podzemnom kabelu 35 kV prema Šijani u Puli. Unutarnji proboj – zemni spoj.

28. III Kabelski spoj 30 kV Uklopna VI – Uklopna II ispao iz pogona radi krivog rukovanja u transformatorskoj stanici Željeznica II Zagreb 5 kV.

TRAVANJ

A. Hidroelektrane

HE Ozalj. U toku mjeseca dolazilo je do čestih ispadanja elektrane iz pogona zbog ispada sklopke u TS Ilovac.

HE Peruća. Revizija agregata 1 dovršena.

HE Vinodol. 30. IV obustavljen cijeli pogon elektrane. Izvršen pregled tlačnog cjevovoda i započelo mjerenje gubitaka vode.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 4. IV procurio kondenzator TA 2 kvar odmah otklonjen.

15. IV dovršen planski remont kotla 1.

22. IV stavljen u probni pogon TA 1 nakon dovršenog remonta. Izvađena 2 reda lopatica turbine i ugrađen uređaj za mjerenje aksijalnog pomaka osovine.

24. IV procurile kondenzatorske cijevi TA 3. Cijevi začepljene i agregat isti dan osposobljen za pogon.

TE Rijeka. 28. IV završen remont kotla 8. Elektrana se nalazila van pogona cijeli mjesec.

TE Vlaška. Remont cijelog postrojenja tokom cijelog mjeseca. Od 20.–22. IV u pogonu radi ispražnjenja bunkera ugljena.

TE Zagreb. 30. III došlo do rasprsnuća cijevi na kotlu 1. Tom prilikom pregorio i oštećen velik broj kotlovskih cijevi.

3. IV pogon elektrane obustavljen.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Remont DV Nedeljanec–Kidričevo završen 1. IV.

Remont DV Rakitje–Jertovec izvršen je od 3.–13. IV.

Remont DV Split–Šibenik II izvršen je od 4.–8. IV.

Remont DV Resnik–Jajce na dijelu Sisak–Una izvršen je od 24.–30. IV.

Remont DV Split–Kraljevac I izvršen je od 11.–14. IV.

Na DV Rakitje–Jertovec ispitan je rad zaštite i uređaja za ponovno uključivanje pucanjem na vod 21. IV.

Remont DV Raša–Pula započeo 30. IV.

Remont DV Split–Kraljevac II započet je i dovršit će se u slijedećem mjesecu.

Transformatorske stanice

U *TS Pula* stavljen u pogon 15. IV drugi transformator 110/35 kV 10 MVA te njegov kabel i vod za Šišan uvedeni u rasklopno postrojenje 35 kV.

U *TE Jertovec* 17. IV osposobljeni su uređaji za ponovno uključivanje na svim DV 110 kV.

U *TS Rakitje* 8. IV stavljeno u pogon daljinsko mjerenje na DV Rakitje–Brestanica.

U *TE Jertovec* 17.–18. IV stavljeno u pogon ponovno uključivanje svih DV 110 kV.

D. Postrojenja za razdiobu

3. IV Proboj linijskog rastavljača 30 kV – TS Jastrebarsko (»Elektra« Karlovac).

8. IV Pregorio transformator 400 kVA u TS 10/0,4 kV Mljekara. (»Elektra« Zagreb).

10. IV Pregorio transformator 250 kVA – u TS Rudnik.

15. IV Pucanje vodiča na DV 10 kV – Zabok–Oroslavlje (»Elektra« Zabok).

16. IV Požar na stupu DV 30 kV Metković–Ploče (»Elektrodalmacija« Split).

18. IV Eksplozija kabelske glave 10 kV u TS Bos. Dubica (»Elektra« Sisak).
Pucanje vodiča na DV 10 kV – Industrijska škola – Odra (»Elektra« Sisak)

19. IV Kvar na sklopki 35 kV sklopki u TS 35/10 kV Dubrovnik (»Elektrojug« Dubrovnik).

21. IV Prekid vodiča na DV 30 kV – Sisak I–Ivanić (»Elektra« Sisak)
Pregorio transformator 785 kVA – u TS 30/10 kV Umag (»Elektra« Buje).

29. IV Proboj kabela 6 kV za rudnik M. Središće (»Eldis« Čakovec).

Još četiri elektroprivredna jubilarca

Ing. Franjo *Cenčić*, Petar *Mužek*, Rudolf *Štok* i prof. ing. Vladimir *Žepić* — četrdeset godina u elektroprivredi.

Rijetke su grane privrede, koje se mogu pohvaliti da su im pojedini njihovi radnici ili službenici posvetili sav svoj život, od prvoga dana svoga službovanja do odlaska u zasluženu mirovinu, pa čak i poslije toga.

Čovjek je takav, da uvijek traži nešto bolje, nešto zanimljivije, nešto unosnije, pa mijenja i mjesto i službu i granu. Zato s poštovanjem odajemo priznanje onim rijetkim i upornim drugovima, koji posvetivši se jednom radu u jednoj struci u jednoj grani — ostaju u njoj postojano do konca svog službovanja.

U našem smo časopisu spomenuli već nekoliko takovih jubilaraca, a danas donosimo alfabetskim redom biografije četvorice odjednom. I od srca im čestitamo!

Ing. Franjo Cenčić je Karlovčanin. Rođen je 2. XII 1894. Osnovnu školu i realnu gimnaziju svršio je u Karlovcu 1913. Iste se godine upisuje na tehnički fakultet u Pragu. Međutim zbog Prvog svjetskog rata prekida od 1914. do 1918. studije, koje nastavlja odmah iza rata i diplomira u Pragu 1921. Odmah iza toga dolazi u Zagreb, gdje radi na projektiranju i izgradnji lokalnih elektroprivrednih postrojenja. Na 1. travnja 1926, postaje direktorom električne centrale u Karlovcu, gdje ostaje do 1946. Dne 1. XI 1946. postavljen je za tehničkog direktora Električnog poduzeća Hrvatske u Zagrebu.

Reorganizacijom ELPOH-a 1947. preuzima dužnost tehničkog direktora Elektre u Zagrebu, gdje ostaje do 1949., kada postaje glavnim inženjerom novoosnovanog poduzeća Dalekovod. Na tom položaju ostaje do svog umirovljenja 1953. Od 1953. do danas radi u Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Zagrebu.

To bi bili biografski podaci radne knjižice. Međutim u radnoj knjižici ne piše, da je na njegovu inicijativu 1930. izgrađen prvi dalekovod od 30.000 volta u Hrvatskoj, koji je povezao dvije raznorodne elektrane i to termoelektranu u Zagrebu i hidroelektranu u Ozlju, što je u ono vrijeme predstavljalo upravo revolucionarni pothvat, pa je trebalo dvije godine upornog uvjeravanja tadašnjih gradskih zastupstava u Zagrebu i Karlovcu, da bi se savladale tadašnje predrasude, da električna energija ne može i ne smije ići preko gradskih mitnica. Ekonomski bonitet ove izgradnje najbolje je dokazan činjenicom, da su se troškovi izgradnje toga dalekovoda isplatili već u roku od manje nego tri godine.

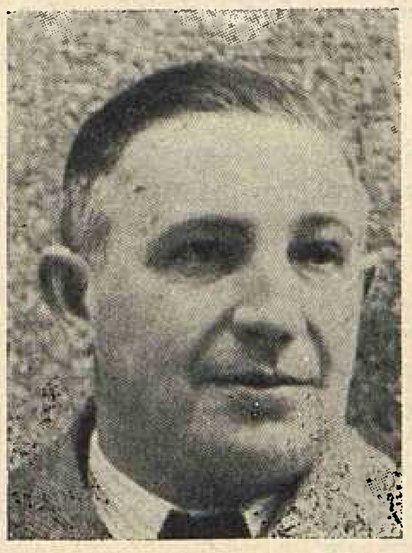
Godine 1931. također na njegovu inicijativu, osnovane su »Udružene električne centrale«, što je predstavljalo početak šire elektrifikacije područja Zagreb—Karlovac i okoline.

Zbog svog naprednog stava, bio je za vrijeme okupacije u dva navrata zatvaran, 1942. i 1943.

Petar Mužek je danas skladištar u Zajednici elektroprivrednih poduzeća u Zagrebu. Dakle nikakva visoka i stručno bogata ličnost. On je međutim tipičan predstavnik onog maloga čovjeka, Zagorca, koji se probijao kroz život, ne vezama ni visokom školskom spremom, nego skromnim i poštenim radom, ostavljajući za sobom na svakom radnom mjestu glas dobrog, savjesnog i poštenog radnika, koji nikada nije pitao ni gdje treba da provede svoje uredovno vrijeme ni koliko sati ono treba da traje. Radno vrijeme određuje posao, koji treba obaviti.

Rođen je u Maloj Erpenji, negdje između Tuheljskih i Krapinskih Toplica, u brojem velikoj a zemljom siromašnoj seljačkoj obitelji, u kući gdje je bilo jedanaestero braće i jedna sestra, kako to već po tradiciji biva u Hrvatskom Zagorju.

Godine 1921., dne 27. ožujka dolazi u Zagreb i dobiva zaposlenje u tadašnjoj Gradskoj električnoj centrali u Zagorskoj ulici. Istovaruje ugljen. Dugo godina. Iza toga odlazi u radionicu, pa u vratarnicu u Zagorskoj i u Gundulićevoj ulici. Osnivanjem Upel-a postaje u njemu dostavljač, iza toga prelazi u Elektroprivrednu školu, pa u Generalnu direkciju, pa u Zajednicu, gdje i danas obavlja službu skladištara, uvijek jednako uslužan, uvijek susretljiv i spreman da udovolji svačijoj želji. I tako već punih četrdeset godina, uvijek u elektroprivredi, poznat svim starijim i mlađim generacijama, koje su se u dinamici organizacije i reorganizacije izmjenjivale na raznim položajima.



Rudolf Štok spada među najstarije elektroprivredne radnike u Zagrebu. Rođen je 24. VIII 1898. u Žepču u Bosni, gdje mu je otac bio željeznički prometni činovnik. Pučku školu polazio je u Žepču, gimnaziju u Travniku i Sarajevu, a srednju tehničku školu u Berlinu—Schmargendorfu. Od 1915. do 1918. bio je u Prvom svjetskom ratu, gdje je sudjelovao u borbama na Piavi.

Iza rata neko je vrijeme radio u autoremontnoj radionici armijske oblasti u Zagrebu. Dne 20. travnja 1920. nastupa službu u tadašnjoj Gradskoj električnoj centrali u Zagrebu. Od tada pa do danas radi neprekidno u elektroprivredi u Zagrebu, uz kratke prekide, kada je po potrebi službe kao elektroprivredni stručnjak bivao delegiran u pojedine elektroprivredne pogone. (Tako je 1948. bio poslan u hidroelektrane Plava i Doblari na Soči, koje su tada bile zaposjednute od Amerikanaca). Neko je vrijeme vršio dužnost glavnog inženjera u bivšoj Glavnoj direkciji elektroprivrede u Zagrebu.

U nekadašnjoj Gradskoj električnoj centrali u Zagrebu počeo je kao tehničar na mreži, zatim je bio i šef mreže, a početkom 1948. bio je glavni elektroenergetski inspektor. Kada je 1926—1932. u Zagrebu izvršen prijelaz napona od 110 na 380/220 kV, te posvemašnja izmjena gradske mreže i kabela, živo je u tom sudjelovao i rukovodio radovima. Godine 1933. teško je stradao prigodom uklanjanja defekta na javnoj rasvjeti, kada je vod javne rasvjete pao na tramvajsku žicu i prouzrokovao kratki spoj. Skela na kojoj je stajao srušila se i on je prigodom pada slomio desnu a nalomio lijevu nogu, prebio rebra i pretrpio nekoliko težih ozljeda zbog čega je odležao skoro godinu dana.

Kao vrstan stručnjak sudjelovao je u mjerenjima i stavljanju u pogon skoro svih naših značajnijih objekata: nebrojenih transformatorskih stanica i elektrana, u Županji, u Sisku (željezara), Vinodolu, Gojaku i dr. Za zasluge na elektrifikaciji i izgradnji zemlje nagrađivan je nekoliko puta, a 1949. i odlikovan Ordenom rada III reda.

Drug Štok, iako već umirovljen, još uvijek marljivo radi u Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske kao honorarni službenik.

Prof. dipl. ing. Vladimir Žepić rođen je 22. VIII 1894. u Osijeku. Maturirao je u Zagrebu 1912, a diplomirao 1920. (uslijed ratnog prekida) na Visokoj tehničkoj školi u Berlinu. Koncem 1921. i početkom 1922. na studijskom putovanju u Njemačkoj i Švicarskoj, iza toga šef projektnog, a kasnije i montažnog odjela u ELIN-u u Zagrebu. To je doba izgradnje i projektiranja velikog broja elektrana i priključaka, gdje živo surađuje: Ogulin, Sušak (priključak na Tvornicu papira), Smederevo, Livno, Senj, Đakovo, projekti dalekovoda Skopje–Tetovo, s hidroelektranom u Tetovu i gradskom mrežom u Skopju, dalekovod i postrojenje 50 kV Dugi Rat – Split i čitav niz radova na elektrifikaciji naselja i industrije.

Od 1924. do 1932. rukovodilac tehničke službe i šef zagrebačke filijale Standard electric company. U taj period padaju opsežna projektiranja i gradnje električnih postrojenja nad kojima vrši nadzor: elektrana Slavonski Brod, Vinkovci, Delnice, Krk, Vareš, Samobor, Visoko i niz manjih projekata u Bosni i Hrvatskoj.

Od 1932. do 1941. rukovodilac tehničke službe u Gradskoj električnoj centrali u Zagrebu. U to je doba lokalna elektrifikacija prešla u oblasnu elektrifikaciju. Južno od Save provodi se u zajednici s Munjarom grada Karlovca (ing. Cenčić), a sjeverno od Save GEC djeluje samostalno. Izgrađen je vod 30 kV Zagreb–Koprivnica i postavljena 30 kV TS u Božjakovini, te izvučeni 10 kV dalekovodi od Božjakovine do Ivanića i od Križevaca do Bjelovara. S oslonom na 30 kV DV Zagreb–Karlovac razvija se i široka elektrifikacija područja južno od Save.

U 1941. i 1942. u logorima u Jasenovcu i Staroj Gradiški.

Od 1942. do 1945. šef tehničke službe za nove investicije u DEP-u u Zagrebu. Godine 1945. i 1946. tehnički direktor ELPOH-a. Provodi se organizacija elektroprivrednih poduzeća, posebno tehničke službe, organizirane sve filijale u Hrvatskoj, a za Istru i Rijeku osnovan ELPIRS sa sjedištem u Opatiji. Iza toga zamjenik direktora Elektrozapada, direktor Elektrobiro-a u Ministarstvu elektroprivrede, član trgovinske delegacije u Bernu kao ekspert za elektrotehniku.

Od 1948. do 1952. izvanredni profesor na Tehničkom fakultetu u Zagrebu na katedri »Rasklopna postrojenja« i »Električne centrale«. Stečena iskustva prenosi na mlađe generacije.

Od 1952. do 1958. u Glavnoj direkciji za elektroprivredu, zatim u novoosnovanom Institutu za elektroprivredu rukovodilac laboratorija za visoki napon, za slabu struju i telekomunikacije, te za električne zaštitne uređaje. Sada radi u pogonskom odjelu Zajednice kao referent za pogonsku problematiku, gdje se mnogo bavi publikacijama Zajednice i izdavanjem elektroprivredne statistike. Od 1. XI 1961. nalazi se, nakon 45 godina rada, u mirovini, ali još uvijek živo surađuje u elektroprivredi.

Prof. ing. Žepić je poznati stručni i kulturni radnik. Jedan je od osnivača Kluba strojarskih i elektrotehničkih inženjera (1922), koji je danas prerastao u Elektrotehničko društvo Hrvatske. Kada je 1924. osnovana Svjetska konferencija za energiju u Londonu on je sekretar Jugosl. nacion. komiteta sve do 1941. Iza rata do 1956. bio je predsjednik Nacionalnog komiteta, a sada je član egzekutivnog odbora.

Poznat je kao vrstan organizator, pa je bio uvijek inicijator, organizator ili suradnik velikih međunarodnih skupova i savjetovanja u našoj državi.

Tako: glavnog godišnjeg zasjedanja Međunarodne elektrotehničke komisije u Opatiji 1953, proslave 100-godišnjice Nikole Tesle u Beogradu 1956. gdje su sudjelovali najeminentniji svjetski stručnjaci; Svjetske konferencije za energiju, sekcionalnog zasjedanja 1957. u Beogradu i dr.

Svoj četvorici vrijednih jubilaraca naše uredništvo ponovno srdačno čestita!

U MEMORIAM

Franjo Jesih

Nakon kratke, ali teške bolesti umro je 20. XI u Ljubljani, u 64. godini života, Franjo Jesih, dobar drug, uzoran rukovodilac i solidan stručnjak velike prakse.

Franjo Jesih rođen je u Prelogama pri Slovenskih Konjicah, dne 22. XI 1897. Trgovačku akademiju završio je u Grazu. Od 1918. do 1920. učestvuje kao borac generala Majstera u borbi za Korušku. Studira marksističku literaturu, naročito političku ekonomiju. U Mariboru je član »Društva mladih intelektualaca« u kojem predaje Marksovu političku ekonomiju sve do raspusta društva 1936. Aktivan je i u NOP-u pa je bio i član MNO Nova Vas kod Celja.

U elektroprivredu je došao 1941. u poduzeće u Celju. Po oslobođenju 1945. postaje šef računovodstva, zatim komercijalni direktor Državnih elektrana Slovenije (DES) u Ljubljani, a kasnije poduzeća »Elektroljubljana« i Generalne direkcije za elektroprivredu LR Slovenije. Nakon reorganizacije elektroprivrede postavljen je 1952. direktorom privredno-računskog sektora Elektrogospodarskog sistema, a kasnije Skupnosti elektrogospodarskih podjetij LR Slovenije u Ljubljani.

Franjo Jesih bio je odličan radnik, koji je poslu prilazio s mnogo ljubavi i zalaganja, zbog čega ga je za postignute radne uspjehe Prezidijum Narodne skupštine FNRJ 28. XII 1949. odlikovao Ordenom rada III stepena. Uz to je bio više puta pohvaljivan i nagrađivan od elektroprivrednih organizacija u kojima je radio.

Na zajedničkim radnim sastancima na kojima su se rješavala pitanja razvoja elektroprivrede FNRJ i njezinih ekonomskih odnosa, te pitanja unapređenja ekonomike uopće, a napose pitanja ekonomskih odnosa između susjednih elektroprivreda Slovenije i Hrvatske, Franjo Jesih se je isticao svojim solidnim i dobro promišljenim prijedlozima i time doprinosio ispravnom rješavanju tih pitanja. Njegovom smrću gubi elektroprivreda jednoga od svojih odličnih radnika.

Među svojim suradnicima i drugovima ostat će u trajnoj uspomeni kao vrlo vrijedan i krasan drug.

Uredništvo

NOVE KNJIGE I ČASOPISI

M. Brezinšćak: *Mjere i sistemi jedinica.* Izdanje Tehničke knjige, Zagreb 1961, 320 str., format 24 × 17, 43 tablice, 46 crteža i fotografija. Cijena u poluplatnu 1200 Din.

Definitivno prihvaćanje Međunarodnog sistema koherentnih jedinica u svim granama fizike i tehnike nesumnjivo predstavlja značajan korak u razvoju tih znanosti te ima nedogledne posljedice na razvoj međunarodne suradnje na unapređenju cjelokupne nauke, tehnike, trgovine i drugog međunarodnog saobraćaja. Prijelaz na jedinstveni sistem jedinica u praksi izazvat će negdje znatno veće poteškoće nego takav prijelaz u naučnoj djelatnosti, gdje je već u većoj mjeri uveden Međunarodni sistem jedinica. Možemo zamisliti koliko će tek poteškoća izazvati prijelaz iz nemetarskog anglo-američkog svijeta jedinica u metarski svijet Međunarodnog sistema jedinica. Pa ipak, usprkos svim poteškoćama, anglo-američki sistem jedinica polagano se već napušta; velike nacije kao Indija, Pakistan i Japan, dosadašnji pripadnici tog svijeta jedinica, zakonima su već utvrdile posljednje rokove za prijelaz na metarski sistem jedinica.

Prijelaz na Međunarodni sistem jedinica, bez obzira na sistem koji se napušta, formalno se regulira zakonom ili propisom i materijalno se laganije provodi od promjena u našim navikama i načinu mišljenja, koje smo stekli u okviru sistema jedinica u kojem smo se, da tako kažemo, rodili i odgojili. Taj dio prijelaza nesumnjivo čini poteškoće i tamo gdje promjene nisu tako drastične kao u gornjem primjeru, a po suštini stvari predstavlja dugotrajan proces koji zahtijeva i opsežan pedagoški rad.

Nedavno izašla knjiga ing. M. Brezinšćaka, autora brojnih članaka, rasprava i već druge knjige o problemima metrologije, sigurno našeg najplodnijeg pisca o toj temi, ima upravo tu svrhu da našoj javnosti dade cjelovit prikaz problematike mjera i sistema jedinica i da tako pomogne i olakša one napore koji nas čekaju tokom prijelaza na Međunarodni sistem jedinica. U tom cilju autor je smišljeno i vrlo sretno odabrao takav način obrade problematike, da knjiga istovremeno predstavlja i udžbenik i priručnik, neophodno potreban u svim granama nauke, tehnike i školstva. Vrijedan doprinos u tom smislu predstavlja i podjela materije u knjizi na nekoliko zaokruženih cjelina tako, da svako poglavlje daje čitaocu potpunu informaciju o problematici mjera i sistema jedinica u pojedinom području fizike i tehnike. Svako poglavlje popraćeno je i nizom konkretnih računskih primjera, što znatno doprinosi razumijevanju izložene materije.

Prvo poglavlje donosi kraći historijski pregled i opće osnove nauke o mjerama i sistemima jedinica. Uz ostala izlaganja tu se govori o prirodnim pramjerama, o veličinama, jedinicama, brojčanim iznosima i jednadžbama, o primjeni veličinskog računa, o sistemima jedinica te o dimenzijama i sistemima jedinica.

Drugo poglavlje obrađuje mjerne sisteme mehanike. Uz Međunarodni sistem jedinica tu su opisani i svi ostali sistemi jedinica mehanike koje nalazimo u praktičnoj upotrebi i naročito u starijoj literaturi. Posebno su obrađene razne jedinice metarskih sistema jedinica i posebno anglo-američke nemetarske jedinice, gdje su istaknute razlike između američkih i engleskih jedinica. Primjena veličinskih jednadžbi u mehanici vrlo zorno je ilustrirana brojnim primjerima, koji pokazuju kako se pomoću veličinskih jednadžbi mogu analizirati brojčane jednadžbe, tako česte naročito u praktičnoj literaturi. Osim primjera, to poglavlje sadrži, u tekstu i u dodatku na kraju knjige, brojne tablice sa usporedbenim vrijednostima raznih jedinica metričkih i nemetričkih sistema.

Treće poglavlje u kratkim crtama obrađuje jedinice akustike, služeći se ponovno računskim primjerima za ilustraciju izložene materije.

U četvrtom poglavlju obrađeni su mjerni sistemi nauke o toplini. Izlaganja obuhvaćaju sve postojeće sisteme jedinica nauke o toplini a posebnu pažnju posvećuju primjeni Međunarodnog sistema jedinica. Znatna pažnja posvećena je nadalje tumačenju osnovnih veličina nauke o toplini i pripadnim jedinicama, odnosima prema anglo-američkim jedinicama te veličinskim i brojčanim jednadžbama u nauci o toplini. Na zanimljiv način je obrađeno uvođenje temperature kao izvedene veličine na temelju kinetičko-statističke teorije topline, sa svim posljedicama koje takva definicija temperature izaziva u granicama metrologije.

Peto poglavlje posvećeno je mjernim sistemima i jedinicama elektromagnetizma, pa će za najveći dio čitalaca našeg časopisa biti od naročitog interesa. Zahvaljujući već spomenutoj podjeli građe u knjizi elektrotehničari će ovdje naći potpunu informaciju o raznim sistemima jedinica koji se upotrebljavaju u toj grani nauke i tehnike i napose o Međunarodnom sistemu jedinica, sa svim posljedicama uvođenja tog sistema u praktičan život. Zbog naročitog interesa za naše čitaoce navodimo naslove pojedinih odsječaka tog povlavlja: Veličine elektromagnetskog polja, Međunarodni sistem jedinica elektromagnetizma, Fizikalni sistemi jedinica, Tehnički sistem jedinica elektromagnetizma, Iz povijesti mjernih sistema elektromagnetizma, Racionalizacija, Veličinske i brojčane jednadžbe elektromagnetizma, Sistemi dimenzija elektromagnetizma. I ovdje nalazimo brojne računske primjere te niz praktičnih tablica.

Na kraju knjige navedeno je oko 250 podataka o upotrebljenoj literaturi pa će čitalac, koji želi dublje studirati problematiku mjera i sistema jedinica, naći ovdje solidan putokaz za svoj studij.

Sva obuhvaćena, u biti složena, problematika mjera i sistema jedinica obrađena je u knjizi neposredno i opisana je živim i zanimljivim stilom, što čini materiju lagano shvatljivom a samu knjigu ugodno čitljivom i pristupačnom širokom krugu čitalaca. Stoga će ona jednako korisno služiti našim praktičarima, tehničarima i inženjerima, kao i nastavnom osoblju u stručnim, srednjim i visokim školama. Upravo u tomu leži trajna vrijednost ove knjige.

Knjiga je grafički uzorno opremljena, a naročito se ističe odličan slog i tisak, što još jednom potvrđuje renome, koji je izdavač »Tehnička knjiga« iz Zagreba stekao na sličnim izdanjima.

V. Štengl

C Rint: *Lexikon der Hochfrequenz-, Nachrichten- und Elektrotechnik,* V svezak, trojezični rječnik. Porta Verlag KG, München 1961., 469 strana, format Din c 6, uvez umjetna koža, cijena DM 19,80.

Iz štampe je izišao peti svezak leksikona visokofrekventne tehnike, dojavne tehnike i elektrotehnike. Kako su u prva četiri sveska protumačeni pojmovi sa početnim slovima od A do Z na njemačkom jeziku, to je radi dopune čitavog djela izdan i svezak u obliku trojezičnog rječnika. U tom svesku dani su alfabetskim redom pojmovi na engleskom, francuskom i ruskom jeziku. Uz svaki pojam naznačen je broj pomoću kojega je omogućeno pronalaženje odgovarajuće riječi u prva četiri sveska (tim brojevima su u prošlim svescima već označeni pojmovi, kada je uz njemačko tumačenje pojma dan i njegov naziv na engleskom, francuskom i ruskom jeziku).

Ovim sveskom konačno je zaokružen u kompletnu cjelinu odlično opremljeni leksikon pojmova iz opširnog područja elektrotehnike.

Tehnička oprema ovog sveska izvedena je jednako besprijekorno kao i u prijašnjim svescima.

M. Vujnović

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE SRPANJ I KOLOVOZ 1961.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru u MWh								Razmjena			Ukupno (7-11)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9. 1960	73846	31960	612	25384	246	272	74704	57616	83923	—21685	— 11657	182901
10. 1960	139433	12794	2015	19668	158	245	141606	32707	44646	— 3425	— 11898	203636
11. 1960	139936	6003	1996	18707	163	262	142095	24972	31826	19700	— 7207	211386
12. 1960	159576	6081	2109	18657	194	296	161879	25034	26007	26109	— 9351	229678
Ukupno 1960	1177548	234843	18672	234468	1813	3982	198033	473293	452487	263249	— 93765	2293297
1. 1961	150449	13391	1722	16509	188	282	152359	30182	31598	26001	— 14653	225487
2. 1961	105089	20389	1301	16862	180	206	106570	37457	52594	5440	— 1598	200463
3. 1961	70737	17771	1049	15856	197	222	71983	33849	71635	42452	— 9563	210356
4. 1961	61363	15624	1041	14625	158	216	62562	30465	73910	38684	— 8439	197182
5. 1961	58448	15824	1499	15054	175	75	60122	30953	57128	59239	— 7848	199594
6. 1961	46121	14002	1251	16799	173	72	47545	30873	75602	47506	— 4420	197106
7. 1961	57453	28403	857	14120	173	—	58483	42523	80076	20306	— 2881	198507
8. 1961	72029	31357	442	17061	163	—	72634	48418	78747	—2367	139	197571
Ukupno 1. — 8. 1961.	621689	156761	9162	126886	1407	1073	632258	284720	521290	237261	— 49263	1626266

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja 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	Vinodol-Fužine	79,0	—	9458	55754	—	212,0	72,0	—	16,0	—	—
		Gojak	48,0	9888	2175	96289	104,6	—	62,1	28,0	5,0	—	—
		Ozalj	5,1	1035	941	13348	100,0	141,1	85,0	24,8	30,0	—	—
		Kraljevac	62,0	27277	38767	259251	267,0	119,0	88,4	55,0	82,0	—	—
		Peruća	42,0	10530	14809	90833	—	—	—	55,0	49,0	—	—
		Manojlovac	24,0	5981	4303	73172	106,0	91,6	82,5	33,0	24,0	—	—
		Jaruga	5,5	2501	1546	25685	121,3	335,0	105,3	62,0	38,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	5761	5370	12727	93,0	66,1	52,2	45,6	42,5	5272	5399
		Jertovec	39,0	17032	19977	127568	86,3	92,1	105,0	58,7	68,8	4017	4002
		Vlaška	9,5	3586	4393	13138	94,1	138,3	48,5	50,6	62,0	5936	4993
		Rijeka	6,3	2001	1252	3253	78,4	33,0	35,1	42,6	26,7	6178	6413
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1518	1492	12740	14,8	14,7	32,0	11,7	11,5	....	....
		Sladorana, Županja	3,0	—	—	764	—	—	28,8	—	—	—	—
		Jug. komb., Borovo	6,0	472	1860	13886	81,1	87,5	89,0	10,6	41,6	....	....
		Željezara, Sisak	5,5	3828	3790	26636	96,7	93,6	103,9	93,5	92,6	....	....

[1] Indeks u ovoj tablici kao i u svima narednima iskazan je u odnosu na god. 1960 = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje vode, a kod termoelektrana iskorišćenje raspoloživog kapaciteta

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

Elementi energetske bilance	Srpanj		Kolovoz		Od početka god.		Indeks 1960 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	85856	36,9	103386	45,4	778450	42,2	132,6	127,4	92,3
Proizvodnja industrijskih elektrana	14977	6,4	17503	7,7	136047	7,4	60,4	65,5	83,0
Proizvodnja lokalnih elektrana	173	0,1	163	0,1	2480	0,1	24,9	35,6	62,7
Ukupna proizvodnja na generatoru	101006	43,4	121052	53,2	916977	49,7	111,9	111,7	90,8
Nabava el. en. od susjed. zajednica	131726	56,6	106788	46,7	926997	50,3	103,0	88,3	136,5
Nabava el. en. iz inozemstva	20	0,0	188	0,1	209	0,0	—	—	—
Ukupno raspoloživa el. energija	232752	100,0	228028	100,0	1844183	100,0	106,6	99,5	109,0
Vlast. potr. elektrana u sistemu	4018	1,7	3705	1,6	24526	1,3	108,7	90,7	99,0
Vl. potr. industr. i lokal. elektrana	1515	0,7	1766	0,8	13851	0,8	59,5	65,1	82,6
Ukupno raspolož. na pragu elektrana	227219	97,6	222557	97,6	1805806	97,9	106,2	100,0	109,5
(Dobava industr. elek. u sistemu)	(567)	(0,2)	(381)	(0,2)	(5664)	(0,3)	(9,9)	(7,5)	(29,6)
(Prag elektrana u sistemu)	(214151)	(92,1)	(207038)	(90,8)	(1686794)	(91,5)	(110,0)	(102,0)	(111,1)
Gubici prijenosa u sistemu	9684	4,2	13109	5,8	92043	5,0	75,7	100,7	117,4
Gubici razvoda u sistemu	15391	6,6	29048	12,7	127438	6,9	118,0	129,4	110,3
Gubici razvoda lokal. elektrana	17	0,0	16	0,0	247	0,0	24,6	34,8	62,4
Ukupna predaja el. energ. potrošačima	202127	86,8	180384	79,1	1586078	86,0	108,6	96,3	109,0
Od toga:									
Predano susjednim zajednicama	31344	13,4	30408	13,3	168448	9,1	87,8	89,5	98,4
Predano inozemstvu	2901	1,2	49	0,0	49108	2,7	34,0	0,3	91,5
Industrijska vlastita opskrba	12912	5,5	15372	6,7	116779	6,4	78,0	81,0	90,9
Lokalna opskrba	139	0,1	131	0,1	1986	0,1	24,9	35,8	62,7
Potrošači u sistemu	154831	66,6	134424	59,0	1249757	67,7	124,2	113,8	113,8
Struktura potrošnje u sistemu = 100 % — Ukupna predaja potrošačima u sistemu									
Kućanstva (domaćinstva)	36198	23,4	23725	17,6	276801	22,1	121,0	113,9	114,8
Rasvjeta poslovnih prostorija	3657	2,4	3737	2,8	41661	3,4	111,0	116,3	115,0
Rasvjeta društvenih prostorija	699	0,4	576	0,4	8791	0,7	112,2	102,6	113,0
Motori i aparati	5791	3,7	6207	4,6	50158	4,0	116,7	127,5	118,0
Poljoprivredni motori	754	0,5	837	0,6	5775	0,4	97,0	95,8	99,2
Javna rasvjeta	2013	1,3	2231	1,7	19885	1,6	124,3	139,7	126,1
Preprodavaoci	879	0,6	905	0,7	8547	0,7	96,7	85,6	93,6
Ukupna potrošnja na malo	49991	32,3	38218	28,4	411618	32,9	106,8	116,1	115,0
Vodovod	4671	3,0	4412	3,3	33049	2,6	104,2	92,3	99,0
Gradska električna vuča	1788	1,2	1776	1,3	14252	1,2	117,7	118,2	114,3
Ukupna komunalna velepot.	6459	4,2	6188	4,6	47301	3,8	107,6	98,6	103,1
Ugljenokopi	5912	3,8	6240	4,7	52452	4,2	96,2	100,7	97,2
Tvornice cementa	8029	5,2	8235	6,1	65286	5,2	100,4	95,1	108,5
Ostala opća velepotrošnja	34706	22,4	39722	29,5	317236	25,4	117,0	117,4	112,0
kod elektrokemije	(980)	(0,6)	(985)	(0,7)	(8162)	(0,7)	(541,0)	(615,0)	(187,0)
kod elektrometalurgije	(1522)	(1,0)	(1611)	(1,2)	(13487)	(1,1)	(93,5)	(95,5)	(94,5)
kod ostalih	(32204)	(20,8)	(37126)	(27,6)	(295587)	(23,6)	(115,5)	(116,0)	(111,6)
Ukupna ostala velepotrošnja	48647	31,4	54197	40,3	434974	34,8	110,9	111,3	109,5
Karbid	13147	8,5	1200	0,9	91303	7,3	153,0	26,4	103,4
Aluminij	13683	8,8	14385	10,7	106505	8,5	121,4	128,1	135,2
Ostala elektrokemija	3446	2,2	3444	2,6	26868	2,2	865,0	1025,0	188,9
(Ukupno elektrokemija)	(30276)	(19,5)	(19029)	(14,2)	(224676)	(18,0)	(149,4)	(118,3)	(123,9)
Ferolegure el. metalurgije	12984	8,4	10609	7,9	81236	6,5	164,6	118,9	101,4
Elektrotoplina	3118	2,0	2875	2,2	24727	2,0	117,3	95,0	108,6
Željeznička električna vuča	3229	2,1	3134	2,3	23964	1,9	171,1	153,0	213,4
Melioracije	127	0,1	174	0,1	1261	0,1	156,9	245,0	81,1
Ukupna specijalna velepotroš.	49734	32,1	35821	26,7	355864	28,5	152,0	118,7	119,6

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

Pokazatelj	Mjesec	FNRJ			Po narodnim 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. 1961	682	425	257	57	28	46	88	200	54	55	85	53	1	14	1
	8. 1961	696	346	350	72	31	39	111	142	116	49	86	44	5	0	1
Indeks na bazi	7. 1960	114	115	113	180	86	77	112	109	105	94	149	148	14	1567	131
	8. 1960	113	102	128	167	82	93	124	82	163	128	130	106	56	53	98

Proizvodnja ugljena za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

Po podacima »Udruženja ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrste ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1960 = 100		
		Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	59830	66590	539150	85,7	89,3	96,5
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	5611	5768	47783	95,6	77,5	92,8
	Rudnik Pregrada	4715	4980	39110	102,8	117,8	105,7
	Ostali	3401	4455	32905	78,0	99,0	106,7
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	13142	15300	118947	94,0	97,7	93,1
	Dalmacija: Rudnik Siverić	9081	10434	76656	101,1	97,7	93,6
	Ostali	876	888	5529	130,0	129,8	107,5
	Ostala područja	3592	4106	32505	115,7	111,1	115,0
	Ukupno mrki	40418	45931	353435	97,3	98,0	97,5
Lignit	Hrvatsko Zagorje: Ivanečko-ladanjski ugljen.	30117	33207	263192	98,8	97,5	99,3
	Konjšćinski ugljenokopi	25580	31846	216457	100,2	111,0	111,2
	Stubički ugljenokopi	4516	8875	76212	35,6	71,4	65,8
	Ostali	2190	2100	16833	115,0	121,9	122,0
	Bilogora—Podravina: Koprivnički ugljenokopi	7092	9184	65513	83,9	100,6	81,4
	Križevački ugljenokopi	2968	2994	28107	54,9	53,3	66,6
	Ostali	6848	7324	58176	99,8	89,3	90,2
	Ostala područja	350	1099	6702	33,7	65,4	100,5
	Ukupno lignit	79661	96629	731192	86,2	95,8	93,4
	Ukupno sve vrste ugljena	179909	209150	1623777	88,3	94,1	95,3

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

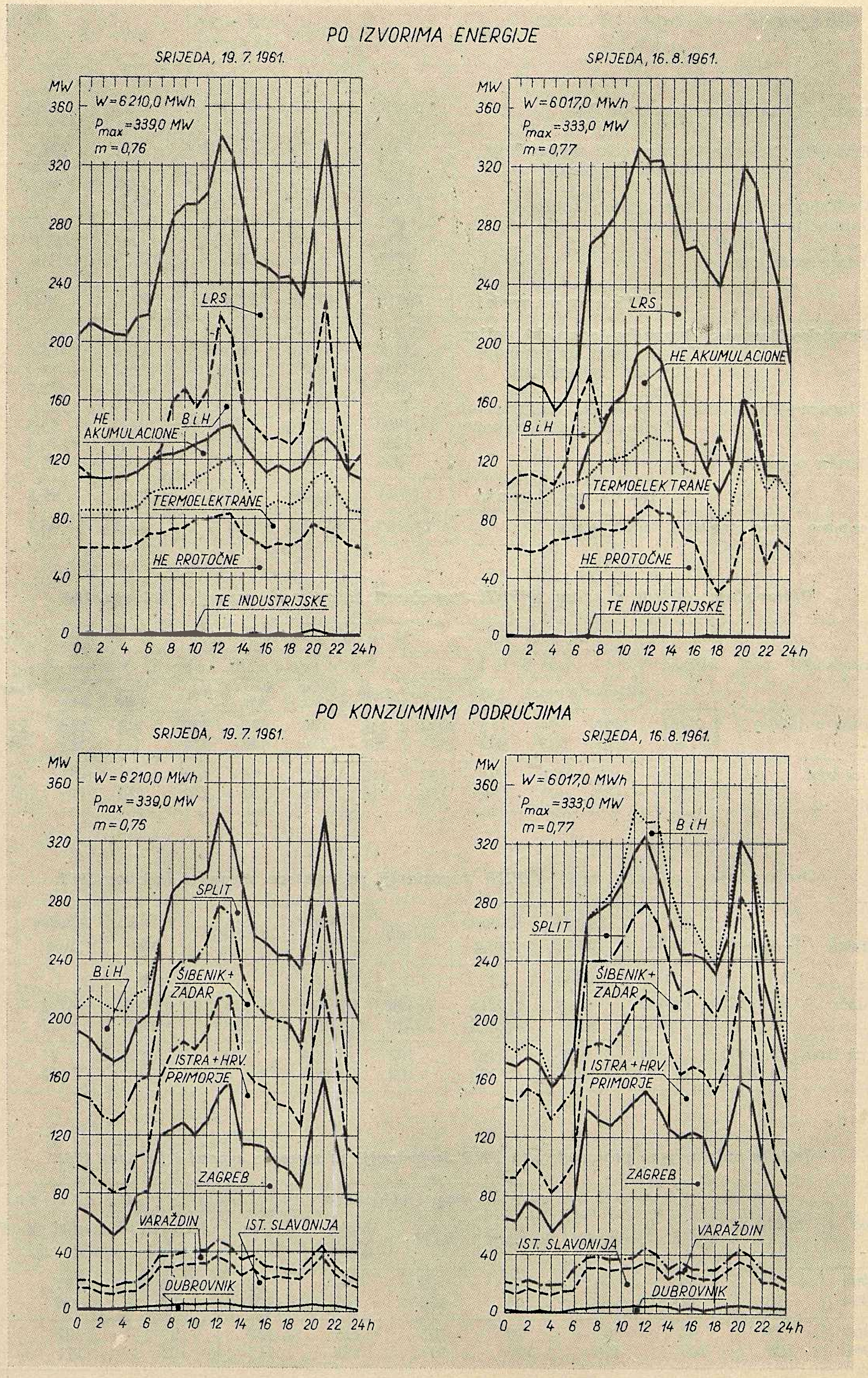
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksara	plinara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	7. 1961	1829	94	713	1022	510	180	381	732	1,2	24,6	92	1,3
	8. 1961	2108	104	833	1171	587	210	449	834	1,3	26,8	94	1,3
Indeks na bazi	7. 1960	102	89	91	108	112	88	96	102	109	101	99	81
	8. 1960	105	91	99	110	116	95	102	102	130	98	101	81

Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čad
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	7. 1961	120747	4320	119315	26496	510	5651	42352	4732	407
	8. 1961	119958	4387	127285	25238	1035	6188	40817	8957	365
Indeks na bazi	7. 1960	141	117	101	102	79	87	127	71	114
	8. 1960	118	120	103	102	205	83	116	192	103

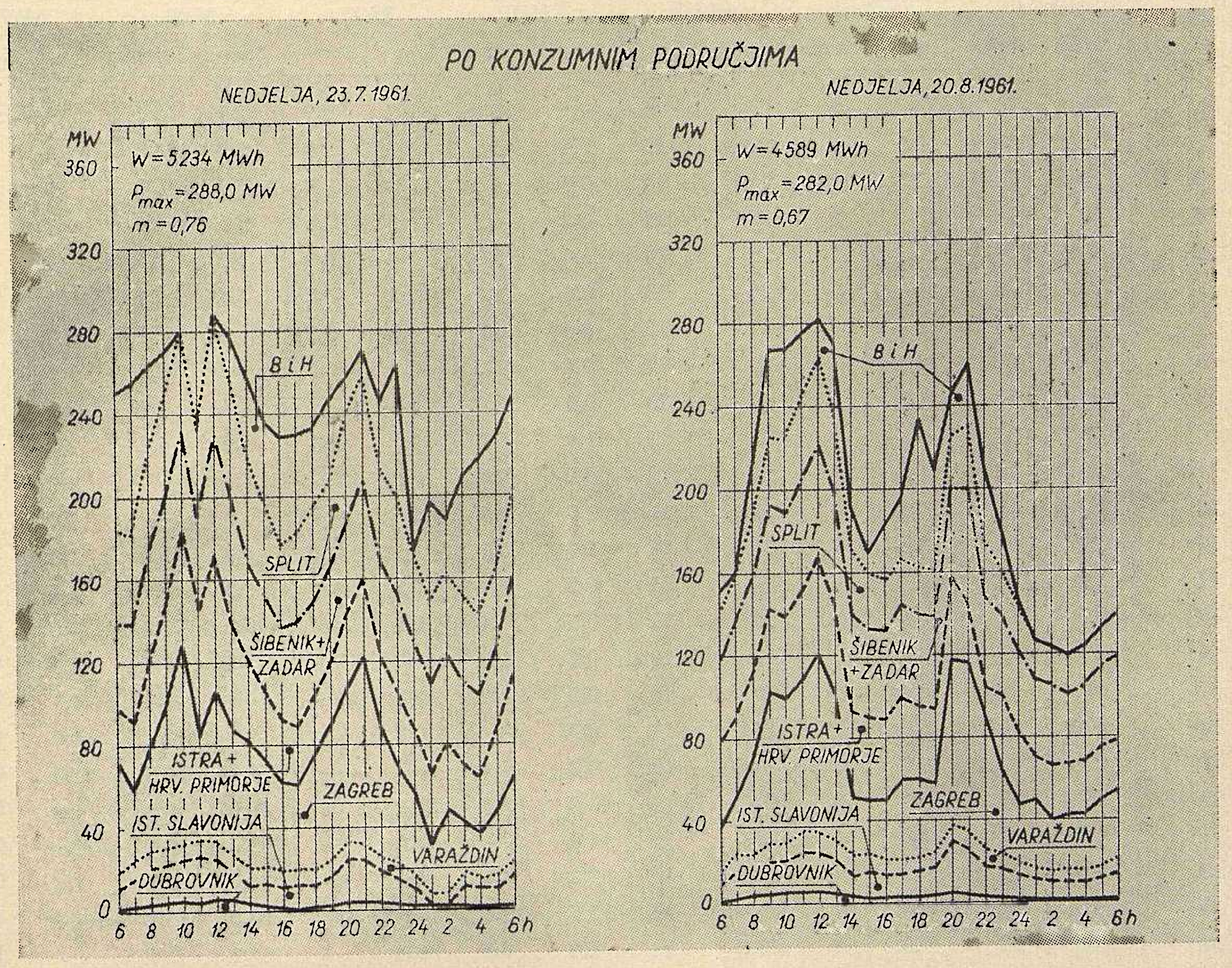
Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

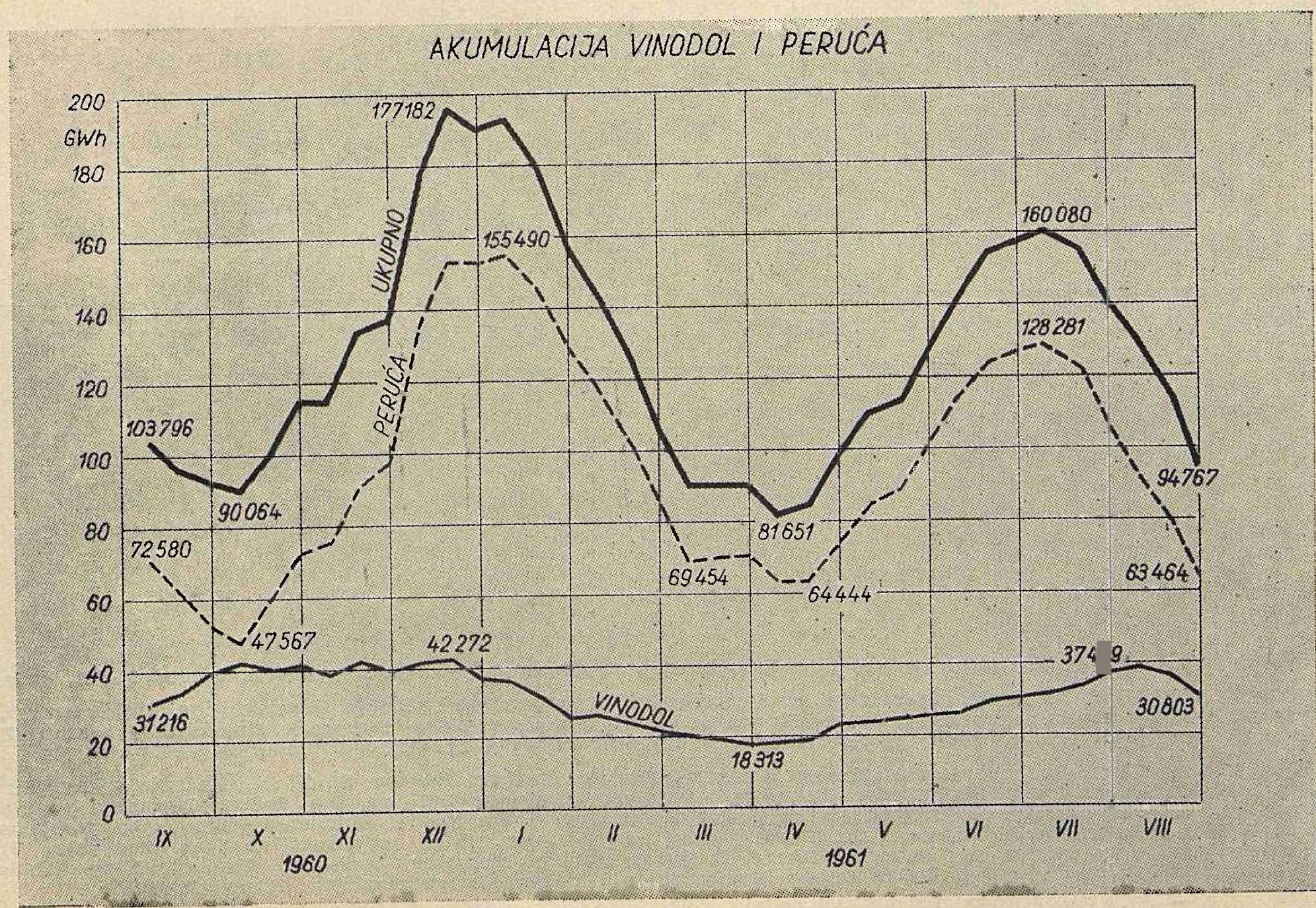
Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna robe
7. 1960	91	89	91	92	93	97	82	92	97	81
8. 1960	98	92	98	104	102	109	101	88	104	94
7. 1961	95	92	91	96	103	115	127	87	102	87
8. 1961	108	105	110	109	107	121	115	103	111	107


PO IZVORIMA ENERGIJE
SRIJEDA, 19. 7. 1961.
W=6 210,0 MWh
Pmax=339,0 MW
m=0,76
LRS
HE AKUMULACIONE
BiH
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
SRIJEDA, 16. 8. 1961.
W=6 017,0 MWh
Pmax=333,0 MW
m=0,77
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
SPLIT
ŠIBENIK+ ZADAR
ISTRA+HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
MW
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 23. 7. i 20. 8. 1961.

AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA





Srednji dnevni protoci vode za mjesece srpanj i kolovoz 1961.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sek		m³/sek		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz
1	37	71	13	8	27	15	0,5	6,0	0,2	2,7	2,0	16,7	1,5	preljev
2	13,5	68	12,3	8	27,4	15	0,5	5,2	0,3	3,0	2,9	8,5	1,1	2,1
3	10	71	12	8	26	15	0,5	4,3	0,2	2,0	2,3	6,2	1,2	preljev
4	10	73	10	8	25	14	0,7	4,3	0,3	0,5	2,6	4,5	1,1	2,1
5	19,5	69	10	7	25	14	3,0	4,3	1,8	0,2	2,0	4,5	0,9	2,0
6	26	67	10	7	24	13	0,6	3,2	0,2	2,1	1,6	4,2	1,1	1,8
7	18	65	11	7	23	12	0,5	3,2	0,2	0,8	1,6	7,1	2,0	1,7
8	20	67	10,5	7	23	12	0,6	1,0	0,2	0,7	0,9	4,2	1,1	1,6
9	20	64	10,5	6	23	20	0,6	2,1	0,2	1,3	2,3	3,0	0,8	1,3
10	22	62	10,5	7	31	12	1,0	1,1	0,7	1,1	1,5	4,2	1,0	1,3
11	36	62	10	6	22	12	0,2	2,1	0,2	1,2	1,1	—	0,9	1,2
12	35	62	10,5	6	21	11	3,0	1,1	2,5	—	1,3	—	1,0	1,1
13	34	54	10	7	21	11	1,0	1,1	1,1	—	1,3	1,0	1,0	1,0
14	33	67	10	6	20	11	0,5	2,1	0,2	—	1,3	2,2	1,4	1,0
15	35	51	10,5	6	20	11	0,5	1,1	0,2	—	0,8	1,9	1,5	0,9
16	52	59	10	6	19	10	0,2	1,0	—	1,1	1,8	2,0	1,3	0,9
17	52	49	10,5	6	19	11	0,5	0,5	0,2	—	0,9	2,1	1,1	0,9
18	55,3	66	8,0	6	18,0	11	0,3	—	0,2	—	1,1	2,1	1,0	0,9
19	63	55	10	6	18,0	10	0,2	1,4	—	—	1,2	4,2	1,0	0,8
20	66	57	10,5	6	18,0	10	40,0	2,0	20,0	0,8	14,0	0,1	1,0	0,8
21	65,7	61	11,0	5	20,0	10	14,0	—	12,0	—	53,2	2,1	preljev	0,8
22	66,0	58	9,0	6	20,0	10	9,2	—	5,0	—	33,0	2,2	1,8	0,9
23	66,0	51	9,0	6	20,0	10	12,5	15,0	10,0	5,0	66,0	3,1	preljev	1,1
24	68,7	58	9,0	6	19,0	10	7,4	0,8	6,0	—	61,1	3,9	„	1,9
25	60	56	9,0	6	18,0	9	6,1	1,4	4,0	—	26,9	2,8	„	1,5
26	65	62	8,0	6	17,0	9	3.1	—	2,8	—	20,0	1,8	„	1,1
27	66	63	8,5	6	16,2	9	3,1	1,0	2,1	0,5	16,5	1,6	„	0,9
28	66	70	8,0	6	16,0	9	2,3	—	2,0	—	13,2	1,6	„	0,8
29	66	69	8,0	5	16,0	9	22,0	—	19,5	—	12,0	1,5	„	0,8
30	68,6	64	8,0	5	16,2	8	14,9	—	12,0	—	59,5	1,7	„	0,8
31	71,0	66	8,0	5	15,0	8	2,0	—	1,8	—	23,1	—	„	0,8
Mjesečni prosjek	44,7	62	9,8	6	28,0	11	4,9	2,1	3,4	0,7	13,8	3,3	0,8	1,1

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53–822, kućni 341.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Božidar *Filipović. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Miroslav *Balling*, ing. Zdenko *Sakar* i ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja energetskih postrojenja: ing. Radoslav *Planić.* Elektrodispečerska problematika: ing. Milan *Šodan.* Ekonomsko-financijska problematika: Anđelko *Marušić* i dipl. ec. Daniel *Feöcze.* Tarifna pitanja: ing. Ivan *Lučev.* Opća problematika: Ivan *Medvedec.* Vijesti: Josip *Pišpek.* Vijesti s gradilišta: ing. Radoslav *Planić.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Statistika: Krešimir *Lang.* Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 10 (1961) energija BROJ 11 — 12

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

TROŠKOVI IZGRADNJE AKUMULACIJE I PRIBRANSKE ELEKTRANE PERUĆA

Radoslav Planić, Zagreb

Usporedba ostvarenja s predviđanjem pokazuje da su zahvat cetinskog sliva i elektrana uz njega izvedeni u visini troškova predviđenih prije osam godina.
U prikazu je naglašen kompenzacioni utjecaj investiranja u pojedine objekte pod raznim uvjetima građenja i plaćanja, koji je omogućio, da se u međuvremenu nastali porast cijena ne primijeti u većoj mjeri na ovoj izgradnji.
Težište osvrta je na prikazu specifičnih investicija građenja, opremanja i otkupa i to kako ostvarenih tako i onih predviđanja. Istovremeno su prikazani odnosi troškova studija, istraživanja, projektiranja, pripremnih, prethodnih i završnih radova kao i investitorske službe naprama građevnim troškovima i naprama investiranju.
Konačno su iskazane specifične investicije zahvata odvojeno od pribranske elektrane te analiza ostvarenog boniteta elektrane u odnosu na favoriziranu velepotrošnju.
Na kraju je dana postava elektrane u svjetsku empiričku tablicu specifičnih investicija i proizvodnih cijena hidroelektrana.

DK 621.311.21

I PREDVIĐANJE

Studije i istražni radovi u širem i užem slivu Cetine rađeni su nekad s manjim nekad s većim intenzitetom od 1946—1952. Oni su omogućili izradu osnovnog projekta sliva i prvog idejnog rješenja akumulacije i pribranske elektrane.

Idejni projekt se je prvenstveno bavio pitanjima izravnanja rada hidroelektrane Kraljevac i vodnog izravnanja Trilj—more (današnja hidroelektrana Split) u zimskom razdoblju, a za tri usporne kote: 368, 350 i 335 m n. m.

Akumulacijom od 321 milijuna m³ kod usporne kote 350 m n. m. mogao bi se kod vodnog izravnanja sa HE Kraljevac iskoristiti cijeli protok kod Peruće u svim godinama osim u mokrim Kod izravnanja s HE Split potrebno bi bilo iskoristiti izvjesne količine vode na temeljni ispust u razdoblju, kad vodno izravnanje HE Split zahtijeva veće protoke, nego što to dozvoljava veličina izgradnje (Idejni projekt, Knjiga IV str. 15).

Koncem VI mjeseca 1953. dala je konzultativna komisija Državnog sekretarijata za poslove narodne privrede Hrvatske mišljenje da se usvaja usporna kota 360 m n. m. za konačnu izgradnju akumulacije.

Na temelju toga dopunjen je idejni projekt i investicioni program.

21. IX 1953. odobren je program izgradnje s konačnom kotom akumulacije 360 m n. m. (541 milijun m³ maksim. sadržine vode) s gravitacionom betonskom branom i pribranskom elektranom (broj rješenja 2466 od 2. X 1953.)

Investiciona svota iznosila je 13 290 milijuna dinara po cijenama s kupovnom moći koncem 1952.

Iz računa predviđene izgradnje pokazivalo se, da će proizvodna cijena ostati u granicama racionalnosti i pri povišenju usporne kote akumulacije, kao i pri povećanom stupnju izgradnje hidroelektrane.

Hidroelektrana Peruća pridonosi poboljšanju energetske situacije, a posebno u ljetnim mjesecima. Snaga i energija, koju daje hidroelektrana, kao i povećanje proizvodne energije u hidroelektrani Kraljevac imaju osiguran plasman. Izgradnja hidroelektrane i akumulacije povećava proizvodnju energije u dalmatinskom bazenu za oko 247 milijuna kWh godišnje, bez izgradnje hidroelektrane Split. Izgradnjom hidroelektrane Split utjecaj se povećava uz istodobne koristi od ravnomjernije proizvodnje tokom godine.

Pri donošenju odluke o odobrenju programa za izgradnju pribranske elektrane računalo se s prodajnom cijenom energije na pragu elektrane od

2,09 Din/kWh

za prosječno raspoloživu proizvodnju od 143 GWh na bazi 9,53 %-tne godišnje troškovne kvote. Za tu svrhu izvršeno je razgraničenje investicija za izvedbu brane na samu pribransku elektranu kao i na hidroelektranu Split, budući da akumulacija predstavlja vodno izravnanje ove donje stepenice.

Predvidanje investicija — usporna kota 360,0 m n. m. po cijenama s kupovnom moći koncem 1952.						Objekti i skupine investiranja prema grupaciji u investicionom programu	Ukupno	Ostvarenje investicija — usporna kota 360.0 m n. m. po cijenama s kupovnom moći 1958 — 1960.				
Oprema i montaža	Građevinske veličine		Prosječna jedinična cijena	Građevinske inv., stud. i ostalo	Ukupno			Građevinske inv., studije i ostalo	Građevinske veličine		Prosječna jed. cijena	Oprema i montaža
1000 Din			Din	1000 Din	1000 Din		1000 Din	1000 Din			Din	1000 Din
				381,253	381,253	Studije i istraživanja, uključivo zatvaranje istr. rovova	620.500	620,500				
	m³	1.675[a]	20.500	361.845	361.845	Pripremni radovi i zagati	590.200	580.200	m³	1.419[a]	10.600	10.000
362.000	m³	144.030[b]	14.120[b]	2,033.700[b]	2,395.700[b]	Pregrada sa preljevom	3,134.400	2,698.600	m³	872.148[c]	3.150	435.800
	m¹	680.000	8.900	6,050.000	6,050.000	Injekciona zavjesa	3,381.800	3,381.800	m¹	155.398	21.800	
	m³	6.594	7.080	46.719	46.719	Obilazni rov — Temeljni ispust	321.000	321.000	m³	8.312	38.600	
	ha	1.120	604.000	675.000	675.000	Eksproprijacija	1,376.500	1,376.500	ha	1.813	760.000	
	km	21,7	30,000.000	680.000	680.000	Prelaganje ceste	677.200	677.200	km	22	30,800.000	
				149.508	149.508	Uređenje bujica	89.400	89.400				
2,197.000	m²	1.300	11.500	150.000	2,347.000	Strojarnica i nizvodni organi	2,454.900	739.200	m²	1.497	494.000	1,715.700
	m²	2.700	4.750	12.810	12.810[d]	Rasklopnica	414.300[d]	90.400	m²	1.156	78.000	323.900
	m³	74.500	1.960	145.830	145.830	Jaružanje korita	177.800	177.800				
				44.682	44.682	Stambeno naselje	69.100	69.100				
						Uprava investitora	161.200	147.100				14.100
					13,290.347	Ukupno	13,468.300					

a) zagati, b) lučna brana, c) nasuta brana, dovodni i preljevni organi, d) rasklopnica po investicionom programu iskazuje samo građevne radove, a ostvarena iskazuje ukupne troškove izgradnje 110 kV rasklopnog postrojenja, uključivo učinske i regulacioni transformator.

Cijena energije HE Peruća, franko velepotrošači, predviđala se sa

2,26 Din/kWh

što se je u odnosu na ponderiranu cijenu dobave velepotrošnji u Dalmaciji od 3,21 Din/kWh pokazivalo kao povoljno.

Polazeći od pretpostavke, da izvođene investicije pribranske hidroelektrane iznose 4,5 milijarde dinara, prodajna cijena na pragu elektrane pokazivala se je u visini od

3,35 Din/kWh

u razradama godine 1954. [4, str. 60].

II OSTVARENJE

Gruba analiza

Akumulacija i pribranska elektrana izgrađene su uz investicije od 13,5 milijardi dinara po cijenama 1958—1960. Na godinu 1958. odnose se investicije zahvata i predradnja u ukupnoj visini od 9,3 milijarde dinara, dok su dovodni organi, pribranska elektrana, odvod, stambene zgrade u visini od 4,2 milijarde dinara dovršeni, obračunani i iskazani po cijenama 1960. Ostvarene investicije su za 178 milijuna dinara više od predviđanja unazad 8 godina.

Ovaj rijedak pozitivni nalaz uzrokovan je racionalnom izvedbom injekcione zavjese. Višestruko niže ostvareni opseg injektiranja od prvobitno predviđenog omogućio je pokriće nastalih znatno većih troškova izvedbe pojedinih objekata, a posebno onih na strojarnici, rasklopnom postrojenju i dovodnom tunelu.

Izrada opreme, njen transport i montaža stajali su primjetno manje od predviđenih investicija.

Ove nalaze treba smatrati pozitivnima, jer su postignuti pri ostvarenju zamisli akumulacije pola milijarde m³ vode u kraškom terenu uz iskustva i teškoće pri izvedbi, koji su se investiciono kompenzirali.

Osvrtom na ponderirane specifične investicije primjećuje se slijedeće: pri zagatima je vidljivo da je cijena betona u visini od 20.500 Din/m³, koja je bila predviđena u idejnom projektu, dvostruka od cijene potrebne za izvedbu ovih privremenih objekata Jedinična cijena od 14.120 Din/m³ za pregrade odnosi se na beton, predviđen za lučnu branu u opravdanoj visini. Ona nije usporediva s ostvarenom jediničnom ponderiranom cijenom od 3.150 Din/m³ izvedene nasute brane. Potonju cijenu treba smatrati osnovnim pokazateljima za buduće izvedbe. Na Lokvarci je ova jedinična cijena po cijenama s kupovnom moći 1952. bila iskazana u visini od 2.870 Din/m³ [36 str. 86].

Jedinična cijena od 21.800 Din/m koja je ostvarena pri izvedbi injekcione zavjese nastala je postepenim snizivanjem prijašnjih cijena naših istraživačkih poduzeća, pa je treba smatrati umjerenom usprkos činjenici, da je više nego dvostruka od predviđene cijene od 8.900 Din/m. Ponderirana jedinična cijena betona temeljnog ispusta od 38.600 Din/m³ odgovara cijeni dovodnog tunela HE Gojak od 39.000 Din/m³ po cijenama 1959 [37 str. 9].

Predviđena jedinična cijena eksproprijacije od 604.000 Din/ha kao i ona ostvarena od 740.000 Din/ha, sastoji se od ponderirane otkupne cijene zemljišta plodnog i neplodnog od 468.000 Din/ha te od otkupa

raslina, zgrada, komunalnih dobara, odšteta i ekspro-prijacionog postupka od 272.000 Din projiciranih na otkupljeni hektar.

Troškovi izgradnje akumulacije sistema i pribranske elektrane

po cijenama sa kupovnom moći 1958–1960.

u milijunima dinara

Tablica 2

	Građevni, studije i ostalo	Oprema transport i montaža	Ukupno po skupinama
Predradnje			1.210,7
Troškovi projektiranja	93,8		
Ostale studije i istraživanja	526,7		
Pripremni, prethodni i završni radovi	580,2	10,0	
Zahvat			8.050,4
Injekciona zavjesa	3.381,8		
Temeljni ispust	321,0	177,4	
Brana	1.705,6	43,8	
Preljev	257,3		
Otkup i odštete	1.376,5		
Prelaganje ceste Sinj – Vrlika	677,2		
Cesta do brane	20,4		
Bujičarski radovi	89,4		
Dovod i cjevovod	715,3	214,6	929,9
Pribranska elektrana			2.820,2
Strojarnica i 30/10 kV rasklop.	653,0	1.715,7	
110 kV rasklopno postrojenje	90,4	323.9	
Cesta do strojarnice	22,9		
Vodovodi	14,3		
Odvod			226,8
Odvodni i nizvodni objekti	49,0		
Jaružanje i reguliranje	177,8		
Stambene, upr. i pomoć. zgrade	69,1		69,1
Uprava investitora	147,1	14,1	161,2
Ukupno	10.968,8	2.499,5	13.468,3

Prelaganje 22 km ceste predviđeno je i ostvareno po cijeni od 30—30,8 milijuna Din/km.

Ostvarena cijena strojarnice od 494.000 Din/m² je 25 % previsoka radi otežanih uvjeta izvedbe u koritu rijeke uz znatne prekide i uz dugotrajni rad u vodi. Za ostvarenu jediničnu cijenu rasklopnice od 78.000 Din/m² ne postoji mogućnost usporedbe. S druge strane, u usporedbi s ponderiranom jediničnom cijenom, projiciranom na m³ betona pokazuje se, da je cijena izvedbe rasklopišta HE Gojak preko 40 % niža od perućanske; 32.280 : 54.700.

Investicije u pojedine vrste radova

Studije i istraživanja

	10^6 Din
Geodetska snimanja	5,4
Hidrološka mjerenja	40,0
Istražni rovovi	25,0
Laboratorijska ispitivanja	30,4
Geološka ispitivanja	411,3
Projekti i direktivan nadzor	93,8
Ekspertize, revizije i odobrenja	0,8
Fotogrametrijska snimanja	2,1
Ostala istraživanja	11,7
Ukupno	620,5

Najveću stavku predstavljaju geološka ispitivanja. Ukupno je do početka radova na injekcionoj zavjesi bilo izvršeno 14.100 m bušenja od čega 13.000 m izvan zavjese i 2.000 m injektiranja, od čega 1.300 m izvan zavjese. U troškovima geoloških ispitivanja iskazani su samo oni radovi, koji su ostali izvan zavjese kao izrazita ispitivanja, dok su ispitivanja unutar područja zavjese uključena u troškove izvedbe.

Općenito je teško pratiti, kolike su investicije potrebne za istražne radove hidroenergetskih postrojenja. Ovdje je to još u većoj mjeri otežano, jer ova izgradnja predstavlja prvu izvedbu velike akumulacije u kršu. Radi toga se ovdje daje samo usporedba investicija istraživanja sa investicijama projektiranja, kao i detaljniji osvrt na potonje investicije.

Projekti i direktivan nadzor

	10^6 Din
Osnovna rješenja	20,0*
Idejni projekti	12,0*
Glavni projekti	51,3
Projekti raspleta vodova	0,6
Projekt preložene ceste	1,4
Projekt vodovoda	0,5
Projekt elektrifikacije u sklopu odšteta	0,5
Projekt bujičarskih radova	0,4
Direktivan nadzor	6,2
Kopiranje i ostalo	0,9
	93,8

Troškovi projektiranja iznose 0,87 % od ukupnih građevnih radova i montirane opreme.

Utvrđujući obratnim putem troškove projektiranja po ljestvici iz 1952 [29] koja se još uvijek pojavljuje kao kriterij opravdanosti visine projektnih usluga, ustanovljuje se slijedeće:

Građevni projekti (idejni i glavni i direktivan nadzor, bez putnih troškova) trebali bi iznositi 1,65 % od građevinskih radova.

Elektromašinsko projektiranje trebalo bi iznositi za pribranske elektrane 0,9 % od nabavne cijene opreme sa montažnim materijalom i troškovima montaže.

Iskazani troškovi projektiranja od 93,8 milijuna dinara sadržavaju još i isplatu izrade osnovnog rješenja, što je sve zajedno bitno niže ispod maksimalnih prodajnih cijena projekata za ove vrste hidroelektrana, projiciranih po citiranom propisu na troškove izgradnje.

Ukupne studije i istraživanja od 620,5 milijuna dinara iznose 4,6 % u procentualnoj strukturi ukupnih investicija. Istražni radovi iznose 5,6-struko od troškova projektiranja.

Na proanaliziranim investicijama hidroelektrana Vinodol i Gojak, postotak studija i istraživanja u ukupnoj strukturi je bitno niži od studija Peruća.

Udio studija i istraživanja u procentualnoj strukturi investicija

	%
Akumulacija i pribranska elektrana Peruća	4,6
Vinodol	2,2
Gojak	1,7

Može se računati, da su na visoki postotak Peruće utjecala geološka ispitivanja izvedbe brane u teškom geološkom sastavu predjela Peruća (udio 3,1%).

* Ocjena, koji dio osnovnog rješenja se financira iz kredita Peruća, kao i ocjena valorizirane naplate dvaju idejnih projekata.

Pripremni, prethodni i završni radovi

	10^3 Din	%
Prilazne ceste	111,1	19,1
Vodovodi	35,1	6,1
Elektrifikacija	95,0	16,3
Građevne pogonske prostorije	77,5	13,4
Društveni standard	132,6	22,9
Uređenje pozajmišta	62,8	10,8
Zagati	66,1	11,4
	580,2	

Pripremni i ostali radovi ove skupine iznose 4,3 % od ukupnih investicija ili 7,04 % od građevnih radova, što je primjetno niže od vladajuće stope pripremnih radova za gradnju hidroelektrana.

Relativan udio pripremnih radova u investicionim troškovima triju hidroelektrana

	Razvučenost gradilišta km	Postotak pripremnih radova u odnosu na	
		ukupne investicije	građevne troškove
Vinodol	17	10,4	22,1
Gojak	11	13,5	24,5
Peruća	4	4,3	7,0

Podaci Vinodola i Gojaka pokazuju, koliko stoje pripremni radovi sa skromnim (vinodolskim) odnosno sa solidnim (gojačkim) komforom na gradilištima derivacionih elektrana u odnosu na pripremne radove izvedbe akumulacije.

Kao što je vidljivo iz uvodnog prikaza ova skupina sadržava uz pripremne radove još i prethodne radove, koji se inače ponajčešće iskazuju odvojeno. Ovo je izvršeno u cilju da glavni građevni radovi budu u što većoj mjeri oslobođeni pratećih investicija i da tim putem cijene građevnih efekata budu konkretizirane.

Od prilaznih cesta izgrađeno je 6.100 m u teškom terenu po cijeni 10.970 Din/m, zatim 500 m pristupne ceste u brdovitom terenu po cijeni 16.500 Din/m. Ostatak investicija utrošen je na ceste do injekcionih stanica te na popravak 14 km ceste do Miletića.

Vodovodi predstavljaju pripremne investicije pri izvedbi brane (zahvat i hidrofori) u svrhu polijevanja i slijegavanja.

Vodovi i transformatorske stanice

	Po tekućim cijenama 1956—1957.	
	troškovi izgradnje	specifične investicije
DV 30 kV Sinj–Peruća	10^3 Din	
12,1 km, vodič Cu 3×35+Če 35 mm², betonski stup »jela«; građevne investicije 10^3 Din 25.781, montažne investicije 10^3 Din 19.946	45.727	10^3 Din/km 3.780
TS 30/10 kV Peruća		
2,5 MVA, 2 primarna i 5 sekundarnih polja; građevne investicije 10^3 Din 858, električne investicije 10^3 Din 19.338	20.196	Din/kVA 8.750
Vodno polje u Sinju	4.749	
	70.672	

Ostatak ulaganja u privremenu elektroenergetsku mrežu predstavlja izvedbu 1640 m priključaka 10 kV pojedinih radilišta i izgradnju četiriju provizornih stanica 10 kV u istu svrhu, kao i vanjske električne instalacije.

Mreža 30 kV izgrađena je za opskrbu gradilišta električnom energijom. Ona je danas sastavni dio distributivne mreže.

Društveni standard predstavlja privremene radničke nastambe, kupaonice, menze, garaže i kancelarije, postepeno podizane od 1949. do 1955.

Investicije za građevne pogonske prostorije sadržavaju izvedbu mehaničkih i stolarskih radionica, injekcionih stanica, skladišta cementa i gline, kompresorske stanice, strojarnice sa kolosijekom kao i prostorije za dežurnog električara.

Uređenje pozajmišta predstavlja troškove za 27.284 m² čišćenja po jediničnoj cijeni 542 Din/m², čišćenje kamenoloma na lijevoj obali 12,6 milijuna dinara, na desnoj obali 35,3 milijuna dinara, te 14.841 m² čišćenja temeljne plohe brane po jediničnoj cijeni 362 Din/m².

Zagati su izvedeni po slijedećim cijenama: beton uzvodnog zagata u vodi 13.499 Din/m³, na suhom 11.284 Din/m³, beton nizvodnog zagata MB 110 po 5.180 Din/m³, nasipavanje nizvodnog zagata 1.380 Din/m³, rušenje privremenih betonskih zidova 2.130 Din/m³.

U pogledu same izgradnje daje se prikaz investiranja po funkcionalnosti bez obzira da li određena baza izgradnje sadržava glavne građevne radove ili ostale izdatke. Jedino prikaz nabave opreme, njen transport i montaža pokazani su skupno nakon svih prikaza investiranja od zahvata do nizvodnih objekata uključivo stambene, upravnu i pomoćne zgrade u cilju, da bi se omogućila usporedba kondicija nabave i montiranja pojedinih vrsta uređaja.

INVESTIRANJE U IZVEDBU ZAHVATA

Općenito o građevinskim radovima

a) *Preduvjeti za efikasnu izvedbu brane i injekcione zavjese*

U razdoblju 1953. do 1955. nabavljena je građevinska mehanizacija iz Britanske tehničke pomoći za 1,100.000 dolara i to za poduzeće »Konstruktor«, Split 950.000 dolara, »Elektrosond« Zagreb i »Geoistraživanje«, Zagreb po 150.000 dolara. Izvađačka poduzeća uplatila su ostatak do ukupne vrijednosti mehanizacije od 1,8 milijardi dinara. Povrh toga je godine 1953. izvađačima putem investitora stavljeno na raspolaganje 73 milijuna deviznih dinara.

b) *Formiranje skupina vrsta građevinskih radova*

Proces građenja sveden je u prikazima investiranja na reprezentativne skupine tako, da može služiti svrsi brzog praćenja i predviđanja izvedbe.

U tom cilju, betonsko željezo i oplata uključeni su uz sam beton, kao ukupni efekat ove faze rada, da bi se na taj način utvrdile jedinične cijene faze betoniranja. Slično vrijedi i za torkret.

Iskop predusjeka i iskop tunela spojeni su u jednu skupinu. U nju je uključeno i deponiranje materijala.

	Prema glavnom projektu			Izvršenje 1952 — 1959.		
	Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno	Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno
	m	Din/m	10^6 Din	m	Din/m	10^6 Din
Geološko bušenje istražno	6.060	7.500	45,5			
Geološko bušenje za VDP, i piezometarske bušotine uklj. čišćenje				5.196	14.000	75,0
Geološko bušenje za VDP 1952–1953 u području zavjese				1.100	24.000	26,4
Bušenje osnovno, progušćeno i vezno	25.184	7.000	176.3	158.688	6.901	1.095,4
Bušenje kontrolno	5.040	8.000	40,3	7.010	6.170	45,2
Bušenje iz galerije				3.133	5.660	17,7
Bušenje kroz tunelsku oblogu, pneumatsko				3.302	848	2,8
Bušenje kroz tunelsku oblogu, rotaciono				3.524	6.129	21,6
Injektiranje tokom 1952–1953 u području zavjese				700	21.700	15,3
Injektiranje osnovno, progušćeno i vezno	31.720	22.850	720,2	144.752	12.800	1.880,3
Injektiranje progušćeno	108.260	20.500	2.213,0			
Injektiranje vezno	28.310	17.500	495,3			
Injektiranje kontrolne galerije				3.108	8.770	32,2
Injektiranje kroz tunelsku oblogu	1.260	16 600	20,9	6.838	11.923	133,5
Ispitivanje vodopropusnosti	54.130	800	43,3			34,6
Kontrolni piezometri						2,0
Ukupno			3.754,8			3.381,8
	Specifične investicije Din/m		22.100	Spec. investic. Din/m		21.800

* U jediničnim cijenama uračunati su svi pripremni radovi kao postava injekcionih stanica, laboratorijska ispitivanja, tornjevi, skele, kompresorski vodovi, dobava vode i rasvjeta.

Tim putem bilo je moguće svesti izvedbu pojedinih građevnih objekata na nekoliko skupnih stavaka, koje je moguće pratiti.

Osiguranje građevinarstva stavljeno je na teret glavnih nosilaca troškova.

Da bi — s druge strane — bila omogućena usporedba te ponderirane jedinične cijene s izvornim cijenama, priloženi su prikazima investitora u pojedine objekte iskazi jediničnih cijena za uobičajene vrste radova na način, kako se ti poslovi kalkuliraju i nuđaju.

c) *Izvori za usporedbu*

U pravilu se uspoređivalo s troškovnicima glavnih projekata. Odstupalo se u slučajevima, gdje je suma u troškovniku idejnog projekta bila viša. To se činilo s težnjom, da izvršenje bude što bliže predviđanjima.

Investiranje u injekcionu zavjesu

Izvedba injekcione zavjese stajala je 3.381,8 milijuna dinara uz specifične investicije od 21.800 Din/m. Od toga na samo injektiranje otpada dio specifičnih investicija od 13.280 Din/m, a na pojedine vrste bušenja i ispitivanja vodopropusnosti ostatak od 8.520 Din/m.

Od ukupnog injektiranja, 94 % odnosilo se na osnovno injektiranje, a ostatak na progušćivanje, vezno injektiranje i kontrolu. (Vidi naturalne odnose [24 str. 37]).

Specifične investicije neznatno odstupaju na niže od onih, koje rezultiraju iz glavnog projekta. Razlog leži u nastalim mogućnostima jeftinije izvedbe, pošto je u blizini radilišta pronađena smjesa gline s odgovarajućim mehaničkim svojstvima. (Nalazište Trulin brijeg [24, str. 40]).

Glavni projekt zavjese, izrađen godine 1957. mogao je odstupiti od onih ogromnih količina na kojima se je temeljio investicioni program četiri godine prije toga.

Investiranje u građevne radove temeljnog ispusta

Specifične investicije građevnog dijela temeljnog ispusta iznose 1,3 10^6 Din/m³/s naprama projektnim predviđanjima 749 10^3 Din/m³s. Tu se pokazuje 73,5 %-tno povećanje od čega otpada 31 % na povećani opseg radova, a 42,5 % na povećanje cijena. Povećani opseg radova posebno je izražen u višestrukom povećanju iskopa izlazne građevine i regulacionog zatvarača, te primjetnom povećanju betona na istom objektu kao i u samom tunelu. Za povećanje opsega utjecalo je i stavljanje čeličnog oklopa radi razbijanja energije.

Jedinične cijene tipičnih vrsta radova bez naknadno nastalih prevaljivanja razlika u cijeni

Idejni projekt Din/m³	Temeljni ispust	Izvedba 1954—1957 Din/m³
550—1000	Iskop III—IV kateg.	838—1106
4200—6500	Iskop tunelski II—V kateg	6070
8600	Beton MB 160	10400—11910
9800	Beton MB 220	18500
14400	Betonska obloga MB 160	15228
15000	Betonska obloga MB 220	
150—155 Din/kg	Betonsko željezo	Din/kg 153—154

Investiranje u branu

Ostvareni troškovi izvedbe brane pokazuju slične pozitivne rezultate, kao i izvedba zavjese.

Specifične investicije od 1920 Din/m³ niže su za preko 500 Din/m³ od onih u idejnom projektu nasute brane. Uzrok leži u gotovo 500 Din/m³ nižoj cijeni izrade tijela brane, u efektima betoniranja kontrolne

GRAĐEVNI RADOVI TEMELJNOG ISPUSTA

Dužina 420 m; dimenzioniran za ispust 246 m³/s

Tablica 4

	Prema idejnom projektu				Izvršeno		
	Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno		Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno
	m³	Din/m²	10⁶ Din		m³	Din/m³	10⁶ Din
I *Ulazni uređaj i pomoćni zatvarač*				I *Ulazni uređaj i pomoćni zatvarač*			
Iskop III-V kategorije u širokom otkopu, iskop temelja i vertikal. okna	3.881	2.600	10,1	Iskop III-V kategorije u širokom otkopu, iskop temelja i vert. okna	5.414	1.960	10,6
Beton MB 160-220, uklj. vertikalno okno, uklj. žbuka, beton. željezo i oplata	829	16.300	13,5	Beton MB 160-220, uklj. vertikalno okno, uklj. žbuka, beton, željezo i oplata	631	19.840	12,5
				Ostali betoni			8,3
				Crpljenje vode			1,9
				Razni radovi			3,7
				Kućica pomoćnog zatvarača			4,5
			23,6				41,5
II *Tunel temeljnog ispusta*				II *Tunel temeljnog ispusta*			
Iskop II-V kategorija	8.325	5.650	47,1	Iskop III-V kategorija	9.811	6.070	59,7
Beton MB 160-220, uklj. betonsko željezo, oplata, žbuka	2.927	20.500	60,0	Beton MB 160-220, uklj. betonsko željezo, oplata, žbuka, torkret	3.362	23.920	80,5
Razni radovi			1,0	Blokovanje	265	18.140	4,8
Injektiranje			22,0	Razni radovi			5,8
			130,1				150,8
III *Izlazna građevina i regul. zatvarač*				III *Izlazna građevina i regul. zatvarač*			
Iskop IV kategorije	4.300	1.000	4,3	Iskop III-V kategorije	11.851	2.120	25,1
Beton MB 160-220	2.818	9.230	26,0	Beton MB 160-220, uklj. beton. željezo, oplata, torkret	4.319	21.200	91,5
				Razni radovi uklj. rušenja privr. građ. objekata i čelični oklop na razbijaču energije			11,2
				Crpljenje vode			0,9
			30,3				128,7
Sveukupno			184,0	*Sveukupno*			321,0

BRANA

Tablica 5

	Prema idejnom projektu			Izvršenje		
	Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno	Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno
	m³	Din	10⁶ Din	m³	Din	10⁶ Din
Iskop građevne jame				576	4.599	2,7
Iskop II kategorije				18.697	1.059	19,8
Iskop III kategorije				19.227	808	15,5
Iskop IV kategorije	95.890	1.986	190,7	22.909	1.184	27,1
Iskop V kategorije				25.438	1.483	37,8
Iskop VI kategorije				4.332	1.932	8,4
Betonski temelji glinene jezgre brane				6.885	10.695	73,6
Beton kontrolne galerije uklj. torkret	14.957	14.000	209,3	5.020	11.415	57,8
Izrada nepropusne jezgre od gline	112.770	1.019	114,9	103.976	787*	81,7
Izrada tijela brane od lomljenog kamena	646.050	2.000	1.292,0	649.578	1.524*	990,2
Izrada filterskog sloja od šljunka i pijeska	30.490	4.000	122,0	46.048	2.642	121,8
Crpljenje vode i izvedba osmatračkih preljeva						13,0
Nabačaj i obrada uzvodnog i nizvodnog pokosa	27.380	3.000	82,1	67.526	3.459	233,5
Roliranje pokosa	16.970	1.200	20,4			
Parapetni zid	540	15.000	8,1			
Kameni nasip izvan brane				5.251	1.393	7,3
Kolovoz na kruni brane	2.658	1.800	4,8	2.776	1.985	5,5
Kolobrani	kom 110	5.000	0,6	kom 110	2.730	0,3
Pasice na kruni brane				m² 1.467	284	0,4
Priključak na postojeću cestu Biteljić						5,6
Rasvjeta na brani						3,6
Ukupno			2.044,9			1.705,6
Specifične investicije Din/m³			2.460			1.920

* U jediničnim cijenama su sadržani: bušenje i miniranje materijala na pozajmištu, transport i deponiranje materijala za više kote brane, gradnja vodovoda i polijevanje, odnosno nabijanje ugrađenog materijala, kao i osiguranje rizika 7,7 milijuna dinara

galerije i u jeftinijoj izvedbi nepropusne glinene jezgre. Veća potrebna količina filterskog sloja i pokosa prebijaju prednje efekte tako da se pokazuje ukupna niža cijena građenja od 339,3 milijuna dinara.

Porast jediničnih cijena vrsta građevinskih radova

S izvođačem građevinskih radova, poduzećem »Konstruktor«, Split, bila je sklopljena generalna pogodba o izvedbi dne 15. 6. 1954. Dne 15. 1. 1960. sklopljena je s izvođačem pogodba o isplati 120 milijuna dinara iz naslova porasta cijena materijala, djelovanja ekonomsko-političkih mjera, naknade za ranije dovršenje brane kao i naknade za smetnje uslijed prijevremenog korišćenja akumulacije.

Ovaj iznos povećava građevne troškove slijedećih objekata: strojarnice do kote 307,7 m n. m., preljeva i temeljnog ispusta po 10 milijuna dinara, dovodnog tunela za 25 milijuna dinara i brane za 65 milijuna dinara. Ova povećanja uključena su u građevne troškove izvedbe odnosnih objekata.

Investiranje u preljev

Specifične investicije iznose 757 10^3 Din/m³/s u odnosu na one koje izlaze iz troškovnika glavnog projekta od 492 10^3 Din/m³/s.

Troškovi izvedbe porasli su za 53,6 %. Od toga, 16,8 % odnosi se na povećanje opsega radova, a 36,8 % na povećanje jediničnih cijena naprama onima u glavnom projektu.

Jedinične cijene tipičnih vrsta radova bez naknadno nastalih prevaljivanja razlika u cijeni

Idejni projekt Din/m³	Preljev	Izvedba 1957 - 1960 Din/m³
550 – 1510	Iskop III – V kateg.	866 – 1978
4370	Iskop tunelski II kateg.	
9300	Beton MB 160	9294
10420	Beton MB 220	11000 – 12600
158 Din/kg	Betonsko željezo	Din/kg 148
	Zidovi od kamena	9100

Otkup i odštete

Na temelju ankete provedene u prvoj polovici 1956. konstatirano je da površina zemljišta koja dolazi pod vodu iznosi cca 1921 ha od čega je obradivo 1269 ha. U privatnom posjedu koji postaje predmet otkupa nalazi se naprijed navedena površina i 120 ha neobradivog zemljišta, dok putovi, potoci, korito rijeke i pusto zemljište, što nije predmet otkupa iznose 530 ha.

Od vodom zahvaćenih parcela privatnih vlasnika ostaje izvan uspora vode 109 ha, za koje vlasnici traže da im se otkupe

Pod vodu dolazi 175 stambenih zgrada, 199 gospodarskih zgrada, 28 mlinica, 3 crkve (manastiri), tri groblja, 2 pošte, 2 škole i mala elektrana Garjak.

Na zemljištu koje je predmet otkupa ima 697.000 čokota, 20 000 voćaka i 10.000 m³ drvne mase.

Ukupno se radilo o 1451 domaćinstvu od čega je potopljeno zemljište bilo najvažniji izvor egzistencije za 902 obitelji. 30 % obitelji izjavilo je želju da se naseli u okolini, a ostatak od 70 % privolio je za naseljenje u Srijemu i u istočnoj Slavoniji.

Otkup je izvršen u smislu propisa Uredbe o naknadi za ekspropriirane nekretnine (Sl. list. br. 19/55.) i prema Odluci o Tarifi naknada za ekspropriirana zemljišta (Narodne novine br. 28/1956. od 31 V 1956.)

Za otkup zemljišta vrijedila je slijedeća ljestvica:

	Oranice 10^3 Din/ha	Livade 10^3 Din/ha	Pašnjaci 10^3 Din/ha	Šipražje, močvare i trstine 10^3 Din/ha
I	450	380	200	50
II	400	350	170	45
III	350	280	140	40
IV	300	220	110	35
V	250	180	80	30
VI	200	130	60	25
VII	140	90	40	20
VIII	90	50	20	15

Neplodno zemljište otkupljuje se po 15 10^3 Din/ha.

Organi za određivanje naknade mogu odrediti naknadu do 50 % veću i to samo za njive i livade u blizini gradskih i industrijskih mjesta i u rajonima sa malo obradive zemlje.

Otkup zemljišta je vršen uz propisanu stopu od povećanih 30 % za oranice i livade. Za nekretnine iznad kote 361,0 m n. m. nije plaćeno povećanje od 30 %.

Vinogradi i voćke su isplaćivani prema uputama, sadržanim u elaboratu Poljoprivredne stanice Sinj od 24. 9. 1956. br. 226/56.

PRELJEV (otvoreni kanal – brzotok)

Dimenzioniran za 340 m³/s

Tablica 6

	Prema glavnom projektu				Izvršeno		
	Količina m³	Prosječna jedinična cijena Din/m³	Ukupno 10^6 Din		Količina m³	Prosječna jedinična cijena Din/m³	Ukupno 10^6 Din
Iskop III-V kategorije i nasip	32.180	1.274	40,9	Iskop III-V kategorije	40.902	1.880	76,9
Beton MB 160-220	8.692	10.780	93,6	Beton MB 160-220, uključivo torkret	11.839	14.160	167,4
Oblaganje kamenom i betonski zidovi	3.318	8.690	28,8	Oblaganje kamenom	1.362	2.620	3,3
				Pumpanje vode			1,8
				Kućica mehanizma			3,2
Razno			1,9	Razno			3,9
Cesta i most			2,2	Cesta			0,8
Ukupno			167,4	Ukupno			257,3
Specifične investicije 10^3 Din/m³/s			492	Specifične investicije 10^3 Din/m³/s			757

Ljestvica isplata vinograda i voćaka

	Uložena sredstva Din	Godine starosti	Čisti prinos Din	Amortizacija Din
Vinograd po panju	50	4	13	40
Jabuka	1600	8	130	50
Kruška	1600	8	130	50
Šljiva	1600	8	130	50
Trešnja	1600	6	130	40
Murva	1200	8	10	70
Breskva	1200	5	50	15
Kajsija	1200	5	100	30
Dunja	1400	7	100	40
Višnja	1400	5	120	30
Orah	2000	12	200	100
Badem	1400	7	100	40

Iskazane godine predstavljaju dob od sadnje do donošenja ploda.

U pogledu šuma (drvne mase) riješeno je tako da su stanovnici iznijeli drva za svoje potrebe, a zemlja je otkupljena kao pašnjak. Za šume iznad kote uspora nije u pravilu ništa plaćeno, jer je sječa zabranjena.

Zgrade su stručno procjenjivane i otkupljivane po slijedećim cijenama: kameno ziđe zgrada po 4500 Din/m³, pod po 1200 Din/m², krovište od crijepa 1200 po Din, vrata i prozori po 3000 Din odnosno 2000 Din. Starost zgrada cijenjena je 16 godina pri gornjim cijenama s tim da trošnost kao odbitna stavka može iznositi do 20 %.

Za zgrade iznad kote 361 m n. m. odbijano je do 25 %. Ovi kriteriji vrijedili su i za otkup crkava i manastira Dragovići, te za ostale zgrade.

Pitanje triju groblja riješeno je tako da je investitor iznad kote uspora nabavio zemljišta, ogradio ih, sagradio kapelice, dok su sama groblja prenijeli žitelji.

Aproksimacija otkupa i odšteta

	10⁶ Din	%
I. Zemljište	896,9	65,1
II. Rasline	97,7	7,1
III. Stambene i gospodarske zgrade	72,6	5,3
IV. Komunalna dobra	198,0	14,5
V. Odštete	74,9	5,4
IV. Eksproprijacioni postupak	36,4	2,6
	1376,5	

I Zemljište

Otkupljeno je 1607 ha obradivog zemljišta. Ovaj otkup se cijeni sa 793,8 milijuna dinara.

Nadalje je otkupljeno 62,8 ha obradivog zemljišta iznad kote 361,0 m n. m Ovaj otkup se cijeni na 20,7 milijuna dinara.

U cilju preseljenja žiteljstva u okolinu akumulacije kupljeno je nadomjesno dobro Čitluk ukupne površine od 125,5 ha od čega obradivog zemljišta 112,7 ha. Za ovo zemljište sa stambenim i gospodarskim zgradama, te za njihovu adaptaciju plaćeno je ukupno 64,3 milijuna dinara.

Nadalje je otkupljeno 120,5 ha neobradivog zemljišta. Otkup se cijeni na 18,1 milijun dinara.

II Rasline

Otkup 700.000 čokota cijeni se na 72,1 milijun dinara, a otkup 20.000 voćaka na 25,6 milijuna dinara.

III Zgrade

Otkup 175 stambenih zgrada cijeni se na 45,7 milijuna dinara. Otkup 199 gospodarskih zgrada na 20,0 milijuna dinara, a otkup mlinica na 6,9 milijuna dinara.

IV Komunalna dobra

Za izgubljenu vodoopskrbu bilo je potrebno izgraditi vodovode i cisterne. Naknada iznosi 26,9 milijuna dinara.

Škole i stanovi učitelja na položaje iznad usporne kote preseljeni su uz troškove 15,0 milijuna dinara.

Preseljenje pošta, premještaj TT mreža i smještaj službenika u nove prostorije izvršen je uz troškove od 18,0 milijuna dinara.

Nove komunikacije uključivši i cestu Vrlika—Garjak izgrađene su uz investicije od 44,3 milijuna dinara.

Otkup crkava i manastira cijeni se na 5,0 miljiuna dinara. Uz investicije u istoj visini premještena su tri groblja na položaje iznad usporne kote.

Za naknadu u pogledu opskrbe električnom energijom izgrađen je vod 10 kV Peruća — Vrlika i stanica 10 kV u iznosu ulaganja od 33,8 milijuna dinara. Nadalje je preuzeta obveza učestvovanja u izgradnji voda 30 kV do Otišića kao i u izgradnji pripadajuće stanice u iznosu od 50,0 milijuna dinara.

V Odštete

Odštete se pretežnim dijelom sastoje u naknadama općinama Vrlika i Sinj u visinama od 41,0 odnosno 29,0 milijuna dinara dok su usjevne odštete veoma male.

VI Eksproprijacioni postupak

Izrada eksproprijacionog elaborata cijeni se na 10,0 milijuna dinara. Za višegodišnji rad stručnih komisija i za ostale ekspertize isplaćeno je 26,4 milijuna dinara.

Investiranje u cestu Sinj—Vrlika [8 i 26]

Ostvarene specifične investicije iznose 30.800 Din/m, 3.860 Din/m² ili 17,6 % iznad onih koje se pokazuju iz troškovnika glavnog projekta Pri tom je opseg radova povećan za 64,4 % i to uglavnom na kvalitetnoj izvedbi površinskog sloja od one, zamišljene projektom. Daljnje povećanje sastoji se od naknadnog stavljanja makadama radi prometa prije završetka kao i povećanje radi saniranja dvjesta metara klizišta na dijelu ceste u blizini Vrlike.

Cijene, po kojima su ovi radovi izvedeni, za 50,8 % su niže od onih predviđenih projektom.

Od stalnih komunikacija izvedene su još dvije ceste i to godine 1953. pristupna cesta do brane i godine 1959-60. pristupna cesta do strojarnice.

Troškovnik glavnog projekta potonje ceste predviđa njenu izvedbu za 8 milijuna dinara.

Jedinične cijene tipičnih vrsta radova bez naknadnih prevaljivanja razlika u cijeni

Glavni projekt Din/m³	Cesta Sinj — Vrlika	Izvedba 1954—1960 Din/m³
	Donji stroj	
343 — 1310	Iskop II — VI kategor.	208 — 1650
1100 —	Iskop u kamenu	600
142	Nasip	58 — 111
400 — 710	Oblaganje	135 — 651
	Gornji stroj	
1020	Tucanički zastor	771
650 — 1320	Rigoli Din/m	800

Investiranje u bujičarske radove

Bujičarski radovi vršeni su tokom 7 godina.

Bujičarski radovi

		10⁶ Din
1953–1958	Kamene pregrade u Čorinoj Dragi	58,3
1956–1957	Bujičarski radovi Zeleni Vir	9,4
	Pošumljivanje Čorine Drage	8,9
1957–1960	Pošumljivanje lijeve obale Cetine	12,8
		89,4

Za ove radove nisu jasno vidljivi polučeni efekti vrsta radova ni specifične investicije. Može se jedino zaključiti da specifične investicije pošumljavanja iznose 110 10^3 Din/ha.

Investicije zahvata

Iz prednjega se vidi da su gradnja zahvata i naknada prouzročene štete stajale 7.829,2 milijuna dinara. Pribrojivši uređaje temeljnog ispusta i preljeva kao i uređaje za oskultaciju brane prikazane u iskazu opreme sa 221,2 milijuna dinara vidi se, da je izgradnja zahvata bez predradnje i pripadajućih troškova investitora stajala 8.050,4 milijuna dinara.

Specifične investicije zahvata

	Din/m³	Din/kWh jednokratnog pražnjenja	Din/kWh godišnjeg pražnjenja u srednjoj hidrološkoj godini
Zahvat	*15,8*	*26,9*	*3,96*
Injekciona zavjesa	6,6	11,3	1,67
Temeljni ispust	0,9	1,6	0,23
Brana	3,4	5,8	0,86
Preljev	0,6	0,9	0,13
Otkup i odštete	2,7	4,6	0,68
Prelaganje ceste Sinj — Vrlika	1,4	2,4	0,34
Cesta do brane i bujičarski radovi	0,2	0,3	0,05

Pri tom je računano s korisnom akumulacijom od 509,3 hm³, sa jednokratnim pražnjenjem od 299,0 GWh, kao s energetskom vrijednošću za HE Split [3]. Godišnje pražnjenje je računano uzimajući da relativan godišnji volumen akumulacije predstavlja 14,7 %.

Polazeći od investicionog količnika HE Split I etapa bez pripadajućih dijelova akumulacije Peruća od 12,83 Din/kWh [34] izlazi, da zahvat Peruća predstavlja 30,9 % od investicionog količnika HE Split I etapa zanemarujući pri tom relativno male troškove odvoda.

Sedam američkih elektrana pri padu od 1.050—2.561 stopa, što odgovara splitskom zahvatu na Perući, iskazuju zahvat, zemljišno i vodno pravo ukupno sa 11—16 % [38 str. 672]. Podatak ostaje prethodno informativan.

INVESTIRANJE U DOVOD

Ostvarene specifične investicije dovoda iznose

po instaliranom protoku	5.980 10^3 Din/m³/s
po dovodnom volumenu	88.000 Din/m³
po površini torkretiranja	14.623 Din/m²

CESTA VRLIKA — SINJ

Dužina 22,0 km, širina planuma 8 m od čega kolnik 6 — 7 m
Gornji stroj: 19 km polupenetracijom, 3 km makadam

Tablica 7

	Prema glavnom projektu				Izvršenje			
	Količina		Prosječna jedinična cijena Din	Ukupno 10⁶ Din	Količina		Prosječna jedinična cijena Din	Ukupno 10⁶ Din
Iskop u širokom otkopu, uključivo sječenje drveća i skidanje humusa, II—VI kat.	m³	181.708	1.074	195,4	m³	264.632	769	203,4
Izrada nasipa	m³	172.849	338	58,4	m³	180.637	281	50,8
Oblaganje i humusiranje pokosa	m²	42.268	429	18,1	m²	40.895	345	14,2
Potporni zidovi u suho i u cement. mortu	m³	9.725	8.430	82,0	m³	12.075	5.360	64,7
Objekti i drenaže				32,3				27,3
Saniranje 200 m klizišta								8,3
Tucanički zastor i površinski sloj	m³	141.792	1.020	144,1	m³	300.101	708	212,2
Rigoli od kamena i betona	km	20,6		22,1				3,1
Ponovno stavljanje makadama radi saobraćaja prije završetka								64,4
Bankine				13,7				11,8
Kolobrani i kilometarski stupovi				10,3				17,0
Ukupno				576,4				677,2
Specifične investicije Din/m				26.200				30.800
Specifične investicije Din/m²				3.280				3.860
Ostale komunikacije: 1953: pristupna cesta do brane 2 km								20,4
1959-1960: pristupna cesta do strojarnice 205 m								22,9
								43,3

DOVODNI TUNEL

Dužina 234,6 m u teškom boksitičnom terenu ø 7,40/6,64 m, torkretirano 222,2 m Tablica 8

	Prema idejnom projektu				Izvršenje VII, 1954 — 1960.		
	Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno		Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno
	m³	Din	10⁵ Din		m³	Din	10⁶ Din
Iskop predusjeka i tunela II-V kategorije	29.195	3.480	101,2	Iskop II-V kategorije	35.234	3.720	131,1
Betoniranje MB 160-300, uključivo betonsko željezo i oplata	12.429	21.600	268,3	Iskop šahta	6.436	6.360	40,9
				Betoniranje MB 160–300, uključivo betonsko željezo i oplata	12.627	19.900	250,5
				Betoniranje šahta (primjesa kamena)	2.089	9.980	20,8
Crpljenje vode			0,5	Crpljenje vode			4,9
				Blokovanje (razbijanje i zatvaranje)	201	19.900	4,0
				Torkretiranje i vodonepropusnost (uklj. zatvaranje drenova)	3.219	53.200	170,7
Injektiranje			7,7	Potporni zidovi	1.153	2.255	2,6
Zidarski radovi			8,0	Zidarski i obrtnički radovi			9,6
				Čišćenje od mulja i kamenja (ronioci) i ostalo čišćenje			6,7
Ukupno			385,7	Ukupno			641,8
				Sanacija klizišta (pred ulaznim uređajem i na preljevu)			
				Iskop pokusnog rova i na otvorenom III-V kategorija	12.836	1.308	16,8
				Nasip, uključivo iskop kamena	10.385	1.060	11,0
				Injektiranje	576	18.400	10,6
				Ukupno			38,4
				Specifične investicije torkretiranja Din/m²			14.623
Specifične investicije dovoda Din/m³			46.800	Specifične investicije dovoda Din/m³			87.000
Specifične investicije instaliranog protoka 10³ Din/m³/s			3.221	Specifične investicije instaliranog protoka 10³ Din/m³/s			5.980

GRAĐEVNI DIO STROJARNICE

Tablica 9

Prema glavnom projektu				Izvršenje		
Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno		Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno
m³	Din	10⁶ Din		m³	Din	10⁶ Din
			I Do kote 307,7 m; kubatura 11.197 m³			
6294	1765	11,1	Iskop, nasip i usjek	21.254	1858	39,5
		1,0	Crpljenje vode			182,4
2247	28810	64,8	Beton MB 160–220 turbogeneratorskog prostora, uključivo armatura i oplata	8531	20550	175,8
			Zidarski radovi i rušenje privremene izlazne građevine			8,8
			Bušenje	1590	6300	10,0
			Injektiranje turbogeneratorskog prostora i razdjelne cijevi te drenažnih bunara			9,6
			Razdjelna cijev			
287	4180	1,2	Uklanjanje obloge			
1869	1878	3,5	Iskop			
2175	10950	23,8	Beton MB 220 uključivo armatura i oplata			
m² 213	18300	3,9	Torkret			
		0,9	Zidarski radovi i bakreni lim			
sati 1500	1350	2,0	Crpljenje vode			
		0,5	Injektiranje			
		118,4	Ukupno			426,1
		10.570	Specifične investicije Din/m³			38.000
			II Iznad kote 307,2; kubatura uklj. 10 kV rasklop. 12.317 m³			
1333	1500	2,0	Iskop, nasip i usjek	639	4070	2,6
3431	18240	62,5	Beton zidova, stupova, kranskih staza i kanala uključivo armatura i oplata	5051	23600	119,2
		12,8	Ploštinski i pregradni beton te stepenice uključivo oplata			10,2
			Zidanje uključivo izolaciju, opločenje i fasadu			46,0
		10,6	Bravarski radovi			23,0
		5,5	Klesanje, parketi, rolete, sanitarije, kanalizacija, stolarija, nalič, staklo i lim			25,9
		114,2	Ukupno			226,9
		2,4	Uređenje okoliša i ograde			
		116,6	Sveukupno			226,9
		9.450	Specifične investicije Din/m³			18.400

Ostvarene investicije su 72,3 % više od onih u idejnom projektu Postoji još i troškovnik glavnog projekta u visini od 79,9 milijuna dinara za ulazni uređaj, 135,5 milijuna dinara za dovodni tunel i 30 milijuna dinara za privremenu izlaznu građevinu (ukupno 245,4 milijuna dinara). Za radove oko razbijanja i zatvaranja kamina troškovnik navodi samo jedinične cijene od 3.780 odnosno 9500 Din/m³, da to bude olakšica investitoru pri isplati radova. Isto vrijedi i za injektiranje sa cijenom od 25.500 Din/t. Radi toga je za usporedbu s ostvarenjem korišćen idejni, a zanemaren glavni projekt.

S osvrtom na naprijed iskazane specifične investicije treba napomenuti, da time još nije obuhvaćen cjelokupan dovod. Razdjelna cijev i stalne točke sadržane su u troškovima građenja turbogeneratorskog prostora tako, da je osvrt na dovod u cjelini sadržan u komentaru investicija za pribransku elektranu.

Ovo znatno povećanje investicija nastalo je radi povećanog opsega radova, koji se penje na 88,6% iznad opsega, predviđenog idejnim projektom.

Tu su sadržani znatni radovi na iskopu, betoniranju i blokovanju vertikalnog šahta (do 6.500 m³ iskopa po visokim cijenama teškog rada u oknu kao i otežani uvjeti za betoniranje i blokovanje, što sve nije moglo biti predviđeno projektom), zatim radovi na smirivanju nastalog klizišta pred ulaznim uređajem, na totalnom naknadno određenom torkretiranju dovodnog tunela sa znatnom armaturom u cilju postizavanja vodonepropusnosti, zatim znatno veće crpljenje vode, čišćenje od mulja i uklanjanje kamenja pred ulaznim uređajem po roniocima, te izgradnja potpornih zidova.

Pretpostavivši da bi i projekt predvidio ove — u cilju izvedbe nastale — radove po ostvarenim cijenama izlazi, da su cijene za opseg predviđen projektom bile ostvarene 3,2 % niže, no to je samo prividno. Činjenica je, da su manje ostvarene količine armature pri izradi betonske obloge obilno premašene pri torkretiranju.

Radi toga treba uzeti, da se cjelokupno povećanje investicija odnosi na povećani opseg radova.

Jedinične cijene tipičnih vrsta radova bez naknadno nastalih prevaljivanja razlika u cijeni

Idejni projekt Din/m³	Dovodni tunel		Izvedba 1954 — 1960
550 – 1510	Iskop II do V kat.		840 – 2210
5400 – 6500	Iskop tunelski III do V kat.		6064 – 6608
8300	Beton MB 160		
9760	Beton MB 220		11100 – 13570
	Beton MB 300		22249
	Betonska obloga MB 160		14433
15200	Betonska obloga MB 220		
	Armatura	Din/kg	161 – 163
	Torkret 6 cm	Din/m²	8222

GRAĐEVNI TROŠKOVI STROJARNICE

a) *Turbogeneratorski prostor do kote 307,7 m n. m.*

Ostvarene specifične investicije iznose 38.000 Din/m³ što predstavlja 260 % iznad predviđanja po glavnom projektu.

Samo povećanje opsega radova penje se na 290 %, a sastoji se u:

1. 13.000 m³ većem iskopu, nego što je bilo predviđeno projektom;
2. znatnim izdacima za crpljenje vode. Evidencija pokazuje, da su crpke radile čak 74.582 sata, što bi u odnosu na utrošak odgovaralo jediničnoj cijeni od 2.448 Din/h. To je 81,2 % iznad cijena, predviđenih projektom;
3. udvostručenju količina betona od 4.422 na 8.531 m³.

Same cijene su 30 % niže od onih u glavnom projektu, pri čemu odlučuje niža cijena betona uključivo armatura i oplata

Jedinične cijene tipičnih vrsta radova bez naknadno nastalih prevaljivanja razlika u cijeni

Idejni projekt Din/m³	Strojarnica	Izvedba 1957—1960 Din/m³
1000 – 1510	Iskop IV do V kat.	1560 – 1950
8100	Beton MB 160	8180 – 11900
9330	Beton MB 220	8670 – 13240
150	Armatura Din/kg	154

b) *Strojarnički i 30/10 kV rasklopnički prostor*

Ostvarene specifične investicije iznose 18.400 Din/m³ što predstavlja 94,7 % iznad predviđanja po glavnom projektu. Samo povećanje opsega radova iznosi 70,5 % sastojeći se od 2804 m³ veće količine betona, od većih količina zidarskih, bravarskih i završnih obrtničkih radova. Same cijene povećane su za 24,2 %.

c) *Specifične investicije strojarnice u cjelini*

One iznose 28.800 Din/m³ u odnosu na Din/m³ 10.000, koje izlaze iz troškovnika glavnog projekta.

Razlozi ovog povećanja specifičnih investicija i građevnih troškova u cjelini jesu u znatnim radovima u vodi i s tim vezanim čestim i dugotrajnim prekidima rada, kao i u znatno većim količinama betonskih radova od predviđenih.

Investiranje u građevni dio rasklopnog postrojenja 110 kV

Ostvarene specifične investicije iznose

95400 Din/m² i
10100 Din/m³

što je 219 % iznad građevnih troškova po glavnom projektu.

Za utvrđivanje zamišljenih prostornih investicija poslužila je visina stupova od 9,5 m.

Sam opseg radova je 301 % veći i to pretežnim dijelom na betonskim radovima i na podizanju stupova.

Jedinične cijene su štoviše 82 % niže od onih u glavnom projektu.

Investiranje u vodovode

Među objektima vodovoda sadržani su načelno oni, koji su namijenjeni pogonu i pogonskom osoblju elektrane Peruća. Privremeni vodovodi iskazani su u prethodnim i pripremnim radovima.

Vodovodi

	Troškovi izvedbe po tek. cijenama 10^6 Din	Specifič. investicije po tekućim cijenama 1956—1959 Din/m
Vodovod za gašenje i pitku vodu	5,0	12.800
Vodovod ispod korita Cetine	6,2	
Vodovod pitke vode za naselje	3,1	
	14,3	

Od specifičnih investicija pokazuje se ona vodovoda za gašenje i pitku vodu od

12.800 Din/m

Na HE Gojaku ovi radovi iznose Din/m 12.270 (bez kaptiranja i crpnih stanica) [37 str. 23].

Investiranje u odvodne i nizvodne objekte

Iskaz odvodnih i nizvodnih objekata ima načelan značaj konkretiziranja odvoda kao organa proizvodnje, i oslobađanje skupine radova strojarnice u cilju postizavanja njenih specifičnih investicija.

Odvodni i nizvodni objekti

		Troškovi građenja po tekućim cijenama 10^6 Din
Odvodni kanal		
574 m³ iskopa a 4890	10^6 Din 2,8	
2348 m³ betona a 11940	10^6 Din 28,0	
zidanje i skele	10^6 Din 2,7	33,5
Slapište		
1810 m³ iskopa, 135 m³ betona i rušenje zagata		10,8
Viseći most		1,0
Mjerni profil kod Šilovke		3,7
		49,0

Investiranje u jaružanje

Radovi na jaružanju i reguliranju izvađani su uz prekide od 1953. do 1960.

Jaružanje i reguliranje

Dužina 1,2 km; iskop 107.000 m³ i nasip 1.000 m³

		Troškovi izvedbe po tekućim cijenama
1953 — 1956.		134,7
1957 —	Završetak do 200 m nizvodno od strojarnice	22,3
1960 —	Radovi od visećeg mosta do zagata	17,5
	Bočni zidovi	3,3
		177,8
Specifične investicije		Din/m³ 1645

Investiranje u stambene i pomoćne zgrade

Za pomoćnu upravnu zgradu pred strojarnicom pokazuju se specifične investicije od 25.000 Din/m² što odgovara gojačkim [37, str. 23].

Stambene zgrade su izvedene uz specifične investicije od 26.300 Din/m² odnosno 1465 — 2.380 10^3 Din/stan.

Vidi se da po investicijama izvedba odgovara skromnom komforu. Na Gojaku je stambeni prostor stajao 30 600 Din/m². Na Vinodolu, po cijenama s kupovnom moći godine 1952, stambeni prostor je rješavan sa 17450 Din/m², što je identično sa perućanskim ulaganjima, 7—8 godina kasnije [36, str. 86].

Troškovi uprave investitora

Troškovi tokom godina 1956 — 1960. vidljivi su iz poslovnih knjiga. Troškovi iz razdoblja 1953 — 1955. bili su ocijenjeni i izdvojeni iz ukupno vođenih troškova investitora, pod čiju brigu je tada potpadala još i rekonstrukcija hidroelektrana Manojlovac, izgradnja četiriju stanica 110 kV Kraljevac, Dugi Rat, Split i Šibenik, kao i briga oko izgradnje drugog voda 110 kV HE Kraljevac — Šibenik. Porez na promet kredita je obračunat na zajmove iz Općeg investicionog fonda.

Nabavljena prijevozna sredstva, kancelarijski namještaj, strojevi i pribor iznose 14,1 milijun dinara od čega 4,4 milijuna dinara obuhvaća poslovni, a 9,7 milijuna dinara pogonski inventar. Ova sredstva su izdvojena iz troškova investitora i posebno prikazana kao oprema Uprave investitora.

Troškovi uprave investitora

	10^6 Din
1953	4,7
1954	2,6
1955	3,8
1956	14,0
1957	26,7
1958	28,0
1959	25,9
1960	27,0
Porez na promet kredita	28,3
Ukupno	161,2

Troškovi investitora iznose

Uključivo porez na promet kredita	Čisti troškovi investitora
1,2 %	1,0 %

od investicija bez troškova investitora.

To je 38 % ispod vladajuće stope od 1,95 % za hidroenergetske investicije reda veličine 13—16 milijarda dinara (stanovište Revizione komisije Zajednice jugoslavenske elektroprivrede od početka 1961).

ULAGANJA U OPREMU

a) *Transport i montaža*

U odnosu na troškove nabave opreme, izdaci za transport i montažu pokazuju se u slijedećim postotnim veličinama

transport u odnosu na opremu	3 %
montaža, sitnija oprema i montažni materijal u odnosu na opremu	5,4 %

GRAĐEVNI DIO – RASKLOPNO POSTROJENJE 110 kV

Površina 944 m² (uklj. više učin. i regul. transformatora)

Tablica 10

	Prema glavnom projektu				Izvršenje		
	Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno		Količina	Prosječna jedinična cijena	Ukupno
	m³	Din	10⁶ Din		m³	Din	10⁶ Din
Čišćenje terena	3456	250	0,9	Izrada nasipa, uklj. sprameks i dreniranje	15.942	3.410	54,3
Izrada nasipa, uklj. sprameks i dreniranje	15.042	1.333	20,0	Iskop tunela	539	4.610	2,8
Iskop tunela	285	700	0,2	Betoniranje temelja i kanala MB 220-300, uklj. sidrenje	625	12.800	8,0
Betoniranje temelja i kanala uklj. sidrenje	183	19.660	3,6	Podizanje stupova uklj. betonsko željezo i oplata	1.023	24.700	25,3
Podizanje stupova uklj. betonsko željezo i oplata	57	63.300	3,6				
Ukupno			28,3	Ukupno			90,4
Specifične investicije Din/m²			30.000	Specifične investicije Din/m²			95.400
Specifične investicije Din/m³			3.155	Specifične investicije Din/m³			10.100

b) *Uvozna oprema*

Nabavljena montirana oprema vodi se gotovo isključivo kao domaća naprama investitoru. Od uvozne opreme nabavljene su neke vrste specijalnih uređaja.

Uvozna oprema

	10⁶ Din
Uređaji za gašenje	7,8
Rasklopni uređaji	6,2
Komanda i oprema laboratorija i radionica	15,3
Instrumenti za oskultaciju	0,6
Ulje i mazivo	11,4
	41,3

c) *Specifične investicije*

Radi ocjene uvjeta nabave opreme daje se usporedba specifičnih investicija sa gojačkim.

Usporedba specifičnih investicija

	Peruća Din/kg	Gojak Din/kg
Turbine	1410	1218
Generatori	1469	1736
Učinski transformatori	1163	1000
Dizalice	533	665
Hidromehanička oprema	578	472
Tlačni cjevovod	338	218

Specifične investicije opreme Peruće su više u odnosu na gojačku opremu i to kod

turbina za	16 %
transformatora za	16 %
hidromehaničke opreme za	24,3 %
tlačnog cjevovoda za	54 %

Stvarni postotak povećanja je 3 % niži, jer u gojačkim specifičnim investicijama nije sadržan transport. Preostalo povećanje specifičnih investicija za turbine, transformatore i hidromehaničku opremu od 13 do 21,3 % iznosi nešto više od cijene postignute primjenom ugovorenih kliznih skala za ovo vremensko razdoblje.

Specifične investicije tlačnog cjevovoda su 54 odnosno 51 % više od gojačkih. Ovo povećanje je prividno, jer je nabava tlačnog cjevovoda za Gojak sklopljena pod posebno niskim uvjetima u cilju postizavanja reference. Radi toga specifične investicije za tlačni cjevovod nisu usporedive.

Kod generatora, cijena po kilogramu težine pada sa porastom broja okretaja i obratno. Cijena Peruće je niža od one gojačke

Generatori	o/min	Din/kg
HE Peruća	428	1469
HE Gojak	187,5	1736

za 15,5 % odnosno, uzevši u obzir i transport, za 18,5 %. Usput treba napomenuti da se još detaljnija usporedba između ovih dviju vrsta generatora ne može postaviti iz razloga što su generatori Gojak normalne konstrukcije vertikalne izvedbe, dok generatori Peruća imaju tzv. gljivastu konstrukciju.

STAMBENE, UPRAVNE I POMOĆNE ZGRADE

Tablica 11

	Troškovi građenja				Specifične investicije	
	po glavnom projektu	po tekućim cijenama			po glavnom projektu	po tekućim cijenama 1957—1959.
	10³ Din	10³ Din				
Tri jednokatne stambene zgrade u Sinju	22,6	28,5	1080 m²	Din/m²	20.800	26.300
Dodatni zajednički troškovi stambenih zgrada Sinj (1 TS 10 kV i ostalo izvan zgrada)		4,7	12 stanova 10³	Din/stan	1.880	2.380
Šest prizemnica sa po dva stana na Perući		17,6	12 stanova 10³	Din/stan		1.465
Portirnica i upravna zgrada na Perući		4,2	170 m²	Din/m²		25.000
Jedan stan u Splitu		1,6				
Društveni dom na Perući		7,5				
Adaptacija upravne zgrade u Splitu		2,2				
Injekciona stanica br. 3		2,8				
Ukupno		69,1				

INVESTIRANJE U OPREMU I MONTAŽU TE SPECIFIČNE INVESTICIJE Tablica 12

	Oprema (domaća i uvozna)	Transport i osiguranje	Montaža, sitnija oprema, montažni materijal i osiguranje	Težina	Specifične investicije opreme (bez montaže)
	10^6 Din	10^6 Din	10^6 Din	t	Din/kg
A. Pripremni i završni radovi					
I Strojni i električni dio					
a) 2 vodne turbine Francis po 29560 KS, 187,5 o/min, konstrukt. pad 41,0 m, po 60 m³/s, uključivo sidrenje spirale	627,5	19,6	36,8	458,1	1.410
Uređaj za regulaciju turbine i mazanje turboagregata	45,8	1,0		26,0	1.800
Predturbinski zatvarači ø 3800	135,4	4,6		111,1	1.261
b) 2 generatora po 26 MVA, 105 kV	557,8	6,5	14,9	384,0	1.469
Uređaj za automat. regulaciju napona	4,3				
Uređaj za kočenje generatora	2,3				
2 učinska transformatora po 26 MVA 10,5/115,5 kV	148,2	10,0	0,3	136,0	1.163
1 regulacioni transformator 12,5 MVA 110/31,6 kV	80,0	1,5		57,0	1.233
2 kućna transformatora po 400 kVA 31,5/0,4 kV	3,5		0,1	4,0	875
c) Rasklopno postrojenje 110 kV: 2 vodna, 2 transformatorska, 1 regulaciono i 1 mjerno polje (strujni i naponski mjerni transformatori i 3-polni rastavljači)	71,0	3,2	9,7		
Rasklopno postrojenje 30 kV: 4 vodna, 1 regulaciono, 1 mjerno i 2 transformatorska polja	20,9	2,3	6,4		
Rasklopno postrojenje 10 kV	6,3	0,8	3,7		
d) Komandni i zaštitni uređaji	50,0	1,6	7,3		
e) Električne instalacije rasvjete	3,7	0,8	6,3		
Vlastita potrošnja	14,6	1,0	1,2		
Niskonaponski razvod	0,9	0,4	1,4		
II Pomoćni uređaji					
Dizalica 100 t, mačka, most, kranska staza	24,5	2,1	2,3	49,9	533
Dizalica 10 i 5 t i staze	2,1	0,1		2,8	785
Rashladna i protupožarna voda	17,0		0,4		
Tlačni zrak	5,6	1,8	2,4		
Akumulatorska baterija	3,6	0,2	0,3		
Radionice i rezervni dijelovi	10,0	1,2			
Strojarnica	31,7	0,5		40,5	944
Uzemljenje i gromobranska zaštita	0,2	0,1	0,8		
Uređaj za drenažu	18,1	0,7	0,2		
III Hidromehanička oprema					
Ulazni uređaj sa tablastim zatvaračima 4 × 7,5 m (2 tablasta zatvarača, 2 garn. armature, 2 točka, 2 pog. mehanizma, 2 garniture Galovih lanaca, električna oprema, ručne dizalice, montažno vitlo, instal. rasvjete, pokrov nad otvorom i rešetke)	134,0	4,8	8,1	240,0	578
Temeljni ispust (rešetka na ulazu, klizni i pomoćni tablasti i regulacioni zatvarač, armatura, servomotor, crpka, obloga, ljestve i ograda)	164,1	0,6	12,7	166,4	992
Tlačni cjevovod	56,6	3,5	7,6	178	338
Preljev sa zapornicom 5 × 10 m (klapne, armatura i mehanizam za dizanje)	42,3		1,5	73	580
Uređaji mjerenja nivoa vode (donje)	0,3				
IV Telefonska linija Sinj — Peruća	1,6				
V Oprema investitora	14,1				
Ukupno	2.306,2	68,9	124,4		

Dizalice veće nosivosti, radi svoje robustnije konstrukcije iziskuju manje obrade po 1 kg težine. Stoga je i specifična investicija Peruća niža od gojačke kod dizalice

	t	Din/kg
HE Peruća	100	533
HE Gojak	80	665

za 20 % odnosno odbivši transportne troškove za 17 %.

III IZVORI FINANCIRANJA

Tokom 17 godina studija, pripremnih radova, izvedbe i financijske likvidacije ulaganja u akumulaciju i pribransku elektranu bili su u svrhu kreditiranja mobilizirani viševrsni izvori.

Stavka izvora financiranja iz budžeta vodi se u knjigama sa 191,2 milijuna dinara, obuhvaćajući vremenski najbliže budžetske investicije.

Izvori financiranja

	10^6 Din	%
Budžet po cijenama g. 1955.	705,5	5,2
Opći investicioni fond	10689,0	79,4
Opći investicioni fond za prekoračenje	600,9	4,5
Republički investicioni fond	875,0	6,5
Kotarski investicioni fond	219,5	1,6
Elektroprivreda	378,4	2,8
Ukupno	13468,3	

Iako se ne radi o visokim ulaganjima, ipak je potrebno radi cjeline i radi pravilnih odnosa investiranja u pojedine vrste troškova, rekonstruirati ova početna ulaganja i svesti ih na ekonomske cijene u času početka glavnih građevnih radova.

Godine 1946. bilo je uloženo 100 tisuća dinara za studije u slivu Cetine, kao i za studije u širem slivu na kraškim poljima jugozapadne Bosne. Za istu svrhu bilo je godine 1947. uloženo 2 milijuna dinara, a 1948. godine 7 milijuna dinara. Opravdano se pretpostavlja da je polovina ovih ulaganja bila namijenjena studiju užeg sliva Cetine i izradi osnovnog rješenja.

Godine 1949. konstatirano je, da treba proširiti opseg istražnih radova radi izrade osnovnog rješenja. Prvobitno je bilo određeno 10.000 norma-sati dok je za izradu osnovnog projekta potrebno oko 50.000 norma sati (*Analiza izvršenja plana kapitalne izgradnje i kratka problematika,* Generalna direkcija elektroprivrede Hrvatske, 16. 7. 1949).

Te godine utrošeno je za pripremne radove 100.000 dinara a za studije 14.285 tisuća dinara (*Financijsko izvršenje plana kapitalne izgradnje,* GDH 1949, Cetina).

U stvari, ove studije vršene su ne samo u užem nego i u širem slivu Cetine, kao i promatranja na slivu donje Neretve te na vodotocima Like i Gacke, iz gornjih sredstava. U iste svrhe bila su utrošena sredstva od 10 milijuna dinara godine 1950.

Godine 1951. bilo je u užem i širem slivu Cetine utrošeno za studije i istraživanja 8.175 tisuća dinara (*Pregled utrošaka investicionih sredstava po elementima tehničke strukture troškova u g. 1951.* GDEH, Zagreb 30. 1. 1952).

Stvarni utrošci godine 1952. iznosili su u užem i širem slivu Cetine 68.776 10^3 Din za građevne radove, 948 10^3 Din za opremu, 21 10^3 Din za montažu, 92.015 10^3 Din za studije i 54 10^3 Din za ostale troškove. (*Stvarni utrošci financijskih sredstava za investicione objekte plana 1952. prema podacima investitora,* Bilten *elektroprivrede* NRH, Institut za elektroprivredu g. 1952).

Godine 1953. izvedeno je 10.330 m strukturnih bušenja, te 4.950 m bušotina za mjerenje vodostaja. Završava se eksproprijacioni elaborat. Izvedena je pristupna cesta do injekcione stanice (1 km) te je skoro završena cesta do brane (2 km) Popravljena je cesta do sela Miletića (14 km). Treća dionica ceste Sinj — Vrlika (3,5 km) je izvedena sa 30 %. Postavljene su 3 kamene pregrade na bujici Čorina Draga. Izjaružan je 1 km Cetine, izvedeno je 1920 m^2 privremenih nastambi za radnike skladišta i za upravu.

U tu svrhu utrošeno je 83.700 10^3 Din za pripremne građevne radove, 41.273 10^3 Din za opremu i montažu — pripremni radovi 305.027 10^3 Din za studije i istraživanja. (*Godišnjak Biltena Elektroprivrednog sistema NR Hrvatske 1953,* Institut za elektroprivredu, Zagreb 1954. str. 58).

Ova početna ulaganja se uz pretvorbu na ekonomske cijene pokazuju u visini od 705.465 tisuća dinara namijenjenih studiju, istraživanju i pripremnim radovima u užem slivu i na zahvatu Cetine kod Peruće.

Kredit iz općeg investicionog fonda podijelilo je Savezno izvršno vijeće na bazi I konkursa. Kao podloga za donošenje odluke služila je druga razrada idejnog projekta iz februara 1954. koja je investicionu svotu utvrdila u visini od 11.922,6 milijuna dinara.

Financijsko prekoračenje 600,9 milijuna dinara iz općeg investicionog fonda uslijedilo je koncem godine 1960. pošto je utvrđeno, da kredit odobren 1954. ne može pokriti u međuvremenu nastala poskupljenja i povećani opseg radova.

Po saveznom propisu iz 1955. bilo je potrebno 75 % troškova građenja pokriti iz lokalnih izvora. Na taj način nastalo je financiranje ovog projekta iz Republičkog investicionog fonda u visini od 875 milijuna dinara.

Financiranje po Narodnom odboru kotara Split od 219,5 milijuna dinara predstavlja realizirani garantni depozit.

Elektroprivreda učestvuje u izgradnji s realiziranim garantnim depozitom od 24,2 milijuna dinara, te s isplatom protuvrijednosti za ranije akumuliranu vodu i povećanu proizvodnju u HE Kraljevac sa 107,8 i 196,4 milijuna dinara tokom 1959. do 1961. Elektroprivreda nadalje učestvuje u izgradnji voda i stanice 30 kV do Otišića u visini od 50 milijuna dinara, koncem 1961. i tokom 1962.

Težište financiranja u visini od 89,1 % je na općedruštvenim sredstvima, dok udio republike, kotara i elektroprivrede iznosi ukupno 10,9 %.

POČETNA ULAGANJA U ISTRAŽNE RADOVE U UŽEM SLIVU CETINE

po tekućim cijenama

u 10^3 dinara

Tablica 13

	1946.	1947.	1948.	1949.	1950.	1951.	1952.	1953.
								94.590*
Otkup i odštete	50	1.000	3.500	3.600	5.000	4.360	46.015	256.018
Studije i istraživanja								5.150*
Jaružanje i reguliranje							68.776	28.341
Građevni radovi — pripremni							969	41.273
Oprema i montaža — pripremni radovi							54	4.628*
Ostalo								
uz pretvorbu ulaganja do 1952. na ekonomske cijene [30]								
								94.590
Otkup i odštete	375	6.400	21.300	21.230	25.500	18.760	72.400	256.018
Studije i istraživanja								5.150
Jaružanje i reguliranje							107.900	28.341
Građevni radovi — pripremni							1.515	41.273
Oprema i montaža — pripremni radovi							85	4.628
Ostalo								
Ukupno							181.900	430.000

* [18a]

Dinamika ulaganja po godinama

Pretežni dio financiranja od 85,3 % bio je izvršen u 6 godina razdoblja 1955—1960. Početnih 6 godina odnosi se na studij a u razdoblju 1952—1954. priprema se gradilište.

Isplata iz naslova obveze 1961—1962. još je u toku. Nije još u cijelosti stigla uvozna oprema. Nadalje treba isplatiti oko 100 eksproprijacionih zahtjeva, te izgraditi priključak 30 kV.

U brojkama naredne tablice nisu sadržani interkalarni kamati koji će predvidivo iznositi cca 865 milijuna dinara, zaračunatih po banci kao kreditoru iz općeg investicionog fonda, a u cilju formiranja zajmova obveze i anuitetne službe.

	10^3Din	%		10^3 Din	%
1946	375*		1955	1,337717	9,92
1947	6400*		1956	1,627875	12,10
1948	21300*	0,68	1957	2,168664	16,12
1949	21230*		1958	3,036200	22,56
1950	25500*		1959	2,086066	15,52
1951	18760*		1960	1,228515	9,10
1952	181900*	1,34	1961	528000	3,90
1953	430000	3,19	1962	147987	1,11
1954	601811	4,46			
				13,468300	

* Investicije po cijenama 1955.

IV SPECIFIČNE INVESTICIJE, PROIZVODNA I PREDAJNA CIJENA PRIBRANSKE ELEKTRANE

U cilju utvrđivanja investicionog količnika i specifičnih investicija pribranske elektrane Peruća potrebno je proizvodnju ove elektrane osloboditi onog dijela investicija zahvata, koji treba teretiti proizvodnju na glavnoj nizvodnoj stepenici Prančevići—Zakućac (HE Split) jer je akumulacija izvedena radi vodnog izravnanja sistema.

Već je u izvještaju za godinu 1954. bilo napomenuto, da od investicija Peruća treba izdvojiti 7.893 milijuna dinara, jer da normalno terete HE Split [17 str. 42].

U prijedlogu Rješenja za odobrenje investicionog programa HE Split II etapa od veljače 1960. dio brane, koji otpada na HE Split, iznosi 5.990 milijuna dinara.

U kolovozu 1960. ponovno se javlja potreba ocjene podjele zahvata Peruća pri radu nakon puštanja u pogon HE Split [33 str. 11]. Investicije zahvata, uključivo pripadajući dio interkalarnih kamata, iznosile su 7.427,9 milijuna dinara, a dio brane koji treba teretiti HE Split 6.794 milijuna dinara.

Pošto su do danas rekonstruirani i utvrđeni troškovi studija i istraživanja, te pripremnih radova, kao i okončani iznosi izvedenih glavnih građevnih radova pokazuje se udio pribranske elektrane i udio I etape HE Split u investicijama zahvata Peruća u slijedećim visinama:

Dioba zajedničkih organa i troškova na pribransku i nizvodnu stepenicu

	HE Peruća		HE Split I etapa
	10^6 Din	GWh	140	1575
Predradnje	1.210,7			
Zahvat	8.050,4			
Odvod	226,8			
Uprava investitora	161,2			
10^6 Din	9.649,1		788,0	8.861,1
Teret po jedinici proizvoda na bazi 9 %-tne godišnje troškovne kvote Din/kWh			0,51	0,51

Specifične investicije pribranske elektrane po veličini izgradnje iznose prema tomu 38,4 10^6 Din/m³/s.

Godine 1954. bio je predviđen pogon HE Peruća u poslovnoj godini 1959. uz specifične investicije 100.000 Din/kW i proizvodnu cijenu 2,73 Din/kWh [5 str. 695].

Investicioni količnik, specifične investicije i proizvodna cijena pribranske elektrane

	10^6 Din	Proizvodna cijena i udio pojedinih organa	Investicioni količnik	Specifične investicije	
		Din/kWh	Din/kWh	Din/kW	$/kW
Zajednički organi i troškovi	788,0	0,49	5,5	18.980	25,2
Dovod i cjevovod	929,9	0,58	6,5	22.430	29,8
Elektrana	2820,2	1,77	19,6	67.730	90,3
Stambene i pom. zgrade	69,1	0,04	0,4	1.660	2,5
Ukupno	4607,2	2,88	32,0	110.800	147,8

Specifične investicije 24 hidroelektrana s padom od 78 do 370 stopa iznose 124 do 458 $/kW, pri čemu strojarnica ima specifične investicije od 54 $/kW [38 str. 672].

Perućanske investicije su našle mjesto u tom nizu. Da bi se provjerile specifične investicije strojarnice treba perućanske osloboditi rasklopišta 10—110 kV. To znači, smanjiti specifične investicije strojarnice za 17,2 % na 74,6 $/kW, što je 38,2 % više od američkog pondera.

Računajući danas proizvodnu cijenu električne energije na bazi 9 %-tne godišnje troškovne kvote vidi se, da proizvodna cijena pribranske elektrane, uz 2 ‰ vlastitog potroška iznosi uz prosječnu komercijalnu godišnju proizvodnju od 144,3 GWh 2,88 Din/kWh na pragu elektrane, što je za 0,79 Din/kWh ili 37,8 % više od predviđanja u proljeće godine 1953.

Dodavši ovoj cijeni troškove prijenosa i transformacije energije do potrošnog područja u visini od 0,44 Din/kWh [33, str. 9] prodajna cijena energije Peruća u potrošnom području Dalmacije na pragu predaje 30 kV iznosi 3,32 Din/kWh,

Dobava specijalnoj velepotrošnji Tvornici ferolegura Šibenik, Tvornici »Boris Kidrič«, Ražine, »Jugovinilu« Split i Tvornici aluminija Lozovac kreće se od 2,10 do 4,34 Din/kWh, a prema ostvarenju u godini 1960. iznosi u ponderu 3,30 Din/kWh.

Predviđanja u pogledu boniteta izvršena prije 8 godina i u međuvremenu ostaju i danas na snazi uz napomenu, da je sadašnji nalaz i usporedba cijene predaje sa cijenama dobave za 37,8 do 57 % viša.

Nadalje je potrebno specifične investicije i proizvodnu cijenu Peruća uvrstiti u empirijsku tablicu hidroelektrana sa utvrđenim faktorima iskorišćenja i promjenama kondicija. koje uslijed toga nastaju

Vidljivo je, da se Peruća nalazi na vrhu tablice, s niskim specifičnim investicijama i niskom prodajnom cijenom.

Obilježje niskih pribranskih investicija HE Peruća je povoljno i njeno, u odnosu na uvjete investiranja u SAD.

Prodajna cijena je niska jer su naši uvjeti kalkuliranja bitno blaži od onih u svijetu, no i uz usklađenje cijene putem 50%-tnog povišenja, Peruća bi još uvijek ostala na vrhu ove empirijske tablice.

Troškovi proizvodnje po kWh u odnosu na investicione troškove i faktore korišćenja

Specifične investicije hidroelektrana po HP	Faktor korišćenja					
	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
	Troškovi u cts po kWh (stalni tereti i pogonski troškovi)					
$ 50	0,45	0,32	0,25	0,21	0,19	0,17
108,7	HE Peruća		0,34			
100	0,86	0,59	0,46	0,37	0,33	0,28
150	1,26	0,86	0,66	0,53	0,47	0,39
200	1,67	1,13	0,87	0,70	0,61	0,51
250	2,07	1,40	1,07	0,85	0,75	0,62
300	2,48	1,67	1,27	1,01	0,88	0,74
350	2,91	1,93	1,48	1,18	1,02	0,85
400	3,29	2,20	1,68	1,34	1,16	0,97

Literatura

[1] *Program izgradnje za akumulaciju i branu hidroelektrane Peruća*, Institut za elektroprivredu Zagreb, III 1953.

[2] Ing. Radoslav Planić, *Mišljenje o ekonomskoj strani programa izgradnje pribranske elektrane i akumulacije Peruća*, Zagreb, VII 1953.

[3] *Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije — hidroelektrane u NR Hrvatskoj*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1959.

[4] Drago Gorupić, Elektroprivreda, *Materijali o privrednom razvitku NR Hrvatske*, svezak II. — Industrija, rudarstvo, građevinarstvo i zanatstvo, Ekonomski institut Zagreb, kolovoz, 1954.

[5] Ing. Radoslav Planić, *Investicioni i proizvodni troškovi hidro i termoelektrana*, Ekonomski pregled, Zagreb, XI 1954.

[6] *Glavni projekt injekcione zavjese.* Tekst. Elektroprojekt, Zagreb, 1957.

[7] *Glavni projekt tunela temeljnog ispusta — I etapa*, Elektroprojekt, Zagreb, 6. III 1954.

[8] *Glavni projekt rekonstrukcije ceste Vrlika — Sinj*, Inženjerski projektni zavod, Zagreb, I 1953.

[9] *Troškovnik glavnog projekta dovodnog tunela sa ulaznim uređajem i privremenom izlaznom građevinom, ulaznog grla temeljnog ispusta i nastavka pristupne ceste*, Elektroprojekt Zagreb, 30. III 1955.

[10] *Glavni projekt Kose staze*, Elektroprojekt, Zagreb, VI 1958.

[11] *Glavni projekt strojarnice, građevinski dio, knjiga 4. Izvedbeni nacrti rasklopnice, obrtnički radovi, dokaznica mjera, troškovnik*, Elektroprojekt, Zagreb, III 1958.

[12] *Glavni projekt strojarnice do kote 307,7 — Dispozicija i izvedbeni nacrti*, Elektroprojekt, Zagreb, VIII 1957.

[13] *Glavni projekt razdjelne cijevi*, Elektroprojekt, Zagreb, IV 1958.

[14] *Rasklopno postrojenje 110 kV, Glavni projekt (izmijenjen)*, Elektroprojekt, Zagreb, X 1959.

[15] *Glavni projekat vodovoda za gašenje i pitku vodu*, Elektroprojekt, Zagreb, V 1960.

[16] *Godišnjak Biltena Elektroprivrednog sistema Hrvatske 1953*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, prosinac 1954.

[17] *Godišnjak Biltena Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske 1954*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, rujan 1959.

[18] *Poslovni izvještaj uz završne račune Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske za g. 1955*, Zagreb, 1956.

[18a] *Pregled uloženih financijskih sredstava do 30. VI 1956.* Dalmatinske hidroelektrane, Split.

[19] Inženjer Kragić, *Akumulacija i HE Peruća*, Energija 6 (1957) br. 1.

[20] *Godišnji izvještaj o izvršenim radovima na HE Peruća i HE Split u 1958. godini*, Dalmatinske hidroelektrane, Split.

[21] *Godišnji izvještaj o izvršenim radovima na HE Peruća i HE Split u 1959*, Dalmatinske hidroelektrane, Split.

[22] *Godišnji izvještaj o izvršenim radovima na HE Peruća i HE Split u 1960*, Dalmatinske hidroelektrane, Split.

[23] *Poslovni izvještaj za 1960. g. i investiranje u izgradnju, studij i istraživanje elektroenergetskih postrojenja na području Hrvatske godine 1960*, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, travanj 1961.

[24] Ing. Zlatko Šimatić, Nikola Lisenko, ing. Lino Dože, *Elektrosond u izgradnji Peruće*, Monografija: *Akumulacija i HE Peruća*, Dalmatinske hidroelektrane Split, 1960.

[25] *Izvještaj o radu Komisije za utvrđivanje sredstava, potrebnih za dovršenje HE Peruća*, Split 20.—30. VII 1960.

[26] *Kolaudacioni elaborat cesta Vrlika—Sinj i periferni problemi dionica*, Melioracije, Split, IX 1960.

[27] *Kolaudacioni elaborat* (Dovodni tunel, Kosa staza, klizište i kućica dovodnog tunela — Preljev preko brane — Bagerisanje korita Cetine i viseći most — Strojarnica, odvodni kanal, razdjelna cijev, pristupna cesta sa okretištem i raskopno postrojenje 10 i 110 kV) Split, IV 1961.

[28] *Zapisnik kolaudacione komisije o izvršenim isporukama i montaži elektromašinskog dijela postrojenja od strane Tvornice električnih strojeva »Rade Končar«, Zagreb*, Peruća, IV 1961.

[29] *Rješenje o prodajnim cijenama projekata i projektnih usluga*, Službeni list br. 22 g. 1952. str. 448—452.

[30] Ing. Radoslav Planić, *Indeksi za pretvorbu investicija Narodne banke na kupovnu moć 1955*, Zagreb, XI, 1955.

[31] *Metodologija za iznalaženje faktora za preračunavanje vrednosti izvršenih građevinskih radova u periodu od 1945. do 1954. na izabrane bazne cene*, Narodna banka FNRJ, Glavna centrala, Beograd, april 1956.

[32] *Tumačenje propisa Uputstva o obaveznoj kalkulaciji i obračunu troškova proizvodnje u građevinarstvu, za izgradnju elektropostrojenja*, Glavna direkcija za elektroprivredu, Zagreb, III 1952.

[33] *Godišnji troškovi proizvodnje i proizvodna cijena hidroelektrane Peruća*, ZEPH, Zagreb, kolovoz 1960.

[34] *Glavne karakteristike HE Split — Tehnički podaci*, Elektroprojekt, Zagreb, 1955.

[35] Prijedlog *Rešenja za odobrenje investicionog programa izgradnje HE Split II etapa*, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, II 1960.

[36] Ing. Radoslav Planić, *Troškovi izgradnje hidroelektrane Vinodol, Spomenica o izgradnji hidroelektrane »Nikola Tesla«*, Elektroprivredni sistem NR Hrvatske, Zagreb, 1953.

[37] Ing. Radoslav Planić, *Investicioni troškovi hidroelektrane Gojak*, Zagreb, veljača, 1960.

[38] H. K. Barrows, S. B., *Water Power Engineering*, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York and London, 1943.

Naslov pisca: Ing. Radoslav Planić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

NAPOJNE TURBOPUMPE VELIKOG BROJA OKRETAJA U MONOBLOK — IZVEDBI

Mihajlo Žrvnar i Zvonko Elčić, Karlovac

Iznose se pojedinosti konstrukcije naročitog tipa napojnih turbopumpi, kod kojih su parna turbina i pumpa smještene na istu osovinu, a čitav agregat radi s vrlo velikim brojem okretaja. Iznose se prednosti ovog tipa stroja prema uobičajnim konstrukcijama s višestepenim pumpama i ugrađenim reduktorom između turbine i pumpe.

DK 621.67 : 621.165

S obzirom na veliku odgovornost napojnog sistema kotlovnice za sigurnost pogona, postojeći propisi zahtijevaju kod izgradnje kotlovnice ugradnju najmanje dvaju potpuno neovisnih agregata za napajanje, od kojih svaki može samostalno napajati kotao u svim pogonskim situacijama. Ugrađuju se različiti agregati za napajanje, ali dominiraju centrifugalne pumpe tjerane elektromotorima ili malim parnim turbinama.

Elektromotor je pogonski stroj s ograničenim brojem okretaja, koji iznosi maksimalno 3000 min^{-1} kod frekvencije mreže od 50 Hz, odnosno 3600 min^{-1} kod frekvencije od 60 Hz. Kako je vanjski promjer rotora pumpe zbog hidrauličkih razloga također ograničen, dobiva se ograničenje obodne brzine rotora, a time se i visina dobave jednog stepena pumpe ograničuje. Zbog postizanja velikih dobavnih visina, koje se zahtijevaju kod napojnih pumpi, te navedenih ograničenja, upotrebljavaju se kod elektromotornog pogona samo višestepene centrifugalne pumpe. Parna turbina je pogonski stroj s vrlo velikim brojem okretaja. Danas se broj okretaja od 3000 min^{-1} smatra donjom granicom za ove strojeve. Osobito velike brojeve okretaja imaju male turbine, kakve se upotrebljavaju za pogon napojnih i drugih pumpi, te za ekonomičan rad takve turbine treba postići broj okretaja 6 — 15000 min^{-1}. Upotreba velikih brzina kod turbinskog pogona dovela je do težnje, da se ova okolnost iskoristi za smanjenje broja stepeni pumpe.

Međutim, slično kao što je otprilike prije pola stoljeća, kod uvođenja parne turbine kao brodskog pogonskog stroja, kavitacija ograničila broj okretaja propelera, i morao se ugraditi reduktor, da bi turbina radila u području optimalne brzine vrtnje, a da propeler ne bi došao u područje kavitacije, tako je i kod napojnih turbopumpi (koje dobavljaju vruću vodu, pa je opasnost od kavitacije još veća) iz istih razloga, trebalo ugraditi reduktore. Zbog toga se i danas većina napojnih turbopumpi izvodi prema shemi na sl. 1, tj. agregat se sastoji od turbine, reduktora i višestepene pumpe.

Zbog rada s vrućom vodom, težnje za što većom visinom dobave jednog stepena, te drugih stimulativnih okolnosti za razvoj kavitacije, napojna pumpa mora uvijek na ulaznoj strani imati dotok vode, tj. tlak na ulazu mora biti veći od tlaka zasićenja pri danoj temperaturi vode, da bi se spriječilo isparavanje, odnosno kavitacija.

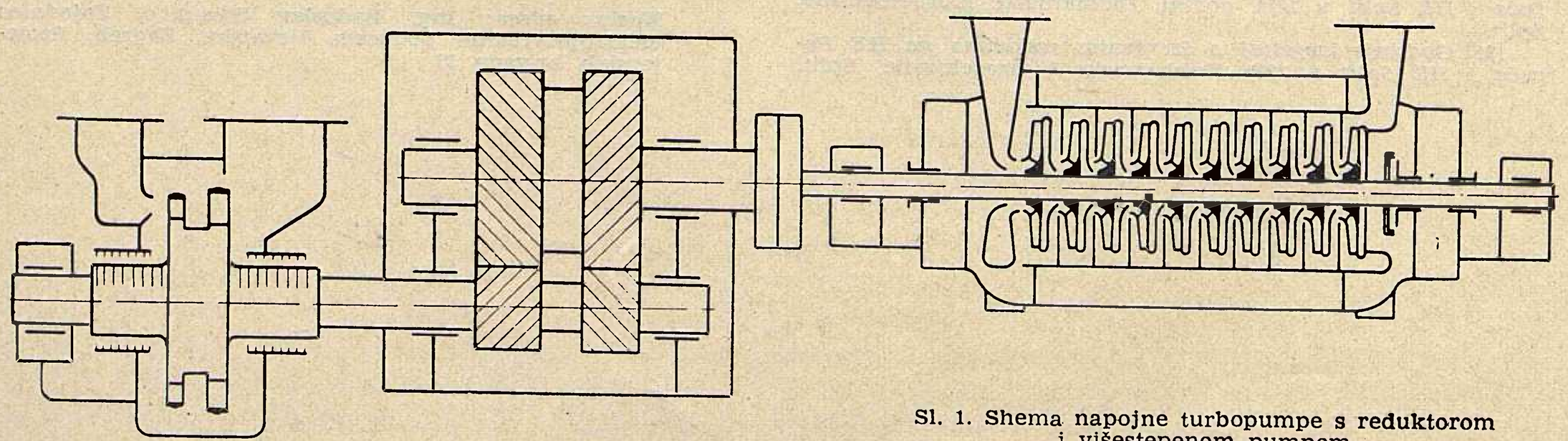
Potrebna visina dotoka (sl. 2) zavisi od niza faktora a dana je izrazom

$$H_d = c_u^2/2g + H_{ws} + D_1/2 - (p_z - p_o)/\gamma + \Delta h \qquad (1)$$

H_d	m v. s.	— potrebna visina dotoka
c_u	m/sek	— ulazna brzina vode na prirubnici pumpe
H_{ws}	m v. s.	— hidraulični otpor ulaznog cjevovoda
D_1	m	— ulazni promjer rotora
p_z	kg/m²	— tlak zasićenja za danu temperaturu vode
p_o	kg/m²	— tlak u spremniku napojne vode
Δh	m v. s.	— ulazni dotok.

Prva četiri člana desne strane jednadžbe (1) predstavljaju sasvim općenite faktore, koji uglavnom ne ovise o konstrukciji pumpe, te se može smatrati, da su podjednaki za sve tipove pumpi, uz iste radne uslove.

Posljednji član — ulazni dotok Δh — predstavlja dodatak za osiguranje pumpe od kavitacije koja bi se mogla pojaviti uslijed pada tlaka u ulaznom dijelu pumpe od presjeka *u — u* do presjeka *1 — 1* (vidi sl. 2). Ovaj pad tlaka ovisi o ubrzanju vode i otporima u ulaznom dijelu, te drugim čisto konstruktivnim karakteristikama, kao što je brzohodnost pumpe itd. Zbog toga veličina potrebnog ulaznog dotoka daje solidnu bazu za uspoređivanje potrebnih visina dotoka kod raznih tipova pumpi. Nizom eksperimentalnih radova raznih autora dobivene su dosta dobre relacije, pomoću kojih se može odrediti ulazni dotok kao funkcija visine dobave, broj okretaja i drugih vrijednosti.



Sl. 1. Shema napojne turbopumpe s reduktorom i višestepenom pumpom

Ova zavisnost je izražena prema Thomi koeficijentom kavitacije

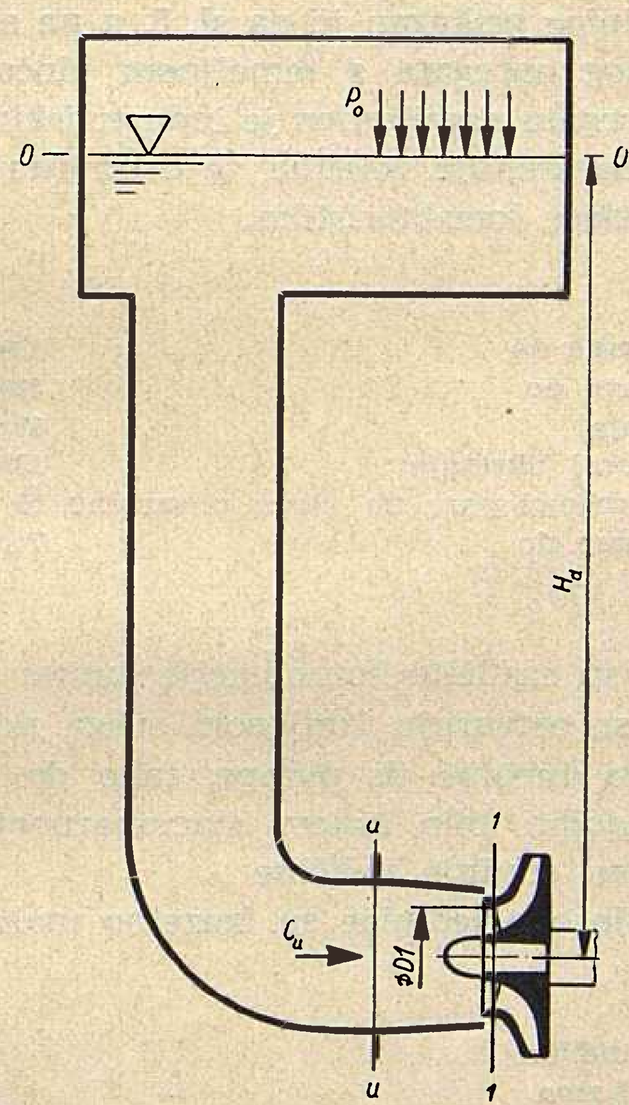
$$\sigma = \Delta h / H_1 \text{ ili } \Delta h = \sigma H_1 \qquad (2)$$

gdje je

σ — koeficijent kavitacije
H_1 m — visina dobave jednog stepena ($H_1 = H/i$ gdje je H ukupna dobava pumpe, a i broj stepeni)

Prema Thomi je koeficijent kavitacije ovisan o brzohodnosti pumpe, a pri tom se pretpostavlja, da je ulazni dio kod svih pumpi iste brzohodnosti izveden na neki uobičajeni način. Dakako da je područje primjene koeficijenta kavitacije prema Thomi time ograničeno na pumpe uobičajne konstrukcije, a i tu se pojavljuju manja odstupanja.

Zbog toga su tražene i druge metode za određivanje ulaznog dotoka. Nastoji se pronaći takva metoda, koja bi što potpunije obuhvatila konstruktivne karakteristike pumpe.



Sl. 2. Visina dotoka

Jedna od razrađenih metoda je metoda Rudneva, prema kojoj potreban ulazni dotok iznosi

$$\Delta h = 10 \, [(n \sqrt{Q}) / S]^{1,33} \qquad (3)$$

gdje je

m min^{-1} — broj okretaja
Q m^3/sek — dobava pumpe
S — koeficijent kavitacije

Veličina S dana je ovdje u zavisnosti od više konstruktivnih karakteristika pumpe.

Pokušat ćemo primjerima pokazati upotrebljivost pojedinih tipova pumpi s obzirom na sigurnost od kavitacije odnosno potrebni ulazni dotok.

PRIMJER a

Višestepena napojna pumpa, klasične izvedbe, ima slijedeće karakteristike

Q = 80 m^3/h = 0,0222 m^3/sek
H = 480 m v. s.
n = 2900 min^{-1}
i = 6 stepeni
$H_1 = H/i = 480/6 = 80$

Izračunat ćemo potrebni ulazni dotok.
Brzohodnost pumpe iznosi

$$n_q = n \frac{\sqrt{Q}}{H_1^{0,75}} = 2900 \frac{\sqrt{0,0222}}{80^{0,75}} = 16$$

Za izračunanu brzohodnost iznosi koeficijent kavitacije prema Thomi

$$\sigma = 0,05$$

Potreban ulazni dotok

$$\Delta h = \sigma H_1 = 0,05 \cdot 80 = 4 \text{ m}.$$

Dobiveni rezultat će i nakon pribrajanja ostalih članova s desne strane jednadžbe (1) biti sasvim prihvatljiv. Budući da je broj okretaja pumpe umjeren, ovdje se radi o elektromotornom pogonu, ili pogonu s turbinom preko reduktora.

Pretpostavimo sada, da kod turbinskog pogona, treba istu dobavu i visinu dobave kao u primjeru *a* postići jednostepenom pumpom s vrlo velikim brojem okretaja. Pri tom otpada reduktor, a pumpa se pojednostavnjuje, što je nesumnjiva prednost. Zadržimo i ovdje klasičan izgled rotora pumpe.

PRIMJER b

Jednostepena pumpa s normalno izvedenim rotorom treba dati osnovne performanse kao pumpa u primjeru *a*.
Potreban broj okretaja iznosi

$$n = \frac{n_q}{\sqrt{Q}} H_1^{0,75} = \frac{16}{\sqrt{0,0222}} 480^{0,75} = 11\,000 \text{ min}^{-1}$$

Dobivena vrijednost potpuno odgovara zahtjevima za ekonomičan rad malih turbina, te se turbina i pumpa mogu ugraditi na istu osovinu, bez reduktora. Pumpa će imati slijedeće karakteristike

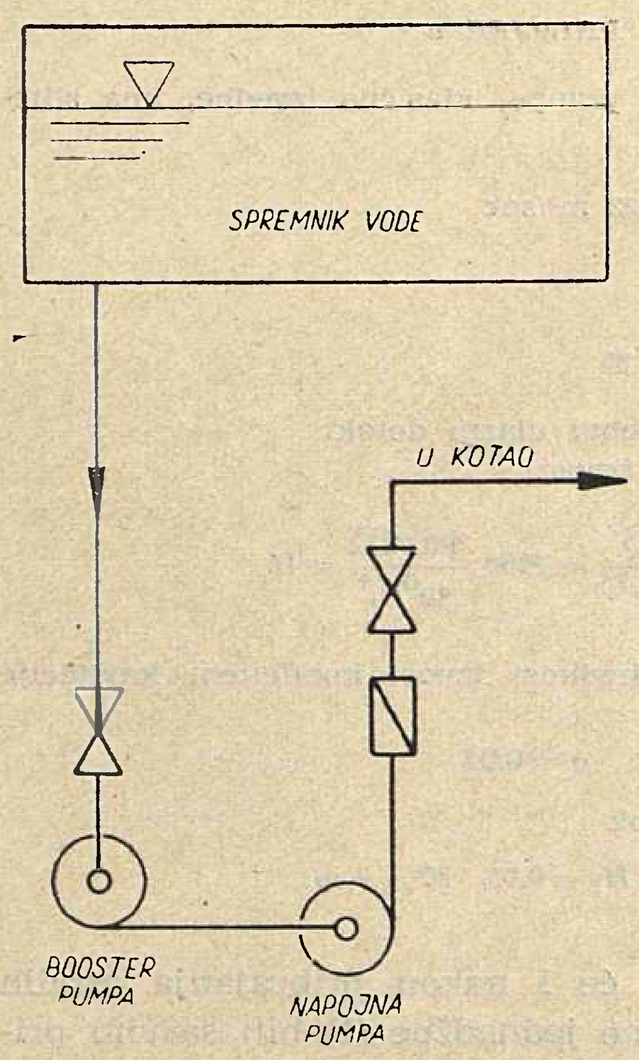
Q = 80 m^3/h = 0,0222 m^3/sek
$H = H_1$ = 480 m v. s.
n = 11000 min^{-1}
i = 1 stepen
n_q = 16

Potreban ulazni dotok prema Thomi

$$\Delta h = \sigma \cdot H_1 = 0,05 \cdot 480 = 24 \text{ m v. s.}$$

Kako vidimo, u primjeru *b* je dobivena vrlo velika vrijednost za ulazni dotok. Ukupna visina dotoka H_d još će se povećati drugim članovima desne strane jednadžbe (1), tako da će se dobiti velika ukupna visina, koja se može postići jedino ugradnjom booster-pumpe ili drugim skupim zahvatima. (Shema ugradnje booster-pumpe prikazana je na sl. 3). Na taj način je dokazano, da opasnost od kavitacije ograničava upotrebu visokih turaža kod napojnih pumpi normalne konstrukcije.

Razvojem konstrukcije posebnih oblika rotora pumpe kod više svjetskih proizvođača, omogućeno je ipak postizavanje većih brojeva okretaja, te izgradnja jednostepenih pumpi za velike visine dobave, bez bitnog



Sl. 3. Shema ugradnje booster-pumpe

povećavanja visine dotoka. Naročito su dobri rezultati postignuti ugradnjom aksijalnog kola (propelera), tako da su danas omogućeni brojevi okretaja čak do 20 000 min^{-1}. Konstrukcija ovakovog rotora vidi se na sl. 5. U stvari, ovaj je rotor kombiniran od normalno izvedenog radijalnog kola, ispred kojeg je smješteno aksijalno kolo, koje u neku ruku zamjenjuje rad booster-pumpe, i stvara potreban dotok za radijalno kolo.

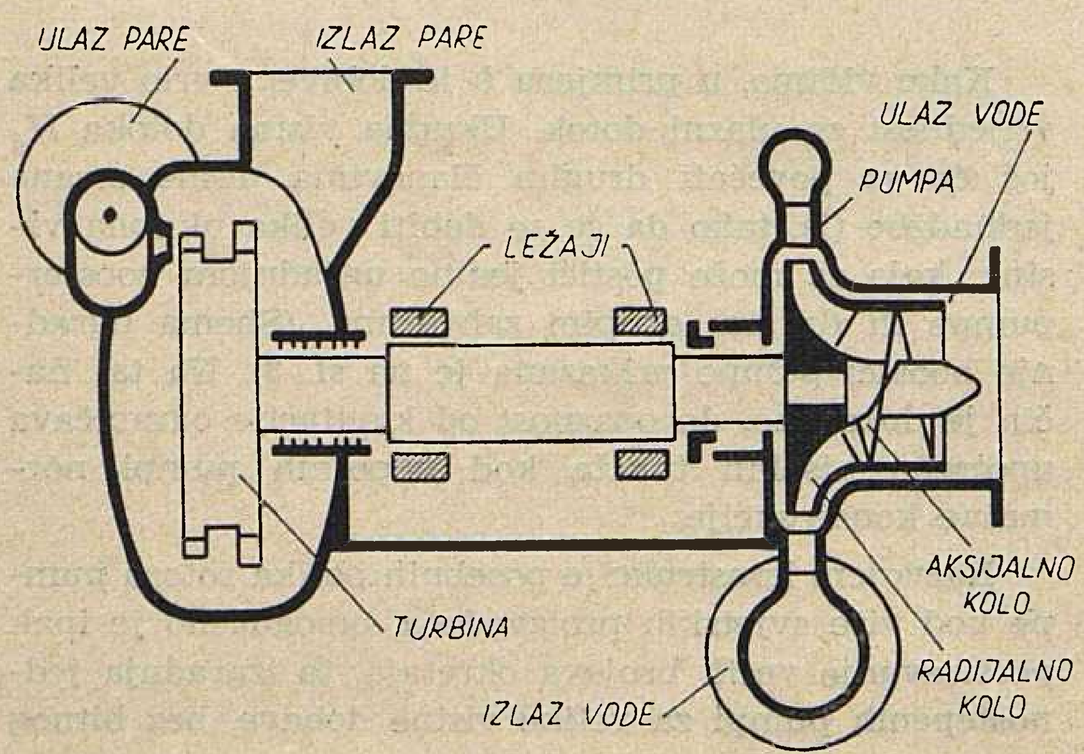
Samo aksijalno kolo ne zahtijeva naročito velik ulazni dotok — premda je koeficijent kavitacije za ovakvo kolo razmjerno velik — jer je visina dobave aksijalnog dijela pumpe mala. Ovo ćemo dokazati primjerom.

PRIMJER c

Uzmimo iste podatke kao u primjeru *b*. Pumpa je izvedena po novijim koncepcijama, jednostepena, s kombiniranim rotorom, te moramo preći na proračun prema Rudnevu.

$$Q = 80 \text{ m}^3/\text{h} = 0{,}0222 \text{ m}^3/\text{sek}$$
$$H = H_1 = 480 \text{ m v. s.}$$
$$n = 11000 \text{ okr/min}$$
$$i = 1 \text{ stepen}$$

Sl. 4. Shema monoblok-turbopumpe



Za ovaj tip pumpe iznosi koeficijent kavitacije prema Rudnevu 3000 — 4000. Uzimamo najlošiju vrijednost

$$S = 3000 .$$

Ulazni dotok prema istom autoru

$$\Delta h = 10 \left(\frac{n \sqrt{Q}}{S}\right)^{1,33} = 10 \left(\frac{11000 \sqrt{0{,}0222}}{3000}\right)^{1,33} = 4{,}4 \text{ m v. s.}$$

Iz navedenog primjera se vidi očita prednost novog tipa pumpe, jer je ulazni dotok tek neznatno povećan u usporedbi s onim u primjeru *a*, gdje je upotrebljena klasična višestepena pumpa s brojem okretaja od 2900 min^{-1}. Pri tom je pumpa jednostepena i sasvim jednostavna, a zbog visokog radnog broja okretaja moguća je tzv. monoblok-izvedba, kod koje su turbina i pumpa vezane u jednu cjelinu bez reduktora, na zajedničkoj osovini, a čitav agregat je znatno lakši, manji i jeftiniji. Principijelna shema ovakvog agregata prikazana je na sl. 4.

Nove koncepcije prodrle su i u domaću industriju. Karlovačka tvornica »Jugoturbina«, koja proizvodi turbine i pumpe, uvrstila je u svoj proizvodni program i napojne turbopumpe u monoblok-izvedbi. Presjek ovakve jedinice prikazan je na sl. 5, a na sl. 6 vidi se izgled cijelog agregata s temeljnom pločom. Razrađeni tip agregata namijenjen je industrijskim i drugim kotlovnicama srednje veličine, te brodskim pogonima, a ima slijedeće karakteristike:

Dobava pumpe do	100 m^3/h
Visina dobave do	520 m v. s.
Broj okretaja	10 000 min^{-1}
(kritični broj okretaja)	13 000 min^{-1}
Najviši parametri pare na ulazu u turbinu	65 ata, 500° C
Protutlak pare do	7 ata

Moguće su različite kombinacije unutar danih granica, koje se ostvaruju izmjenom svega nekoliko bitnih dijelova turbine ili pumpe, tako da se agregat može prilagoditi bilo kojem stacionarnom ili brodskom pogonu srednje veličine.

Dimenzije ove jedinice su izuzetno male

Najveća dužina	1432 mm
Najveća širina	860 mm
Najveća visina	1348 mm
Ukupna težina kompletne turbopumpe s alatom i rezervnim dijelovima	1300 kg.

Ušteda na težini i gabaritu prema klasičnoj izvedbi (sl. 1) je znatna, jer otpada reduktor, a pumpa je jednostepena i bez posebnih ležaja.

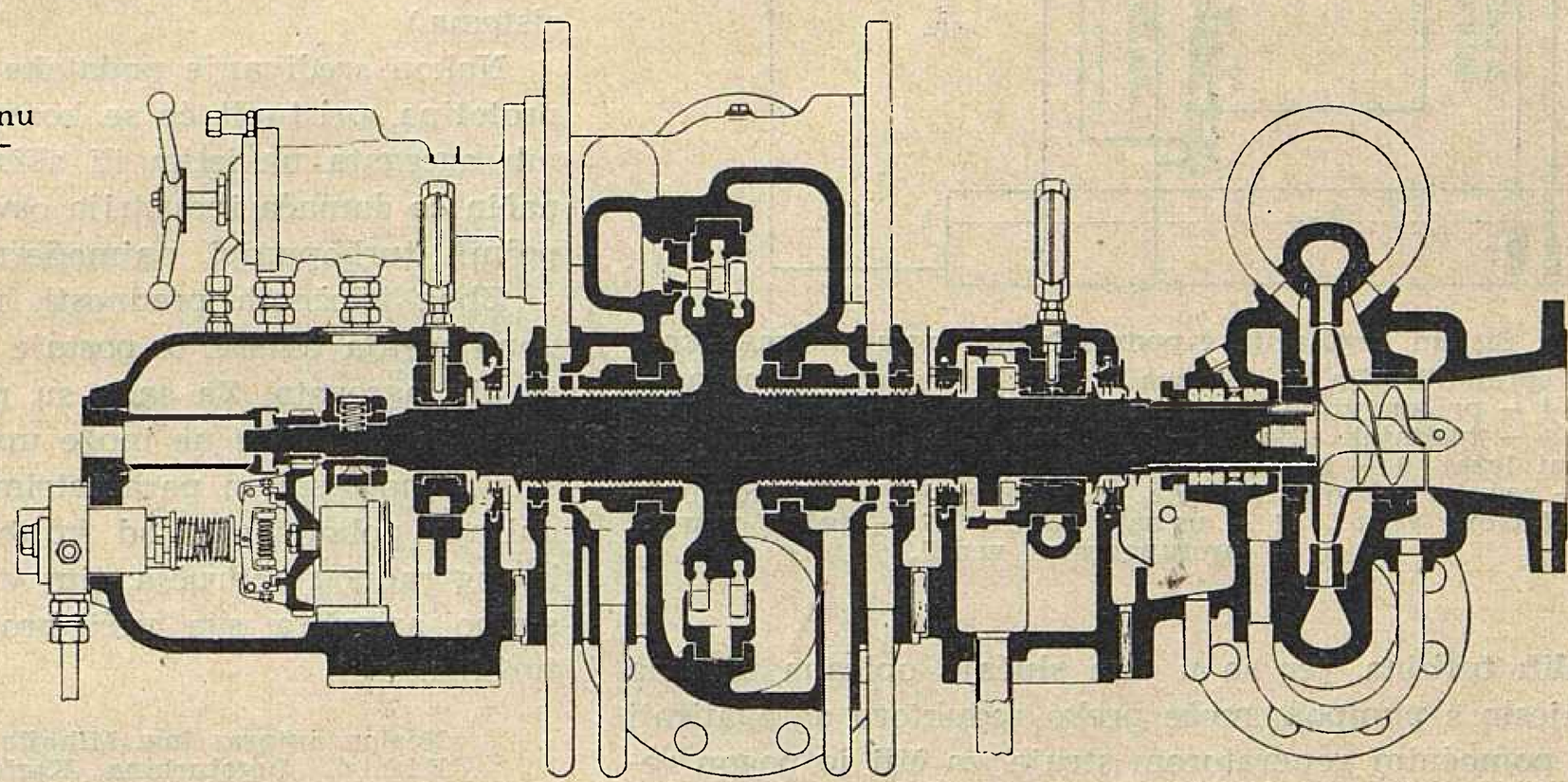
Kućišta turbine i pumpe su horizontalno podijeljeni, što olakšava otvaranje stroja pri remontnim i drugim radovima. Da bi se ovi radovi do maksimuma olakšali, obraćena je naročita pažnja smještaju prirubnica za glavni cjevovod (ulaz i izlaz pare i vode).

Hidraulični dijelovi ovakve pumpe moraju biti izvedeni naročito solidno. Rotor i stator se izrađuje od legiranog čelika, i to mehaničkom obradom iz punih komada, da bi se dobio odgovarajući kvalitet površine, koji je naročito važan kod velikih brzina strujanja, koje se ovdje pojavljuju. Ovaj se zahtjev po-

stavlja i zbog znatnog naprezanja rotora uslijed centrifugalnih sila izazvanih velikim brojem okretaja. Svi profili se kontroliraju pomoću preciznih šablona. Prednja stijena radijalnog kola produžena je u prsten, koji služi za zaštitu aksijalnog kola od rasporne kavitacije. Svi raspori su bogato dimenzionirani, da bi se i u njima izbjegla rasporna kavitacija i smanjile vibracije.

Razlika tlakova između prostora ispred rotora i iza njega djelomično se poništava pomoću spojnog

Regulacija turbine ima hidraulični prenos, a uljni sistem regulacije povezan je s uljovodom za podmazivanje. Kompletna shema vodova za podmazivanje i regulacionih uređaja prikazana je na sl. 7. Regulator broja okretaja mijenja tlak regulacionog ulja, i tako djeluje na regulacioni ventil, te održava broj okretaja agregata u granicama ± 2 % od nominalne vrijednosti Nominalna vrijednost broja okretaja se može podešavati za vrijeme pogona prigušnim ventilom.



Sl. 5. Presjek kroz napojnu turbopumpu monoblok-izvedbe (*Jugoturbina* Karlovac)

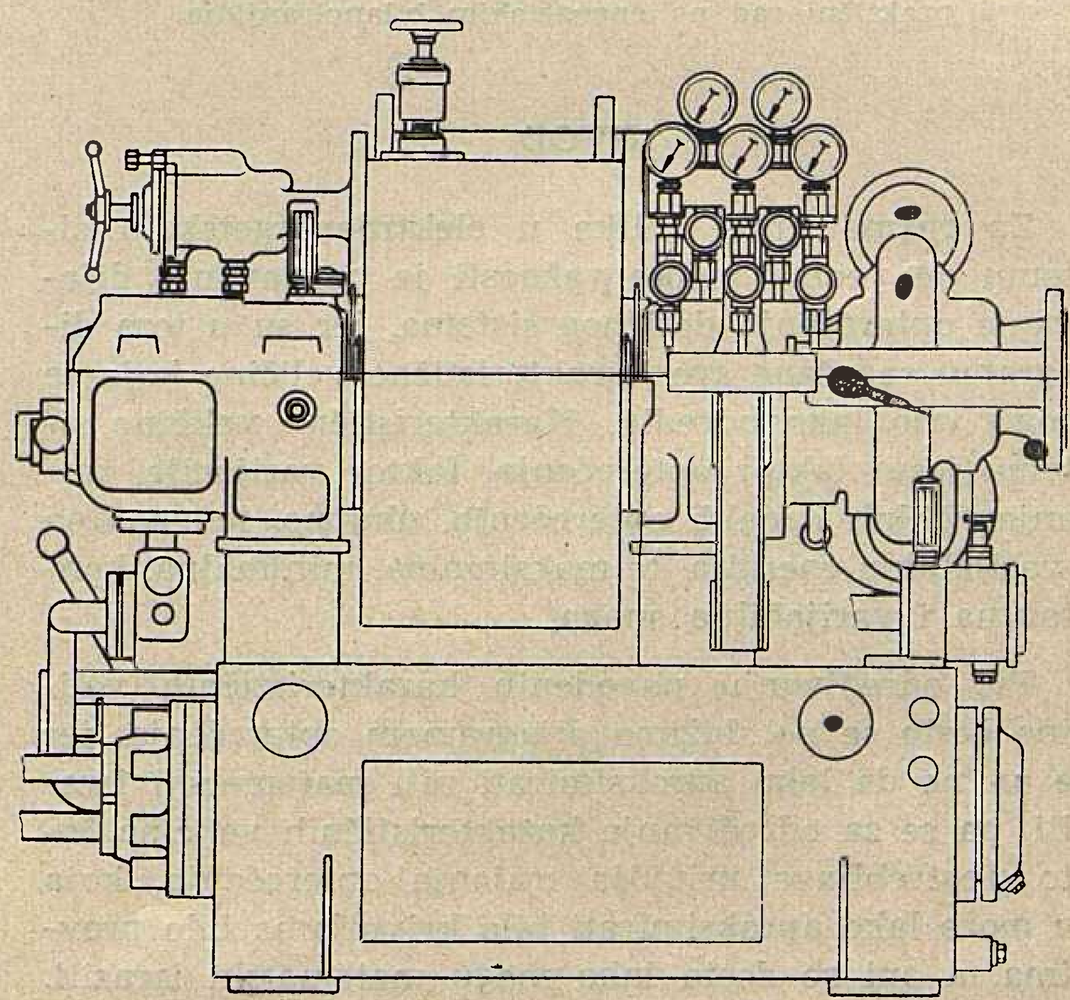
cjevovoda. Preostali manji dio aksijalnog potiska preuzima turbinski odrivni ležaj. Na taj način je izbjegnuta upotreba diska za rasterećenje koji je osjetljiv na nečistoće u vodi i podliježe brzom trošenju, te u pogonu stvara niz raznih poteškoća.

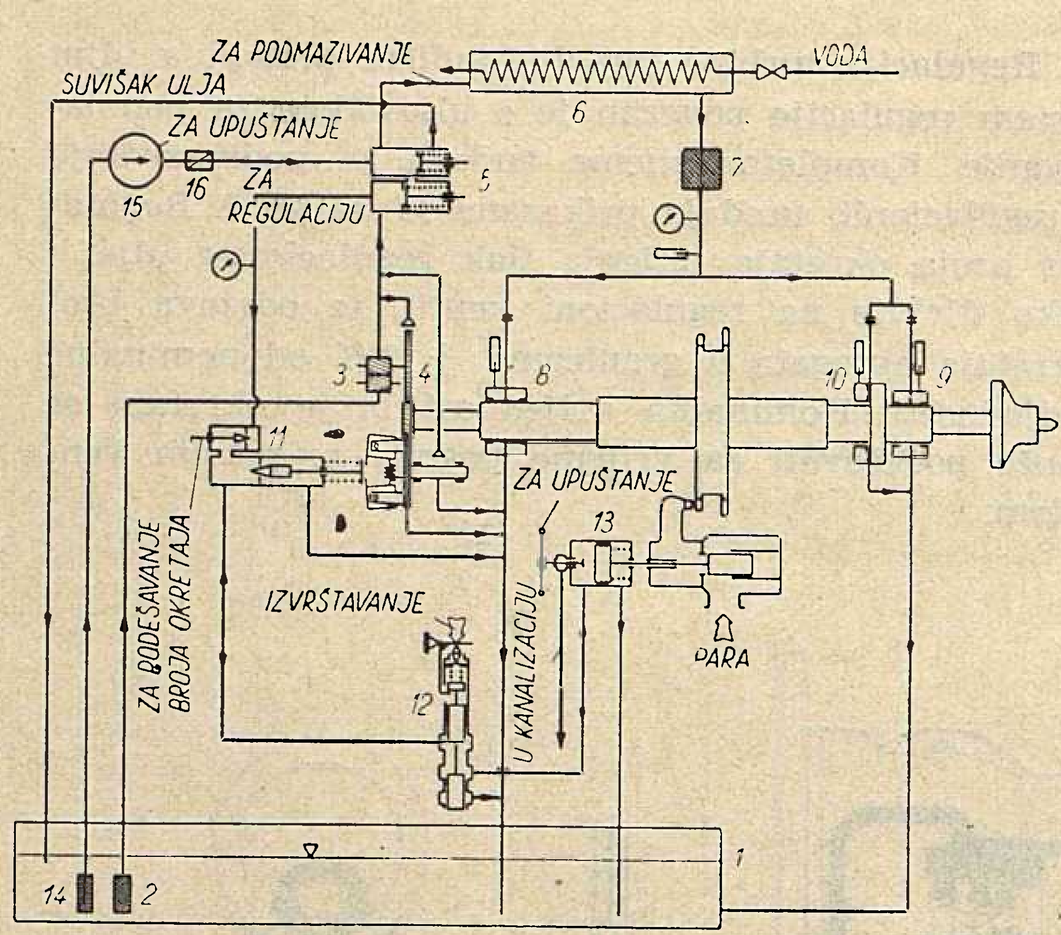
Pogonska turbina je građena na način, koji je usvojen u »Jugoturbini« kod svih dosada proizvedenih turbina, da bi se što više iskoristila stečena iskustva, čime je osigurana sigurnost pogona uz normalni opseg radova pri posluživanju Tako je usvojeno, da rotor turbine bude smješten između dva ležaja. Ova koncepcija daje najveću krutost osovine, pa labirintne brtve mogu biti dovoljno dugačke i izvedene s minimalnim zračnostima, te je omogućen rad turbine s visokim protutlakom, bez osobite opasnosti od zaribavanja brtvenica. To je glavna prednost pred turbopumpama, čija je shema prikazana na sl. 4, koje ne mogu raditi s nekim naročito visokim protutlakom, jer konzolno smješten rotor turbine ne dozvoljava ugradnju dovoljno dugačke brtve. Međutim, umjesto jedne labirintne brtve ovdje moraju biti ugrađene dvije, pa je dužina agregata povećana za 150 mm u odnosu na izvedbu sa sl. 4. Ovo povećanje je neznatno, tim više, jer je agregat »Jugoturbine« još uvijek kraći za cca 1 m od klasičnih turbopumpi s reduktorom, s istim kapacitetom i visinom dobave.

Budući da broj okretaja od 10 000 min^{-1} predstavlja u proizvodnji turbina standardnu uobičajenu vrijednost za turbine sa snagom ispod 1 MW, ležaji ne stvaraju nikakove probleme. Oni imaju uliven sloj bijele kovine i cirkulaciono podmazivanje pomoću zupčaste uljne pumpe gonjene turbinskom osovinom.

Sigurnosni regulator stupa u akciju, kad se uslijed neke smetnje broj okretaja povisi preko dozvoljene granice. On prekida dovod ulja u regulacioni ventil, te opruga trenutno zatvori ventil i tako izvrštava turbinu. Kako svega jedan ventil vrši istovremeno funkcije izvrštavanja i regulacije, postignuta je najveća jednostavnost regulacionog sistema, koji kod svih turbina sadrži znatan broj dijelova. Sistem regulacije broja okretaja odabran je radi lakše standardizacije

Sl. 6. Vanjski izgled agregata sa slike 4





Sl. 7. Sistem regulacije i podmazivanja agregata sa slike 5
1 — spremnik ulja, *2* — usisna košara, *3* — glavna uljna pumpa, *4* — pr gon uljne pumpe i regulatora, *5* — razdjelni ventil, *6* — hladnjak ulja, *7* — prečistač ulja, *8* — prednji potporni ležaj, *9* — stražnji potporni ležaj, *10* — odrivni ležaj, *11* — regulator broja okretaja, *12* — sigurnosni regulator, *13* — regulacioni vent.l, *14* — us sna košara, *15* — ručna pumpa, *16* — protupovratni ventil.

malih turbina, jer se u tom slučaju opisana turbina umjesto s pumpom može preko reduktora agregatirati i s pomoćnim generatorom struje, za čiji je pogon regulacija broja okretaja obavezna. Ipak je moguća i ugradnja regulatora tlaka napojne vode.

Kod konstrukcije je usvojena koncepcija, da se stvori jedinica, sposobna za neprekidan rad u svim pogonskim uslovima. Stroj je jednostavan i robustan, što garantira dugi vijek trajanja bez naročitih remontnih zahvata. Upotrebljena su iskustva s dosada proizvedenim turbopumpama, tako da je povećana sigurnost pogona, što je kod ovog proizvoda od prvostepenog značaja. (Važnost sigurnosti pogona agregata za napajanje ilustriramo podatkom, da je preko 60 % eksplozija kotlova prouzročeno kvarovima napojnog sistema.)

Nakon sređivanja podataka dobivenih ispitivanjem prototipa, pristupit će se konstrukciji i drugih napojnih agregata na istim ili sličnim principima. Na taj način će domaća industrija osvojiti jednu familiju napojnih turbopumpi najmodernije izvedbe.

Zbog izloženih prednosti, monoblok-pumpa postepeno osvaja tržište, te postaje sve više traženi tip napojnih agregata. Za sada su njezine mogućnosti ipak ograničene, jer se ne može upotrebiti u kotlovnicama s izuzetno visokim parametrima pare Nisu isključena daljnja poboljšanja, od kojih zavisi proširenje njihovog radnog područja, tim više, što se na tom radu stalno angažira sve veći broj proizvađača pumpi i turbina.

Naslov autora: Ing. Mihajlo Žrvnar i ing. Zvonko Elčić, Jugoturbina, Karlovac

O APROKSIMACIJI DNEVNE KRIVULJE TRAJANJA OPTEREĆENJA

Božo Udovičić, Zagreb

Uspoređene su metode aproksimacije dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću Rossanderove krivulje i metoda aproksimac je pomoću triju pravaca. Usporedba je izvršena na dijagramima od 21. XII 1960. za Zapadnu Njemačku, Francusku, Italiju, Jugoslaviju, Austriju i Švicarsku. Metoda aproksimacije pomoću triju pravaca pokazala se boljom od Rossanderove krivulje u svim slučajevima, osim u slučaju Švicarske. Autor je dao i kriterij za područje primjene obiju metoda. Prikazana je originalna metoda koja služi za praktični rad na energetskim bilanciranjima.

DK 621.3.016.3

UVOD

Za razmatranje prilika u elektroenergetskom sistemu od veoma velike važnosti je poznavanje dijagrama opterećenja dotičnog sistema, jer su u tom dijagramu sadržane sve karakteristične veličine koje se mogu vrlo lako odrediti. Karakteristične veličine sistema jesu: faktor opterećenja, faktor varijacije, trajanje velikih i malih opterećenja, ukupna, konstantna i varijabilna energija, te maksimalna, minimalna, konstantna i varijabilna snaga.

Pri određivanju navedenih karakterističnih veličina često se ne služimo dijagramom opterećenja, jer se on ne da lako aproksimirati niti matematski izraziti, pa se za određivanje karakterističnih veličina često upotrebljava krivulja trajanja opterećenja, koja se može lako aproksimirati bilo krivuljama bilo pravcima, a oni se dosta lako mogu matematski izraziti.

Dnevni dijagram opterećenja i dnevna krivulja trajanja opterećenja

Dnevni dijagram opterećenja nastaje crtajući opterećenja kronološki, koja se javljaju tokom dana u elektroenergetskom sistemu.

Na dijagramu opterećenja (sl. 1) razlikujemo dva karakteristična opterećenja i to maksimalno i minimalno. Navedena opterećenja javljaju se u pojedinim elektroenergetskim sistemima u različito doba dana, što ovisi o strukturi potražnje električne energije, o rasporedu rada, o godišnjem doba itd.

Površina dnevnog dijagrama opterećenja predstavlja potrošenu električnu energiju u dotičnom danu. Odredi li se potrošnja električne energije pomoću površine dnevnog dijagrama opterećenja, ili na bilo koji drugi način, te poznavajući maksimalno opterećenje koje se je pojavilo promatranog dana, lako se može

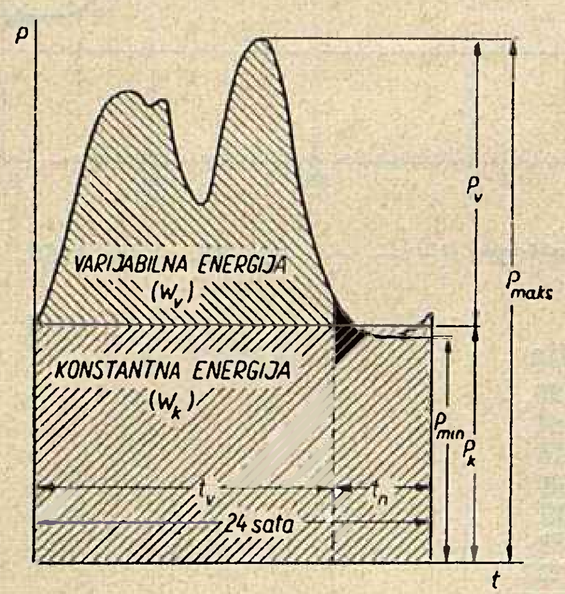
odrediti faktor opterećenja m dotičnog sistema, koji je definiran izrazom

$$m = \frac{W}{24\,P_{max}} = \frac{\bar{P}}{P_{max}}$$

gdje je

W — ostvarena potrošnja električne energije
P_{max} — ostvareno maksimalno opterećenje
$\bar{P}$ — prosječno dnevno opterećenje.

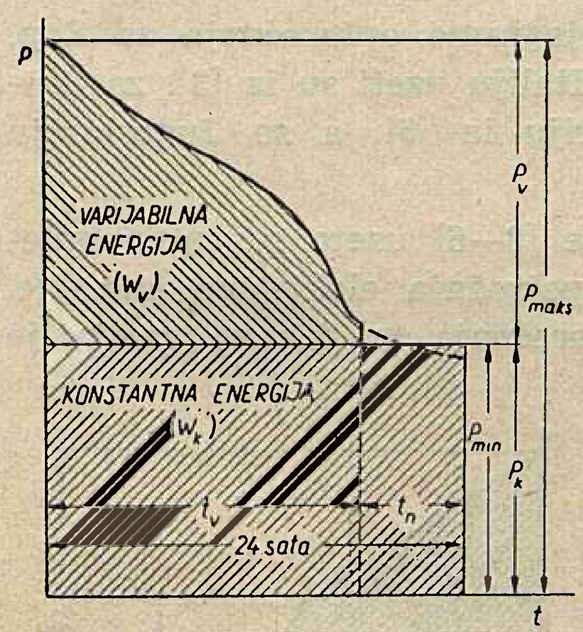
Poznavajući maksimalno i minimalno opterećenje koje se javilo u toku dana lako se može odrediti faktor varijacije m_0 koji je definiran kao odnos između minimalnog i maksimalnog opterećenja



Sl. 1. Dnevni dijagram opterećenja

$$m_0 = \frac{P_{min}}{P_{max}}$$

Da bi se mogla iz dnevnog dijagrama opterećenja dobiti čim veća korist, to jest da bi se iz njega odredilo čim više podataka potrebnih za promatranje prilika u elektroenergetskom sistemu, treba dnevni dijagram opterećenja (sl. 1) podijeliti tako, da se može odrediti trajanje velikih i malih opterećenja, te potrošnja (potrebe) varijabilne i konstantne energije i snage.



Sl. 2. Dnevna krivulja trajanja opterećenja

Obično se dnevni dijagram opterećenja dijeli na dva vremenska perioda (sl. 1) i to period velikih opterećenja i period malih opterećenja. Period velikih opterećenja uzima se takav da se poklapa s trajanjem potreba varijabilne energije t_v [1]. Vrlo je teško točno odrediti koliko je dugo trajanje velikih opterećenja odnosno potreba varijabilne energije, a time i vrijeme trajanja malih opterećenja.

Obično se uzima da je trajanje varijabilnog opterećenja 16—18 sati, a često i više.

Na osnovu dnevnih dijagrama za karakterističnu srijedu (prva srijeda poslije petnaestog u mjesecu) za sve mjesece u 1960. promatranih šest evropskih zemalja (Zapadne Njemačke, Francuske, Italije, Jugoslavije, Austrije i Švicarske), može se zaključiti [2], da je trajanje varijabilnog opterećenja znatno duže i da se kreće od 20—24 sata. Za Zapadnu Njemačku, Francusku, Italiju i Jugoslaviju trajanje varijabilnog opterećenja je oko 20 sati, dok je za Austriju oko 22 sata, a za Švicarsku 23—24 sata.

Može se pretpostaviti (bez veće greške) da je u periodu malih opterećenja, opterećenje približno konstantno, te ga možemo odrediti iz izraza

$$P_n = \frac{W_n}{t_n} = P_k$$

gdje je

W_n — količina energije potrebna u periodu malih opterećenja
t_n — trajanje malih opterećenja.

Na ovaj način određeno je »konstantno opterećenje« ($P_k = P_n$), koje omogućuje podjelu dijagrama opterećenja na konstantni i varijabilni dio [1].

Podjelom dnevnog dijagrama opterećenja na konstantni i varijabilni dio, te određenim konstantnim opterećenjem lako se može odrediti konstantna i varijabilna energija, te varijabilna snaga Konstantnu energiju predstavlja konstantna snaga kroz 24 sata

$$W_k = 24\ P_k.$$

Potrebna varijabilna energija jednaka je razlici ukupne i konstantne energije

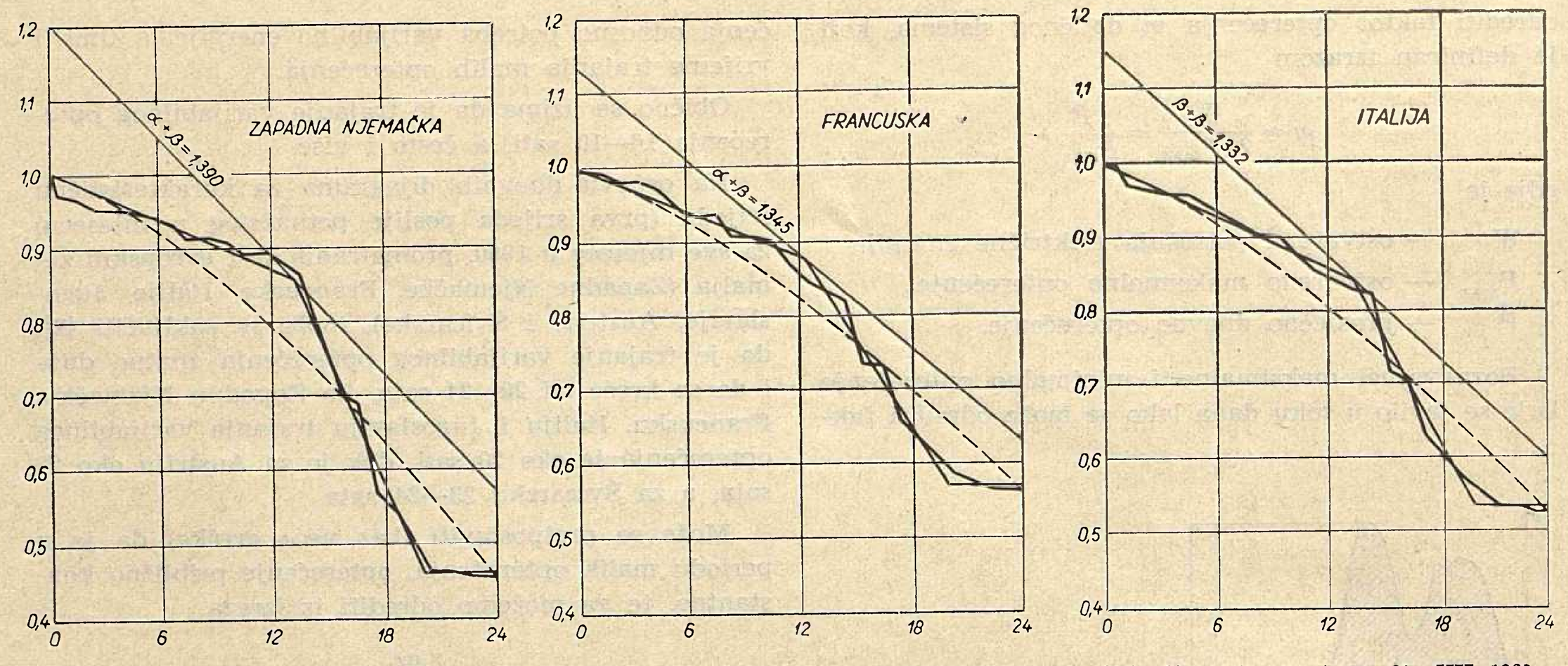
$$W_v = W - W_k$$

dok je potrebna varijabilna snaga

$$P_v = P_{max} - P_k.$$

Nedostatak dnevnog dijagrama opterećenja je u tome što se on ne da lako aproksimirati niti matematski izraziti, te se vrlo često umjesto dnevnim dijagramom opterećenja radi s dnevnom krivuljom trajanja opterećenja (sl. 2), koja se dobije tako, da se opterećenja, koja su se pojavila tokom dana, poredaju po veličini.

Kod zamjenjivanja dnevnog dijagrama opterećenja dnevnom krivuljom trajanja, površina ispod krivulje trajanja mora biti jednaka površini dijagrama opterećenja. Nedostatak krivulje trajanja opterećenja je u tome, da se ne zna kada se javlja maksimalno i minimalno opterećenje, što nije uvijek važno za promatranje prilika u elektroenergetskom sistemu. Za promatranje prilika u sistemu važno je poznavati maksimalno opterećenje, a ono je sadržano u krivulji trajanja opterećenja. Prednost krivulje trajanja pred dijagramom opterećenja je u tome, što se ona može matematski izraziti, tj. može se aproksimirati krivuljama ili pravcima.



Sl. 3—5. Aproksimacija krivulje trajanja trima pravcima (——) i Rossanderovom krivuljom (– – –) za 21. XII 1960, $t_v = 20$

	Zap. Njemačka	Francuska	Italija
Ukupna energija	298,60	243,28	150,20
Konstantna energija	177,60	171,12	101,04
Varijabilna energija	121,00	72,16	49,16
Maksimalna snaga	16,10	12,50	7,90
Konstantna snaga	7,40	7,13	4,21
Varijabilna snaga	8,70	5,37	3,69
$\alpha + \beta$	1,390	1,345	1,332
m	0,772	0,810	0,793
m_0	0,454	0,564	0,519
μ	$1-0{,}546\ (t/24)^{1{,}395}$	$1-0{,}436\ (t/24)^{1{,}295}$	$1-0{,}481\ (t/24)^{1{,}324}$

Aproksimacija dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću Rossanderove krivulje

Ako se dnevna krivulja trajanja opterećenja aproksimira bilo pravcima bilo krivuljama, ona mora biti takova, da se ne promijene iznosi varijabilne energije W_v, varijabilne snage P_v kao ni trajanje perioda potrebe varijabilne energije. Do sada je poznato preko dvadeset načina aproksimacije dnevne krivulje opterećenja počevši od jednog pravca, preko više pravaca pa sve do raznih krivulja.

Kod nas je najpoznatija i najčešće upotrebljavana aproksimacija dnevne krivulje trajanja pomoću Rossanderove krivulje, čija jednadžba glasi

$$\mu = \frac{P}{P_{max}} = 1 - (1 - m_0)\,\tau^{\lambda} \qquad (1)$$

gdje su

P = opterećenje u promatranom momentu
m_0 = faktor varijacije
τ = t/T
t = vrijeme u promatranom momentu
T = 24 sata za dnevnu krivulju trajanja
λ = $(m - m_0)\ /\ (1 - m)$
m = faktor opterećenja

Jednadžbu (1) možemo dakle pisati u obliku

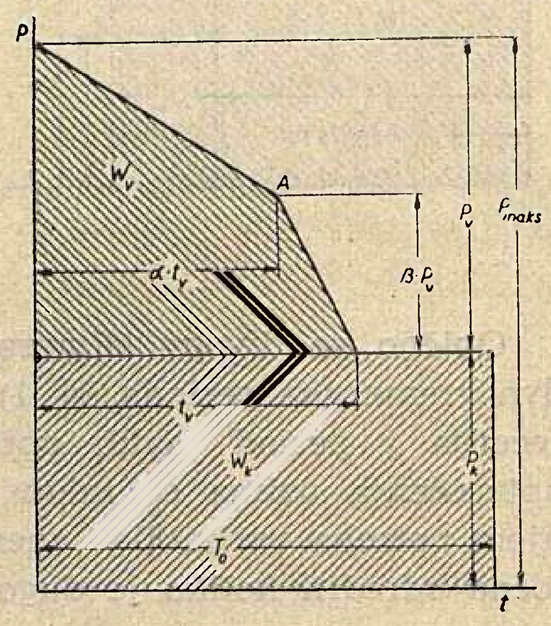
$$P = P_{max}\left[1 - (1 - m_0)\,(t/24)^{\frac{m - m_0}{1 - m}}\right] \qquad (2)$$

Na osnovu provedenih analiza u [2] može se zaključiti, da je aproksimacija pomoću Rossanderove krivulje dosta dobra za dnevnu krivulju trajanja u onim sistemima u kojima su mali faktori opterećenja, gdje su veći faktori varijacije, a time i eksponent λ manji. Da bi se ovo pokazalo, aproksimirana je dnevna krivulja trajanja pomoću Rossanderove krivulje za navedene evropske zemlje (Zapadnu Njemačku, Francusku, Italiju, Austriju i Švicarsku) i prikazana na slikama 3—8.

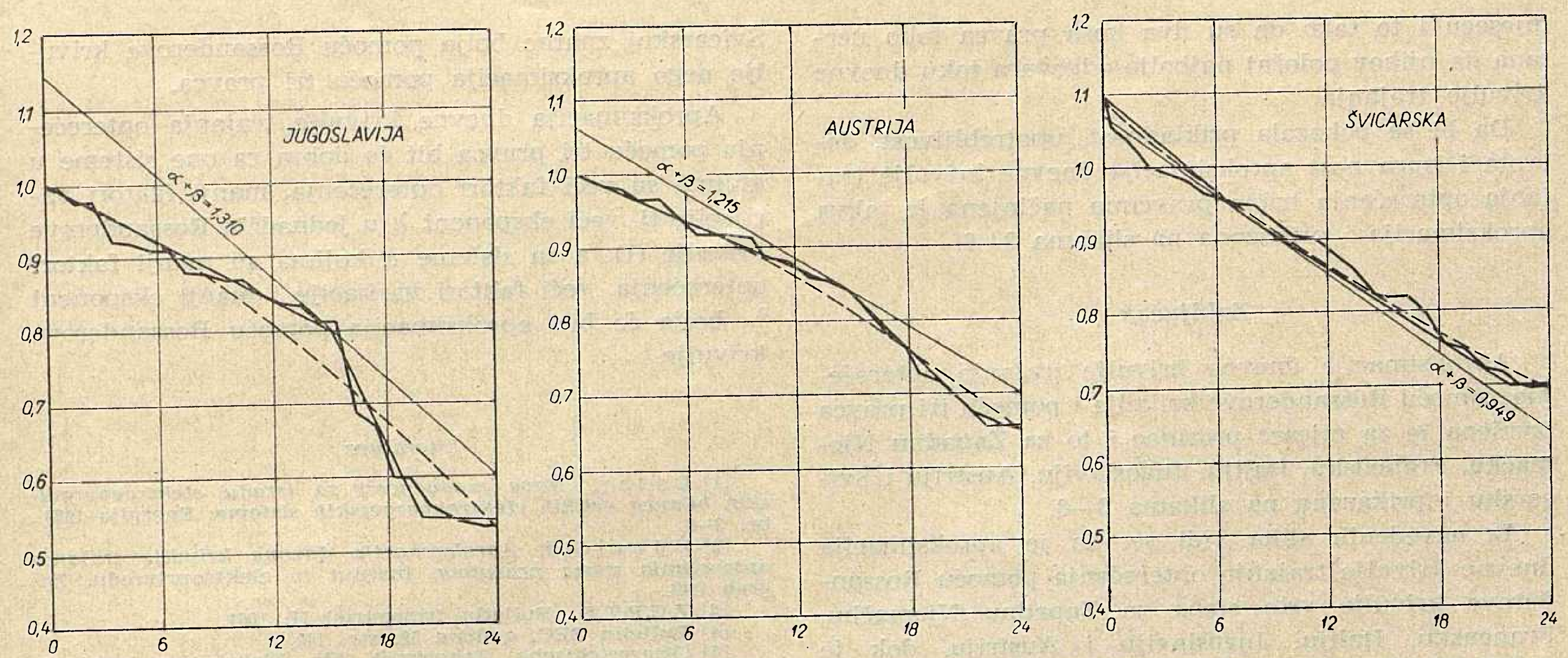
Dnevne krivulje trajanja opterećenja za sve promatrane zemlje napravljene su na osnovu ostvarenih opterećenja u 1960. Da bi se dobilo isto mjerilo, krivulje trajanja rađene su s relativnim vrijednostima srednjih satnih opterećenja [2].

Podaci za dnevne dijagrame opterećenja za Zap. Njemačku, Francusku i Italiju uzeti su iz [3], za Švicarsku iz [4], za Austriju iz [5], a za Jugoslaviju iz [6].

Iz navedene literature [3—6] uzeta su satna opterećenja, izračunana je potrošnja električne energije, određeni su faktori opterećenja m, faktori varijacije



Sl. 9. Aproksimacija dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću tri pravca



Sl. 6—8. Aproksimacija krivulje trajanja trima pravcima (———) i Rossanderovom krivuljom (– – –) za 21. XII 1960, $t_v = 20$

	Jugoslavija	Austrija	Švicarska
Ukupna energija	25,49	34,90	57,10
Konstantna energija	17,47	26,88	44,16
Varijabilna energija	8,02	8,02	12,94
Maksimalna snaga	1,340	1,72	3,08
Konstantna snaga	0,728	1,12	1,84
Varijabilna snaga	0,612	0,60	1,24
$\alpha + \beta$	1,310	1,215	0,949
m	0,793	0,845	0,773
m_0	0,530	0,651	0,584
μ	$1-0{,}470\ (t/24)^{1,271}$	$1-0{,}349\ (t/24)^{1,252}$	$1-0{,}416\ (t/24)^{1,833}$

m_0 i sve ostale veličine potrebne za aproksimaciju dnevne krivulje trajanja pomoću Rossanderove krivulje.

Aproksimacija dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću tri pravca

Podjela dijagrama opterećenja na konstantni i varijabilni dio, navedena u prvom poglavlju članka, omogućuje aproksimaciju dnevne krivulje trajanja pomoću tri pravca.

Za ovu aproksimaciju treba poznavati varijabilnu energiju W_v, konstantnu energiju W_k, varijabilnu P_v i konstantnu P_k snagu, te trajanje varijabilnog opterećenja t_v (sl. 9).

Odabiranjem trajanja varijabilnog opterećenja t_v, te određivanjem konstantne snage P_k, definiran je položaj horizontalnog pravca na sl. 9 kao i njegova dužina, te po jedna tačka koso položenih pravaca ($P = P_k$ i $t = t_v$, i $p = P_{max}$ i $t = 0$). Da bi se izvršila aproksimacija sa tri pravca, treba poznavati koordinate tačke A, a te su određene veličinama α i β. Položaj tačke A može se odrediti iz uvjeta, da površina omeđena koso položenim pravcima i produženim horizontalnim pravcem bude jednaka varijabilnoj energiji; dakle mora biti zadovoljena jednadžba

$$W_v = \frac{\alpha(1-\beta)P_v \cdot t_v}{2} + \frac{(1+\alpha)\beta \cdot P_v \cdot t_v}{2} \qquad (2)$$

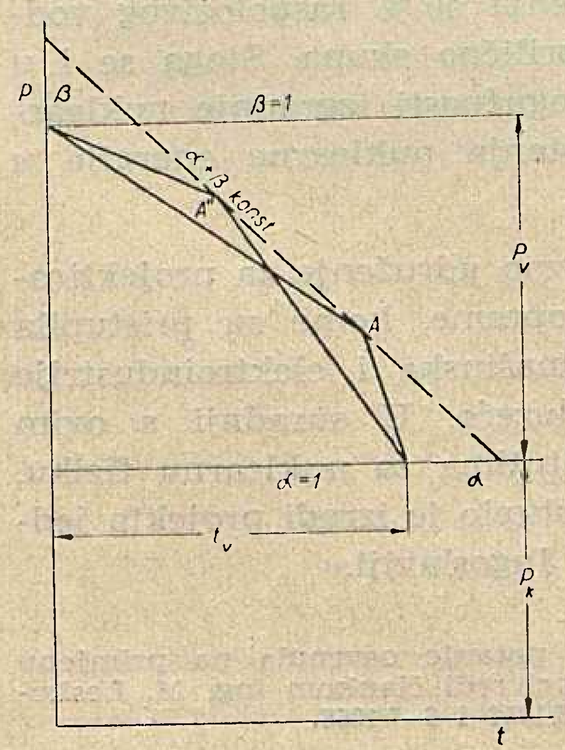
Iz jednadžbe (2) lako se dođe do izraza

$$\alpha + \beta = \frac{2\,W_v}{P_v \cdot t_v} \qquad (3)$$

Jednadžba (3) predstavlja jednadžbu pravca u koordinatnom sistemu (α, β) s ishodištem u tački $t = 0$, $P = P_k$, i kojemu je jedinica za α jednaka t_v, a jedinica za β jednaka P_v (sl. 10). Svi pravci imaju isti tangens kuta s osi apscisa ($\mathrm{tg}\,\alpha = -1$), pa su svi pravci prema jednadžbi (3) međusobno paralelni. Tačke sjecišta dvaju koso položenih pravaca leže na pravcu $\alpha + \beta$ = konst.

Da bi se ucrtala dva kosa pravca, pošto je ucrtan pravac $\alpha + \beta$ = konst., treba poznavati jednu od dviju navedenih veličina α ili β.

U pojedinim elektroenergetskim sistemima trebalo bi napraviti niz aproksimacija dnevnih krivulja trajanja za pojedine mjesece i za svaki mjesec odrediti konstante α i β ili samo jednu od njih. U [2] za svaki promatrani elektroenergetski sistem vršena je po jedna aproksimacija dnevne krivulje trajanja u svakom



Sl. 10. Koordinatni sistem (α, β) i pravac $\alpha + \beta$ = konst.

mjesecu i to tako da su dva kosa pravca tako ucrtana da njihov položaj najbolje odgovara toku dnevne krivulje trajanja.

Da bi se pokazala prikladnost, upotrebljivost, dobrota i ispravnost aproksimacije dnevne krivulje trajanja opterećenja trima pravcima načinjena je takva aproksimacija i prikazana na slikama 3—8.

Zaključak

Aproksimacija dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću Rossanderove krivulje i pomoću tri pravca izvršena je za mjesec prosinac i to za Zapadnu Njemačku, Francusku, Italiju, Jugoslaviju, Austriju i Švicarsku i prikazana na slikama 3—8.

Iz navedenih slika vidi se, da je aproksimacija dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću Rossanderove krivulje vrlo slaba za Zapadnu Njemačku, Francusku, Italiju, Jugoslaviju i Austriju, dok je aproksimacija dnevne krivulje trajanja pomoću tri pravca vrlo dobra za spomenute zemlje. Isto tako vidi se, da je aproksimacija dnevnih krivulja trajanja u Švicarskoj znatno bolja pomoću Rossanderove krivulje nego aproksimacija pomoću tri pravca.

Aproksimacija dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću tri pravca bit će dobra za one sisteme u kojima su veći faktori opterećenja, manji faktori varijacije tj. veći eksponent λ u jednadžbi Rossanderove krivulje (1), a za sisteme u kojima su manji faktori opterećenja, veći faktori varijacije i manji eksponent λ, bolja će biti aproksimacija pomoću Rossanderove krivulje.

Literatura

[1] Požar, *Nove mogućnosti za izradu elektroenergetskih bilanca velikih elektroenergetskih sistema*, Energija 1959., br. 3—4.

[2] Udovičić, *Aproksimacija dnevne krivulje trajanja opterećenja trima pravcima*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1961.

[3] Z.C.P.T.E., Bulletin trimestriel II, 1961.

[4] Bulletin SEC, godište 52, str. 140.

[5] Österreichische Zeitschrift für Elekrizitätswirtschaft, godište 14, str. 98.

[6] Elektropriveda, godište XIV, str. 99.

Naslov pisca: Ing. Božo Udovičić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

NUKLEARNA ENERGIJA I NJEZINA PRIMJENA

Mihajlo Nenadović, Zagreb

Donesen je kratak uvod o atomskoj energiji, fizika atomskih reaktora, tipovi reaktora, zaštita od zračenja i sigurnost u pogonu. Govori se o iskorištenju goriva sada i u budućnosti, o zalihama fisibilnih materijala, o ulozi nuklearnih elektrana u budućnosti i njihovu značenju za elektroprivredu. Detaljnije se prikazuje nuklearna elektrana Calder Hall, engleski plan izgradnje elektrana, putevi do sniženja proizvodne cijene kWh iz nuklearnih elektrana i daje očekivani efekt. Na koncu i nekoliko riječi o projektu naše prve nuklearne elektrane.*

DK 621.039

Uvod

Velike industrijske zemlje, koje su prve počele istraživanjem nuklearne energije za vojne svrhe (Sjedinjene Države, Sovjetski Savez, Engleska i Francuska) došle su u razvoju tehnike i ekonomike do tačke gdje je bilo racionalno započeti primjenom te energije u mirnodopske svrhe.

I one zemlje koje danas raspolažu dovoljnim rezervama tradicionalnog goriva, moraju se ipak pozabaviti nuklearnom energijom kako bi mogle nastaviti svoj razvoj onda, kad zalihe energije ugljena i vode ponestanu.

Naša je zemlja u sretnom položaju, jer raspolaže dovoljnim količinama klasičnog goriva za decenije unaprijed Međutim, i kod nas su već, nedugo nakon oslobođenja, pokrenuta naučna istraživanja na tom polju, koja su olakšana širokom internacionalnom suradnjom. Sada se prelazi na praktičnu primjenu nuklearne energije, koja je i kod nas postala aktuelnom. Razumljivo, uvođenje ovakove nove, kompleksne tehnike, zahtijeva dugotrajne pripreme, naročito što se tiče izobrazbe kadrova i prilagođavanja industrije novim materijalnim i novim tehnološkim postupcima.

Citiram riječi Miloša Damjanića, direktora ZEPH: »Danas u svijetu izgrađene atomske centrale relativno su skupe: oko 80 % skuplje po kilovatsatu od klasičnih termoelektrana. Međutim, poboljšanjem tipova reaktora i sistema građenja, može se očekivati da će se razlika u cijeni smanjiti. U nedalekoj budućnosti električna energija iz nuklearnih elektrana bit će i jeftinija, tim prije što je daljnja eksploatacija klasičnih energetskih izvora sve teža, pa prema tome skuplja.

Vodni potencijal za hidroelektrane u našoj zemlji kreće se oko 60 milijardi kilovatsati moguće porizvodnje, od čega smo iskoristili samo oko 12 %. Međutim, naše termoelektrane dosta su skromne, a izgradnja hidrocentrala, kod korištenja 50 % raspoloživog vodnog potencijala, bit će prilično skupa. Stoga se i u našoj zemlji istražuju mogućnosti izgradnje nuklearnih elektrana radi korištenja nuklearne energije u mirnodopske svrhe.

Već je osnovano poslovno udruženje za projektiranje i izradu nuklearne opreme, kome su pristupila naša najveća poduzeća mašinske i elektroindustrije kao i projektantsko poduzeće. U suradnji s ovim udruženjem i našim institutima za nuklearnu fiziku, Elektroprojekt-Zagreb pristupio je izradi projekta jedne nuklearne elektrane u Jugoslaviji.«

---

* »Energija« se prvi put potanje osvrnula na primjenu nuklearne energije u elektroprivredi člankom ing. M. Leskovara objavljenom u broju 4—5/1956 i 6—7/1956.

Osnovna primjena nuklearne energije

Najznačajnija upotreba nuklearne energije je proizvodnja korisne energije za pogon.

Energetski reaktor treba da proizvodi što više energije; kao snažan izvor energije može da služi za pogon nuklearnih elektrana i za pogon brodova.

Postoje mnogobrojni sistemi pomoću kojih se toplina, nastala cijepanjem urana u reaktoru, pretvara u električnu ili u mehaničku energiju Općenito, svi sistemi počivaju na principu, da kroz jezgru reaktora cirkulira sredstvo za hlađenje, koje odvodi iz reaktora energiju što se u njemu proizvodi. Zagrijani plinovi ili tekućine ulaze u izmjenjivač topline, gdje proizvode paru, koja služi za pogon turbine. Ovaj postupak zahtijeva da jezgra reaktora bude zatvorena u tlačnu posudu.

Nuklearna elektrana razlikuje se od termoelektrane samo u načinu proizvodnje topline. Može se postaviti ova analogija: gorivo je uran, kisik su neutroni, a umjesto sagorijevanja odvija se lančana reakcija.

Uređaj, koji osigurava kontrolu lančane reakcije kod cijepanja atomskih jezgri, zove se reaktor. Prvi reaktor stavio je u pogon Enrico Fermi, 2. decembra 1942. u Chicagu. Taj događaj možemo označiti kao početak atomskog doba.

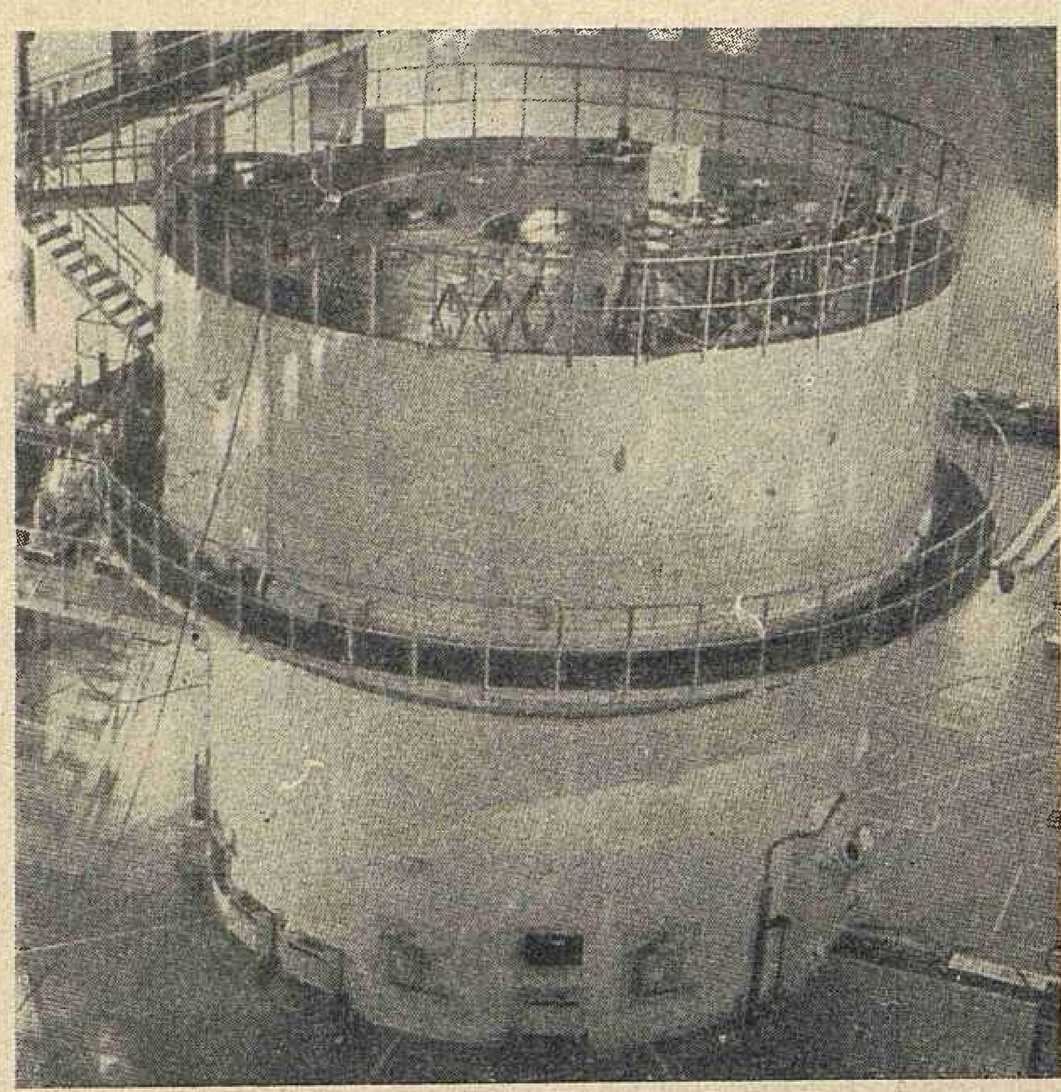
Prema energiji neutrona dijelimo reaktore na brze reaktore, koji upotrebljavaju brze neutrone i zato zahtijevaju visoko obogaćeni uran, i na termičke reaktore, koji primjenjuju spore neutrone i mogu raditi sa slabo obogaćenim ili prirodnim uranom. I ovdje neutroni u momentu oslobađanja imaju veliku brzinu, ali se usporavaju unutar reaktora. Ovo usporavanje nastaje uslijed sudara neutrona s lakim atomima tzv. moderatora Kao materijal za moderator služe berilij, grafit, voda (H_2O) i teška voda (D_2O).

Prema rasporedu goriva u moderatoru razlikujemo heterogene reaktore, kod kojih su gorivo i moderator raspoređeni u vidu mreže, te homogene reaktore, gdje je gorivo u moderatoru jednolično raspoređeno.

Kao sredstvo za hlađenje služe plinovi (zrak, CO_2, helij), tekućine (H_2O, D_2O ili organske tvari) i tekući metali (Na,K). Izborom goriva, moderatora, sredstva za hlađenje, rasporedom jezgre i izvedbom elemenata goriva, dobivamo mnogobrojne moguće tipove reaktora, od kojih je 7—8 tipova dalje razvijeno i građeno.

U reaktoru je prvobitno bio upotrebljen prirodni uran, koji je mješavina izotopa U 238 i U 235. Za cijepanje je pogodan samo U 235. U 238 apsorbira neutrone, potrebne za održavanje lančane reakcije. Da bi se otklonila ova smetnja, upotrebljava se tzv. moderator. Moderator usporava brze neutrone, nastale kod cijepanja jezgre U 235, prije nego što budu uhvaćeni od jezgara U 238, na spore tzv. termičke neutrone, kako bi ostali očuvani za cijepanje daljnih jezgara U 235. Jezgre moderatora treba da imaju po prilici istu masu kao i neutroni.

Pored toga, U 235 se daleko lakše pobuđuje na cijepanje sporim negoli brzim neutronima. Na taj način uspijeva, da se i s prirodnim uranom održava lančana reakcija.



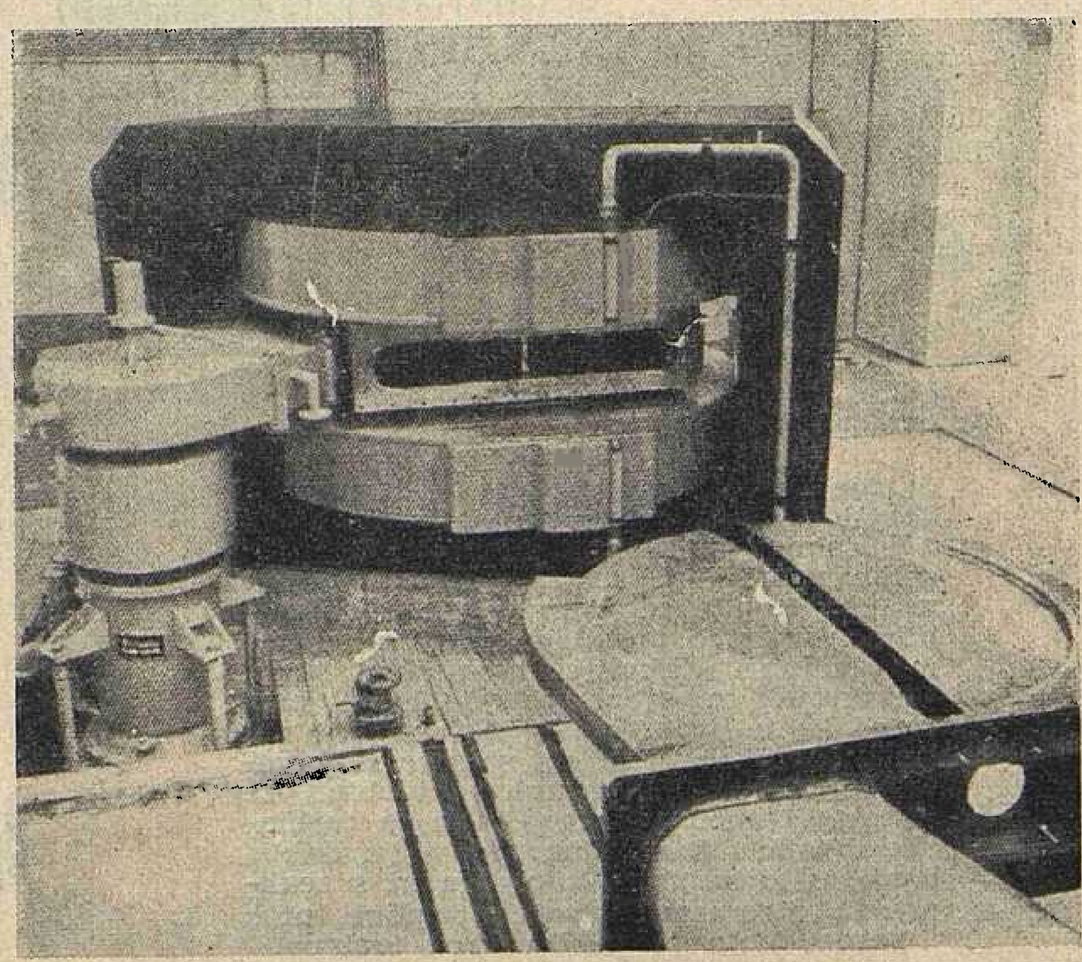
Sl. 1. Reaktor 6,5 do 10 MW Instituta »Boris Kirdrič« u Vinči

U novijim reaktorima upotrebljava se kao gorivo obogaćeni uran, kod kojega je sadržaj izotopa U 235 povećan na račun U 238. Također se mogu upotrijebiti umjetni fisibilni materijali, kao plutonij (Pu 239) i uran (U 233).

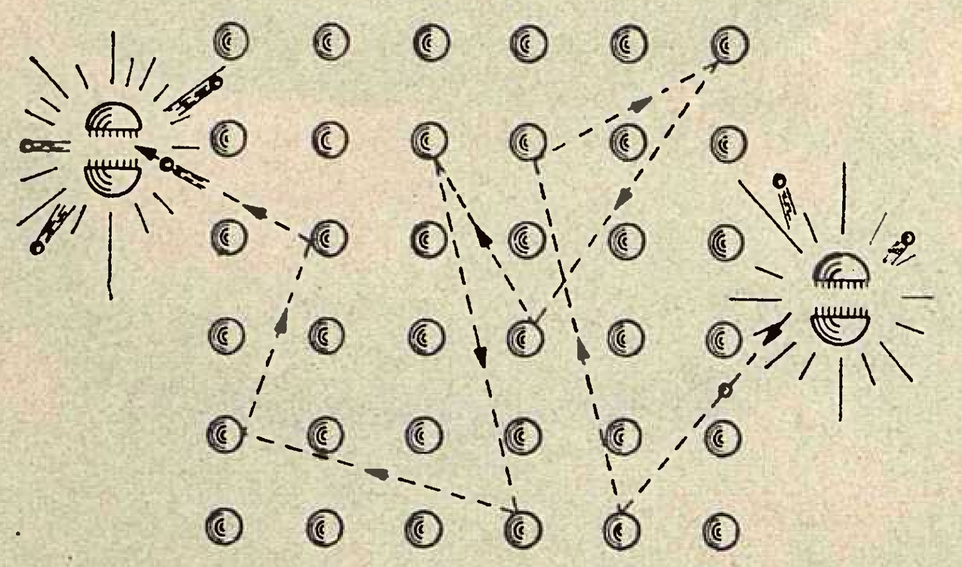
Da bi se spriječio gubitak neutrona iz reaktora, upotrebljava se tzv. reflektor oko jezgre reaktora. Reflektor je od istog materijala kao moderator. U jezgri reaktora mora postojati određena minimalna količina urana, tzv. kritična masa da bi se uspostavila lančana reakcija.

Za regulaciju lančane reakcije služe tzv. kontrolni štapovi od bora ili kadmija, koji jako apsorbiraju neutrone. Uvlačenjem i izvlačenjem štapova za regulaciju, pojačava se ili smanjuje tok neutrona. Kad se

Sl. 2. Ciklotron 16 MeV Instituta »Ruđer Bošković« u Zagrebu



štapovi potpuno uvuku u jezgru reaktora, prestaje lančana reeakcija i rad reaktora je obustavljen. U slučaju opasnosti, ovo se zbiva automatski.



Sl. 3. Usporavanje brzih neutrona na spore, tzv. termičke neutrone, u moderatoru

Energija, dobivena cijepanjem jezgri urana, pretvara se u toplinsku energiju. Kod cijepanja urana produkti cijepanja, kao i neutroni, izbacuju se velikom brzinom. Pri tome se sudaraju sa susjednim atomima i prenose, zbog sudara, jedan dio svoje energije na njih. Na taj se način reaktor zagrijava. Za odvođenje topline iz reaktora upotrebljavaju se plinovi (zrak, ugljični dioksid, helij), tekućine (voda, teška voda, organske tvari) ili tekući metali (natrij, kalij).

Sredstvo za hlađenje cirkulira kroz zatvoreni sustav: reaktor—spojni vodovi—izmjenjivač topline, tzv. primarni krug. U sekundarnom krugu, u izmjenjivaču topline proizvodi se para, koja služi za pogon parne turbine. Može se eliminirati izmjenjivač topline, i raditi s jednim krugom. U tom slučaju para iz reaktora vodi se direktno u parnu turbinu, odnosno zagrijani plin u plinsku turbinu.

S obzirom na primjenu razlikujemo dvije glavne grupe reaktora: eksperimentalne i energetske reaktore. Posljednji mogu služiti za proizvodnju električne energije ili za pogon vozila, npr. brodova.

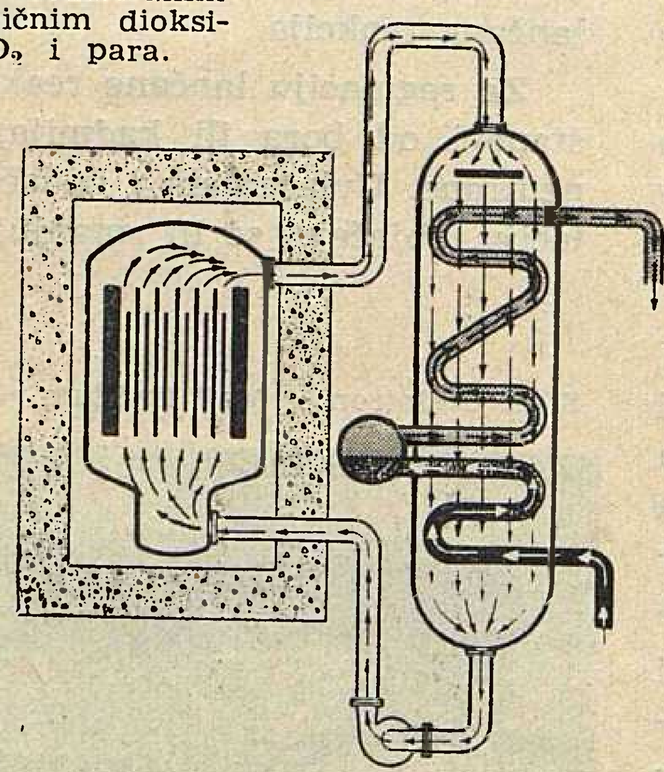
Pored toga postoje produkcioni reaktori koji služe za proizvodnju umjetnog fisibilnog materijala, nadalje reaktori za više svrha, koji proizvode i Pu 239 i električnu energiju. Kod energetskih reaktora razlikujemo termičke i brze reaktore U posljednje ubraja se oplodni reaktor, tzv. brider, (breeder) koji upotrebljava čisti U 235, te uran ili torij kao oplodni materijal, pa više proizvodi umjetnog fisibilnog materijala Pu 239 ili U 233 nego što troši U 235.

Tipovi reaktora

Kombinacijama sastavnih dijelova reaktora, naime raznih goriva, moderatora, sredstava za hlađenje, drukčijim rasporedom reaktorske jezgre i izvedbama elemenata goriva, dobivaju se različiti tipovi reaktora. Vremenom se razvilo oko 20 tipova reaktora. Reaktori se danas grade uglavnom po 7—8 od tih tipova. To su:

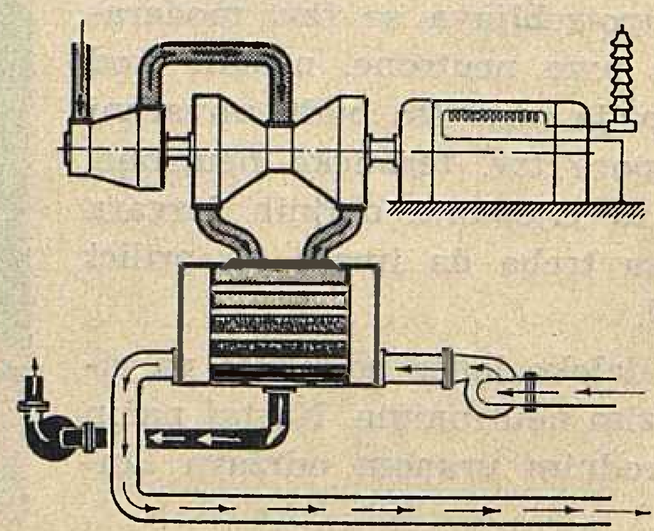
1. Plinom hlađeni, grafitom moderirani reaktor (Calder Hall) i napredni tipovi reaktora na istom

Sl. 4. Shema nuklearne elektrane s reaktorom na prirodni uran, moderiranim grafitom i hlađenjem ugljičnim dioksidom, s dva kruga: CO_2 i para.



Reaktor se sastoji od mase grafita, reaktorske jezgre, zatvorene u zavareni cilindar od čelika koji je okružen debelim zaštitnim zidovima od betona. Ova jezgra ima brojne vertikalne kanale, u koje su umetnute šipke od urana. Svaka šipka ima svoj zatvoreni metalni ovoj. Reaktor postaje kritičnim i nuklearno cijepanje se razvija kada se nakupi izvjestan broj šipki od urana. Grafit usporava brzinu neutrona oslobođenih reakcijom cijepanja. Time se povećava proporcija srazova koji izazivaju nova cijepanja. S druge strane, taj proces fisije kontrolira se i održava na određenom nivou intenzivnosti upuštanjem šipaka, od materijala koji jako apsorbira neutrone, u grafitnu masu jezgre i izvlačenjem tih šipaka iz nje. Upuštanjem u jezgru svih tih kontrolnih štapova obustavlja se proces cijepanja. Nuklearni reaktor oslobađa energiju nuklearnih sila u obliku topline, koja se odvodi do izmjenjivača putem cirkulacije ugljičnog dioksida. Ovaj plin zagrijava u izmjenjivaču zatvoreni sistem cijevi s vodom, koja se pretvara u paru prolazeći kroz te cijevi.

U izmjenjivaču proizvedena vodena para dovodi se do turboagregata smještenog u posebnoj zgradi. Para ulazi u kondenzator pošto je predala svoju energiju turbini. Kondenzator, smješten ispod turbine, velika je posuda s brojnim cijevima kojima cirkulira rashladna voda. Oplakujući te cijevi para se hladi, pretvara se u vodu, te se tako stvara vakuum. Djelovanjem tog vakuuma ubrzava se cirkulacija pare kroz turbinu, te se na taj nač povećava tlak na turbinske lopatice. Rashladna voda nije, dakle, nigdje u direktnom kontaktu ni s reaktorom, ni s izmjenjivačem topline, ni s parom koja je prošla kroz turbinu.



osnovnom principu (reaktor za visoke temperature i keramički reaktor);

2. Vodom hlađeni i moderirani reaktor na tlačnu vodu (PWR);

3. Vodom hlađeni i moderirani reaktor na ključavu vodu (BWR);

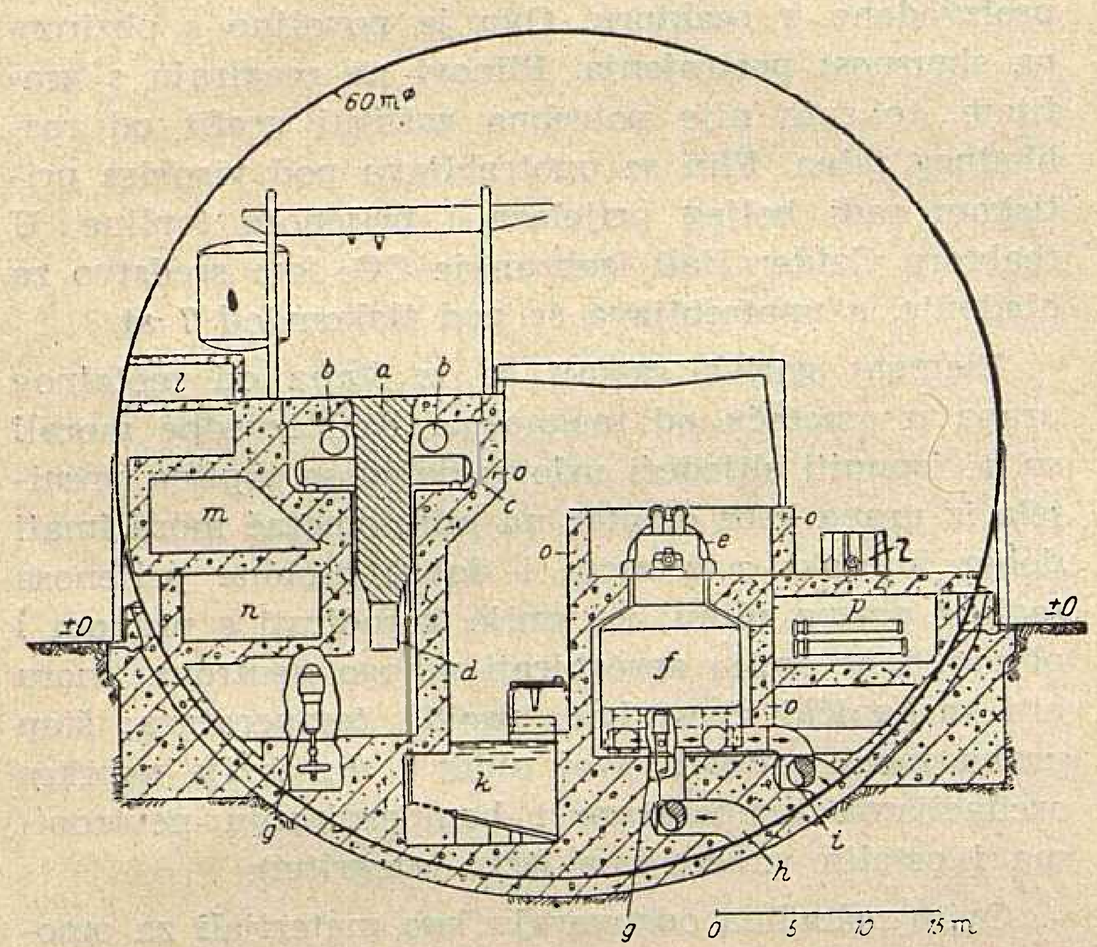
4. Teškom vodom moderirani reaktor;

5. Organski moderirani reaktor (OMR);

6. Tekućim metalom hlađeni reaktor i brzi brider;

7. Homogeni reaktor s gorivom u otopini i reaktor s tekućim metalnim gorivom.

Dok plinom hlađeni i grafitom moderirani reaktor, te teškom vodom moderirani reaktor mogu raditi s prirodnim uranom, vodom hlađeni reaktor mora imati obogaćeni uran. Prvi tip bio je uglavnom razvijen u Engleskoj i Francuskoj, drugi u Kanadi i Švedskoj, a posljednji u USA i SSSR-u. Svaki od



Sl. 5. Presjek kroz nuklearnu elektranu od 190 MW poduzeća Commonwealth Edison Co., Chicago

a reaktor, *b* parni bubnjevi, *c* posuda za sniženje tlaka, *d* pogon kontrolnih štapova, *e* parna turbina, *f* kondenzator, *g* pumpa za kondenzat, *h* dovod rashladne vode, *i* odvod rashladne vode, *k* sabirna posuda za produkte cijepanja, *l* komandni prostor, *m* priredba pojne vode, *n* električni uređaji, *o* omotač biološke zaštite, *p* predgrijač pojne vode, *q* pumpa za cirkulaciju vode.

ovih tipova reaktora ima svoje prednosti i nedostatke. Oni se dalje poboljšavaju i razvijaju, te se danas još ne može reći koji će biti najbolji.

Kod eksperimentalnog reaktora nije važna proizvodnja topline, ona je čak nepoželjna, jer on služi kao jak izvor neutrona u eksperimentalne svrhe.

Energetski reaktori služe uglavnom u atomskim centralama za proizvodnju električne energije. Kao i parni kotlovi, oni treba da proizvedu što više topline, a da bi se toplina mogla bolje iskoristiti, temperatura rashladnog sredstva mora biti što viša. Ipak, obzirom na upotrebljeni materijal za omotač elemenata goriva i na strukturu reaktorske jezgre, ne može se temperatura povećavati neograničeno.

I štapovi se urana kod previsokih teemperatura deformiraju i mijenjaju strukturu. S druge strane ne smiju se za omotače i konstrukciju jezgre upotrebljavati materijali koji apsorbiraju suviše neutrona. Općenito se može reći da se na kvalitet materijala i izradu dijelova reaktora stavljaju najveći i najstroži zahtjevi.

Kao gorivo za energetske reaktore upotrebljava se danas prvenstveno obogaćeni uran. Elementi goriva su iz UO_2 ili UC, (tzv. keramičko gorivo), u omotačima iz cirkaloja ili nekorozivnog (nerđajućeg) čelika. Reaktori s obogaćenim gorivom mogu se lakše graditi i kod njih se postižu više pogonske temperature. Ovakvi reaktori dozvoljavaju veći izbor konstrukcionih materijala i upotrebu konvencionalnih i standardnih dijelova. Zato su uglavnom u prednosti u poredbi s reaktorima na prirodni uran.

Engleska i Francuska koncentrirale su se na jedan tip reaktora, naime na plinom hlađeni i grafitom moderirani reaktor. Ove su zemlje usavršile taj tip reaktora i gradile ga u velikim jedinicama. Sjedinjene Države i Sovjetski Savez postavili su program širokih razmjera, pa grade gotovo sve tipove reaktora, ali u manjim jedinicama, da bi što prije i sa što manje izdataka našli najbolji tip. Može se reći, da su veliki, plinom ili vodom hlađeni reaktori danas toliko razvijeni, da mogu proizvoditi ekonomičnu električnu energiju i konkurirati u nekim područjima klasičnim termoelektranama.

Danas je razvoj ostalih tipova reaktora još u punom toku i s vremenom će se usavršiti samo nekoliko tipova, koji će imati najbolje tehničke i ekonomske uslove. Međutim, jedan jedini najbolji, univerzalni tip reaktora vjerojatno neće nikada postojati, nego će se razni tipovi prilagoditi određenim namjenama.

Zaštita od zračenja i sigurnost u pogonu

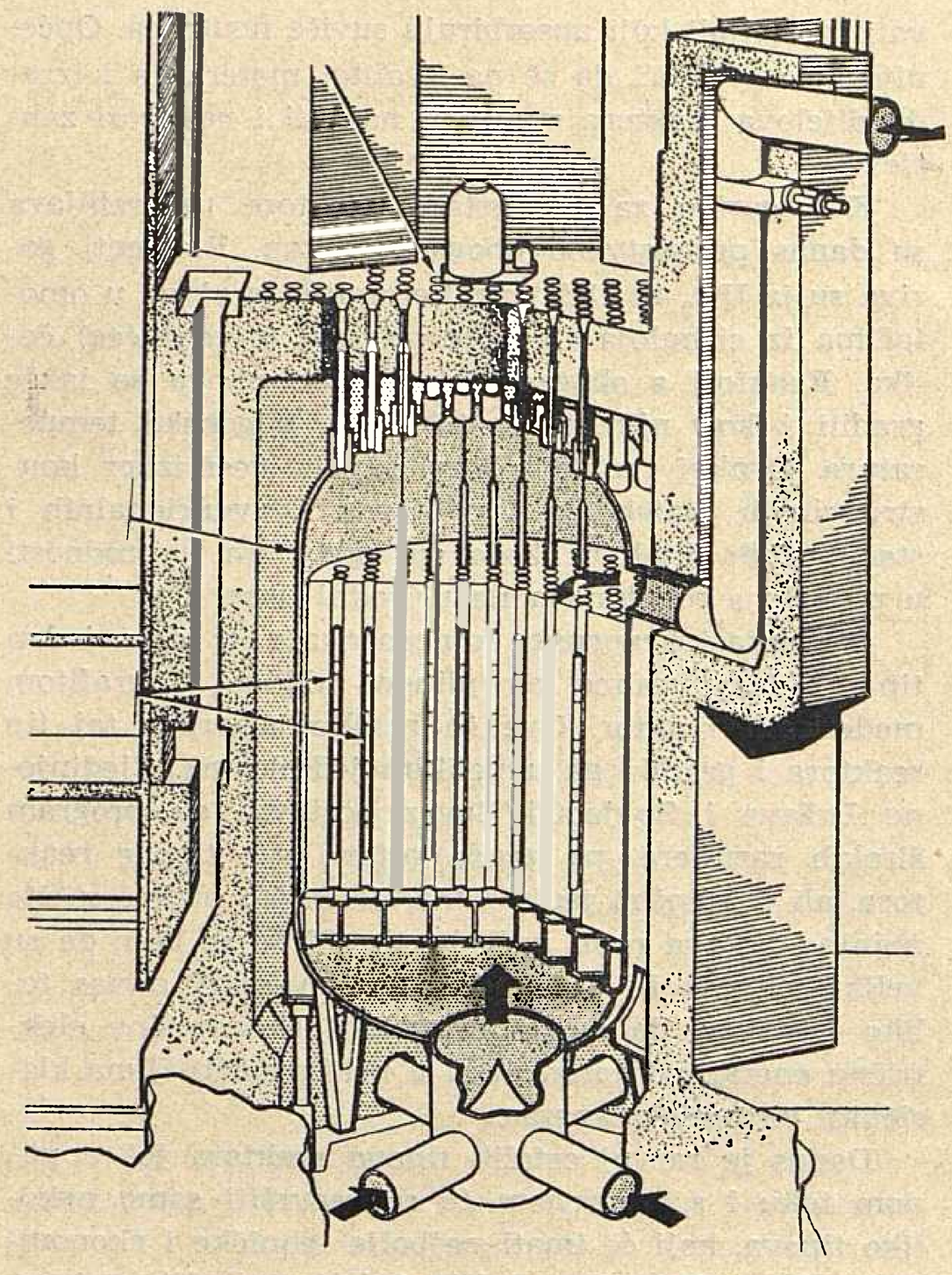
Kao što znamo, cijepanjem urana nastaju radioizotopi, koji zrače beta-zrake i gama-zrake, a uz to izlaze i neutroni kroz površinu reaktora. Zato je potrebno postaviti oko reaktora zaštitu od zračenja, da bi se spriječilo izlaženje tih zračenja u okolinu, te da bi se tako zaštitilo pogonsko i ostalo osoblje.

Kao zaštita od gama-zraka služe gusti materijali, kao barit-beton, (tzv. teški beton), a najbolja zaštita od neutrona je obična voda. Reaktor se, dakle, zatvara u debele zidove, u tzv. biološku zaštitu.

Kod eksperimentalnog reaktora tipa »swimming pool«, elementi goriva vise u dubokom bazenu s vodom. Voda odvodi cijepanjem nastalu toplinu i u isto vrijeme služi kao moderator, reflektor i zaštita od zračenja.

U pogonu se reaktor regulira pomoću kontrolnih štapova. Ako se uslijed greške ili kvara izgubi kontrola nad lančanom reakcijom, pa intenzitet reakcija naglo poraste, nastaje mnogo topline, jezgra reaktora se topi, a može u najgorem slučaju doći i do eksplozije. Ovo je posebno opasno, zato što se u takvom slučaju oslobađa para koja je visoko radioaktivna, jer sadrži produkte cijepanja nastale u jezgri reaktora.

Da okolina u slučaju takove nezgode ne bi bila ugrožena, reaktor se opkoljava nepropusnim čeličnim oklopom koji izdržava eksplozioni tlak. Štetne radioaktivne tvari ostaju na taj način unutar zgrade. Me-



Sl. 6. Tlačna posuda reaktora NE Calder Hall

đutim, takva je nezgoda vrlo malo vjerovatna, jer su predviđene mnogobrojne zaštitne mjere, u prvom redu automatsko iskapčanje reaktora.

Iskorištenje goriva

Mjera za iskorištenje goriva je vijek njegova trajanja u reaktoru ili iz njega dobivena količina energije, tzv. sagorijevanje u MWd/t (tj. u megavat-danima koje je moguće proizvesti po toni goriva) Dok sagorijevanje kod reaktora s prirodnim uranom iznosi oko 3.000 MWd/t, dotle kod reaktora s obogaćenim uranom ono iznosi preko 10.000 MWd/t, a vjeruje se, da će se postići i više. Proces kojim se iz uranove rudače dobiva metalni uran i ovaj prerađuje u obogaćeno nuklearno gorivo, i proces njegovog recikliranja veoma su skupi i komplicirani.

Postoji još jedna mogućnost da se poboljša iskorištenje urana, a to je upotreba brzih reaktora, tj. bridera. Dok se kod termičkog reaktora uran iskorišćuje samo sa oko 1 %, kod brzih reaktora to iskorišćenje iznosit će do 10 %. Upotrebom ciklusa goriva urantorij, računa se, da će se postići sagorijevanje od 70.000 MWd/t.

Nalazišta urana i torija su vrlo raširena. Oprezna procjena pokazuje da rezerve urana i torija, koje se mogu eksploatirati pod ekonomskim uvjetima, sadrže deset puta više korisne energije nego što je ima u nalazištima uglja. To praktički znači, da su izvori nuklearne energije gotovo neiscrpni, i da će nuklearne elektrane u budućnosti moći u širokim razmjerima uspješno zamijeniti elektrane na klasična goriva.

Projekt Calder Hall

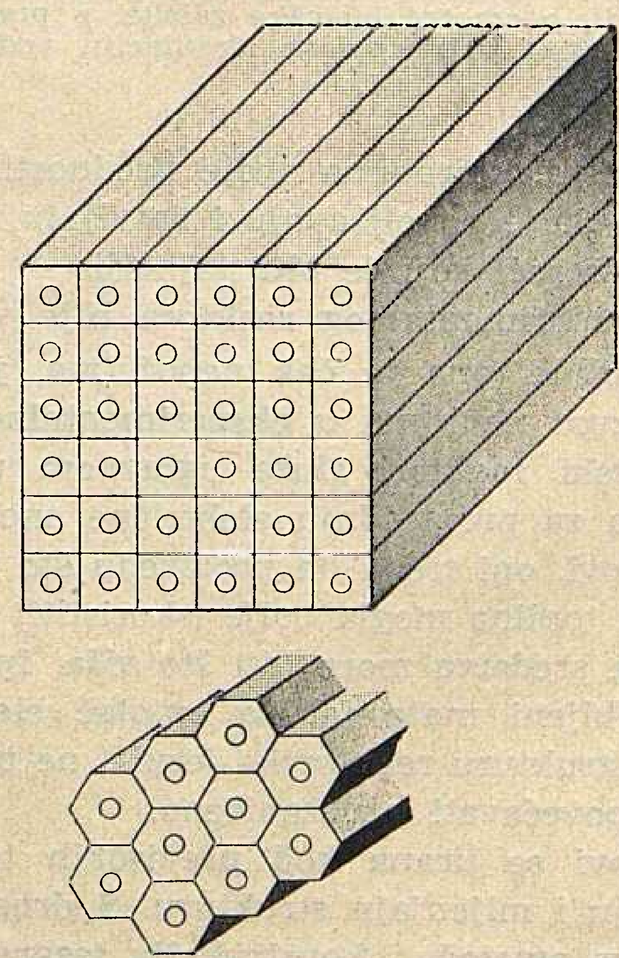
Od ovih tipova za nas je interesantan plinom hlađeni, grafitom moderirani reaktor s prirodnim uranom, te ćemo ga ovdje opširnije opisati. Nazvan je po prvoj velikoj elektrani u Engleskoj »tip Calder Hall«. Osim u Engleskoj, gdje se već izvode u velikim jedinicama, takvi se reaktori grade još u Francuskoj, Italiji i Japanu.

Kako je grafit slabiji moderator, mora se upotrebiti u velikim količinama i zato je reaktor voluminozan. Veličina mu je ovisna o čistoći grafita, koja mora biti naročito visoka. Plinovi apsorbiraju manje neutrona nego tekućine. Gubitak sredstava za hlađenje ne prouzrokuje prema tome znatno povišenje snage proizvođene u reaktoru. Ovo je povoljno s obzirom na sigurnost postrojenja. Plinovi ne reagiraju s grafitom, te zato nije potrebno zaštititi grafit od rashladnog plina. Plin se upotrebljava pod visokim pritiskom radi boljeg prijelaza i prijenosa topline. U reaktoru Calder Hall izabran je CO_2 kao sredstvo za hlađenje, a upotrebljava se pod tlakom od 7 at.

Element goriva sastoji se iz štapa od metalnog urana u omotaču od magnoksa. Kod izvedbe morali su se ispuniti slijedeći uslovi: da bi se toplina prenijela iz urana kroz omotač na plin, omotač mora imati dobar kontakt s uranom i dobre osobine prijenosa topline prema plinu; ne smije korodirati s uranom i plinom i ne smije apsorbirati mnogo neutrona; mora biti mehanički čvrst kod visokih temperatura; štap urana mora zadržati svoj oblik i dimenzije usprkos oscilacijama temperature i bombardiranju neutronima i ostalim zračenjima (tzv. integritet).

Ovim uslovima odgovaraju kao materijali za omotače aluminij, magnezij, berilij i cirkonij. Izabrana je legura magnezij-berilij (magnoks).

Sl. 7. Heterogeni reaktori — mreža goriva i moderatora, s kvadratičnim i šesterokutnim ćelijama



Nominalna snaga reaktora ovisi o količini topline, koja se može dobiti iz urana u redovitom pogonu. Kod plinom hlađenih reaktora ona je mala po jedinici volumena. Određena je stupnjem djelovanja kojim se toplina s površine elemenata goriva prenosi na plin. Ovaj se stupanj djelovanja može poboljšati povećanjem brzine cirkulacije plina u kanalima za hlađenje, ali je onda potrebna veća snaga za pumpanje, ili pak, povećanjem površine omotača pomoću rebara, ali je onda apsorpcija neutrona veća.

Nakon izbora moderatora, sredstva za hlađenje i elemenata goriva, izvršen je proračun fizikalnih i termodinamičkih parametara reaktora i izmjenjivača topline. Nakon toga pristupilo se i konstruktivnom rješenju, da bi se utvrdila optimalna izvedba postrojenja. Izabrana je cilindrična grafitna jezgra s vertikalnim položajem u tlačnoj posudi, s vertikalnim kanalima za gorivo u jezgri.

Plin ulazi u tlačnu posudu pri njenom dnu i struji prema gore kroz kanale, a izlazi na glavi, vodi se u četiri izmjenjivača topline smještena pored reaktora. Tamo struji prema dolje i pumpa se natrag u tlačnu posudu pomoću duvaljke, koja održava forsiranu cirkulaciju rashladnog plina.

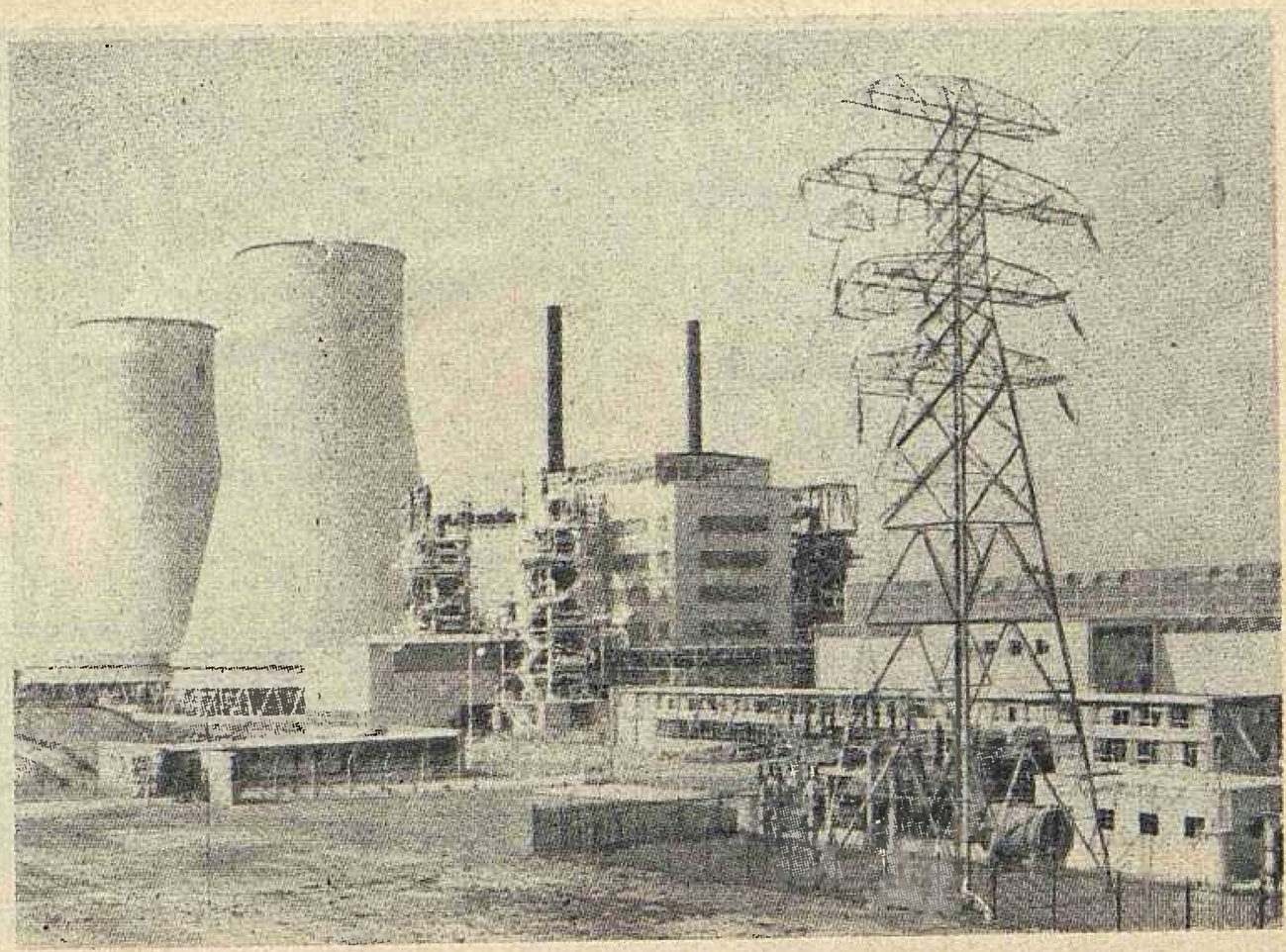
Izmjenjivač topline sastoji se iz tri sekcije: zagrijača pojne vode, tzv. ekonomajzera, u kome se voda zagrijava, isparivača u kome se voda dovodi do ključanja i pregrijača u kome se para pregrijava. Izmjenjivač topline izveden je tako, da izmjenjuje najveću količinu topline u području najvećih temperatura. Međutim, što je viša temperatura plina, to je potrebna veća snaga pumpanja. Kao rješenje nađen je kružni tok s dvostrukim pritiskom. To, nadalje, omogućuje jednostavniju kontrolu reaktora.

Gradnja elektrane Calder Hall

Nakon dovršenja idejnog projekta Calder Hall pristupilo se studiranju mogućnosti izvođenja i, zatim, gradnji postrojenja. Gradnja je počela 1953., a završena je u roku od 3 i pol godine. Zbog voluminoznosti i težine dijelova, velikih fundamenata i betonskih konstrukcija, gradnja ovakove nuklearne elektrane mnogo više liči na gradnju hidroelektrane, nego na gradnju termoelektrane.

Reaktor s biološkom zaštitom teži 22.000 t, a sam fundament 10.000 t. Biološka zaštita je 26,4 m visoka i 30,8 m široka (pravilan osmerokut). Odstupanje od vertikale iznosi najviše 0,6 cm.

Tlačna posuda morala se zbog svoje veličine zavariti na samom gradilištu, pa je radi toga maksimalna debljina čelika bila ograničena na 5 cm. Za montiranje tlačne posude služila je 27 m visoka dizalica nosivosti 100 t. Najkompliciraniji dio za montažu bio je pokrov tlačne posude, koji se mora tačno podudarati s cijevima za punjenje, s kanalima u grafitnoj jezgri i s otvorima u betonskom krovu.



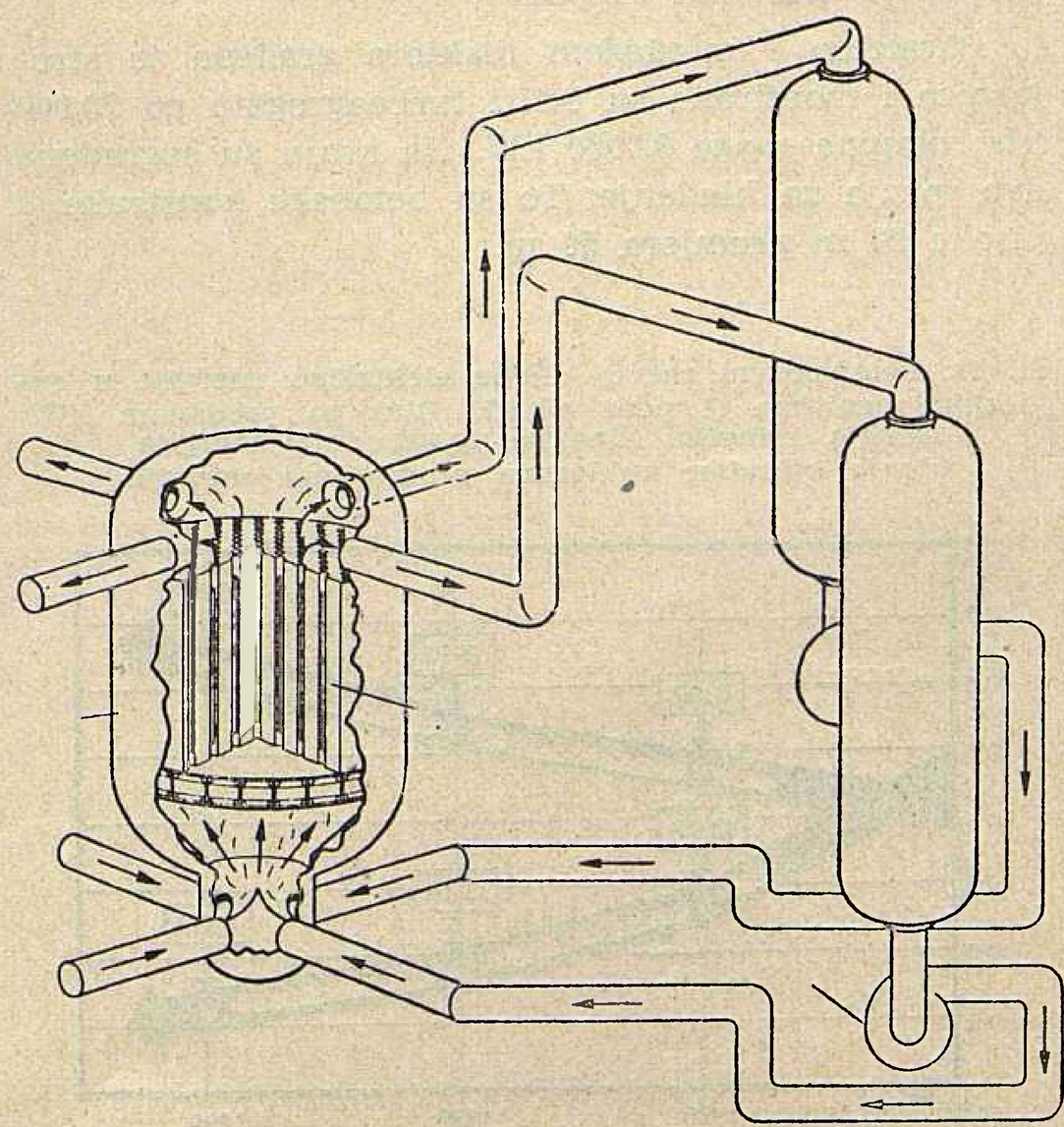
Sl. 8. Nuklearna elektrana Calder Hall

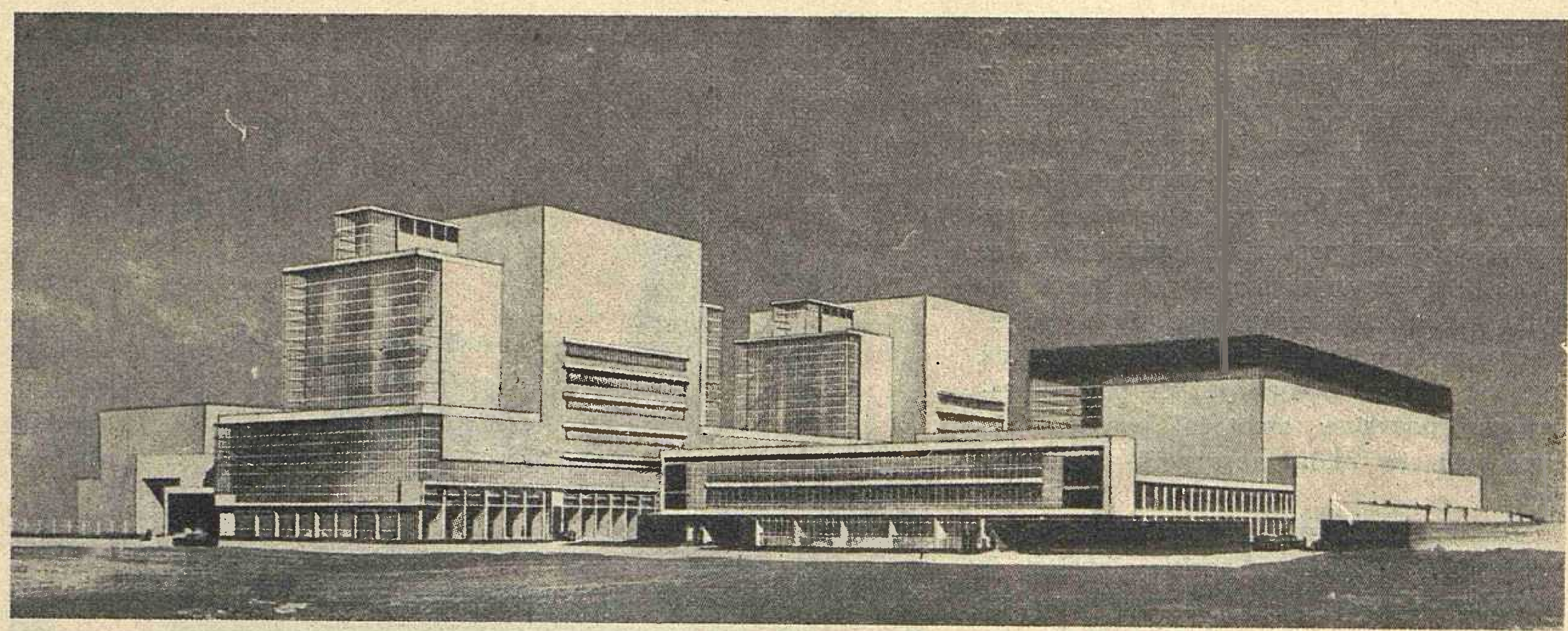
Radovi zavarivanja morali su biti izvedeni veoma precizno. Nutarnje naprezanje koje ostane nakon zavarivanja, moralo se odstraniti grijanjem čelika na visoke temperature. Nakon toga vršena su ispitivanja na pritisak pomoću zraka.

Krov biološkog štita, debljine 20 cm, teži nekoliko stotina tona i mora biti potpuno ravan na donjoj strani.

Nakon dovršenja tlačne posude slijedilo je postavljanje grafitne jezgre reaktora Ona počiva na mrežastom nosaču težine oko 1000 t. Visoka je 7,1 m, a ima promjer od 10,5 m. U njoj se nalazi 1700 vertikalnih kanala. Jezgra se slaže iz 58.000 grafitnih blokova koji su vrlo precizno obrađeni s tolerancijom

Sl. 9. NE Calder Hall, shema cirkulacije rashladnog plina





Sl. 10. Nuklearna elektrana Dungeness

od 0,005 cm. Grafitni blokovi montirani su pod naročito strogim uslovima čistoće.

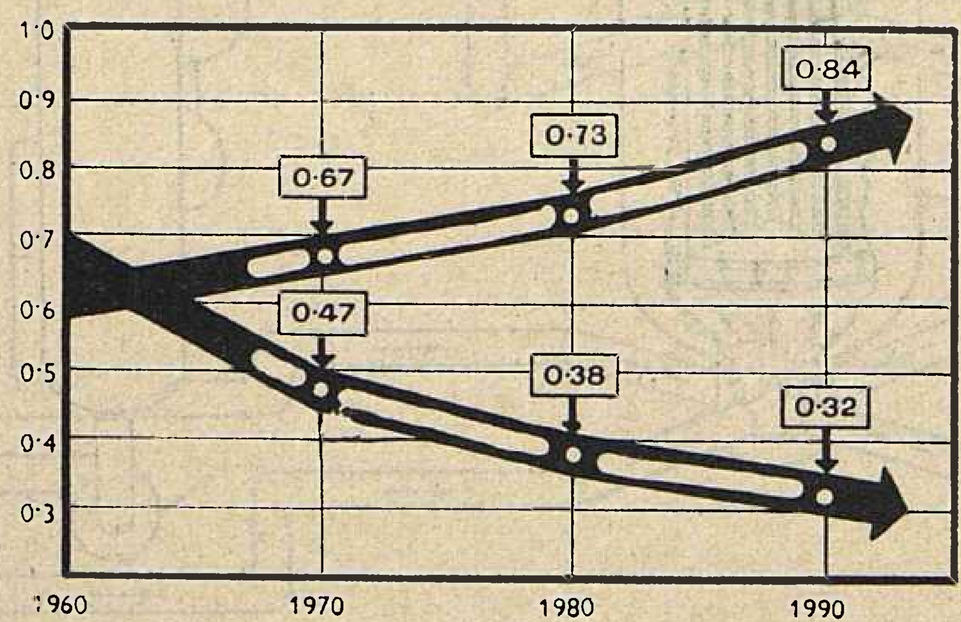
Sada je slijedilo postavljanje strojeva za punjenje i pražnjenje goriva, montaža uređaja za ustanovljavanje defekata elemenata goriva, kontrolnog uređaja i instrumentacije. Napominjemo, da uređaj kojim se kontrolira ispravnost elemenata goriva ima 72 km cijevi od nekorozivnog čelika.

Nadalje su montirani plinski cjevovodi i duvaljke. Broj okretaja duvaljki mora se mijenjati u pogonu na širokom području. Regulacija se vrši pomoću motora na istosmjernu struju u sklopu Ward-Leonard.

Nakon toga postavljena su četiri izmjenjivača topline. To su čelične posude 24 m visoke, težine 200 t. One su transportirane u dijelovima, te su na licu mjesta zavarene i podignute. Zatim su sastavljeni elementi cijevi koji su rebrasti, u vidu električno privarenih igala. Ima 20 km cijevi i 11 milijuna igala. Montaža izmjenjivača topline vršena je također pod naročitim uslovima čistoće.

Paralelno s montažom reaktora građena je strojarnica i montirana su četiri turboagregata po 23.000 kW, ukupne snage 92.000 kW. Na kraju su sagrađena dva tornja za hlađenje. To su betonske konstrukcije visoke 90 m promjera 50 m.

Sl. 11. Perspektivni razvoj cijene električne energije u engleskim penijima (1 peni = 8,75 Din) po predanom kWh
Gornja krivulja: klasična proizvodnja energije,
donja krivulja: nuklearna proizvodnja energije



Nakon izgradnje i montaže slijedilo je ispitivanje reaktora, punjenje jezgre elementima goriva i stavljanje u pogon postrojenja.

Engleski program izgradnje nuklearnih elektrana

Zbog kritičnog snabdijevanja gorivom, deficita ugljena i sve većeg uvoza nafte, postavljen je 1955. u Engleskoj program za nuklearnu energiju, koji predviđa do 1965. instalaciju od 1.500 do 2 000 MWe u nuklearnim elektranama. Godine 1957. povišen je ovaj program na 5.000 do 6.000 MWe, tako da se godišnje gradi jedna nuklearna elektrana.

Godine 1957 počelo se gradnjom elektrana Bradwell i Berkeley od 300 MWe, koje treba da idu u pogon 1961. i nakon toga Hinkley Point od 500 MWe. koja treba da bude završena 1962.

Naručene su i započete još četiri nuklearne elektrane od 500 do 600 MWe, koje se sve osim jedne nalaze na morskoj obali južne Engleske.

Prve nuklearne elektrane imaju visoke kapitalne troškove po kW, u upoređenju s troškovima termoelektrana, ali su troškovi goriva znatno niži. Cilj je da se kapitalni troškovi i troškovi električne energije smanje. Prvo smanjenje kapitalnih troškova uslijedilo je kod prijelaza od Calder Hall-a na komercijalna postrojenja, s povišenjem električne snage na 300 do 500 MWe Ovo je omogućeno nizom tehničkih poboljšanja i napredaka.

Vidjelo se, da se debljina čelika, koji se može zavariti na gradilištu može povećati za 50 %. To znači, da se mogao povećati promjer jezgre reaktora te, prema tome, i količina topline koja se u njoj može proizvesti. Ili, zbog veće debljine tlačne posude, može se povisiti pritisak plina za hlađenje za 50 %, što omogućuje dobivanje veće gustoće topline. I elementi goriva bili su poboljšani promjenom oblika površine, da bi se moglo dobivati više topline i postizavati više temperature.

Još veće poboljšanje omogućeno je povišenjem pogonske temperature elemenata goriva za 100° C, što je zahtijevalo izmjenu materijala omotača od magnoksa na berilij. Na taj način mogla se gustoća topli-

ne, tj. količina topline po jedinici volumena jezgre povećati na dvostruko. U Engleskoj se očekuje da će se specifični kapitalni troškovi nuklearnih elektrana i termoelektrana izjednačiti do 1965. Drugi važan dio troškova električne energije su troškovi goriva. Oni se mogu sniziti povišenjem sagorijevanja — količine topline po jedinici težine goriva. Računa se da će biti postignut faktor povišenja 3, pa štaviše i 5 do 10.

Program gradnje reaktora predviđa tri vrste ciklusa goriva. U prvoj fazi se proizvedeni plutonij kemijski odjeljuje i odlaže Kod ovog stupnja je jedna tona urana ekvivalentna 10.000 t ugljena. U drugoj se fazi proizvedeni plutonij reciklira u reaktoru. Kroz to se potrošnja urana u reaktoru trostruko smanjuje, to znači, da se isto toliko smanjuju i primarni troškovi goriva. Kod ovog je stupnja jedna tona urana ekvivalentna 30.000 t ugljena.

Daljnje sniženje troškova goriva može se postići u trećoj razvojnoj fazi, povišenjem regeneracije goriva u reaktoru, tj. proizvodnjom sekundarnog goriva u brideru (oplodni reaktor). Kod ovog stupnja razvoja jedna tona urana ekvivalentna je 50.000 do 100.000 t ugljena. Probni reaktori ovog tipa sagrađeni su u Engleskoj, SAD i SSSR-u.

Za ilustraciju navest ćemo specifične kapitalne troškove (uključujući inventar goriva) triju nuklearnih elektrana tipa Calder Hall i jedne moderne termoelektrane:

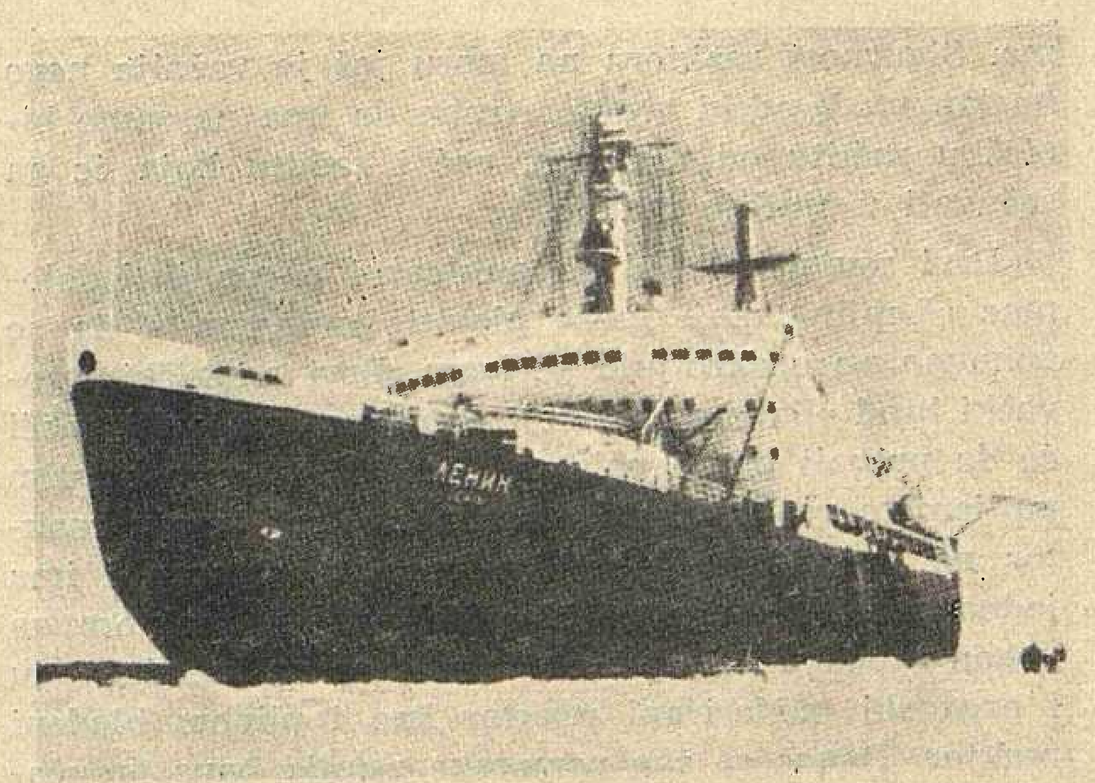
Bradwell i Berkeley 300 MWe	Hinkley Point 500 MWe	Termoelektrana
155 £/kW	135 £/kW	45 £/kW

Ušteda na specifičkim kapitalnim troškovima postignuta povećanjem postrojenja je znatna Iz priloženog dijagrama vidljivo je opadanje proizvodne cijene električne energije engleskih nuklearnih elektrana. Najveća nuklearna elektrana na svijetu bit će Dungeness, od 600 MWe, s troškovima proizvodnje električne energije od 0,5 peni/kWh, dok daljnji razvoj ne dovede do još većih nuklearnih postrojenja.

Daljnje sniženje troškova električne energije treba da bude postignuto u naprednim tipovima reaktora. AGR (Advanced Gas Reactor) je plinom hlađeni i grafitom moderirani reaktor s obogaćenim uranom. On upotrebljava kao element goriva lako obogaćeni UO_2 s motačem od cirkonija ili nekorozivnog čelika i CO_2 kao plin za hlađenje. Izlazna temperatura sredstva za hlađenje treba da bude 575° C. Ovaj reaktor nalazi se u gradnji i treba uskoro ići u pogon.

Najmoderniji tip reaktora je reaktor za visoke temperature, tzv. keramički reaktor. Kod njega su gorivo i moderator homogeno pomiješani, čime je omogućen bolji prijelaz topline s goriva na sredstvo za hlađenje. U tom reaktoru upotrebljava se kao gorivo visoko obogaćeni UO_2 ili UC i helij kao sredstvo za hlađenje. Očekuje se da će se postići izlazna temperatura od 750° C i više. Ovaj tip nalazi se u gradnji u Engleskoj (Dragon), u SAD (HTGR) i u Njemačkoj (BBC-Krupp).

Za razliku od Engleske, koja se koncentrirala na jedan tip reaktora, američki program razvija različite tipove reaktora da bi se pronašao najekonomičniji tip. Američki stručnjaci smatraju, da se o tipovima reaktora može teoretizirati, ali da samo eksperiment može dokazati koliko je vrijedna pojedina teorija.



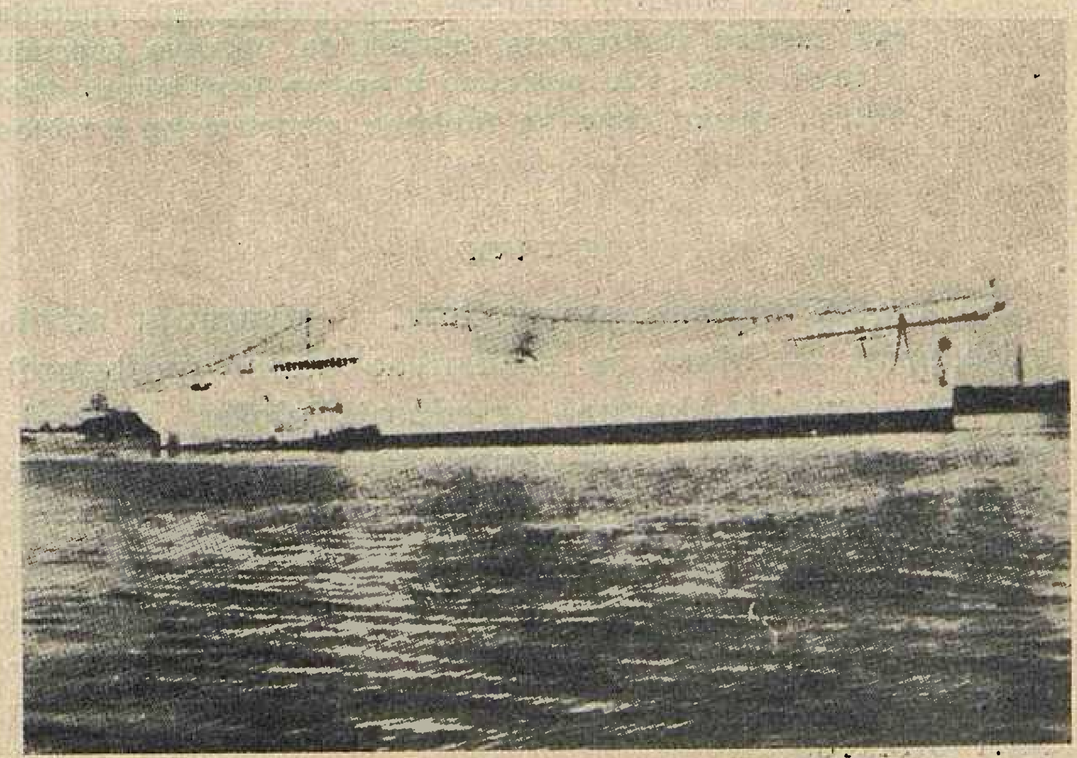
Sl. 12. Ledolomac *Lenjin* na nuklearni pogon (SSSR)

Ruski program, slično američkom, postavljen je također na širokoj osnovi. Rusi su uglavnom razvili vodom hlađeni, grafitom moderirani tip reaktora i gradili ga u većim jedinicama. Pored toga gradili su reaktore skoro svih ostalih tipova.

Brodski reaktori

Daljnja primjena reaktora je pogon brodova. Prvi energetski reaktor za plovne objekte u SAD služio je za pogon podmornice »Nautilus«. To je reaktor na tlačnu vodu. Njegova tehnička dostignuća su uglavnom poznata. Dok kod upotrebe reaktora za ratne brodove troškovi ne igraju ulogu, to su ovi kod trgovačkih brodova od presudnog značaja. Prednost reaktora kod trgovačkih brodova leži u tome, da zbog uštede u prostoru za gorivo brod ima mnogo veći korisni prostor i može prevaliti dulji put bez obnavljanja goriva. Međutim reaktor se ne može bez daljnjega ugraditi u brod i treba prethodno još riješiti neke tehničke probleme koje postavljaju ljuljanje i potresi trupa broda. Osim toga brodom se mora manevrirati, pa osobine reaktora moraju odgovarati ovim uslovi-

Sl. 13. Trgovački brod *Savannah* na nuklearni pogon (SAD)



ma. Sigurnost reaktora na moru još je važnija nego na kopnu. Brodski reaktor treba da ima ne samo biološku zaštitu od zračenja, već i zaštitu koja će ga sačuvati u slučaju sudara.

Prvi sovjetski brod na nuklearni pogon je ledolomac »Lenjin«, koji može ploviti godinama a da se ponovno ne opskrbljuje gorivom. Prvi američki trgovački brod »Savannah«, koji će uskoro zaploviti, moći će da prevali preko pola milijuna kilometara s istim punjenjem reaktora. Oba broda upotrebljavaju reaktor na tlačnu vodu, koji je naročito siguran i ima jednostavnu regulaciju. Kao daljnji tip reaktora za pogon brodova dolazi u obzir reaktor na kipuću vodu i organski moderirani reaktor kao i plinom hlađeni reaktor. Danas se sve pomorske zemlje bave proučavanjem primjene nuklearne energije za propulziju brodova.

Daljnja mogućnost upotrebe reaktora je pogon aviona. Kod aviona su tehnički problemi još teži nego kod podmornica, a isto tako i problemi sigurnosti. U Americi se ispituje plinom hlađeni reaktor za visoke temperature, koji služi za pogon plinske turbine.

Izgledi u Jugoslaviji

Kako je Jugoslavija bogata fosilnim gorivom i vodnim snagama, možemo sačekati razvoj tipova reaktora u drugim zemljama, koji je još u punom toku. Prvi važan korak za uvođenje iskorišćavanja nuklearne energije kod nas je izbor između prirodnog i obogaćenog urana. Drugi korak je izbor tipa reaktora. Od raznih tipova reaktora dolazi u obzir samo plinom ili vodom hlađeni reaktor. Kao što je poznato, projektiranje i gradnja jednog eksperimentalnog postrojenja ušlo je kod nas u stadij ostvarenja.

Značajna je izjava druga Rankovića, predsjednika SKNE, prilikom Internacionalne konferencije za nuklearnu elektroniku u Beogradu, u kojoj se, među ostalim, kaže: »Naša zemlja pridaje veliki značaj razvoju nuklearnih nauka, jer novi izvori energije mogu biti važan faktor ubrzanog razvoja privrede i poboljšanja životnog standarda. Projekt naše prve nuklearne elektrane predstavlja uvod u korištenje nuklearne energije u privredi, koja u svom izvanrednom dinamičkom kretanju zahtijeva primjenu najnovijih dostignuća nauke i tehnike«.

Kod nas postoje tri instituta za nuklearnu fiziku: »Boris Kidrič« u Vinči kod Beograda, »Ruđer Bošković« u Zagrebu i »Jožef Stefan« u Ljubljani. U saradnji s tim institutima, nekoliko projektantskih poduzeća u našoj zemlji počelo je s pripremama za izradu projekata nuklearnih elektrana. Novim petogodišnjim planom predviđa se gradnja energetskog reaktora za prvo eksperimentalno postrojenje ove vrsti u Jugoslaviji.

Mi se zalažemo za razvoj na polju iskorišćavanja nuklearne energije u uvjerenju, da će ovaj novi bogati izvor energije služiti za povišenje životnog standarda u miroljubivom svijetu.

Naslov pisca: Ing. Mihajlo Nenadović, savjetnik »Elektroprojekta«, Zagreb, Proleterskih brigada 37

OPĆI POJMOVI O AMORTIZACIJI

Referat za III savjetovanje ekonomista elektroprivrede Jugoslavije

Ljiljana Wipplinger, Zagreb

Ovaj referat je sastavljen kao uvod razmatranju pitanja *Amortizacije u uvjetima privrednog rasta u elektroprivredi,* u cilju davanja potrebnog pregleda teoretskih osnova amortizacije sredstava rada, njezinih funkcija, metoda izračunavanja i realnosti.
Privredni rast elektroprivrede povlači za sobom dinamiku strukture njezinog bruto-produkta, a s tim u vezi, rast njezinih fiksnih fondova potencira razliku između sredstava potrebnih za reprodukciju kapaciteta i reprodukciju vrijednosti tih fondova. Studija ove teme polazi s pretpostavke linearne metode otpisivanja fiksnih fondova, koja je propisana u našem privrednom sistemu. Na toj pretpostavci izvedene veličine i rezultati, ne bi međutim bili jednaki onim veličinama i rezultatima koji bi se dobili, kad bi se primijenila koja druga savremenija metoda otpisivanja, npr. metoda degresivne amortizacije, koja uvažava otpis za ekonomsku zastaru postrojenja, budući da ubrzava reprodukciju vrijednosti.
U tu je svrhu bilo potrebno u općem teoretskom dijelu razmatranja pitanja amortizacije, koji ovaj članak tretira, opisati osnovne funkcije amortizacije i metode otpisivanja, koje poznaje ekonomska teorija i praksa.

DK 657.372.3 : 621.31

1. UVOD

U analizi procesa proizvodnje — stvaranju novih vrijednosti — Marx je razlikovao stalni (postojani) kapital, kao dio kapital-vrijednosti uložen u sredstva za proizvodnju, od promjenljivog kapitala, kao dijela kapital-vrijednosti uloženog u radnu snagu, dok je u analizi obrta podijelio kapital-vrijednosti na stalni (fiksni) i opticajni dio kapitala. Razlika među njima nije u načinu učestvovanja u stvaranju nove vrijednosti, već u načinu prenošenja njihove vrijednosti na novi proizvod.

Elementi stalnog kapitala u procesu proizvodnje prenose dio po dio svoje vrijednosti na novi proizvod, dok elementi opticajnog kapitala prenose cjelokupnu svoju vrijednost u jednom procesu proizvodnje. Stalni kapital ne mijenja u procesu proizvodnje svoj naturalni oblik, ne cirkulira u tom obliku, već cirkulira samo njegova vrijednost dio po dio postepeno, dok opticajni kapital mijenja — transformira i svoj naturalni oblik prelazeći u novu upotrebnu vrijednost i prenoseći cjelokupnu svoju vrijednost na novi proizvod. Proizvod se u prometu pretvara iz robe u novac,

pa se samim tim pretvara u novac i onaj dio kapitala, koji cirkulira s njim.

Kako se proces proizvodnje neprekidno obnavlja, to se stalno obnavlja onaj dio vrijednosti stalnog kapitala, koji više nije fiksiran u njegovom materijalnom obliku, već je preobražen u novac. Ovo se vrši stalno, dok cjelokupna vrijednost stalnoga kapitala nije pretvorena u novac, ali se njegovo ponovno pretvaranje u prvobitni upotrebni oblik vrši tek poslije isteka novčanog rezervnog fonda.

U procesu reprodukcije neprestano se vrši metamorfoza iz robnog u novčani oblik, kako opticajnog dijela, tako i dijelova stalnog kapitala, a putem realizacije robe mora se nadoknaditi i jedna i druga vrijednost, da bi se osigurala jednostavna reprodukcija.

U stalni kapital Marx ubraja vrijednost sredstava za rad, dok u opticajni kapital ubraja osim vrijednosti predmeta rada i promjenljivi kapital (kapital-vrijednosti uložen u radnu snagu).

Umjesto »stalni kapital« upotrebljava se termin osnovna sredstva, a umjesto »opticajni kapital« obrtna sredstva.

S obzirom na veliku ulogu osnovnih sredstava u nacionalnom bogatstvu, pitanje osiguranja jednostavne reprodukcije, a samim tim i amortizacije od velike je važnosti kako za ekonomsku nauku, tako i za ekonomsku politiku svake zemlje. Kod nas, društvena zajednica dajući ova sredstva na upravljanje privrednim organizacijama, čini ih istovremeno odgovornim da održe nivo postojećih kapaciteta.

2. POJAM AMORTIZACIJE

Sama riječ amortizacija označava slabljenje ili gašenje neke vrijednosti. Ona predstavlja potrošnju raznih osnovnih sredstava, koja je prouzrokovana proizvodnjom novih dobara.

S ekonomskog gledišta amortizacija označava proces pretvaranja investicione imovine u obrtnu, jer svakoj proizvodnji novih dobara uvijek prethodi potrošnja već postojećih dobara i sredstava. Ekonomska posljedica tog pretvaranja je, da se i vrijednost osnovnih sredstava postepeno smanjuje. To postepeno smanjivanje vrijednosti osnovnih sredstava ili investicija uslijed upotrebe (deprecijacija investicione imovine) prenosi se na proizvedena dobra. Prema tome, svako proizvedeno dobro, svaka jedinica proizvodnje mora snositi jedan dio vrijednosti dotičnog stroja ili proizvodnog uređaja, jer, kao što vrijednost utrošenog rada i materijala ulazi u vrijednost novog proizvoda, tako isto mora i vrijednost postepenog trošenja osnovnih sredstava (investicija) uslijed proizvodnje ući u vrijednost proizvedene robe.

S r e d s t v a, kojima poduzeće vrši funkciju privređivanja dijele se u dvije temeljne grupe, u obrtna sredstva i osnovna sredstva. Stanovitu određenu funkciju imaju još i sredstva rezervnog fonda i sredstva zajedničke potrošnje.

S t v a r i m a, koje čine osnovna sredstva, smanjuje se vrijednost u toku privrednog procesa kroz izvjesno vremensko razdoblje zbog

1) fizičkog trošenja,
2) ekonomske zastarjelosti,
3) prestanka korišćenja,
4) šteta od elementarnih nepogoda, i
5) utjecaja državnih organa.

Ad 1) Fizičko trošenje osnovnih sredstava može biti funkcionalno i prirodno. Funkcionalno je ono, koje nastaje u procesu rada, a prirodno, koje nastaje uslijed prirodnih procesa, tj. onda kad osnovna sredstva ne rade (npr. trulenje, rđanje itd.)

Ad 2) Ekonomska zastarjelost nastaje uslijed stavljanja u proizvodnju novih, modernijih strojeva i uređaja, te uvođenjem novih boljih metoda rada, ukratko, uslijed razvitka nauke i tehnologije proizvodnje. Do ekonomske zastarjelosti može međutim doći i zbog promjene uslova poslovanja, promjene na tržištu, promjene navika potrošača itd.

Ad 3) Prestanak korišćenja uvjetovan je ograničenošću trajanja proizvodnog procesa.

Ad 4) Smanjenje vrijednosti nastaje na osnovnim sredstvima uslijed šteta prouzrokovanih elementarnim nepogodama, kao požar, lom, potres, poplava i sl.

Ad 5) Utjecaj državnih organa jesu mjere, koje u oblasti korišćenja osnovnih sredstava propisuju državni organi. Npr.: kad inspektorat rada u cilju zaštite rada naređuje stavljanje izvan proizvodnje nekih sredstava rada.

Kao posebna grupa osnovnih sredstava pojavljuju se i ulaganja kod novo osnovanih, odnosno izgrađenih poduzeća, nužna za izgradnju. To su o s n i v a č k a u l a g a n j a i ona ne ulaze u nabavnu cijenu pojedinih stvari, koje čine osnovna sredstva, jer predstavljaju izdatke izvršene u fazi izgradnje (režija poduzeća u izgradnji, studije i istraživanja općeg karaktera, izdaci za izradu generalnog programa i glavnog projekta, izdaci u vezi uzdizanja kadrova do početka rada poduzeća, otkupi, odštete i kamati za investicione kredite obračunati za vrijeme korišćenja kredita do početka otplate zajma). Ovi izdaci predstavljaju aktivu, koja se također smanjuje nakon izvjesnog vremena. Naši propisi određuju, da se osnivačka ulaganja moraju amortizirati najdulje u roku od 10 godina, dok rok unutar ove granice određuje radnički savjet poduzeća.

P r a v i m a (patenti, licencije i druga prava), koja predstavljaju osnovna sredstva smanjuje se vrijednost, jer će nakon izvjesnog vremena ta prava prestati.

N o v č a n i m s r e d s t v i m a osnovnih sredstava ne smanjuje se vrijednost na isti način kao stvarima i pravima, jer ona mogu u toku izvjesnog vremenskog razdoblja uslijed kretanja cijena dobiti ili izgubiti na vrijednosti.

Da li svaki vid smanjenja osnovnih sredstava predstavlja amortizaciju u ekonomskom smislu? Osnovna sredstva podliježu deprecijaciji, tj. obezvrijeđenju, ali svako smanjenje vrijednosti nije amortizacija. Amortizacija osnovnih sredstava je novčani izraz trošenja osnovnih sredstava, tj. ona vrijednost, koja se s osnovnih sredstava prenosi na novi proizvod ili uslugu.

Smanjenje vrijednosti, koje nastaje uslijed utjecaja faktora: fizičko trošenje, ekonomska zastarjelost i prestanak korišćenja, predmet je amortizacije. U našim uvjetima je faktor utjecaja državnih organa također predmet amortizacije. Štete od elementarnih nepogoda na osnovnim sredstvima nisu predmet amortizacije, već se riziko mora osigurati plaćanjem premije osiguranja, a ukoliko za pojedino osnovno sredstvo ne postoji obaveza osiguranja izvrši se otpis.

Privredna organizacija dužna je u vidu amortizacije nadoknaditi vrijednost stvari, koje čine osnovna sredstva utrošena u vršenju privredne djelatnosti (Stav 1, član 69 Zakona o sredstvima privrednih organiza-

cija, Sl. list FNRJ br. 54/1957). Amortizacija treba omogućiti zamjenu, odnosno jednostavnu reprodukciju vrijednosti osnovnih sredstava. Da li će amortizacija doista biti izraz trošenja osnovnih sredstava, tj. da li će ostvarena novčana sredstva amortizacije biti odraz smanjenja vrijednosti osnovnih sredstava u svakom momentu, odnosno, da li se kroz amortizaciju nadoknađuje vrijednost osnovnih sredstava ovisi o pravilnom obračunu i o metodi, koja se primjenjuje za obračun amortizacije.

Iznos godišnje amortizacije ima utjecaj na financijski rezultat poduzeća iako teoretski, amortizacija ne izaziva ni gubitak, ni dobitak. U toku svog radnog vijeka osnovno sredstvo ne može prenijeti na proizvod više nego što ono vrijedi jer ono samo po sebi ne stvara višak vrijednosti. Putem amortizacije trebalo bi nadoknaditi vrijednost utrošenog sredstva, a ako to nije slučaj, tada se prilikom rashodovanja pokaže gubitak. S tog je razloga ekonomski opravdanije amortizirati postrojenja u okviru ekonomskog radnog vijeka.

3. FUNKCIJE AMORTIZACIJE

Ekonomska teorija poznaje više funkcija amortizacije, koje uglavnom možemo svesti na slijedeće:

1) Teorija, prema kojoj je amortizacija postupak za prikupljanje posebnih financijskih sredstava, kojima se nadoknađuje smanjenje vrijednosti osnovnog sredstva. Knjigovodstvenim se otpisima korigira uknjižena vrijednost osnovnog sredstva prema smanjenju vrijednosti na novu korigiranu knjižnu vrijednost. Amortizacijom se pak stvaraju potrebna financijska sredstva, kojima se nadoknađuje vrijednost osnovnog sredstva za visinu izvršenih knjigovodstvenih otpisa.

2) Teorija otplate glavnice uložene u osnovno sredstvo. Po ovoj teoriji amortizacija je postupak, kojim se otplaćuje glavnica uložena u određeno osnovno sredstvo. Postupak treba utvrditi kako, u kojim rokovima i u kojim kvotama treba otplatiti uloženu glavnicu.

3) Teorija prijenosa troškova izgradnje osnovnog sredstva na troškove tekuće proizvodnje. Po ovoj teoriji, izgradnja osnovnog sredstva je trošak izvršen s namjerom, da to sredstvo služi za neki duži rok određenoj svrsi. Nabavom osnovnog sredstva poduzeće ima odjednom neki veći trošak. Budući da su nosioci troškova u poduzeću njegovi konačni proizvodi, trebalo bi, po ovoj teoriji i troškove za stvaranje osnovnih sredstava poduzeća prebaciti na nosioce troškova. Tako će ovi nosioci troškova nositi ne samo troškove proizvodnje, nego i razmjerni dio troškova za nabavu osnovnog sredstva. Na taj se način troškovi izgradnje, odnosno nabave osnovnih sredstava prebacuju u određenom dužem vremenskom razdoblju na nosioce troškova, dakle na troškove tekuće proizvodnje. Prema ovoj teoriji, amortizacija je postupak po kojem se troškovi osnovnih sredstava prebacuju iz forme jednokratnog izdatka u formu tekućih troškova rada poduzeća, ili u formu troškova tekuće proizvodnje.

4. OSNOVICE ZA UTVRĐIVANJE AMORTIZACIJE

Osnovice za utvrđivanje amortizacije (osnovice za otpisivanje) mogu biti vrlo različite, i to:

1) nabavna (fakturna) vrijednost osnovnog sredstva, tj. ona vrijednost po kojoj je osnovno sredstvo kupljeno;
2) današnja nabavna, odnosno reprodukciona vrijednost;
3) prodajna tržišna vrijednost u času procjene;
4) dobitak, koji dotično osnovno sredstvo još može odbaciti, što znači, da osnovno sredstvo vrijedi toliko, koliko može dati dobitka;
5) premija, koju bi zatražilo osiguravajuće poduzeće, kad bi preuzelo financijsko osiguranje protiv istrošenja, i
6) kapitalizacija anuiteta koje odlučimo uplaćivati u banku ili u svoj vlastiti amortizacioni fond.

5. METODE IZRAČUNAVANJA AMORTIZACIJE

Idealna metoda obračuna amortizacije bi morala omogućiti, da knjižna vrijednost postrojenja u svakom času bude jednaka stvarnoj vrijednosti. No stvarna se vrijednost tačno može utvrditi samo u dva vremenska termina: na početku, kad je jednaka nabavnoj vrijednosti, i na kraju trajanja korištenja, kada je jednaka vrijednosti starog materijala, dok međuvrijednosti nisu tačno određene. One se mogu tačno odrediti permanentnim procjenama.

S obzirom na način utvrđivanja amortizacionih iznosa (kvota) i njihovog otpisivanja postoje dvije osnovne metode, i to vremenska i učinska ili funkcionalna metoda, te treća kao njihova kombinacija.

1) Kod *vremenske metode amortizacije* amortizacioni iznosi (kvote) se određuju prema vijeku trajanja osnovnog sredstva. Amortizacija se javlja u svojoj masi kao fiksni trošak poduzeća, koji opterećuje jedinicu proizvoda zavisno od obujma učinka. Što je učinak veći, to je manjim iznosom amortizacije opterećena svaka jedinica proizvoda, i obratno.

2) Kod *učinske (funkcionalne) metode amortizacije* određuju se amortizacioni iznosi (kvote) prema intenzitetu korištenja osnovnih sredstava, te je prema tome upotreba odnosno učinak osnovnog sredstva faktor amortizacije. Po ovoj metodi masa amortizacije raste ili pada u određenom vremenskom periodu s promjenom učinka, pa su troškovi proizvodnje proporcionalni obujmu rada, dok iznos amortizacije po jedinici proizvoda ostaje uvijek isti. Nužno je dakle prethodno utvrditi količinu rada, koju može izvršiti osnovno sredstvo u toku svog fizičkog trajanja, da bi se na osnovu toga i vrijednosti osnovnog sredstva mogao izračunati iznos amortizacije.

3) Postoji još i kombinacija ovih dviju metoda u teoriji po Dimaršeu, koja se naziva *racionalnom amortizacijom*.

Obračun amortizacije odnosno izračunavanja amortizacionih iznosa (kvota), ovisan je i o amortizacionoj stopi, koja može biti fiksna, progresivna i degresivna, te o primjeni te stope na različite osnovice. Promatrano s tog stanovišta postoje slijedeće metode:

1) *Metoda fiksne (čvrste) stope na nabavnu vrijednost* (koja je kod nas propisana) sastoji se u tome, da se procijeni vijek trajanja osnovnog sredstva (grupe sredstava) i prema formuli $\frac{100}{\text{broj godina}} = \%$ utvrdi stopa, koja se primjenjuje na nabavnu (fakturnu) vrijednost. Po ovoj metodi je iznos amortizacije svake godine jednak, pa su obračun i kontrola vrlo jednostavni.

2) *Metoda progresivne stope na nabavnu vrijednost.* Po toj metodi se stopa amortizacije svake godine mijenja. Stopa i godišnji amortizacioni iznos rastu iz godine u godinu. Polazi se od pretpostavke, da se osnovna sredstva prvih godina troše sporije, a kasnije brže. Posljedica ovakvog načina obračunavanja je ta, da je proizvodnja u početku manje terećena troškovima amortizacije. Opravdanje za ovakav postupak je u tome, što poduzeće u početku svog poslovanja ne može postići onu rentabilnost, kao što ju postiže onda, kad se ustali odnosno uhoda proizvodnja.

3) *Metodu degresivne stope na nabavnu vrijednost* karakteriziraju opadajući amortizacioni iznosi. Polazi se sa stanovišta, da se amortizacija mora osigurati što prije, jer novi pronalasci i nova tehnička rješenja mogu izazvati ekonomsku i tehničku zastarjelost. Stopa i godišnji amortizacioni iznos smanjuju se iz godine u godinu.

4) *Metoda fiksne (čvrste) stope na saldo vrijednost.* Kod ove se metode primjenjuje fiksna stopa na saldo vrijednosti osnovnog sredstva, pa je tako godišnji iznos amortizacije svake godine sve manji i manji. Svrha je ove metode, da korigira metodu fiksne stope na nabavnu vrijednost za ostatak vrijednosti u naturalnom obliku.

5) *Metoda degresivne stope na saldo vrijednost.* Prema ovoj metodi primjenjuje se degresivna stopa na saldo vri-

jednost, pa se osnovna sredstva amortiziraju još polaganije nego kod metode s fiksnom stopom na saldo vrijednost.

6) *Metoda anuiteta.* Pod anuitetom razumijevamo otplatne kvote, koje je potrebno uplatiti do potpunog umrtvljenja vrijednosti osnovnog sredstva. Prema tome, glavnicu uloženu u osnovno sredstvo treba otplatiti u određenim, uvijek jednakim otplatnim kvotama, zajedno s kamatama.

7) *Metoda ukamaćenja otplaćenih anuiteta.* Po ovoj metodi se otpisima ne dobiva samo povrat uloženog kapitala, nego se dobiva i novac, za koji se računalo, da će biti dugoročno uložen u osnovno sredstvo. Prema tome se na uložene anuitete računaju kamati, jer se uloženi novac treba ne samo otpisati, nego i ukamatiti.

8) *Metoda otpisa prema dnevnoj ili reprodukcionoj vrijednosti.* Tu se polazi sa stanovišta, da bi osnovno sredstvo moralo biti evidentirano prema njegovoj stvarnoj tj. momentalnoj vrijednosti. To znači, da se osnovno sredstvo mora uvijek procjenjivati i utvrditi, koliko bi ono stajalo, kad bi se trebalo isto takvo, i u tom stanju kupiti ili izraditi na dan procjene.

9) *Metoda otpisa prema iskorišćenju ili proporcionalni otpisi.* Godišnje otpisne kvote se po ovoj metodi utvrđuju prema veličini istrošenosti na osnovu tehničke procjene, te se na taj način dobiva svake godine drugačija kvota.

Osim navedenih, ima još i drugih metoda, ali se u praksi rjeđe upotrebljavaju.

6. OSNOVNE KONCEPCIJE I METODOLOGIJA INVESTICIJA I AMORTIZACIJE STATISTIČKE KOMISIJE UJEDINJENIH NACIJA

Ujedinjene nacije imaju o investicijama a s time u vezi i o amortizaciji metodološke postavke, koje smatramo da je također korisno ovdje navesti, barem u njihovim osnovnim koncepcijama.

Pitanjem investicija i amortizacijom bavili su se ekonomisti raznih zemalja, te ga i različito interpretirali. Većina zemalja naime primjenjuje različite metode za utvrđivanje obujma investicija i amortizacije, pa zato donošenje uporedivih statistika predstavlja naročitu poteškoću.

Da bi se postigla jednoobraznost i omogućila uporedivost, Ekonomsko odjeljenje — Statistički ured Ujedinjenih nacija je u srpnju 1953. godine izdalo Metodologiju za obračun bruto i neto investicija te amortizacije, usvojivši uglavnom postavke engleskog ekonomiste Stone-a.

Osnovne koncepcije

U terminologiji navedene Metodologije nije upotrebljen termin »investicije«, već termin »formiranja kapitala«. Iako kod nas ne može doći do nesporazuma zbog samog pojmovnog sadržaja tog termina, u prijevodu je primijenjen termin »investicije«.

K a p i t a l n i m d o b r i m a *nazivaju se sva proizvedena dobra, što su namijenjena budućim proizvodnim procesima, kao što su strojevi, uređaji, postrojenja, zgrade, ostala izgradnja i radovi te poslovne zalihe sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda.*

N e t o - i n v e s t i c i j e *izračunavaju su iz bruto-investicija po odbitku amortizacije s naslova sniženja vrijednosti, zastarivanja i nastalih šteta zbog slučajnih nezgoda na fiksnom kapitalu. Neto-investicije pojmovno predstavljaju dodatak fiksnom kapitalu (zgrade, ostala izgradnja i radovi, uređaji i strojevi) i obrtnom kapitalu (zalihe kod proizvođača), koji su raspoloživi za buduću proizvodnju.*

Termin »fiksni kapital« se uglavnom poklapa s našom koncepcijom osnovnih sredstava. Obrtni kapital je međutim uži pojam od naše koncepcije obrtnih sredstava, jer ne obuhvaća likvidna obrtna sredstva privrednih organizacija. Do neto-investicija dolazimo, kad od bruto-investicija odbijamo amortizaciju. Tretiranje u pojedinim zemljama je međutim različito u odnosu na popravke i održavanje. Tako na primjer nordijske zemlje — osim Finske — u vrijednost bruto-investicija uključuju popravke i održavanje, i u tom slučaju amortizacija, osim dijela za zamjenu sadržava i dio za popravke i održavanje osnovnih sredstava. Statistike Sjedinjenih Država tretiraju amortizaciju samo u smislu zamjene osnovnih sredstava, a troškove za održavanje i popravak kao troškove tekuće proizvodnje. Većina ekonomista međutim, a među njima naročito američki ekonomist Kuznetz, zastupaju mišljenje, da je bruto-investicija čvršća veličina od neto-investicija, jer je veličina amortizacije u stanovitoj mjeri proizvoljno procijenjena, bilo da se zasniva na računovodstvenoj ili ekonomskoj koncepciji.

U t r o š a k f i k s n o g k a p i t a l a *pojmovno predstavlja sniženje vrijednosti trajnog kapitala zbog trošenja i loma, zastarivanja i nastalih šteta od slučajnih nezgoda za vrijeme obračunskog perioda, ili, alternativno, jednak je onom dijelu tekuće proizvedenih fiksnih fondova, koji je potreban za održavanje neokrnjenog fonda fiksnih kapitala. Niti jedna od ovih koncepcija ne može se neposredno izračunati bez specificiranja osnovice za valorizaciju i definicije investicija. S obzirom na poteškoće definiranja i izračunavanja realnog kapitala, primijenjena se izračunavanja uglavnom odnose na održavanje neokrnjenog novčanog kapitala.*

Osnovica za valorizaciju utroška kapitala ovisi o značenju koje pridajemo održavanju neokrnjenog kapitala. Ako je u pitanju novčani kapital, to će se utrošak kompenzirati time, što svake godine odvajamo svote, koje će, kad osnovno sredstvo bude istrošeno ili zastarjelo, u ukupnom zbroju odgovarati nabavnoj vrijednosti tog osnovnog sredstva. Time će poduzeće uvijek biti u mogućnosti da isplati svoj prvobitni dug. S druge se strane međutim smatra, da je važnija koncepcija održavanja tzv. r e a l n o g k a p i t a l a. U tom slučaju utrošak fiksnog kapitala treba tako mjeriti, da će odvajanja određeno vrijeme osigurati svotu, koja će biti dovoljna za uspostavljanje određene veličine kapaciteta. Dakle, u takovom bi se slučaju morale uzeti u obzir i promjene cijena osnovnih sredstava, i promjene njihovog tehničkog sastava. Pokušalo se proširiti značenje termina realni kapital u smislu kapitala, koji će biti potreban za odbacivanje određenog prihoda, a ne za proizvodnju određene veličine produkta. Ove su probleme mnogo izučavali ekonomisti u privredno razvijenim zemljama, ali s malo uspjeha, jer praktična primjena neokrnjenog kapitala predstavlja vrlo složen problem.

Problem definiranja utroška fiksnog kapitala složen je zbog općenitog prihvaćanja računovodstvenih mjerila za odvajanja za amortizaciju kod poslovnih poduzeća, i zbog općeg pomanjkanja obračuna kapitala kod državnih organa, domaćinstava i privatnih netečevnih institucija. Osim toga, problem izračunavanja fiksnog kapitala — suglasno s ekonomskom

koncepcijom održavanja neokrnjenog kapitala — nije riješen na zadovoljavajući način u smislu, da bi ekonomsku koncepciju sveli na definiciju, koja se dade pogodno izračunati. Dok u načelu treba dati prvenstvo ekonomskoj koncepciji, mnoge zemlje neće moći prirediti procjenu o utrošku kapitala, koji se zasniva na ovoj teoretskoj definiciji. U takvim se slučajevima predlaže, da se primijeni računovodstvena koncepcija.

Računovodstvena koncepcija *utroška kapitala je definirana kao teret na dohodak poduzeća za amortizaciju plus isplate šteta od slučajnih nezgoda na fiksnom kapitalu. Amortizacija se definira kao periodičko odvajanje koštanja fizičke aktive na teret operativnih troškova tokom vijeka trajanja te aktive. Kao takva ona pokriva djelovanja trošenja, loma i zastarivanja. Posljednje predstavlja gubitak ekonomske vrijednosti zbog drugih faktora osim fizičke dotrajalosti. Specijalna odvajanja za abnormalno zastarivanje, ako ih dozvoljavaju poreske vlasti, također se uključuju u utrošak kapitala u poslovnom računovodstvu. To obično nameće otpisivanje (sniženje) knjigovodstvene vrijednosti na teret tekućeg dohotka. No ne smije uključiti terete, koji premašuju knjigovodstvenu vrijednost u vrijeme otpisa, pa makar su i izvršeni. Poreske vlasti povremeno dozvoljavaju veća odvajanja za amortizaciju negoli redovita, i to u toku prvih godina vijeka trajanja novog fiksnog kapitala ili skraćivanja normalnog razdoblja za otpis koštanja nekih aktiva. S obzirom na to, što ovakva politika često dovodi do znatnog povišenja odvajanja za amortizaciju u kratkom razdoblju, to ova specijalna odvajanja treba razlučiti od redovitih odvajanja i prikazati ih odvojeno.*

Utrošak kapitala kao ekonomska koncepcija *grubo se može definirati kao sniženje vrijednosti, po tekućim cijenama trajnih fizičkih aktiva. Alternativno se često uzima, da predstavlja sadašnje koštanje zamjene tekućeg gubitka ekonomske vrijednosti zbog trošenja i loma, te zastarivanja fizičkog kapitala. Procjena po ovoj koncepciji je teška, ne samo zbog pomanjkanja adekvatnih informacija, nego i zbog toga, što se ekonomska koncepcija ne može svesti na jedinstvenu definiciju u svrhe izračunavanja.*

Ekonomski utrošak kapitala izražen u cijeni se izračunava iz perioda izvorne nabavke aktiva. Radi izvođenja procjene neto-investicija potrebno je od procjena u bruto-izrazu odbiti vrijednost utrošenog fiksnog kapitala. Ovaj je postupak nužan, jer općenito nije izvedivo neposredno izračunavanje neto-investicija. Prema tome, smisao koji se pridaje neto-koncepcijama ovisi o primijenjenoj koncepciji kapitala. Važan razlog, zbog kojeg se vrše procjene investicija i nacionalnog produkta na neto-osnovici — to su usporedbe bogatstva. Stoga se neto-investicije mogu definirati kao onaj dio tekuće proizvodnje fiksnog kapitala, koji možemo utrošiti, a da ostanemo jednako bogati kao što smo bili na početku perioda. U tom sklopu čini nam se, da je primjereno definirati »ostati jednako bogat« kao održavanje jednakog proizvodnog potencijala fonda kapitala na koncu perioda, kao na početku toga perioda. Međutim, održavanje proizvodnog kapaciteta može se, i obično će se razlikovati od »održavanja neokrnjenog realnog kapitala«, ako tu razumijevamo akumulaciju fondova za zamjenu postojećih fizičkih aktiva sličnim aktivima. Ova razlika proistječe iz djelovanja nekoliko faktora, među kojima su najvažniji promjene u produktivnosti kapitalnih aktiva i promjene u potražnji za te fizičke aktive.

Iz prakse se vidi, da izradba procjena o utrošku kapitala na osnovi ekonomskih razmatranja nameće upotrebu grubih aproksimacija, kao na primjer, da se utrošak kapitala približno poklapa s nekim konstantnim funkcijama tekuće proizvodnje. Čini se, da druge vrste procjena iziskuju informacije, s kojima se za sada ne raspolaže, kao što je sastav fonda kapitalnih aktiva po godini izgradnje i poznavanje prosječnog ekonomskog vijeka trajanja raznih fizičkih aktiva.

Svakako je pravilnije primijeniti ekonomsku koncepciju za utvrđivanje amortizacije pri izradi ekonomskih proračuna. Međutim, primjena ove koncepcije je vrlo složena, i bazira se nužno na procjenama, a ne na registriranim podacima.

7. SADAŠNJA METODA OBRAČUNA AMORTIZACIJE KOD NAS

Za obračun amortizacije se kod nas primjenjuje metoda čvrste stope na nabavnu (fakturnu, knjižnu) vrijednost osnovnih sredstava. Stopa je propisana i zavisi o procijenjenom vremenu trajanja, ali ne pojedinog osnovnog sredstva, već grupe sredstava, što znači, da je stopa ponderirana. Sva osnovna sredstva svrstana su u grupe i utvrđen (procijenjen) je njihov prosječni vijek trajanja, a na temelju toga izračunata je stopa amortizacije.

Iako se kod nas primjenjuje vremenska, a ne učinska amortizacija, to ne znači, da prilikom otpisa poduzeće mora primijeniti propisanu stopu za sva osnovna sredstva iste grupe. Dapače, kod konkretne primjene stope za pojedinu grupu osnovnih sredstava. poduzeće treba voditi računa o iskorišćenju osnovnog sredstava (broj sati rada, naprezanje postrojenja — forsirani pogon —, broj pređenih kilometara i slično). Poduzeće može svake godine mijenjati veličinu iznosa amortizacije unutar grupe osnovnih sredstava, tj. ono slobodno raspoređuje amortizaciju na pojedine stvari unutar grupa, vodeći računa o stvarnoj istrošenosti i upotrebi pojedinih osnovnih sredstava grupe.

Literatura

Karl Marx, *Kapital*, Kultura 1958.

Priručnik za sprovođenje propisa o privrednom sistemu, Sl. list FNRJ 1958.

Dr Šimun Babić, *Uvod u ekonomiku privrednih poduzeća*, Zagreb 1959.

Dr ing. Rikard Radičević, *Osnovi ekonomike poduzeća*, Zagreb 1957.

Prof. dr Zdenko Vajner, *Troškovi i kalkulacija*, Zagreb 1959.

Koncepcije i definicija formiranja kapitala, Ujedinjene Nacije New York 1953.

Dr Konrad Mellerowicz, *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, Berlin 1952.

Naslov pisca: Dipl. ec. Ljiljana Wipplinger, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

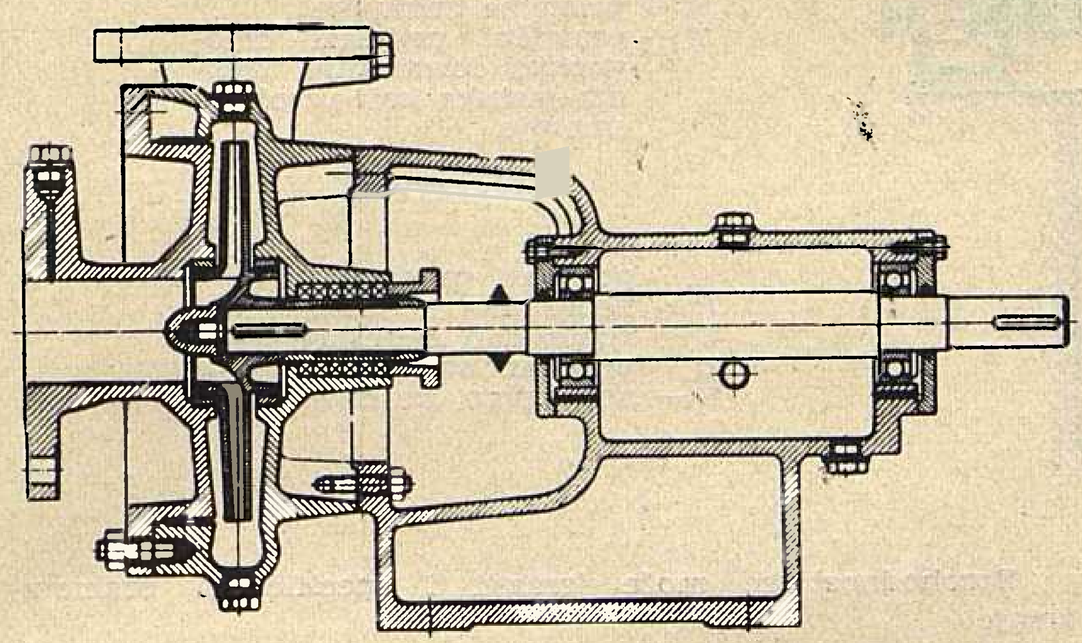
Primjena i izbor centrifugalnih pumpa za termoelektrane

Pravilan izbor centrifugalnih pumpa za pogon termoenergetskog postrojenja, osnovni je preduvjet za njegov siguran i ekonomičan rad. To se odnosi uglavnom na napojne pumpe, kondenzatne i rashladne pumpe. Ovaj članak, već i zbog ograničenog prostora, neće obuhvatiti svu problematiku iz tog područja. Pored toga mogao bi korisno poslužiti interesentima za centrifugalne pumpe, pogonskim stručnjacima, a i projektantima pumpnih postrojenja za termoelektrane.

Kratkim teoretskim uvodom prikazana su stanovišta kojih se treba pridržavati kod projektiranja pumpnih postrojenja i izbora pumpi za njih.

1. *Teoretske osnove*

Način djelovanja centrifugalnih pumpa zasniva se na iskorištavanju centrifugalne sile. Tekućina koja dotječe u kanale rotirajućeg kola rotora, dobije preko lopatica veliku brzinu koja se u sprovodnim kanalima postepeno pretvara



Sl. 1. Presjek kroz jednostepenu konzolnu pumpu tip NP (*Jugoturbina* Karlovac)

u tlak. Pretvaranje energije brzine u energiju tlaka, omogućeno je postepenim proširivanjem tih kanala. Nepokretni prsten oko kola rotora, snabdjeven tim sprovodnim kanalima, zove se statorsko kolo. U određenim slučajevima dovoljan je samo jedan sprovodni kanal koji se izvodi u obliku spiralnog kućišta (sl. 1).

Centrifugalne pumpe rade ekonomično samo onda, ako su kutovi lopatica kola rotora i statora, promjer kola rotora i širina kola rotora na izlazu u pravilnom odnosu za željenu karakteristiku pumpe. Pošto se svakim brojem okretaja može postići samo određena visina dobave, trebaju, prilikom odabiranja pumpe, biti poznate osim geodetske visine dobave, još i visine otpora u cjevovodima. Inače se može desiti, da zbog premalog broja okretaja, pumpa ne dobavlja ni na željenu visinu, ni željenu količinu, ili obratno da kod previsokog broja okretaja pumpa dobavlja na veću visinu nego što je potrebno. Kod elektromotornog pogona naprijed izloženo ne vrijedi, jer se kod većine elektromotora broj okretaja ne može po volji mijenjati.

Karakteristika pumpe prikazuje se dijagramom (sl. 12). U taj su dijagram unesene količina dobave Q, visina dobave H_m, potrebna snaga N, stepen djelovanja η i broj okretaja n u ovisnosti jedne od navedenih veličina. Obično se dijagrami izrađuju s vrijednostima u ovisnosti o količini dobave. Takvi dijagrami omogućuju i međusobno uspoređivanje pumpa različitih proizvođača.

U brojnim priručnicima i člancima obrađeni su temeljito načini proračunavanja centrifugalnih pumpa, odnosno pumpnih postrojenja. Zbog toga navodimo jednadžbe za proračunavanje samo nekih glavnih dimenzija centrifugalne pumpe. Radi razumijevanja kasnijeg izlaganja, treba imati u vidu da dimenzije centrifugalne pumpe ovise osim o količini i visini dobave, uglavnom o broju kola rotora i o broju okretaja.

U prvom redu treba odrediti dimenzije cjevovoda, zasuna, podnožnih ventila, povratnih zaklopki itd. Za dimenzioniranje ovih elemenata su mjerodavne protočne brzine. Nazivni otvori se računaju iz jednadžbe kontinuiteta

$$Q = 10 \cdot v \cdot F \qquad (6)$$

gdje je

Q = količina protoka u l/s
v = brzina protoka u m/s
F = presjek nazivnog otvora u dm²,

prema tome

$$v = \frac{Q}{10 \cdot F} \qquad (2)$$

Kod okruglog presjeka s promjerom nazivnog otvora D u dm proizlazi:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{10 \cdot \pi \cdot D^2} = 0{,}127 \frac{Q}{D^2} \qquad (3)$$

ili

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{10 \cdot \pi \cdot v}} = 0{,}357 \sqrt{\frac{Q}{v}} \qquad (3a)$$

Brzina protoka vode ili medija sličnog vodi može u kratkom usisnom cjevovodu, već prema njegovom promjeru iznositi 1 do 2 m/s. U kratkim tlačnim cjevovodima može brzina istog medija iznositi do 2,5 m/s. U dugačkim tlačnim vodovima treba odabirati što manje brzine protoka kako bi gubici otpora bili manji (sl. 7).

Usisni cjevovod treba da je položen pod stalnim blagim nagibom, kako bi se izbjegli zračni jastuci. Prijelazne dijelove (difuzore) između prirubnice pumpe i cjevovoda, čiji su nazivni otvori različiti, treba izvesti kao ekscentrične prijelazne komade (sl. 2).

U tlačnom cjevovodu također treba izbjegavati oštre krivine i prijelaze iz jednog presjeka u drugi.

Potrebna snaga za pogon centrifugalne pumpe općenito se računa iz jednadžbe

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{\eta \cdot 75} \qquad (4)$$

gdje je

Q = količina dobave u l/s
H = manometarska visina dobave u m
V = specifična težina medija u kg/dm³
η = stepen djelovanja pumpe
N = snaga u KS.

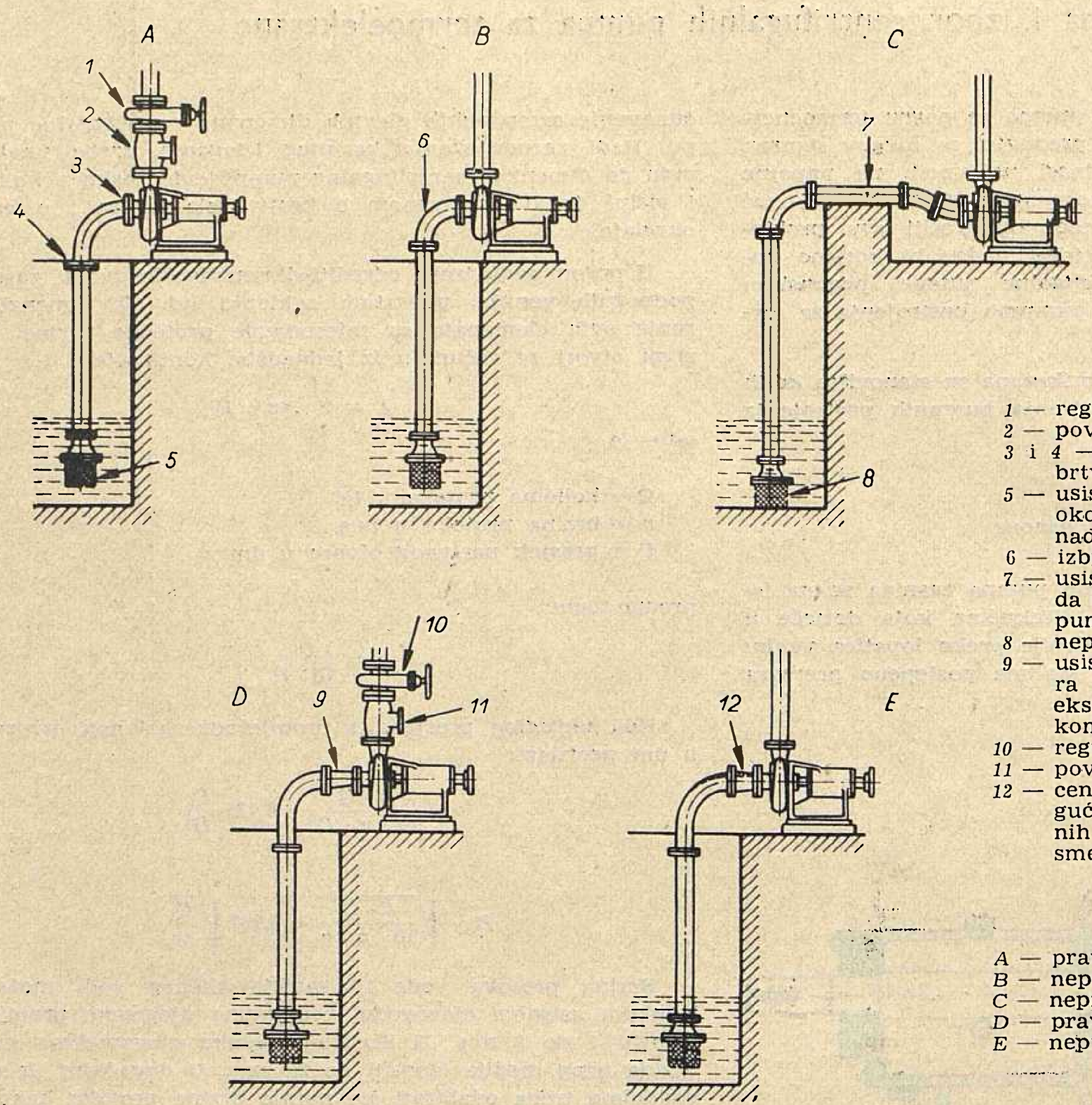
Kako se iz jednadžbe vidi, potrebna snaga za pogon pumpe direktno je proporcionalna specifičnoj težini medija.

Stepen djelovanja η je produkt hidrauličkog stepena djelovanja η_h i mehaničkog stepena djelovanja η_m Prema tome je

$$\eta = \eta_h \cdot \eta_m \qquad (5)$$

Optimalni hidraulički stepen djelovanja koji se za svaki tip pumpe može postići, mijenja se s brzohodnošću pumpe. Slika 3 prikazuje hidrauličke stepene djelovanja, koji su postignuti kod raznih brzohodnosti. Ove vrijednosti su postignute kod jednostepenih i jednoulaznih centrifugalnih pumpa.

Elektromotor se mora uvijek birati nešto jači od izračunate potrebne snage i to zbog toga da se spriječi njegovo preopterećenje. Kod manjih pumpnih agregata, dodatak na izračunanu snagu mora biti veći, a kod većih agregata manji. Orijentaciono može poslužiti slijedeća tablica:



Sl. 2. Položaji usisnih cjevovoda

1 — regulacioni zasun
2 — povratna zaklopka
3 i 4 — prirubnice dobro zabrtviti
5 — usisnu korpu smjestiti oko 0,6 m od stijene i iznad dna
6 — izbjegavati oštra koljena
7 — usisni vod položiti tako da se stalno penje prema pumpi
8 — nepravilno!
9 — usisni vod većeg promjera priključiti na pumpu ekscentričnim prijelaznim komadom
10 — regulacioni zasun
11 — povratna zaklopka
12 — centrični prijelazi omogućuju formiranje zračnih jastuka koji uzrokuju smetnje

A — pravilan smještaj
B — nepravilan smještaj
C — nepravilan smještaj
D — pravilan smještaj
E — nepravilan smještaj

Izračunana snaga u kW	Potrebna veća snaga elektromotora na izračunanu vrijednost u %
do 5	30
od 5 do 10	25
od 10 do 20	20
od 20 do 100	15
iznad 100	10

Brzohodnost pumpe definirana je sa

$$n_q = n \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \qquad (6)$$

n = broj okretaja u min
Q = količina dobave u m^3/s
H = visina dobave u m.

Brzohodnost znači brzinu vrtnje pumpe, koja je nekoj izvedenoj pumpi u svim dijelovima geometrijski slična, a tako je dimenzionirana da kod visine dizanja od 1 m dobavlja količinu od 1 m^3/sek. Brzohodnost je broj kojim je okarakterizirana grupa sličnih pumpa, te se ne mijenja promjenom broja okretaja.

Brzohodnost se može izraziti i specifičnom brzinom vrtnje

$$n_s = 3{,}65\, n \frac{Q}{H^{3/4}} = 3{,}65\, n_q\,, \qquad (6a)$$

Specifična brzina vrtnje je brzina vrtnje pumpe koja je izvedenoj pumpi u svim dijelovima geometrijski slična, a tako je dimenzionirana da kod visine dizanja od 1 m daje korisnu snagu od 1 KS.

O brzohodnosti pumpe ovisan je tok, odnosno položaj krivulja Q–H (sl. 4).

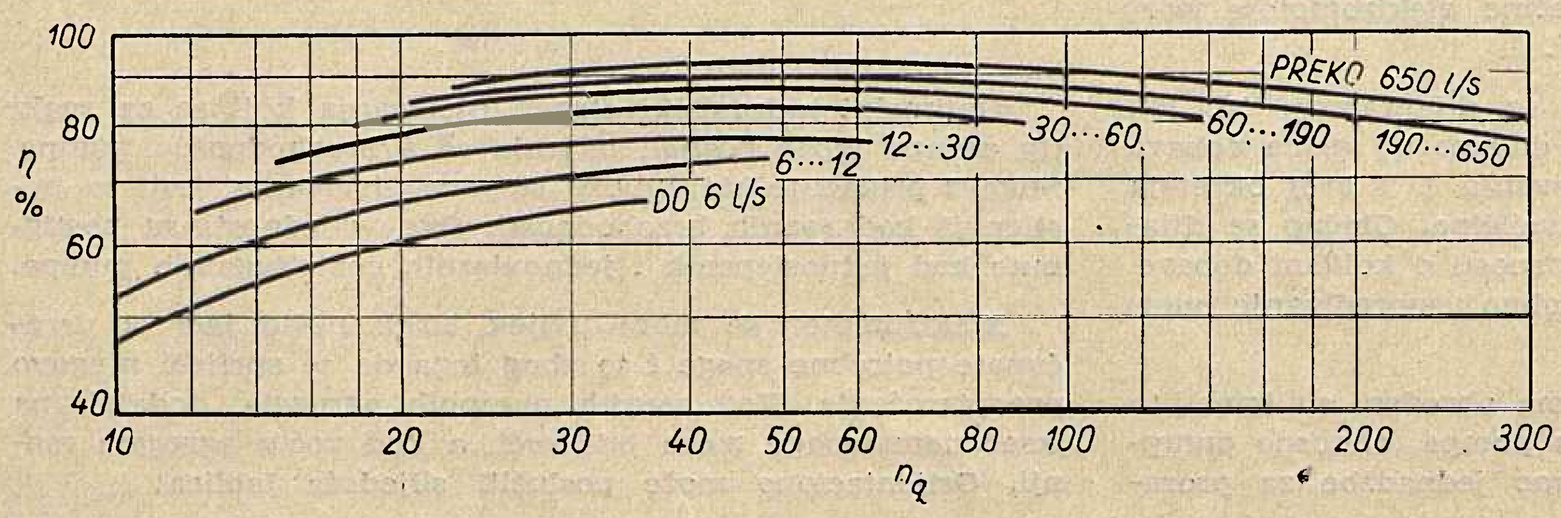
Glavne dimenzije kola rotora prema sl. 5 mogu se približno izračunati iz slijedećih jednadžbi:

Vanjski promjer kola rotora

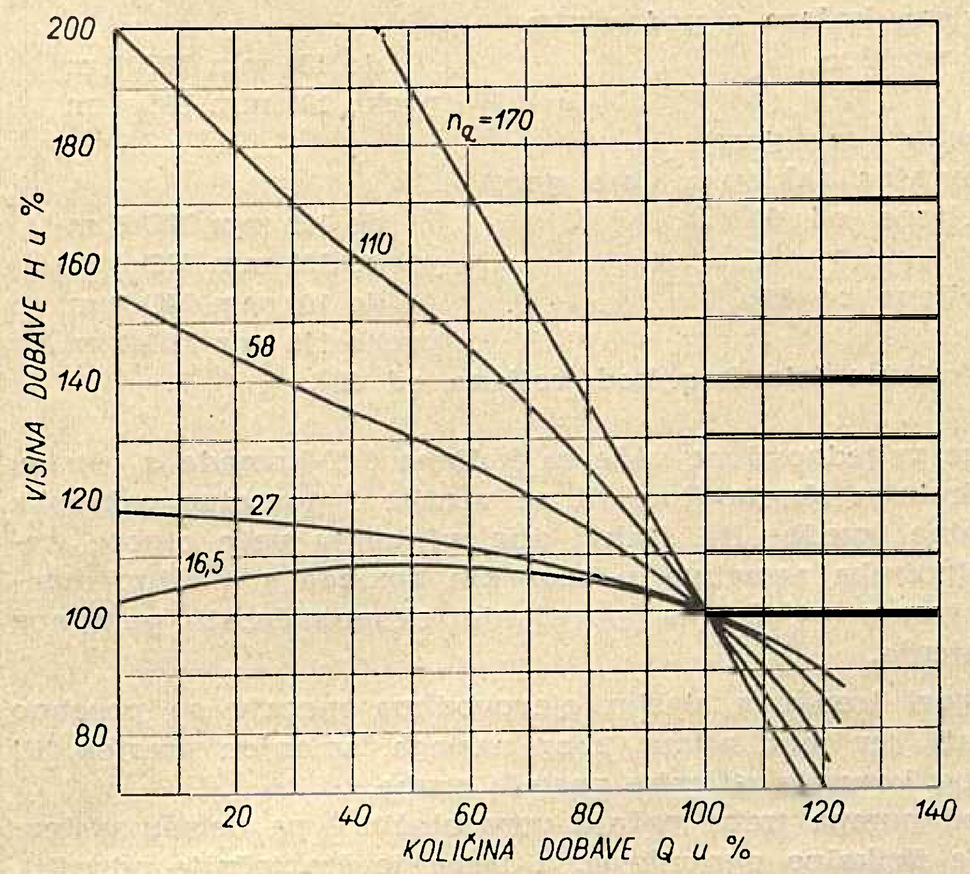
$$D_2 = k_{D_2} \frac{\sqrt{H}}{n} \qquad (7)$$

ulazni promjer kola rotora

$$D_1 = k_{D_1} \frac{\sqrt{H}}{n} \qquad (8)$$



Sl. 3. Postignuti hidraulički stepeni djelovanja η kod raznih brzohodnosti



Sl. 4. Tok krivulja Q–H za razne brzohodnosti n_q

izlazna širina kola rotora

$$b_2 = k_{b_2} \frac{\sqrt{H}}{n} \qquad (9)$$

gdje je

H — visina dobave u m

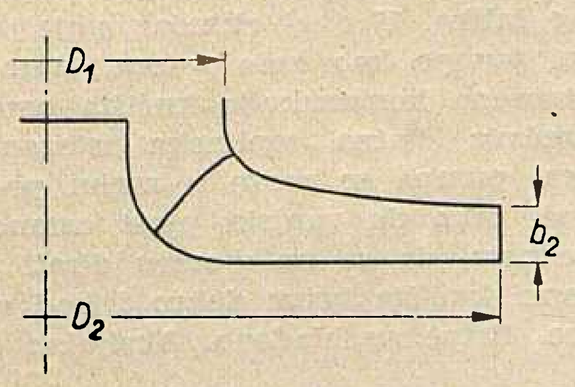
n — broj okretaja u min.

k_{D2}, k_{D1} i k_{b2} — koeficijenti, koji se iznalaze iz sl. 6 u ovisnosti su od brzohodnosti kola rotora.

Primjer. Potrebno je odrediti glavne dimenzije kola rotora jednostepene, jednoulazne centrifugalne pumpe, dobavne količine Q = 37 l/s, visine dobave H_m = 41,5 m, kod n = 2900 o/min.

$$n_q = n \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = 2900 \frac{\sqrt{0{,}037}}{41{,}5^{3/4}} = 34$$

Iz sl. 6 iznalaze se koeficijenti za brzohodnost n_q = 34 koji iznose: k_{D2} = 90, k_{D1} = 48, k_{b2} = 7,8.



Sl. 5. Skica kola rotora

Prema tome

$$D_2 = k_{D_2} \frac{\sqrt{H}}{n} = 90 \frac{\sqrt{41{,}5}}{2900} = 0{,}20 \text{ m}$$

$$D_1 = k_{D_1} \frac{\sqrt{H}}{n} = 48 \frac{\sqrt{41{,}5}}{2900} = 0{,}107 \text{ m}$$

$$b_2 = k_{b_2} \frac{\sqrt{H}}{n} = 7{,}8 \cdot \frac{\sqrt{41{,}5}}{2900} = 0{,}0173 \sim 0{,}0175 \text{ m}$$

U slučaju da se mijenja režim pogona ili da je nabavljena pumpa koja dobavlja na veću manometarsku visinu, bit će nužno naknadnim tokarenjem smanjiti vanjski promjer kola rotora, odnosno lopatica. Za takvu doradu mjerodavna je karakteristika pumpe (za isti broj okretaja). Dijagram karakteristike centrifugalne pumpe dostavlja se uz pumpni agregat. Po potrebi se karakteristika pumpe može izmjeriti i na licu mjesta, mjerenjem količine i visine dobave za nekoliko radnih tački.

Novi promjer kola rotora računa se po zakonima regulacije centrifugalnih pumpa, promjenom broja okretaja i to:

$$\frac{Q}{Q'} = \left(\frac{n}{n_1}\right) \; ; \; \frac{H}{H'} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^2 \; ; \; \frac{N}{N'} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^3 \qquad (10$$

gdje se za broj okretaja n uvrštava vanjski promjer lopatica kola rotora D_2.

Prilikom preračunavanja pogonskih podataka treba obratiti pažnju na to, da reduciranim kolom rotora sve tri jednadžbe dobivaju nove vrijednosti. Ako se, primjerice, kolo rotora iz ranijeg primjera, kod istog broja okretaja (n = 2900 o/min), gdje je potreban N_e = 28 KS, reducira od D_3 = 200 mm na D_2 = 175 mm, dobije se:

$$Q' = Q \left(\frac{D_2'}{D_2}\right) = 37 \left(\frac{175}{200}\right) = 32{,}4 \text{ l/s}$$

$$H' = H \left(\frac{D_2'}{D_2}\right)^2 = 41{,}5 \left(\frac{175}{200}\right)^2 = 31{,}8 \text{ m}$$

$$N' = N \left(\frac{D_2'}{D_2}\right)^3 = 28 \left(\frac{175}{200}\right)^3 = 18{,}8 \text{ KS}$$

Reduciranjem vanjskog promjera kola rotora smanjuje se stepen djelovanja pumpe. Zbog toga bi izračunanu vrijednost N = 18,8 KS trebalo nešto povećati. Smanjenje stepena djelovanja zbog redukcije je međutim beznačajno, te se može i zanemariti.

Ako se kod istog broja okretaja želi smanjiti samo dobavna količina ili samo visina dobave, onda treba karakteristiku pumpe ucrtati na milimetarski papir. Prema toj karakteristici na istom papiru treba ucrtati preračunane vrijednosti za smanjene promjere kola rotora (kao gore) i na temelju toga odrediti potrebni novi promjer D_2.

Ako se kod istih pogonskih uvjeta povisuje broj okretaja npr. od 2900 na 3400 o/min, treba promjer kola rotora u odnosu na broj okretaja smanjiti obratno proporcionalno.

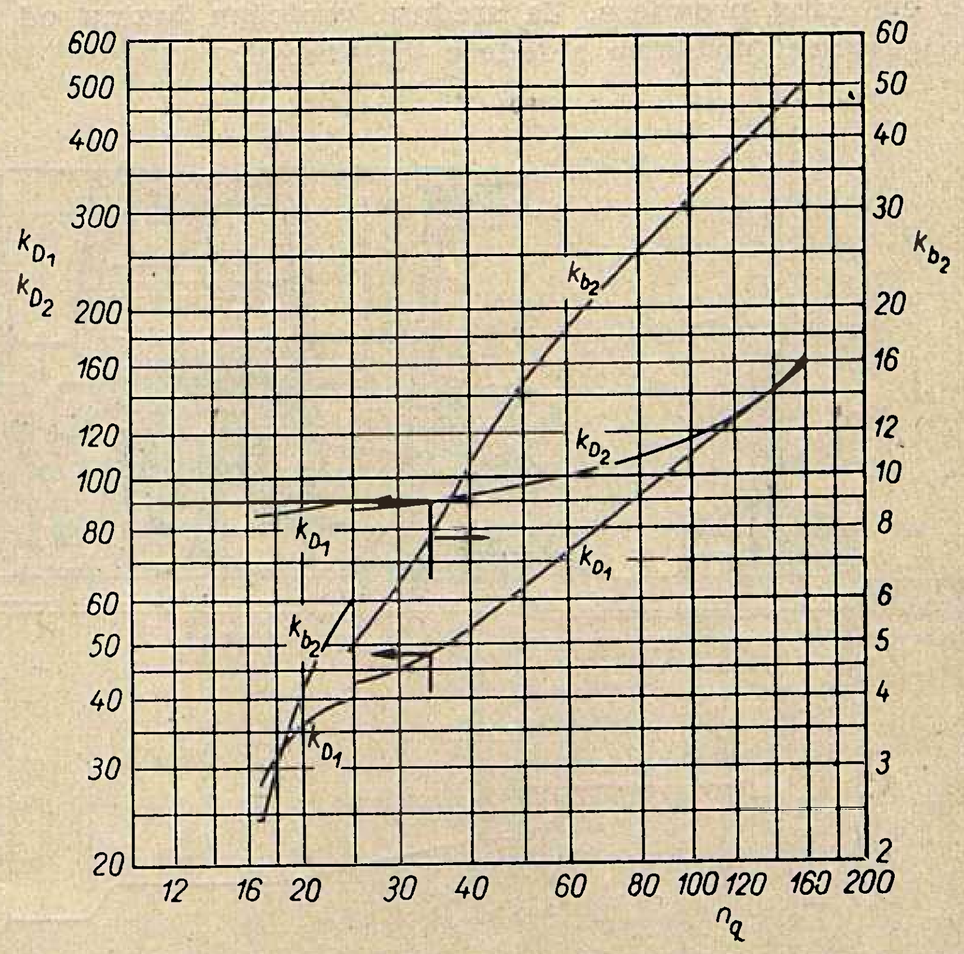
Prema tome

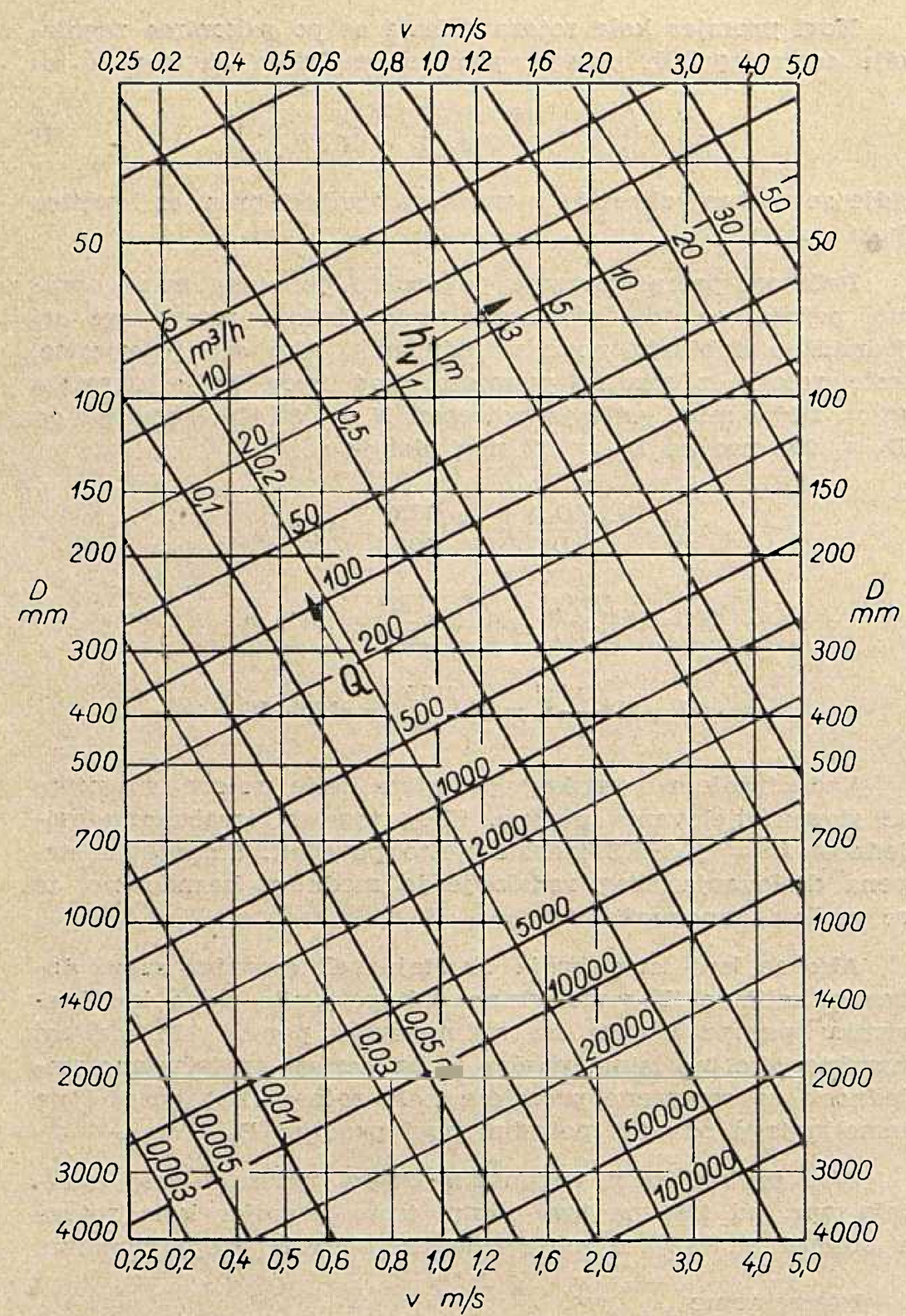
$$D_2' = D_2 \frac{2900}{3400} = 200 \frac{2900}{3400} = 171 \text{ mm}$$

Kod jednostepenih centrifugalnih pumpa sa spiralnim kućištem tokari se u svrhu redukcije vanjski promjer kola rotora po cijeloj širini. Kod pumpa sa statorskim kolom (višestepene pumpe) u istu se svrhu otokari samo vanjski promjer lopatica, dok se bočne stijene ne smiju mijenjati.

Prilikom redukcije kola rotora treba prvi puta otokariti samo za oko 2/3 od izračunane vrijednosti. Nakon toga treba pumpu ispitati i na osnovu rezultata tog ispitivanja otokariti kolo rotora na konačni potrebni promjer.

Sl. 6. Dijagrami koeficijenata za izračunavanje glavnih dimenzija kola rotora





Sl. 7. Dijagram otpora u novim cjevovodima od lijevanog željeza za dužine od 100 m

Preporučuje se, ako je moguće, da se reduciranje kola rotora prepusti isporučiocu, odnosno proizvođaču centrifugalnih pumpa koji raspolaže potrebnim stručnim kadrom i iskustvom.

Centrifugalna pumpa mora osim statičke visine H_{stat} (koja je u većini slučajeva jednaka geodetskoj visini dobave), savladati i dinamičke otpore H_v. Dinamičke gubitke H_v predstavljaju otpori strujanja kroz vodove, armaturu, koljena itd. Prema tome, količinom dobave povećavaju se i otpori u cjevovodu (sl. 7).

Otpori u armaturama i fazonskim komadima računaju se na taj način da se svi dijelovi izjednačuju s dužinom cijevi istog promjera. Za srednju protočnu brzinu od 2 m/s odgovaraju približno slijedeće vrijednosti:

Usisna košara s podnožnim ventilom	do 100 mm	NO 5 m
	preko 100 mm	NO 4 m
Zasun (kao gore)		
Povratna zaklopka (kao gore)		
Koljena od 90°	do 100 mm	NO 5 m
	preko 100 mm	NO 4 m
Koljena od 45°	do 100 mm	NO 3 m
	preko 100 mm	NO 2 m

T-koljena isto kao kod koljena od 90°.

Ove vrijednosti ne važe za koljena i T-komade s oštrim, pravokutnim skretanjima ili za ventile i povratne zaklopke normalne izvedbe itd. Takvi dijelovi imaju veće otpore trenja. Upotreba armature i fazonskih komada s manjim otporima trenja utječe na povećanje ekonomičnosti pumpnog postrojenja.

Otpori trenja u starim cjevovodima moraju se posebno računati, jer je u njima, zbog naslaga, smanjen presjek, ili su zbog korozije stijenke postale grube.

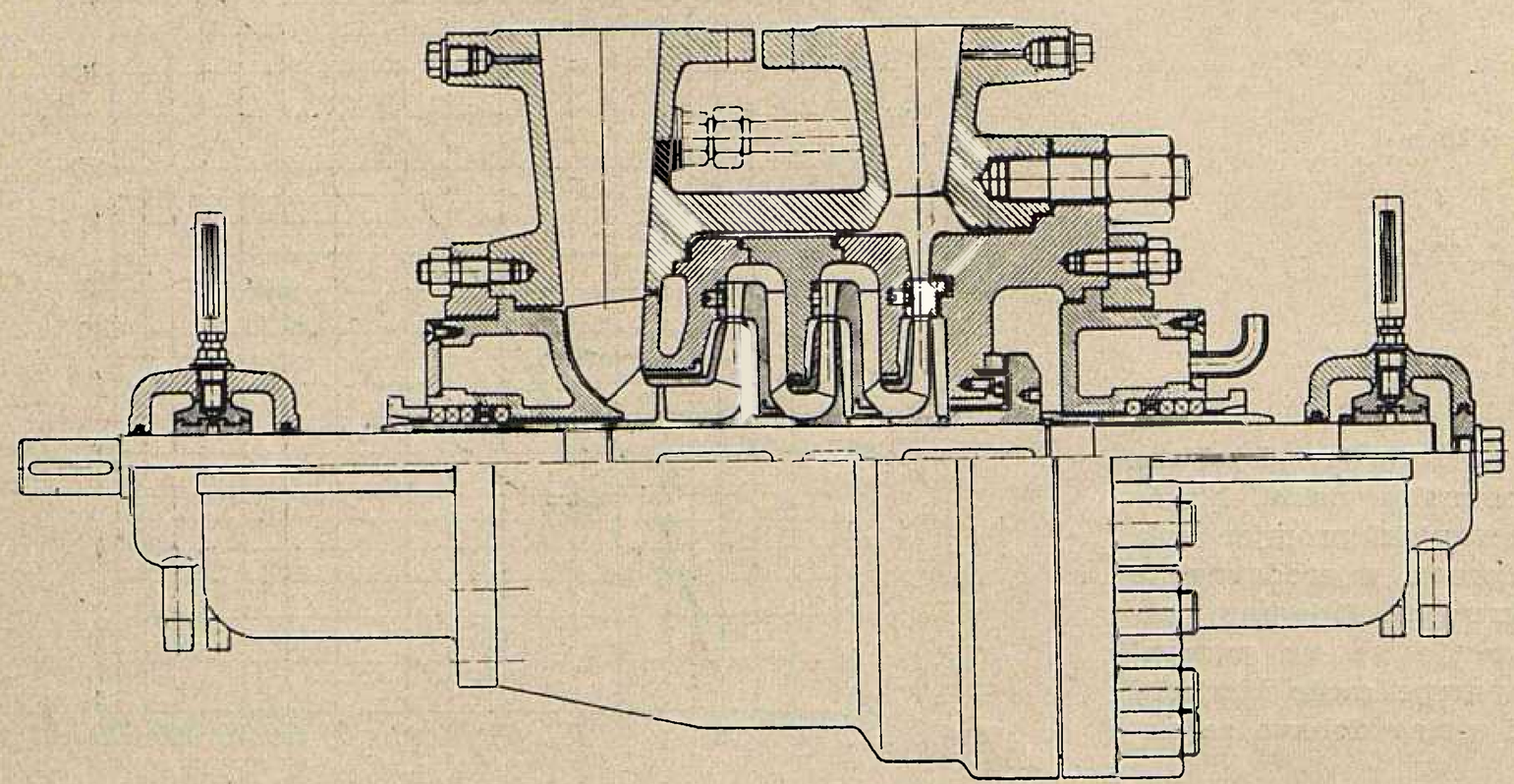
Kod pumpa treba pažnju usredotočiti i na usisnu visinu. Ona je fizikalno ograničena, a treba je što tačnije odrediti. Manometarska usisna visina ovisi o geodetskoj usisnoj visini, atmosferskom tlaku ili tlaku u usisnoj posudi, gubicima u usisnom cjevovodu, količini dobave i temperaturi tekućine. Pored ostalih ovi elementi mogu utjecati na pojave kavitacije, koje u svakom slučaju treba izbjeći jer smanjuju učin i izjedaju materijal, naročito na ulaznom dijelu lopatica kola rotora.

Svaka pumpa po pravilu mora imati svoj vlastiti usisni cjevovod. Kod paralelnog rada više pumpa na isti usisni cjevovod, uvijek će dobavljati više ona pumpa, koja ima bolje usisne uslove. Ako se ne može izbjeći zajednički usisni cjevovod, treba ga izvesti s velikim promjerom iz kojeg treba da se račvaju jednaki vodovi do pumpa. Na taj način se uspostavlja približno jednaki vakuum za svaku pumpu.

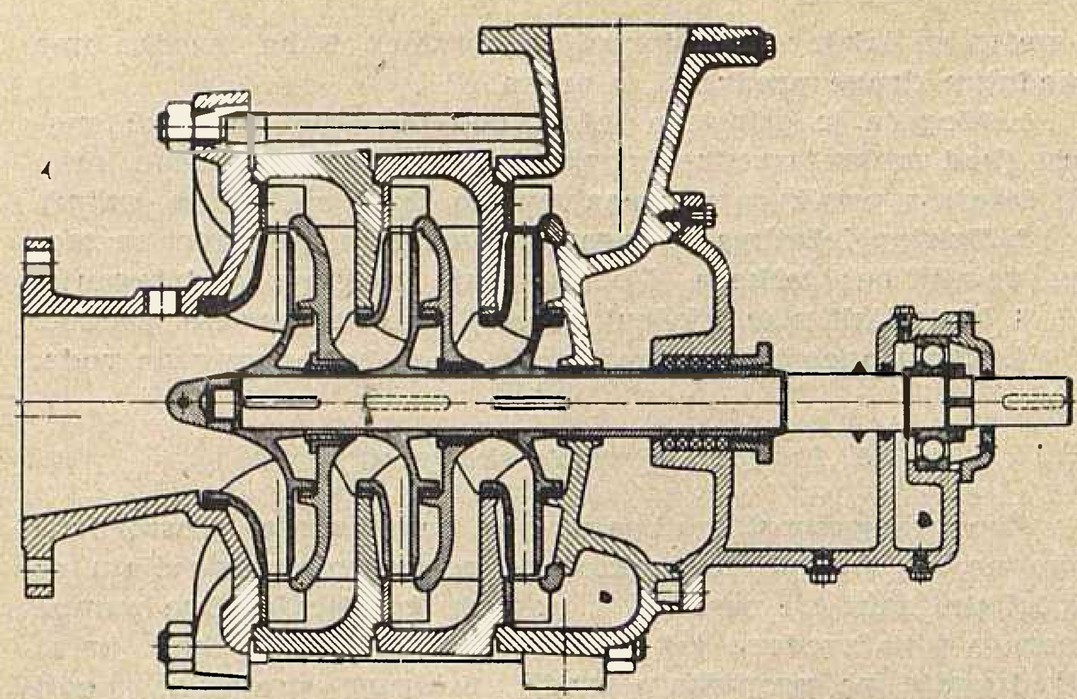
2. *Napojne pumpe*

Među najvažnije pomoćne strojeve termocentrale spadaju napojne pumpe. O njihovom besprijekornom radu ovisi pogon kotlova, dakle rad čitave elektrane. Ove pumpe prema tome moraju biti konstruirane tako da su u svakom slučaju sigurne u pogonu. U novije vrijeme grade se kotlovi s velikim pritiscima za čija su napajanja potrebne pumpe s visinom dobave do cca 2200 m i za temperature do 230° C i više.

Slika 8 prikazuje presjek jednog tipa napojne pumpe. Kućište je izrađeno u obliku cilindra od lijevanog ili kovanog čelika. U ovaj cilindar smješteni su svi unutarnji dijelovi pumpe kao kolo rotora, statora, međukućišta itd. Ova zatvorena konstrukcija kućišta omogućava dobro brtvljenje, sprečava štetna toplinska istezanja i izbacivanja. Pored toga, pumpa se može u svrhu pregleda i remonta demontirati tako da vanjski plašt ostane na mjestu, što ima tu prednost, da se ne moraju dirati priključci cjevovoda. Poklopci kućišta brtve dobro i kod naglih promjena temperature. Brtve su hlađene. Aksijalne sile preuzima disk za iz-



Sl. 8. Napojna pumpa tip VPP (*Jugoturbina* Karlovac)



Sl. 9. Kondenzatna višestepena pumpa s aksijalnim ulazom tip KPV (*Jugoturbina* Karlovac)

jednačenje aksijalne sile. Zbog toplinskih istezanja, zadnje statorsko kolo je poduprto naročitim oprugama, a noge pumpe su smještene u aksijalnoj ravnini.

Specijalan tip napojnih pumpa predstavljaju jednostepene, konzolne, turbonapojne pumpe, direktno spojene sa turbinom. (Vidi sl. 5 u članku *Napojne turbopumpe velikog broja okretaja* na str. 373 ovoga broja.) Takve pumpe proizvodi u Jugoslaviji samo tvornica *Jugoturbina* Karlovac. Turbonapojne pumpe ovog tipa proizvode se za količine dobave do 100 t/h sa visinom dobave do cca 520 m, kod brojeva okretaja do 15 000 o/min. Kućište pumpe od lijevanog čelika izvedeno je dvodjelno zbog lakše montaže i demontaže. Ispred kola rotora od nerđajućeg čelika nalazi se propeler koji poboljšava antikavitaciona svojstva pumpe.

Konzolne turbonapojne pumpe osim visokih antikavitacionih svojstava imaju tu prednost što zauzimaju malo prostora, laganije su, jeftinije a sigurne u pogonu.

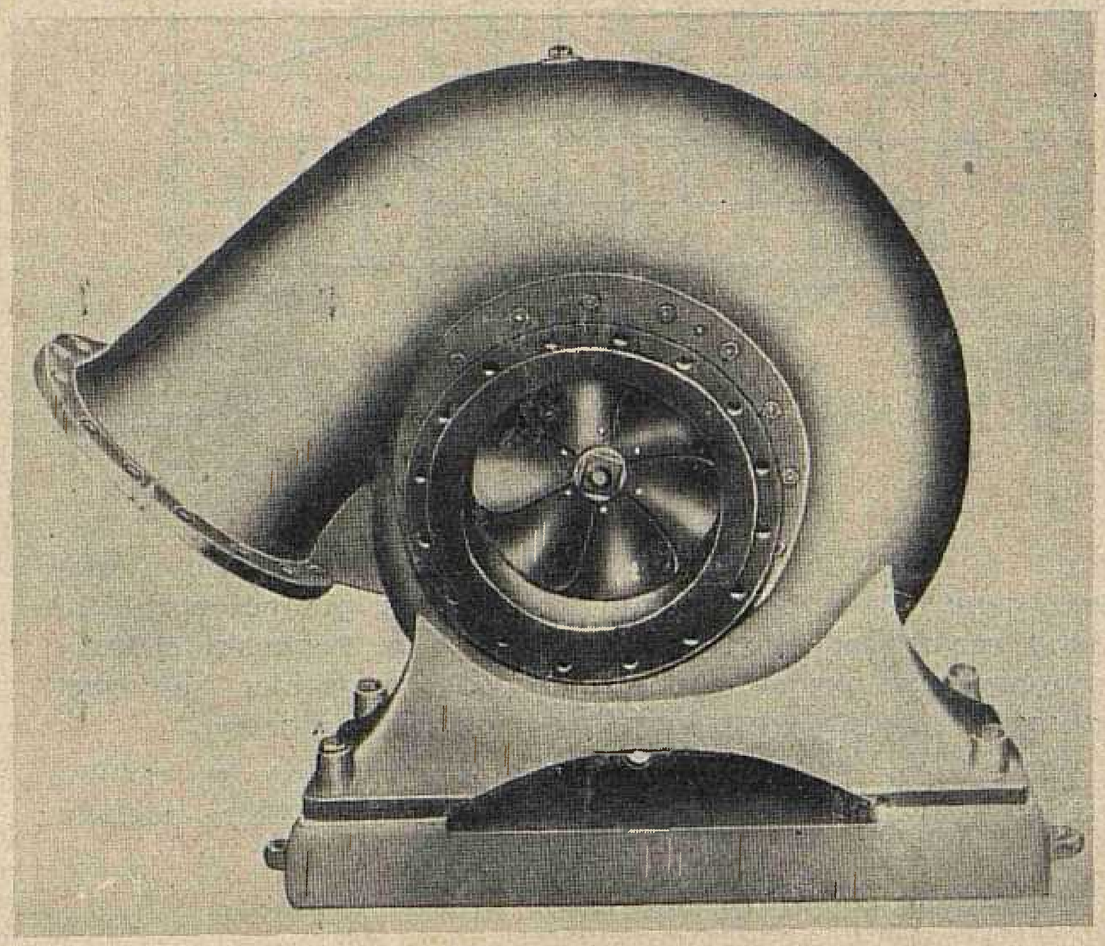
Svako kotlovno postrojenje mora imati najmanje dva pumpna agregata za napajanje. U koliko su instalirana samo dva pumpna agregata za napajanje, svaki od tih agregata mora imati mogućnost dobave koja je za 1,25 puta veća od potrebne (za kotlove iznad 30 atp). Kod postrojenja koja imaju više pumpnih agregata, mora, za slučaj ispadanja najveće pumpe, mogući kapacitet ostalih pumpa zajedno biti najmanje za 1,25 puta veći od potrebnog. Pored toga napojne pumpe moraju dobavnu količinu tlačiti na 1,1 puta veći tlak od maksimalnog kotlovnog tlaka.

3. *Kondenzatne pumpe*

Kondenzatne pumpe izvode se kao horizontalne jednostepene i dvostepene konzolne, višestepene s aksijalnim i radijalnim usisom (sl. 9), te kao vertikalne s usisnim loncem. Koja će se od pumpa primijeniti, ovisi o samoj mogućnosti smještaja pumpe, potrebnom dotoku, učinku itd. Slika 9 prikazuje višestepenu kondenzatnu pumpu sekcionog tipa s aksijalnim ulazom i vodom podmazivanim ležajem na usisnoj strani.

Zbog potrebne što veće usisne mogućnosti, kondenzatne pumpe konstruirane su obično za niže brojeve okretaja i s proširenom konstrukcijom kola rotora na ulazu. Kod višestepenih pumpa, samo prvo kolo rotora se izvodi s proširenim ulazom, dok su ostala kola rotora normalne izvedbe (sl. 10).

Kondenzatna pumpa mora raditi kod različitih visina dotoka, već prema količini kondenzata. Ponašanje kondenzatne pumpe ovisi o karakteristici same pumpe i karakteristici cjevovoda. Ako se smanji količina dotoka kondenzata može doći do pojave kavitacije. Ova pojava se može odstraniti automatskom regulacijom kondenzata. Ako razina kondenzata pada, zatvara se tlačni zasun tako da pumpa uvijek radi u području, gdje ne može doći do kavitacije.

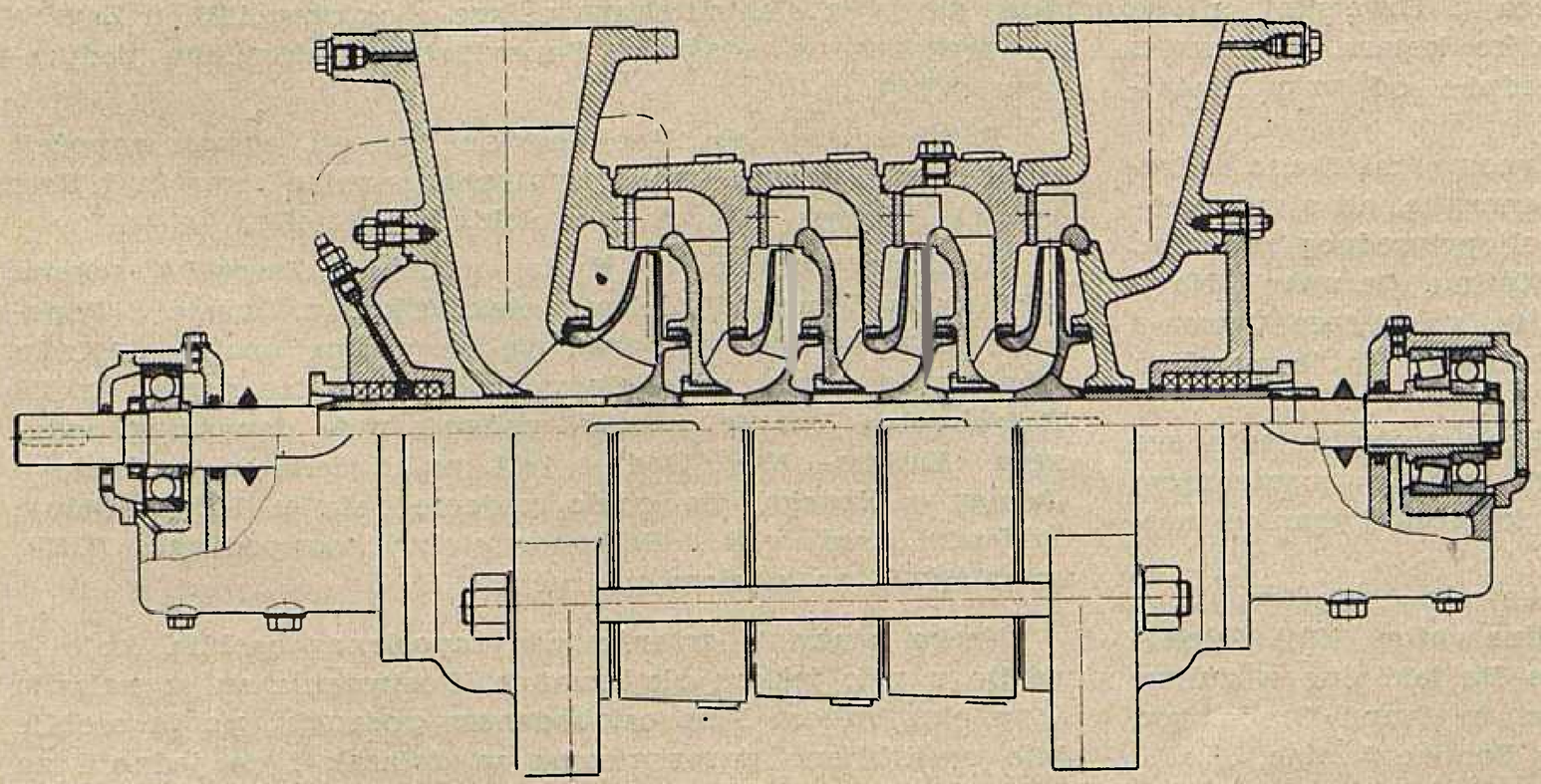


Sl. 11. Poluaksijalna, horizontalna pumpa tip PAH (*Jugoturbina* Karlovac)

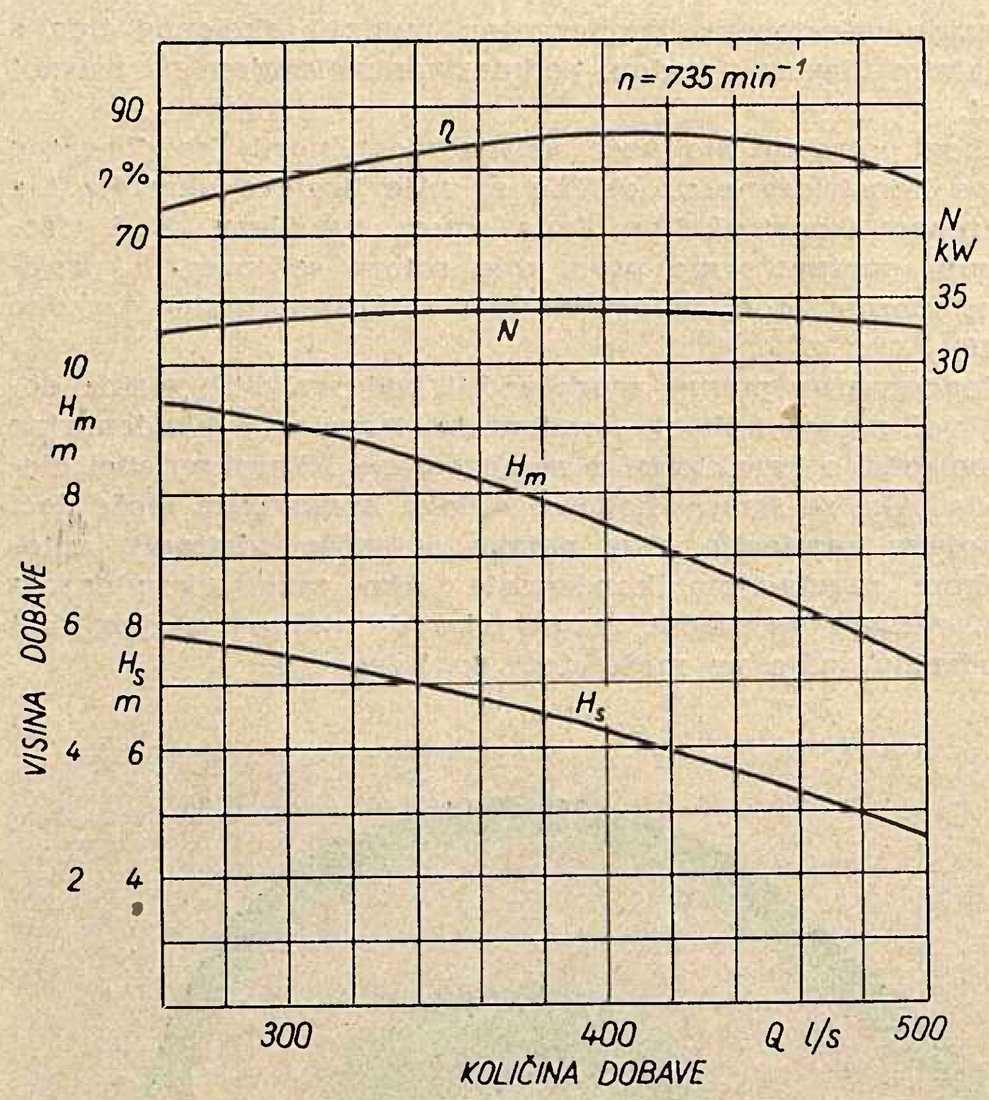
4. *Rashladne pumpe kondenzatora*

Rashladne pumpe kondenzatora mogu biti horizontalne ili vertikalne izvedbe, tj. s horizontalnom ili vertikalnom osovinom. Koja će se izvedba za određeni slučaj primijeniti, ovisi o uvjetima dotoka odnosno usisa rashladne vode. Ako je iz građevinskih i drugih razloga diktirana veća usisna visina, bit će potrebno primijeniti vertikalnu izvedbu. Horizontalna izvedba (sl. 11) obično je jeftinija.

Vertikalne pumpe mogu biti postavljene u suhoj ili mokroj jami. Ako je vertikalna pumpa postavljena u suhoj



Sl. 10. Kondenzatna višestepena pumpa tip KPV normalne izvedbe (*Jugoturbina* Karlovac)



Sl. 12. Dijagram jednog tipa rashladne pumpe kondenzatora (*Jugoturbina* Karlovac)

jami, to znači da pumpa nije uronjena u vodu kao u mokroj jami, ali u oba slučaja kolo rotora pumpe mora biti ispod razine vode kod najnižeg vodostaja. Pogonski elektromotor pumpe postavlja se iznad poda strojarnice koji opet mora biti uvijek iznad najvišeg mogućeg vodostaja.

Vertikalne uronjene pumpe (mokra izvedba), za razliku od suhe izvedbe, nešto su povoljnije u hidrauličkom pogledu i nešto su lakše (veće dozvoljene brzine). Suha izvedba ima međutim druge prednosti, a te su:

1. Moguća je primjena ležaja podmazivanih uljem ili mašću (kod mokre izvedbe primjenjuju se ležaji od gume, drva ili ležaji s prisilnim podmazivanjem, koji su manje trajni).
2. Pristup ležajima je lagan a eventualni popravci se mogu učiniti bez teškoća, što smanjuje troškove uzdržavanja.
3. Materijali nisu izloženi koroziji kao kod mokre izvedbe.
4. Nema opasnosti od kavitacije, zbog boljeg privoda vode.

5. *Pumpe za reaktorska postrojenja*

Zbog mogućnosti radioaktivnog zagađivanja prostorije i okoline, na pumpe za reaktorska postrojenja postavljaju se specijalni zahtjevi naročito u pogledu brtvljenja. Ove pumpe moraju biti izvedene tako da ni u kom slučaju kroz brtve ili drugdje ne propuštaju medij. S druge strane se medij ne smije zagaditi sredstvima za podmazivanje, čak ni tragovima.

Do sada su razne inostrane firme izvele već nekoliko raznih tipova pumpi koje zadovoljavaju gornje uslove. Budući da pokretne brtve nisu apsolutno nepropusne, izvedene su konstrukcije s rotorima smještenim u specijalnim, hermetički zatvorenim kućištima. Ležaji se mažu medijem, a motori i pumpi hlade, uglavnom, običnom vodom u kombinaciji s hlađenjem teškom vodom.

Literatura

M. D. Aizenštein, *Centrobežnie nasosi*, Moskva 1957.
A. J. Stepanoff, *Radial- und Axialpumpen*, Springer 1959.
C. Pfleiderer, *Die Kreiselpumpen für Flüssigkeiten und Gase*, Springer 1955.
E. A. Kraft, *Die Dampfturbine im Betriebe*, Springer 1952.
B. I. Dumov, *Teploenergetika* br. 6, 1959.
Dijagram na sl. 7. i podaci o otporima u armaturama i fazonskim dijelovima iz brošure *Weise & Monski, Weise Soehne*, Pumpenindustrie, Bruchsal, Njemačka.

Vilim Topolšek

VIJESTI IZ POSLOVANJA ZAVODA I INSTITUTA

»Elektra« Križ

Distributivno poduzeće »Elektra« Križ spada, doduše, u red manjih elektroprivrednih poduzeća u Hrvatskoj, ali se zbog svoje uloge na području nekoliko kotara, koji su u stadiju razvojnog zamaha, smatra jednim od vrlo značajnih u sjevernoj Hrvatskoj.

Područje je njegovog djelovanja veoma raštrkano, s relativno malom potrošnjom električne energije, ali s vrlo velikim perspektivama industrijskog i poljoprivrednog razvitka.

Ono obuhvaća kompletno kotare Kutinu, Daruvar i Novu Gradišku, a djelomično kotare Bjelovar, s općinom Čazma i Hercegovac, te Križevce s općinom Dubrava. To je površina od cca 4500 četv. km.

Nastojanja oko elektrifikacije križkog područja sežu sve tamo do 1934. ili točnije čak do 1929. kada su osnivanjem »Udruženih električnih centrala« prekoračene granice najužeg gradskog područja zagrebačkog.

Godine 1929. naime, spojene su centrale u Karlovcu i u Zagrebu dalekovodom 30 kV. Pet godina zatim (1934) dalekovod 30 kV povučen je od Zagreba do Božjakovine u duljini od 21,6 km, godine 1937. povučen je do Ivanić-Grada vod 10 kV, a 1938. taj je vod produžen do Banove Jaruge.

Predstavnici općine Križ, u želji da i njihova općina bude što prije elektrificirana odlaze u oktobru 1937. u Zagreb na pregovore s tadašnjim Banovinskim električnim poduzećem (BEP).

Pregovori su povoljno završeni, pa su odmah započeti radovi na izgradnji transformatorske stanice i mreže i Križ već 15. siječnja 1939. dobiva električno svjetlo.

Tom je prilikom u Križu osnovana *Terenska sekcija BEP-a*, koja provodi daljnju elektrifikaciju Čazme i Popovače (1939) te Dubrave 1940. Te se godine osniva u Križu *Obračunski centar* za cijelo područje, koje se napaja iz TS Božjakovina i to je u stvari početak rada današnjeg poduzeća *»Elektra« Križ*. Godine 1944. priključena je na Banovu Jarugu i Novska. Za cijelo vrijeme rata u Križu djeluje *Područni ured broj 1 Državnog električnog poduzeća* (DEP) sa 30 ljudi na cijelom području.

Treba istaknuti držanje tada zaposlenog osoblja, koje je radilo u vrlo teškim okolnostima. Postrojenja su se nalazila i na okupiranom i na oslobođenom području, pa je osoblje bilo opskrbljeno propusnicama za dolazak i na jedno i na

drugo. Ta se je okolnost koristila za pružanje pomoći i podataka partizanskim jedinicama u Kopčiću. Selo Andigola kao važna partizanska baza, dobilo je električnu energiju iz Vrtlinske baš zaslugom osoblja tadašnjeg područnog ureda.

Razdoblje od 1945. do 1947. prošlo je, tako reći, bez ikakovih većih radova na proširivanju elektrifikacije, nego se uglavnom popravljalo porušena i neuzdržavana postrojenja na tom području.

Period od 1947. do 1949. te od 1949. do 1952. znači period snažnog razvitka ovog poduzeća i izgradnje osnovnih objekata šire elektrifikacije.

Kada je 1. IV 1949. izvršena reorganizacija elektroprivrede i osnovana »*Elektra*« u Zagrebu sa 9 područnih ureda, Križ postaje područni ured »Elektre«.

U tom razdoblju izgrađeni su i pušteni u pogon ovi važniji objekti:

DV 30 kV Ivanićgrad – Sisak
TS 30/10 kV Kloštar Ivanić – 1 MVA
DV 30 kV Banova Jaruga – Nova Gradiška (57 km)
TS 30/10 kV Međurić – 1 MVA
TS 30/10 kV Nova Gradiška – 1 MVA
DV 10 kV Međurić – Pakrac (24 km)
DV 30 kV Ivanićgrad – Šumečani (5 km)
TS 30/10 kV Šumečani (za potrebe snabdijevanja izvora nafte)

Područje poduzeća proširuje se priključenjem Nove Gradiške, Lipika i Pakraca na elektroprivrednu mrežu.

Spomenuti objekti 30 kV omogućili su široku elektrifikaciju i priključak brojnih sela i industrijskih potrošača. Kroz to su vrijeme priključena na elektroprivrednu mrežu sva veća mjesta današnjeg područja »Elektre« Križ, osim Garešnice i Daruvara.

U godini 1953. izgrađen je i pušten u pogon dalekovod 10 kV Međurić–Garešnica, koji je godinu dana kasnije produljen do Hercegovca. Taj je vod omogućio široku elektrifikaciju na tom do tada sasvim neelektrificiranom području.

Taj je period karakterističan zbog naglog porasta konzuma za industrijske svrhe. Pomanjkanje financijskih sredstava ne dopušta temeljitiju rekonstrukciju, potrošnja naglo raste, pa su naponske i energetske prilike vrlo loše. To dolazi naročito do izražaja na području Nove Gradiške i Međurića što je i razumljivo budući da su baš na tom potezu koncentrirani najjači industrijski potrošači, a napajaju se dalekovodom 30 kV Zagreb–Nova Gradiška, dakle sa 150 km udaljenog izvora.

Kritičnu situaciju ublažuje dalekovod 30 kV Sl. Brod–Nova Gradiška, koji je pušten u pogon početkom 1957. Građen je iz sredstava RIF-a, a potrebno učešće osigurao je Narodni odbor kotara Nova Gradiška. Ovaj vod ne samo što je ublažio kritično stanje naponskih prilika, nego je omogućio i korištenje viškova energije iz bosanskih elektrana, tako da od tada ozbljnijih redukcija potrošnje na tom području više ni nema.

Danom 1. VII 1957. dotadašnji pogon u Križu izdvaja se iz »Elektre« Zagreb i postaje samostalnim poduzećem.

Sadašnje stanje

Organizacija poslovanja provedena je putem pogonskih okruga odnosno terenskih jedinica i to u mjestima: Dubrava, Štefanje, Čazma, Ivanićgrad, Križ, Popovača, Kutina, Garešnica, Uljanik, Novska, Međurić, Hercegovac, Okučani i Batrina, te Mjesnih ureda u Novoj Gradiški, Lipiku i Daruvaru. Takova se organizacija pokazala dobrom i u stanju je da uspješno rješava problem područja.

Osnovna sredstva poduzeća, čija je vrijednost koncem 1960. iznosila nešto preko 2 milijarde, sastoje se iz:

240,6 km dalekovoda 30 kV
587 km dalekovoda 10 kV
3,5 km kabel. vodova 10 kV
1,3 km kabel. vodova 0,1 kV
1.780 km mreže niskog napona 220/380 V

9 kom. transf. stanica 30/10 kV
118 kom. transf. stanica zidanih 10/0,4 kV
121 kom transf. stanica zračnih 10/0,4 kV
14 kom. transformatora 30/10 kV

Glavne pojne točke snabdijevanja električnom energijom su TS 110/30 kV Resnik, TS 110/30 kV Slavonski Brod i TS 110/30 kV Sisak.

Na pragu je, prema tome, dovoljno električne energije.

Puštanjem u pogon dalekovoda 110 kV Sisak–Međurić (koji sada radi s naponom 30 kV) te 30 kV Međurić–Daruvar riješeno je jedno od najtežih pitanja – pitanje loših naponskih prilika. Izgradnjom TS 110/30 Međurić rješava se i snabdijevanje električnom energijom područja Daruvar i Pakrac.

Elektrifikacija neelektrificiranih područja predstavljala je do nedavna poseban problem. Čitavo područje sjevernog dijela kotara Daruvar nije bilo moguće elektrificirati tako dugo dok se nije izgradio dalekovod 30 kV Međurić–Daruvar i transformatorska stanica 30/10 kV Daruvar. Puštanjem u pogon te stanice dana je mogućnost široke elektrifikacije tog bogatog dijela područja »Elektre« Križ. Elektrificirano je Grubišno Polje s brojnim selima, slijede Miokovićevo i Sirač, a usput i sva okolna sela.

U južnom dijelu kotara Nova Gradiška, općine Kapela i Petrovo Selo, nisu također imale mogućnost elektrifikacije, dok se nije izgradila TS 30/10 kV u Batrini. Nakon njene izgradnje elektrificirano je mnogo bogatih posavskih sela, a daljnja elektrifikacija provodi se brzim tempom.

Izgradnjom TS 30/10 kV Novska, koju financiraju Jugoslavenske željeznice, omogućena je i elektrifikacija općine Jasenovac. Ostaje još otvoreno pitanje elektrifikacije sjevernog i posavskog dijela što zahtijeva izgradnju 30/10 kV TS u Okučanima.

Sl. 1. Upravno-poslovna zgrada poduzeća »Elektra«, Križ

Radi izgradnje novih industrijskih objekata nametnuo se kao vrlo hitan zadatak izgradnja jedne transformatorske stanice 30/10 kV u Kutini. Tamo su naime danas najlošije naponske prilike na cijelom području »Elektre« Križ. Tome je razlog preopterećenost postojećeg dalekovoda 10 kV Međurić–Kutina, koji ne može prenijeti dovoljne količine električne energije za potrebe proširenja industrijskih potrošača (tvornica čađe, tvornica dušika i dr.) a i za potrebe povećane potrošnje malih potrošača.

Perspektivnim je planom zato predviđena izgradnja transformatorskih stanica 30/10 kV u Novoj Gradiški, Garešnici, Grubišnom Polju, Okučanima, Kutini i Čazmi, te za njih potrebni vodovi 30 kV.

Potrošnja električne energije

Iz tablice koju dalje navodimo razabire se struktura potrošača i potrošnja električne energije u 1960.

Karakteristično je za nagli razvoj toga područja povišenje potrošnje i broja potrošača u odnosu na 1959. Dok je koncem 1959. broj potrošača iznosio 22.642, a potrošnja 20,576.517 kWh u godini 1960., broj potrošača se popeo na 26.910, a potrošnja na 25,229.553 kWh tj. za 19 % više.

Takav postotak povišenja nailazi se u vrlo rijetkim poduzećima.

Grupa potrošača	Broj potrošača	Potrošnja kWs	Realizacija 1000 dinara
Industrija	26	11.040	177.523
Kućanstvo	23.930	5.678	57.743
Rasvj. posl. prost.	1.536	1.405	41.150
Rasvj. društv. prost.	411	303	7.495
Motori i aparati	552	1.866	51.829
Poljoprivred. motori	249	1.935	29.607
Javna rasvjeta	135	977	6.103
Preprodavaoci	71	2.026	15.790
Ukupno	26.910	25.230	387.240
Gubici u mreži	—	5.225	—
Nabava	—	30.455	—

Problemi poslovnog i stambenog prostora

Poduzeće se je kako se iz prednjeg prikaza razabire od unatrag nekoliko godina naglo povećalo i područjem i brojem osoblja. Poslovne prostorije se nisu paralelno s time širile i povećavale tako da se kao akutan nameće problem proširenja poslovnog prostora za kancelarije, za radionice, za sindikalne prostorije. Treba stoga tražiti mogućnost ili gradnje ili adaptacije.

U Mjesnom uredu Nova Gradiška to je riješeno kupnjom stambeno-poslovne zgrade i dodjelom prostorija od NOO-a. U Daruvaru se stambena zgrada pretvara u poslovnu, a u Lipiku je pitanje poslovnih prostorija riješeno adaptacijom postojećih zgrada. Ostale terenske jedinice imaju doduše potrebne lokale no u budućnosti treba misliti i na to, da u svakoj terenskoj jedinici poduzeće ima svoje stambeno-poslovne prostorije, kako bi se mogla vršiti izmjena potrebnog osoblja.

Najakutniji stambeni problemi u 1960. su godini radikalno riješeni izgradnjom vlastite stambene zgrade u Križu sa 4 odnosno 6 stanova. Kupnjom zgrade u Novoj Gradiški osigurana su za tamošnje radnike i službenike 3 stana, dok je četvrti ustupila bivša Centrala u Novoj Gradiški. U Daruvaru je tamošnji NOO dodijelio poduzeću jedan stan, a u Lipiku je adaptirana zgrada bivše centrale, čime su za radnike i službenike dobivena 4 stana. U Kutini i Ivanićgradu je kupljena jedna stambeno-poslovna zgrada.

Neophodno je, međutim, bilo potrebno pristupiti gradnji još jedne stambene zgrade u Križu, jer je to osnovni preduvjet za popunjenje još nepopunjenih stručnih radnih mjesta, pa je gradnja već započeta.

Radna snaga

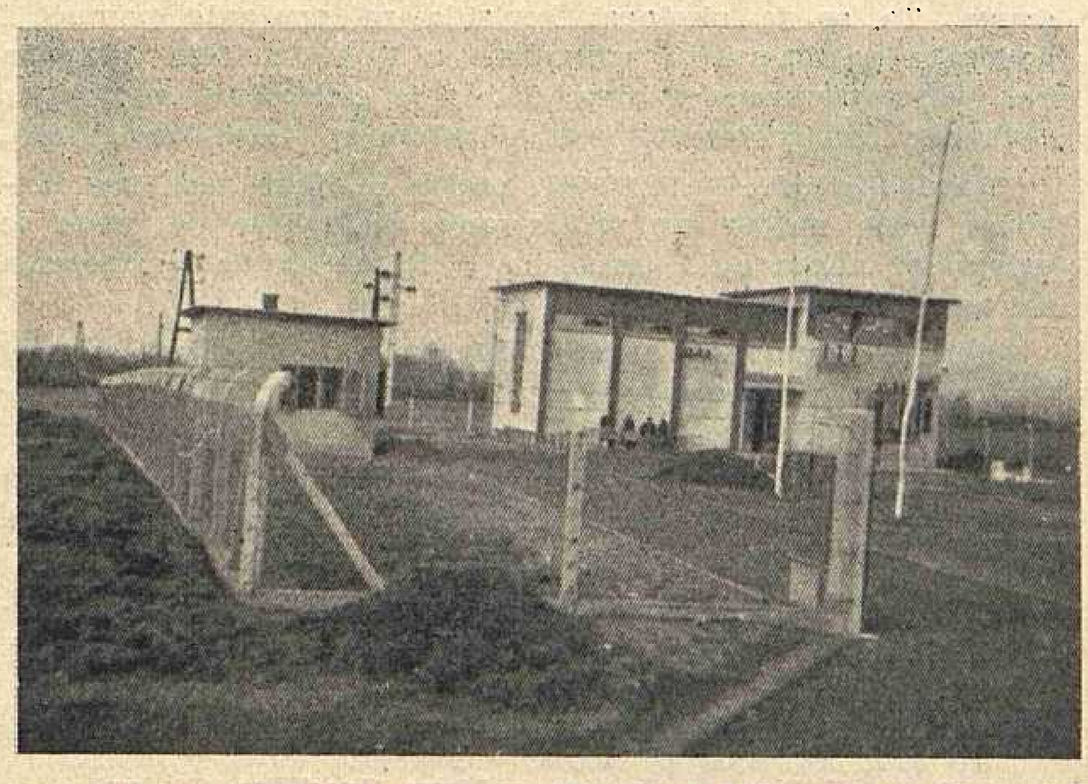
U poduzeću je zaposleno prosječno 186 radnika i službenika. Struktura osoblja je slijedeća

Stručna sprema	Ukupno	Od toga	
		radnika	službenika
Visokokvalificirani (visoka stručna sprema)	6	5	1
Kvalificirani (srednja stručna sprema)	117	106	11
Polukvalificirani (niža stručna sprema)	41	11	30
Nekvalificirani (pomoćno osoblje)	64	43	21
	228	165	63

Po strukturi stručnosti kadar ne odgovara potpuno potrebama poduzeća, pa je nužno prići doškolovanju postojećih kadrova i doći do visokostručnih službenika, eventualno putem natječaja. S tehničkim ili ekonomskim fakultetom poduzeće nema ni jednoga čovjeka. Sa srednjom tehničkom školom ima ih 7, sa ekonomskim tehnikumom 2, s pravnim fakultetom 1.

Nesreća na poslu bila je 1960. godine 11, od toga 1 smrtna.

Općenito uzevši poduzeće je u 1960. uspješno poslovalo. Oslobođeno od doprinosa iz dohotka moglo je samostalno



Sl. 2. Transformatorska stanica 30/10 kV Batrina omogućila je elektrifikaciju pumpnih stanica na Crnac-Polju i bogatih sela Slavonije i Posavine

raspolagati većim sredstvima zajedničke potrošnje, i tako riješiti najglavnije stambene i neke druge probleme, koji su bili vrlo važni za normalno odvijanje poslovanja.

Perspektive izgradnje u skoroj budućnosti

I ove se godine izvode opsežni radovi na elektrifikaciji daruvarskog kraja, tako da priključak na dalekovod dobivaju Sirač i Miokovićevo te još neka sela. Izgrađen je DV 10 kV Novska–Jasenovac, koji daje električnu energiju Jasenovcu i još nekim selima.

Iduće godine izgradit će se dalekovodi Daruvar–Miokovićevo i Daruvar–Sirač, na koje će se priključiti naprijed navedena mjesta i niz drugih sela.

Veliki radovi na elektrifikaciji razmahali su se u općinama Nova Kapela, Staro Petrovo Selo i Nova Gradiška, te su glavne arterije već izgrađene — dva dalekovoda za Posavinu, a neki se nalaze u gradnji.

Općina Ivanićgrad završila je ove godine elektrifikaciju svih svojih sela.

Izgradnjom naprijed navedenih arterija bit će priključena sva veća mjesta toga područja. Da bi se sva sela toga područja elektrificirala po našem perspektivnom planu, bit će u nekoliko narednih godina potrebno izgraditi slijedeće:

1. U 1961. TS 30/10 kV Kutina 2 x 2,5 MVA, te 92 km DV 10 kV, 31 TS 10/0,4 kV i 87 km mreže niskog napona, s ukupnim investicijama u iznosu od dinara 285,000.000.

2. U 1962. TS 30/10 kV Okučani 2 x 2,5 MVA, TS 30/10 kV Nova Gradiška II, te 110 km DV 10 kV, 36 TS 10/0,4 kV i 109 km niskonaponske mreže s ukupnim investicijama u iznosu od dinara 307,000.000.

3. U 1963. DV 30 kV Međurić–Jasenovac, TS 30/10 kV Jasenovac 2 x 2,5 MVA, te 85 km DV 10 kV, 31 TS 10/0,4 kV i 83 km mreže niskog napona, s ukupnim investicijama u iznosu od dinara 407,000.000.—

4. U 1964. DV 30 kV Međurić–Garešnica i TS 30/10 kV Garešnica, te 77 km DV 10 kV, 17 TS 10/0,4 kV i 73 km mreže niskog napona, s ukupnim investicijama u iznosu od dinara 283,000.000.

5. U 1965. DV 30 kV Šumečani–Čazma, sa TS 30/10 kV Čazma 1 x 2,5 MVA, zatim DV 30 kV Daruvar–Grubišno Polje sa TS 30/10 kV Grubišno Polje 1 x 2,5 MVA, te 93 km DV 30 kV, 35 TS 10/0,4 kV i 85 km mreže niskog napona s ukupnim investicijama u iznosu od 413.000.000.

Ukupna investiciona ulaganja kroz to razdoblje za izgradnju novih postrojenja iznose 1,618.000.000 dinara.

Za to vrijeme u rekonstrukcije već postojećih postrojenja uložit će se raspoloživa sredstva amortizacije poduzeća u iznosu od dinara 685,413.000. Ovakovim ulaganjima do konca 1965. ovo bi područje, kako je naprijed navedeno, bilo elektrificirano sa 95 %. To je realan plan koji se može ostvariti uz veliko zalaganje kolektiva ali uz pomoć organa vlasti. Danas je elektrifikacija vrlo skupa i mnogo opterećuje zainteresirana domaćinstva. Potrebno je poduzeti izvjesne mjere da se sistem financiranja elektrifikacije izmijeni tako, da fi-

nanciranje objekata 30 kV potpuno preuzme republika, ili možda savezni organi kako bi kotari i općine mogli više pomoći selima oko izgradnje niženaponskih postrojenja. To bi u svakom slučaju elektrifikaciju mnogo pospješilo i izvršenje gore navedenog plana ne bi dolazilo u pitanje.

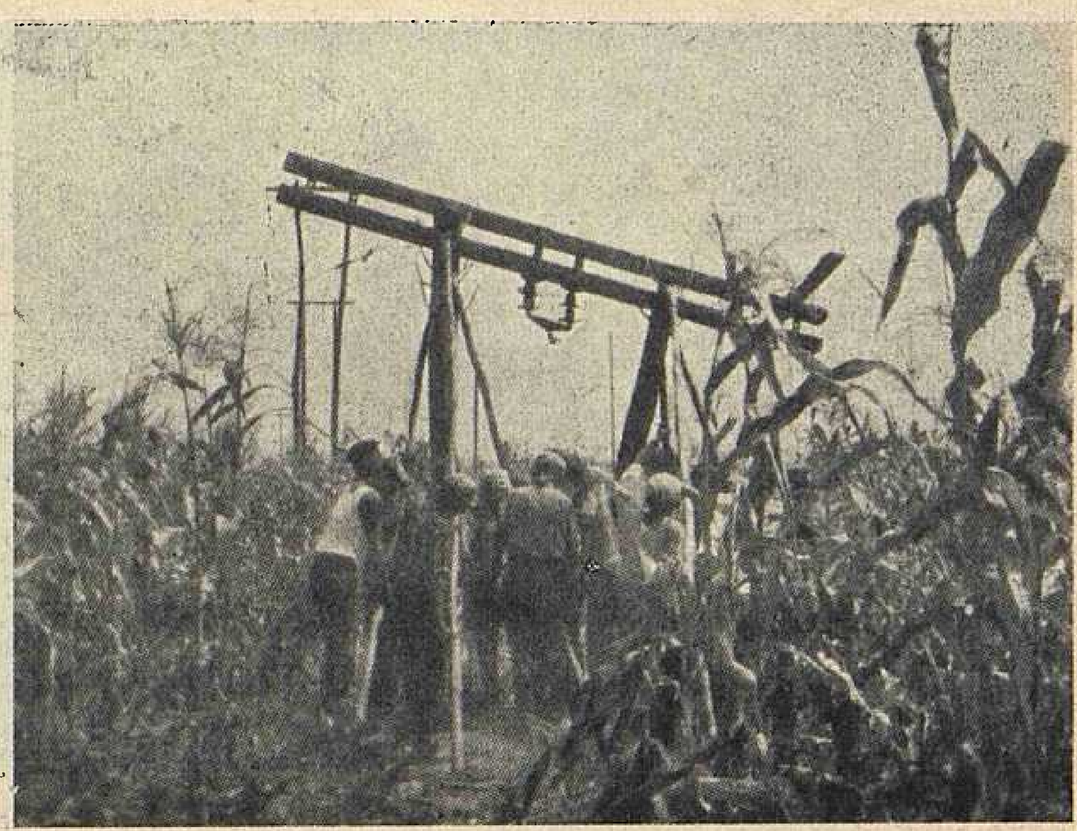
Prema realnim predviđanjima računa se da će na području ovog poduzeća potrošnja električne energije za narednih 5 godina biti slijedeća:

Godina	Nabava MWh	Prodaja MWh	Gubici MWh	Broj potrošača
1961.	31.000	24.000	7.000	23.000
1962.	32.000	24.600	7.400	24.000
1963.	33.000	25.200	7.800	24.500
1964.	34.000	25.800	8.200	25.000
1965.	35.000	26.400	8.600	25.000

Povećanje potrošnje po domaćinstvu u odnosu na 1952. povećat će se za cca 4 puta.

U razdoblju do 1965. godine kretanje bruto-produkta s obzirom na naprijed navedeno bilo bi slijedeće:

Godina	Dinara
1961.	570,000.000
1962.	590,000.000
1963.	610,000.000
1964.	640,000.000
1965.	670,000.000



Sl. 3. Rekonstrukcija dalekovoda 30 kV Međurić – Kloštar – Ivanić; dizanje portala

Iz ovog kratkog pogleda u budućnost vidljivo je, da bi zalaganjem kolektiva uz pomoć teritorijalno nadležnih organa vlasti, zadaci na elektrifikaciji ovog područja bili uspješno provedeni, što bi omogućilo brži prosperitet toga kraja i cijele zemlje.

E. R.

Povodom završetka radova na dalekovodu Split — Mraclin

Svečana proslava u Otočcu

Direktor poduzeća »Dalekovod« Ivan Brus izvješćuje o značenju i vrijednosti izgrađenog dalekovoda Split – Mraclin

Povodom dovršenja radova na izgradnji dalekovoda 220 kV Split – Mraclin graditelji dalekovoda održali su u nedjelju 3. prosinca 1961. svečanu proslavu u Otočcu.

Poduzeće za projektiranje, gradnju i montažu »Dalekovod« iz Zagreba izgradnjom ove dalekovodne magistrale polučilo je još jednu veliku radnu pobjedu. Kolektiv je odlučio proslaviti završetak radova na svečani način. Pored graditelja proslavi je prisustvovao i velik broj uzvanika, među kojima: podsekretar u Sekretarijatu za industriju Izvršnog vijeća Sabora ing. Vilim Meško, predstavnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske ing. Miljenko Nadinić, potpredsiednik NO kotara Gospić Milan Uzelac – Đani, predsjednik NOO Trnje Stjepan Flajpan, Dane Rubčić, predsjednik NOO Otočac, direktor HE Senj u izgradnji Jovo Vuksan i tehnički rukovodilac ing. Đuro Furač, Vinko Depolo od stručnog udruženja distributivnih poduzeća, zatim predstavnici obaju investitora (»Elektroprenos« Zagreb i »Elektroprenos« Split), »Elektroopskrbe«, zastupnici elektroprenosnih poduzeća NR Slovenije, Bosne i Hercegovine, kao i veći broj drugih uzvanika.

U kinodvorani Doma kulture »Marko Orešković« prvo su održani prigodni govori. Svečanost je otvorio predsjednik Radničkog savjeta poduzeća »Dalekovod« Josip Šavora, a direktor poduzeća Ivan Brus održao je prigodni govor o značenju ove najnovije radne pobjede poduzeća. Posebno se je osvrnuo na dosadašnje uspjehe poduzeća »Dalekovod«, koje je mnogo učinilo na brzoj izgradnji mreže i povezivanju elektroenergetskih izvora s potrošnim područjima ne samo na području naše Republike već i u drugim susjednim Republikama.

U svome govoru direktor Ivan Brus posebno je naglasio da se izgradnjom najvećeg dalekovoda u našoj zemlji omogućuje prijenos električne energije iz nove HE Split u Zagreb i u ostale sjeverozapadne krajeve naše domovine. Radni kolektiv »Dalekovoda« časno je izvršio svoj zadatak i time dao svoj obol proslavi Dana Republike u jubilarnoj 20-godišnjici Narodne revolucije. Dalje je naglasio, da je izgradnju magistrale Split – Zagreb uvjetovala nužna potreba osiguranja dovoljnih količina električne energije za sjeverozapadno područje naše zemlje (Hrvatska i Slovenija), koje sa svojom razvijenom industrijom predstavlja velikog potrošača, a koje nema više na svom području dovoljno izgrađenih energetskih izvora, kojima bi mogli pokriti svoje rastuće potrebe.

To je područje već prije tri godine bilo povezano dalekovodom 110 kV Jajce – Zagreb, ali je energetska bilanca pokazala da treba još veće količine energije. Napomenuo je, da je od velikih jadranskih hidroelektrana prva izgrađena HE Split, koja je trebala biti u pogonu 1962. Zalaganjem investitora i izvođačkih poduzeća tok gradnje je znatno ubrzan. Zato je trebalo ranije pristupiti izgradnji dalekovoda 220 kV Split – Mraclin, koji – objektivno uzevši – predstavlja znača-

Svečana proslava završetka radova na izgradnji dalekovoda 220 kV Split — Mraclin, u Domu kulture »Marko Orešković« u Otočcu

jan uspjeh, budući da je potpuno izgrađen u planiranim znatno skraćenim rokovima. Da je objekat bio vrlo težak i složen, pokazuju i podaci koje je u svome referatu iznio direktor Ivan Brus.

Na potezu HE Split do rasklopišta u Brinju dalekovod je izveden s vodičima Alče 3 x 360 mm² odnosa 1 : 6 s jednim čeličnim zaštitnim užetom od 95 mm². Na potezu preko Zrmanje predviđen je vodič s pojačanom čeličnom jezgrom odnosa 1 : 4 radi vjetra i leda. Na nosnim stupovima predviđeni su prutasti prigušivači, a na zateznim stupovima Stockbridge — prigušivači radi smanjenja vibracija. Dionica od Brinja do Mraclina izvedena je vodičima u snopu (dupli vodiči). Stupovi su izvedeni u klasičnoj rešetkastoj konstrukciji sistema jele. Trasa je dugačka 354 km, stupova ima 956, iskopano je za temelje 18.000 m³, ugrađeno je 12.000 m³ betona, težina stupova je 4700 tona, 65 000 staklenih izolatora ugrađeno je u dalekovod. Izneseni podaci govore o veličini samog objekta i pokazuju, da je za pravovremeno izvršenje postavljenih zadataka i planova trebalo uložiti mnogo napora, znanja i požrtvovnosti, naročito jer se na znatnom dijelu trase radilo pod vrlo teškim uslovima. Teren je bio mjestimično tako težak da se je mogao dopremati građevni i drugi materijal samo fizičkom snagom.

U daljnjem dijelu svog referata direktor Brus je naglasio da su stupove zajednički izradila poduzeća »Energoinvest« Sarajevo i »Ante Jonić« iz Splita, a u tome je aktivno sudjelovala i vlastita radionica za željezne konstrukcije »Dalekovoda« u Zagrebu.

Aluminijsko-čelične vodiče proizvela je tvornica »Impol« iz Slovenske Bistrice, a staklene izolatore koji su po prvi puta primijenjeni pri izgradnji ovako velikog objekta, proizvela je Tvornica Sediver iz Pariza.

Poslije govora direktora Ivana Brusa, na samoj svečanosti u Domu kulture čestitali su radnicima »Dalekovoda« na ovoj velikoj radnoj pobjedi ing. Vilim Meško, Milan Uzelac-Đani, ing. Miljenko Nadinić, Vojislav Macoko, direktor poduzeća »Elektroprenos« Split, ing. Sulejman Pipić, direktor poduzeća »Elektrocentar« Sarajevo, Stjepan Flajpan, Dane Rubčić, ing. Gregorič, direktor »Elektroprenosa«, Ljubljana, ing. Vučemilović, predstavnik »Dalmatinskih hidroelektrana«, Split.

Sa svečanosti upućeni su pozdravni brzojavi Predsjedniku Republike drugu Titu, predsjedniku Sabora NRH dr Vladimiru Bakariću i generalnom direktoru Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Anti Raosu. Zatim je prikazan film o izgradnji ovog velikog dalekovoda.

Poslije svečanog dijela proslave kolektiv »Dalekovoda« je za uzvanike, graditelje i izvađače na izgradnji dalekovoda 220 kV Split — Mraclin u prostorijama Doma JNA priredio svečani ručak.

Graditelji koji su se istakli na izgradnji dalekovoda, dobili su pismene pohvalnice i priznanje. Investitor je za graditelje i druge zaslužne stručnjake odobrio iznos od oko 11,5 milijuna dinara, te je velik broj radnika primio i novčane nagrade.

Ivan Radman

Potpuna izgradnja TS 110/30 kV u Sisku

Prva etapa transformatorske stanice 110/30 kV u Sisku s 1 transformatorom snage 20 MVA u pogonu je od lipnja 1960. iako nije bila kompletno izgrađena.

Stanica se napaja dalekovodom 2 x 110 kV Zagreb—Jajce, a zadatak stanice je opskrba energijom sisačke Željezare, Rafinerije nafte i ostale industrije i široke potrošnje. Od transformatorske stanice izgrađen je dalekovod 110 kV do TS 110/30 kV Međurić (koja je u gradnji), ali je privremeno vezan na postojeću transformatorsku stanicu 30/10 kV u Meduriću, tako da ovaj vod radi pod naponom 30 kV.

U 1961. nastavljeni su radovi na potpunoj izgradnji sisačke stanice. Pored spomenutih velikih potrošača ona napaja i šire područje sisačkog kotara, prvenstveno komune Sunju, Glinu, Petrinju i Novi Sisak za potrebe postojećih i novoosnovanih industrija. U tu svrhu izrađen je plan izgradnje mreže dalekovoda 30 kV za ovo područje. Završeni su građevni i montažni radovi na raspletu vodova 30 kV koji su pušteni u pogon u srpnju 1961. Koncem rujna posve su završeni radovi na automatskom uređaju za gašenje požara na transformatoru koji je isporučilo i montiralo poduzeće »Braća Kavurić« Zagreb. Nadalje izgrađena je garaža, skladište, radionica, te ozelenjene slobodne površine u sastavu stanice.

Ovogodišnjim radovima posve je završena izgradnja ovog važnog energetskog postrojenja za sisačko područje. Za kompletnu izgradnju stanice utrošeno je oko 384 milijuna od čega otpada za građevne radove oko 81 milijun, a za kupnju domaće i uvozne opreme oko 294 milijuna dinara, dok ostatak otpada na projekte, istražne radove i druge režijske troškove.

Investitor »Elektroprenos« Zagreb pristupit će izvedbi i II etape i to u skoroj budućnosti. Prema projektu ugradit će se još jedan transformator snage 20 MVA. Što skorije proširenje stanice 110/30 kV u Sisku zahtijeva stalno povećavanje konzuma na tom području, gdje je u planu i daljnja izgradnja nove dalekovodne mreže 30 kV za napajanje velikih potrošača.

Budući da će veliki potrošači: Rafinerija nafte, Željezara i Mesni kombinat »Gavrilović« u Petrinji već početkom 1962. pristupiti velikim proširenjima i rekonstrukcijama svojih postrojenja, ovo je povećanje još jedan od važnih razloga što skorijeg proširenja transformatorske stanice 110/30 kV u Sisku.

I. R.

Dalekovod 30 kV Zabok — Krapina i Zabok — Klanjec u pogonu

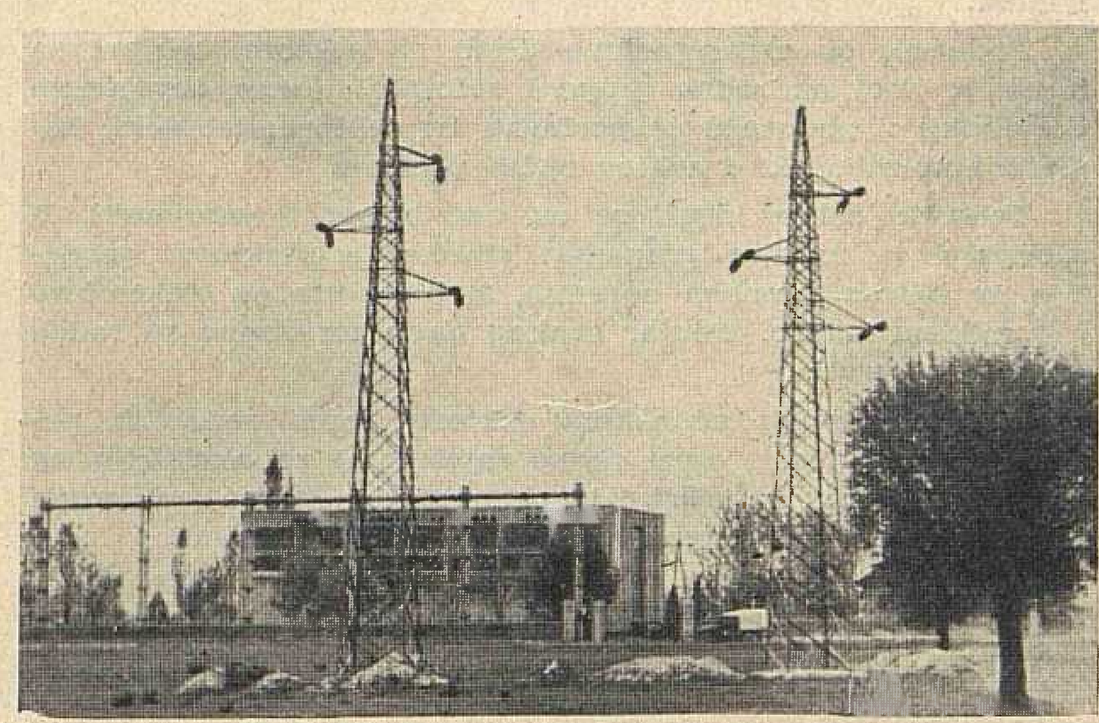
Prema programu elektrifikacije kotara Krapina izgrađena su dva dalekovoda 30 kV Zabok–Krapina i Zabok–Klanjec koji imaju zadatak osigurati dovoljne i stalne količine energije za potrebe industrije i sprovađanje plana elektrifikacije neelektrificiranog područja krapinskog kotara.

U toku 1961. potpuno su završeni građevni i montažni radovi, tako da su koncem listopada oba dalekovoda puštena u pogon. Gradnju i kompletnu montažu, kao i izradu željeznih konstrukcija izvelo je poduzeće »Dalekovod« Zagreb.

Dalekovod 30 kV Zabok–Krapina, dužine oko 17 km, izveden je s početnom pojnom tačkom priključkom na postojeću TS 30/10 kV u Zaboku, dok je krajnja tačka buduća TS 30/10 kV u Krapini. Priključci na obim tačkama su izvedeni nadzemno. Materijal vodiča je Alče, presjeka 95 mm², stupovi su željezne rešetkaste konstrukcije. Električna zaštita je izvedena ovako: zaštitno uže, uzemljenje svakog stupa, odvodnici prenapona u krajnjim tačkama voda. Za građevne i montažne radove i za opremu ovog dalekovoda utrošeno je oko 63 milijuna dinara.

Istovremeno je u krapinskom kotaru izgrađen i drugi dalekovod 30 kV Zabok–Klanjec, dug oko 13 km, koji će prenositi snagu oko 6 MW. Materijal vodiča je Alče, presjeka 120 mm², stupovi su također željezni rešetkasti. Dalekovod je priključen na postojeću TS 30/10 kV u Zaboku, a krajnja tačka izvedena je u TS 30/10 kV u Klanjcu, koja je u izgradnji.

Izgradnjom dalekovoda Zabok – Klanjec područje općine Klanjec dobit će dovoljne količine energije za potrebe industrije, prvenstveno za novoizgrađeno tekstilno postrojenje, kao i za bolje uslove razvijanja i drugih privrednih grana. Nadalje će se omogućiti i brža elektrifikacija neelektrificiranih sela i naselja u ovome području krapinskog kotara.



Izlaz iz TS 30/10 kV Zabok dalekovoda 30 kV za Krapinu i za Klanjec

Za čitavu izgradnju dalekovoda 30 kV Zabok–Klanjec investitor je uložio iznos od oko 52 milijuna dinara.

I. R.

Razne vijesti iz elektroprivrede

POSLOVI ZAGREBAČKIH ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA U INOZEMSTVU

Jugoslavenske elektroprivredne organizacije, pored uspješnih radova na izgradnji ključnih elektroenergetskih objekata u našoj zemlji, razvile su jaku i uspješnu djelatnost i u inozemstvu. U tom poslu sudjeluju i zagrebačka elektroprivredna poduzeća kod izrade projekata, izgradnje, montaže i isporuke kompletne opreme.

Stručnjaci poduzeća *Elektroprojekt* završili su glavni projekt za hidroelektranu *Tis Abaji* u Etiopiji. Izgradnja ove elektrane dana je jugoslavenskim poduzećima, tako da je to prvi energetski objekt u Etiopiji koji podižu naša poduzeća. Nadzor gradnje investitor je povjerio poduzeću »Elektroprojekt«.

Projektirana hidroelektrana koristit će snagu Plavog Nila, a snabdijevat će energijom tekstilnu tvornicu u Baharadu, koja se također gradi pod nadzorom naših stručnjaka. Naša strojogradnja i elektroindustrija izradit će čitavu opremu za ovo postrojenje. Tvornica *Rade Končar* isporučit će generatore, *Litostroj* turbine, a metalnu opremu *Metalna* Maribor.

Poduzeće »Elektroprojekt« ugovorilo je daljnje poslove u Etiopiji, u prvom redu izradu glavnog projekta za drugu hidroelektranu u *Avachu*. Stručne ekipe prikupljaju u Etiopiji tehničke podatke i snimaju teren za izradu projekata za velike melioracione radove na močvarnom području *Wass*.

Poduzeće *Dalekovod* iz Zagreba i poduzeće *Energoprojekt* iz Beograda zajednički grade HE *Kpime*, u državi *Togo*. Poduzeću »Dalekovod« povjereno je projektiranje, izgradnja i isporuka opreme za dalekovod 66 kV iz HE *Kpime* do *Lome*, glavnoga grada države Togo, u dužini od 120 km.

Ima izgleda da »Dalekovod« dobije još poslova u inozemstvu i već se vode pregovori s nekim zemljama za projektiranje i izvođenje radova na izgradnji energetskih objekata. Poduzeće će sudjelovati na licitaciji projektiranja i izgradnje dalekovoda 220 kV, dužine oko 700 km, u Donjem Egiptu.

Poduzeće *Elektrosond* već je prije mnogo radilo u inozemstvu. U toku 1961. izveden je niz konsolidacionih radova u Grčkoj, Iranu, Etiopiji i u Indiji (zdenci). U izgledu su daljnji radovi u azijskim i afričkim državama, koji će biti ugovoreni preko Poslovnog udruženja za projektiranje, izgradnju i isporuku opreme *Ingra* iz Zagreba.

U privredno nedovoljno razvijenim zemljama radovi »Elektrosonda« izvedeni su s vrlo dobrim rezultatima, što je stvorilo odlične preduvjete za proširenu suradnju s inozemstvom.

U inozemnom poslovanju prošle godine vrijedno je istaknuti uspjeh na izvedbi konsolidacionih radova na energetskom objektu u *Happurgu*, u Saveznoj Republici Njemačkoj. To su bili kombinirani hidroenergetski i termoenergetski objekti za opskrbu električnom energijom područja Nürnberga i Fürtha. Naši stručnjaci, specijalisti, radili su na zatvaranju pukotina na sredini akumulacionog jezera smjesom gline, vode i cementa koja će kasnije stvrdnuti i postati kruta kao kamen.

Zapadnonjemački tehnički krugovi, kao i stručna i dnevna štampa konstatirali su da su radovi izvršeni vrlo dobro i odali su javno priznanje našim stručnjacima.

Ovaj uspjeh »Elektrosonda« otvara mu daljnje izglede za nove poslove ne samo u Saveznoj Republici Njemačkoj nego i u drugim zapadnim evropskim državama.

Ivan Radman

NOVA ORGANIZACIJA RADNIH JEDINICA U ELEKTROPROJEKTU

U duhu novih privrednih mjera i instrumenata koji stupaju u život početkom 1962. Radnički savjet poduzeća »Elektroprojekt« usvojio je nacrt Pravilnika o formiranju i organizaciji novih radnih jedinica koje će poslovati unutar kolektiva.

Poduzeće se organizaciono dijeli na sektore, sektori na biroe, a biroi na radne grupe i referate. Prema usvojenom pravilniku u poduzeću će poslovati tri sektora: tehnički, komercijalno-računski i sektor općih poslova.

Tehnički sektor dijeli se na ove biroe: 1) strojarski, 2) specijalni (s radnim grupama: statika, arhitektura, geodezija, te hidromehanička oprema), 3) hidrobiro, 4) elektrobiro i 5) nuklearni biro. Unutar svakog biroa formirane su radne grupe i referati.

U komercijalno-računskom sektoru pored redovitih poslova otvorena su i nova radna mjesta: a) za akviziciju na domaćem i stranom tržištu, b) propagandna grupa i c) grupa za sklapanje raznih ugovora i ponuda investitorima.

I. R.

MONTAŽA U TS 110/35 U MEĐURIĆU

Uz cestu Banova Jaruga – Međurić, u blizini postojeće transformatorske stanice 30/10 kV, gradi se TS 110/35 kV u Međuriću. Ona će napajati mrežu 35 kV na području kotara Kutina, Nova Gradiška, Daruvar, a djelomično i Bjelovar, preko postojećeg dalekovoda 110 kV Sisak–Međurić.

Posve su dovršeni građevni radovi, tako da se početkom prosinca pristupilo montaži elektroopreme i drugih uređaja, koje će izvesti zagrebačko poduzeće »Dalekovod«. Transformator snage 20 MVA isporučit će tvornica električnih strojeva »Rade Končar«.

Za potpunu izgradnju stanice i opremu utrošit će se oko 295 milijuna dinara.

I. R.

PROŠIRENJE VISOKONAPONSKE MREŽE U HRVATSKOJ

Poduzeće za prijenos električne energije »Elektroprenos« iz Zagreba izgradit će u 1962. tri važna elektroenergetska objekta na svome području.

Dalekovod 220 kV Zagreb (Mraclin)–Kidričevo (Slovenija), dužine 92,5 km, prenosit će energiju iz bazena dalmatinskih hidroelektrana za industrijske potrošače u sjevernoj Hrvatskoj i Sloveniji.

Za gradnju, montažu i opremu utrošit će se cca jedna milijarda dinara, a gradnju će izvesti poduzeće »Dalekovod« Zagreb.

Drugi je važan objekt *dalekovod 110 kV Brčko–Vinkovci–Osijek,* koji će opskrbljivati električnom energijom industriju i široku potrošnju u istočnoj Slavoniji. Ovo je područje danas slabo opskrbljeno električnom energijom, što koči uspješan razvoj industrije u kotarima Osijek, Vinkovci i Slavonski Brod. Dalekovod je dugačak oko 83 km i prolazi obradivim površinama i šumama. Presjek vodiča je 3 × 150 mm² Ač, zaštitno uže 1 × 35 km² Če, čvrstoća je 70 kg/mm², stupovi su čelični rešetkasti »jela«. Ukupno ima 270 stupova, od toga nosnih 240, a zateznih 30. Prosječni raspon iznosi 310 m. Dalekovod će polaziti od buduće TS 110/35 kV Brčko, a krajnja je tačka TS 110/35 kV Brijest–Osijek. Ovaj dalekovod je nastavak dalekovoda 110 kV Kakanj–Lukavac–Osijek.

Za potpunu izgradnju, montažu i opremu utrošit će se oko 500 milijuna dinara. Za početne radove odobrila je Jugoslavenska investiciona banka prvi avans u iznosu od 100 milijuna dinara. Investitor je gradnju povjerio poduzećima »Dalekovod« Zagreb i »Elektrocentar« Sarajevo.

Značajan energetski objekt u elektroenergetskom sistemu Hrvatske bit će i *dalekovod 110 kV Međurić–Virovitica,* dužine oko 50 km, koji će se napajati iz TS 220/110 kV Mraclin. Prijenos će se vršiti preko dalekovoda 110 kV Sisak–Međurić do TS 110/35 kV u Međuriću, gdje će biti izlazna tačka budućeg dalekovoda Međurić–Virovitica.

Energijom iz toga dalekovoda u velikoj će se mjeri koristiti industrija i široka potrošnja na području općina Đurđevac, Pitomača, Virovitica, te Voćin i Podravska Slatina. Njegova će izgradnja u ovim krajevima stvoriti dobre uvjete za proširenje postojećih i za osnivanje novih industrijskih postrojenja.

Za početne radove na izgradnji dalekovoda 110 kV Međurić–Virovitica odobreno je 50 milijuna dinara, dok će čitava izgradnja stajati oko 417 milijuna dinara.

I. R.

OPSKRBA TOPLINOM IZ TERMOELEKTRANE ZAGREB

Termoelektrana Zagreb u Zagorskoj ulici prelazi na proizvodnju toplinske energije za potrebe zapadnog dijela grada. Idejno rješenje parovodne mreže za opskrbu toplinskom energijom na području općina Černomerec i Trešnjevka izradio je Institut za elektroprivredu, a glavni projekti parovoda i priključaka za pojedine potrošače izrađeni su u poduzeću »Mašinoprojekt« u Zagrebu.

Početkom siječnja 1961. otpočela je izgradnja prvog parovoda koji je postavljen na nosačima i ide iz termoelektrane preko Zagorske ulice i željezničke pruge do tvornice kavovina »Franck«, pa dalje do tvornice kemijskih i farmaceutskih proizvoda »Pliva«. Početkom prosinca završeni su svi radovi, tako da je tvornica »Pliva« priključena na novi parovod. Za rad postrojenja »Plive« osigurane su dovoljne količine pare, tako da će otpasti njena proizvodnja u vlastitoj kotlovnici. Tvornica će dobivati oko 12 tona pare na sat uz tlak do 13 at. Kalorična vrijednost pare iznosi 600 do 700 kalorija po kilogramu, što je dovoljno za sve potrebe u industriji. Na ovaj su parovod priključene i tvornice »Jugoton« i »Grafos«, koje troše manje količine pare.

Učin parovoda je oko 100 tona pare na sat, što dostaje ne samo za opskrbu i drugih industrija, nego i za grijanje novih stambenih naselja, bolnica »Dr M. Stojanović« u Vinogradskoj cesti i »Dr J. Kajfeš« u Ulici Pavla Miškine, za koje će se izvesti posebni priključci.

U programu je da se na parovod priključi Tehnički centar JNA, Zagrebačka pivovara, Zagrebačka kartonaža, Tvornica telefonskih uređaja »Nikola Tesla«, Ciglane »Zagreb«, zatim blok novih zgrada na Kuniščaku i blok stambenih objekata na Trešnjevci.

U vezi s izgradnjom parovoda u termoelektrani su rekonstruirani pojedini pogoni. Uređen je prečistač pojne vode učina 140 tona vode na sat, po konstrukciji i učinu najveći u našoj zemlji.

Za gradnju parovoda i uređaja u pogonima termoelektrane utrošeno je oko 600 milijuna dinara, najvećim dijelom iz vlastitih sredstava. Ostatak su dala poduzeća koja će koristiti toplinsku energiju proizvedenu u toj staroj zagrebačkoj električnoj centrali.

Građevne radove izvelo je poduzeće »Hidroelektra«, a montažne poduzeće »Braća Kavurić«, oba iz Zagreba.

U planu za 1962. predviđen je nastavak izgradnje parovodne mreže i priključaka za pojedine potrošače prema izrađenim glavnim projektima.

I. R

Važniji pogonski događaji u elektroenergetskim postrojenjima 1961.

SVIBANJ

A. Hidroelektrane

HE Peruća. 6. V počeli su radovi na sanaciji izlaznih građevina i temeljnog ispusta koji će trajati po predviđanju 2 mjeseca. Za vrijeme izvođenja ovih radova elektrana je sposobna za pogon.

HE Vinodol. Mjerenje gubitaka vode započeto koncem prošlog mjeseca nastavljeno je i završeno početkom mjeseca svibnja. Ova su mjerenja trajala nešto duže nego što je bilo predviđeno zbog poteškoća do kojih je došlo za vrijeme mjerenja.

14. V započeo godišnji remont ove elektrane; predviđeno trajanje do 31. VII. Za vrijeme remonta sanirat će se dovodni tunel te izvršiti normalna godišnja revizija agregata i ostalih uređaja elektrane.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 1. V – 3. V stavljena izvan pogona jer energetski nije bila potrebna.

TE Rijeka. 4. V počeli su radovi na remontu kotla 1. Osim ostalih normalnih radova izvršit će se izmjena pregrijača. Predviđeno trajanje remonta je do 15. VI.

8. V eksplodirala je kabelska glava na transformatoru 10,5 kV.

TE Vlaška. 15. V stavljena je elektrana u pogon.

Termoelektrane Zagreb i Rijeka imale su tokom mjeseca u pogonu samo kompenzator.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Remonti vodova obavljeni su:
Raša–Pula do 2. V.
Kraljevac–Mostar 16.–20. V.
Rakitje–Vinodol počeo 23. V.
Kraljevac–Split II (»jela«) završen 31. V (počeo 15. IV).
Split–Peruća počeo 31. V.

Na DV Split–Kraljevac II 24. V pregorio vodič faze S, kad je zbog rada na DV 10 kV ispod ovoga voda došlo do dodira s fazom voda 110 kV.

Na DV Raša–Pula unesrećen 26. V dječak, koji se popeo na stup i uhvatio rukom fazni vodič S.

Na DV Gojak–Vinodol 5. V uspostavljeno ponovno ukopčavanje.

D. Postrojenja za razdiobu

9. V Pregorio transformator 785 kVA – 30/20 kV – u TS Umag (»Elektra« Buje).
10. V Pregorio transformator 10/0,4 250 kVA u TS 629 (»Elektra« Zagreb)
11. V Pregorio transformator 400 kVA u TS Draškovićeva (»Elektra« Karlovac).
12. V Pregorio transformator 100 kVA u TS Drežnik (»Elektra« Karlovac).
Pregorio transformator 100 kVA u TS Mostanje (»Elektra« Karlovac).
13. V Pregorio transformator 50 kVA – 20/0,4 kV – u TS Labin (»Elektra« Pula).
17. i 18. V Prekid vodiča na DV 10 kV Rakitje–N. Dvori (»Elektra« Zagreb).
19. V Eksplozija sklopke 10 kV u TS Nafta (»Elektra« Križ).
22. V Proboj kabela na TE Zagreb–Uklopna IV.
Prekid vodiča na DV 10 kV – TS 321 – 167 (»Elektra« Zagreb).

LIPANJ

A. Hidroelektrane

HE Vinodol. U toku cijelog mjeseca vršeni remontni radovi, koji se nastavljaju u slijedećem mjesecu. Osim remonta elektrostrojarskog dijela postrojenja, vrše se obimni radovi na sanaciji cjevovoda i tunela.

HE Ozalj. Obustavljen pogon kroz cijeli mjesec zbog radova na rekonstrukciji.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 2. VI došlo do obustave pogona zbog pomanjkanja napojne vode za kotlove.
4. VI obustavljen K 3 radi čišćenja i popravka.

TE Rijeka. Od 1–16. VI izvršen remont kotla 1, te je za to vrijeme elektrana bila van pogona.

C. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

15. VI Na DV Brod – Doboj osposobljeno za pogon automatsko ponovno uključivanje.
Remont DV Split–Peruća završen (započet 30. V).
Obavljen remont DV Buje–Kopar.
16. VI Završen remont DV Rakitje–Vinodol (započet 24. V).
28. VI DV Vinodol–Senj stavljen u konačni pogon (u pokusnom pogonu bio od 26. V na prekide). Vod je dug 41,5 km, a ima vodiče 240 mm² Ač na čeličnim rešetkastim stupovima sa zaštitnim užetom Če 50 mm² na oba kraja voda u duljini po 2,5 km.

Transformatorske stanice

4. VI Eksplozija sklopke 35 kV u HE Zavrelje (»Elektrojug«, Dubrovnik).
7. VI Eksplozija strujnog transformatora u TS 30/10 kV Osijek Centar (»Elektroslavonija« Osijek).
15. VI Proboj transformatora 30/10 kV – 860 kVA u TS Buje (»Elektra« Buje).
17. VI Pregorio transformator 30/10 kV – 450 kVA u TS Gunja (»Elektroslavonija« Osijek).
28. VI TS Senj 110/35 kV stavljena u pogon s transformatorom Yorkshire – Končar 10 MVA s 2 izvoda 35 kV za Senj i za HE Senj.
29. VI Eksplozija sklopke 30 kV u TS Uklopna VII Zagreb (»Elektra« Zagreb).

D. Telekomunikacioni uređaji

Broj kvarova i trajanja smetnji

	Elektroprenos Split	Elektroprenos Zagreb	Ukupno
A. Broj kvarova	5	5	10
B. Trajanje smetnji (h)	176,10	27,00	203,10

SRPANJ

A. Hidroelektrane

HE Ozalj. U toku mjeseca srpnja nastavljeni radovi na rekonstrukciji pogona I.

B. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

13–14. VII te 23. VII vršen remont DV Šibenik–Zadar.
Probio izolatorski lanac na DV Split–Mostar faza 2 uslijed čega je došlo do raspada sistema.

Transformatorske stanice

Izvršena blokada nadstrujne zaštite transformatora za DV Söjtör – paralelan rad s Mađarskom.

U TS Rakitje izvršena izmjena učinske sklopke GGS, sa »R. Končar« 2 PV 100 9600 u polju DV Vinodol.

C. Postrojenja za razdiobu

11. VII Pregorio transformator 860 kVA – 30/10 kV Oštarije (»Elektra« Karlovac).
13. VII Rušenje stupa na DV 30 kV Nedeljanec – Mursko Središće (»Eldis« Čakovec).
14. VII Prekid vodiča na DV 30 kV Vinkovci – Borovo (»Elektroslavonija« Osijek).
23. VII Proboj kabela 10 kV u TS Mostanje (»Elektra« Karlovac).
28. VII Pregorio transformator 2.140 kVA 30/6 kV Duga Resa (»Elektra« Karlovac).

KOLOVOZ

A. Hidroelektrane

HE Vinodol. 1. VIII završen je remont cijele elektrane. 29. VIII došlo je do ispada G-1 proradom zemljospojne zaštite statora.

HE Gojak. Agregat 1 i 3 ušli u redovni godišnji remont 7. VIII. 24. VIII potpuno je obustavljena elektrana radi remontnih radova na hidromehaničkim uređajima.

HE Manojlovac. Tokom cijelog mjeseca nastavljeni su radovi na remontu agregata 2, koji je započeo 5. VII.

HE Jaruga. Remont agregata 1 izvršen od 1–8 VIII, a agregata 2 od 9–23. VIII.

HE Ozalj. Nastavljeni su radovi na rekonstrukciji pogona Ozalj I.

B. Prijenosna postrojenja

Dalekovodi

Izvršeni su remonti dalekovoda 110 kV Mostar–Ston, Kraljevac – Dugi Rat i dalekovoda 30 kV HE Miljacka – Lozovac, a započet je remont dalekovoda 110 kV Rakitje – Gojak.

Transformatorske stanice

U TS Brod osposobljeno ponovno uključivanje.

U TS Lozovac izvršen remont cijelog postrojenja.

C. Postrojenja za razdiobu

12. VIII Prekid vodiča na dalekovodu 50 kV Karojba (»Elektroistra« Pula).
14. VIII Pregorio transformator 50 kVA u transformatorskoj stanici 10/0,4 kV Ponikve i 30 kVA u transformatorskoj stanici Bakarac (»Elektroprimorje« Rijeka).

RUJAN

A. Hidroelektrane

HE Gojak. 4. IX dovršen planski remont cijele elektrane.

HE Vinodol. 4. IX dovršen popravak generatora 1 na kojem je 29. VIII došlo do proboja statorskog namotaja.

HE Ozalj. U toku cijelog mjeseca radovi na rekonstrukciji pogona 1.

HE Manojlovac. 2. IX remont agregata 2.

HE Split. 16. IX hidroelektrana puštena u probni pogon i sinhronizirana na mrežu u 20,46 h s prvim agregatom od 108 MW i proizvela do kraja mjeseca 17.659 MWh.

B. Termoelektrane

TE Jertovec. 22 IX rasprsnuće cijevi kotla 1, te je kotao bio smjesta obustavljen.

TE Zagreb. 25. IX obustavljen G-5 (kompenzator) radi godišnjeg remonta.

C. Prijenosna postrojenja

Transformatorske stanice

Od 23–24. IX izvršena je revizija TS Dugi Rat u transformatorskim stanicama Istre; u HE Gojak i Vinodol preudešena je distantna zaštita prema novom planu stupnjevanja.

U TS Sisak izmijenjeni strujni transformatori u polju učinskog transformatora.

D. Telekomunikacioni uređaji

Nastavljeno je premještanje VF veza u HE Split.

LISTOPAD

A. Hidroelektrane

HE Kraljevac. Do 3. X obustava cijele elektrane zbog radova na hidromehaničkim uređajima.

HE Manojlovac. Od 2–17. X izvršen remont agregata.

HE Peruća. 25. X završen remont agregata 2.

HE Ozalj. Tokom cijelog mjeseca radovi na rekonstrukciji pogona HE Ozalj I.

B. Termoelektrane

TE Zagreb. 20. X završena revizija generatora 5 (kompenzator).

C. Prijenosna postrojenja

Transformatorske stanice

U TS Brod u polju DV Doboj prespojeni strujni transformatori od 200/5 na 400/5 A.

D. Postrojenja za razdiobu

11. X Pregorio transformator 1000 kVA – 30/10 kV u TS Umag.
17. X Pregorio transformator 860 kVA – 30/10 kV u TS Oštarije (»Elektra« Karlovac).
29. X Pregorio transformator 860 kVA – 30/10 kV u TS Umag (»Elektra« Buje).

Iz Pogonskog odjela ZEPH

Trostruki zatezni lanci za snop vodiča

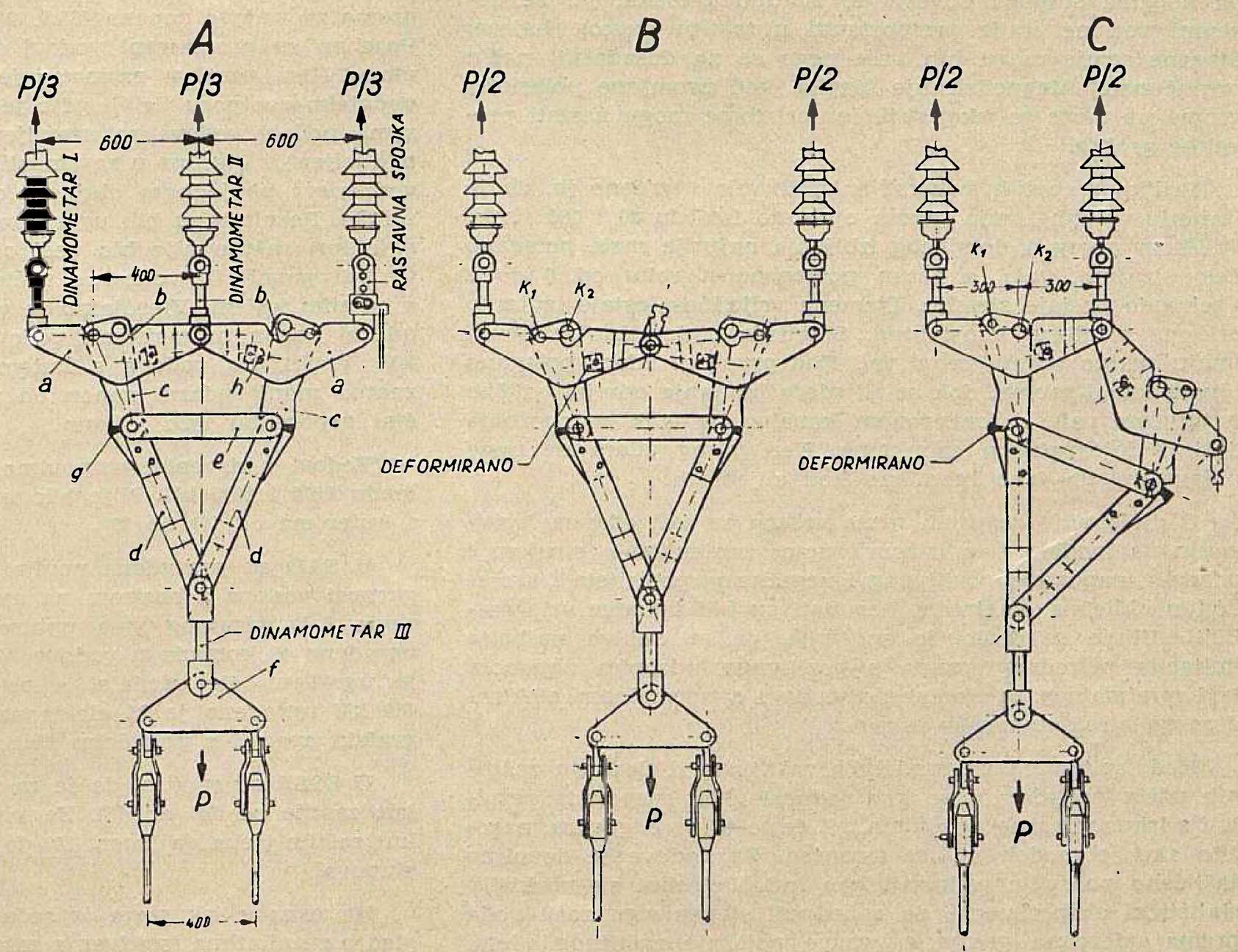
U našoj je zemlji u toku izgradnja dalekovoda napona 220 kV, gdje se pojavljuje potreba trostrukih zateznih izolatorskih lanaca. Naročito će to doći do izražaja, kad su vodovi opremljeni vodičima u snopu, kao što je to slučaj s dalekovodom 220 kV Senj–Zagreb, koji ima snop od dva alučelična vodiča presjeka 240/40 mm². (Taj je dalekovod nedavno izgrađen i već se nalazi u pogonu).

Kod trostrukih zateznih izolatorskih lanaca se zahtijeva, da pod svim uvjetima vlačna sila snopa vodiča ostane jednoliko podijeljena na izolatorske lance. Ako se prekine bilo koji od tri izolatorska lanca, moraju preostala dva automatski i sa sigurnošću jednoliko preuzeti ukupni vlak snopa vodiča. Uslijed prekida lanca dolazi do promjene položaja i produženja armature, što uzrokuje dodatne udarne sile, koje se prenose na zatezne izolatorske lance. Ove sile treba upotrebom prigušnih uložaka smanjiti koliko je moguće, kako ne bi izazvale nedozvoljena prenaprezanja izolatora.

Ovaj problem obrađuje G. Markt u časopisu *Bulletin SEV* 51 (1960), br. 3, u članku: *Mjerenja udarne sile na trostrukom zateznom lancu za snop vodiča.* Na slici se vidi konstrukcija, koja zadovoljava gornje zahtjeve, a sastoji se od odstojnika *a*, koji podržavaju razmak izolatorskih lanaca i prenose na njih vlak vodiča. Na čeonim su im površinama okrugli utori *b*, u koje ulaze svornici K_1 i K_2 vlačnih komada *c*. Vlačni komadi i vlačne trake *d* spojene su pomoću poprečne veze *e* i sastaju se na odstojniku *f* u zajedničkom okretištu. Na ovaj su odstojnik učvršćene zatezne stezaljke snopa vodiča. Za prigušavanje udara kod prekida jednog lanca predviđeni su klinovi *g* i segmentni komadi *h*. Položaji pojedinih komada u normalnom stanju i kod prekida jednog vanjskog ili srednjeg izolatorskog lanca vidljivi su u slici. Na primjer kod prekida desnog vanjskog lanca, preklopi se desni odstojnik *a*, dok vlačni komadi *c* i vlačne trake *d* zauzmu položaj u slici C uslijed vlačnog djelovanja snopa vodiča. Vlačni komad *c* se pri tome odupire pomoću svornika K_2 na odstojnik *a*, dok se svornik K_1, koji je u normalnom položaju prije prekida lanca nosio, izdigne iz svoga ležaja *b*. Položaj svornika K_1 i K_2 u odnosu na ovjesišta izolatorskih lanaca je takav, da se vlak vodiča u normalnom stanju jednoliko dijeli na 3 izolatorska lanca, a nakon loma jednog lanca jednoliko se dijeli na preostala dva lanca. Kod prekida vanjskog lanca vlačni komad *c* i vlačna traka *d* pritišću na olovni klin *g*, uložen između njih, koji se deformira (zdrobi) i time umanji djelovanje udara. U slučaju prekida srednjeg lanca spusti se zajednička točka ovješenja odstojnika *a* u sredini konstrukcije, dok dva olovna uloška u segmentnim komadima *h* ne udare na vlačne komade *c*, te se uslijed vlaka vodiča također deformiraju (zdrobe) i ublaže udarac.

U laboratoriju izvršena su ispitivanja na modelu uz upotrebu pojednostavnjenih uređaja za opterećenje, kojom je prilikom načelno ispitana konstrukcija i postignuto iskustvo za konstruktivna rješenja. Nakon toga se pristupilo seriji ispitivanja pod pogonskim uvjetima, za što su upotrebljeni stupovi napuštenog dalekovoda željeznice. Između dva zatezna stupa raspona 342,5 m montirana su dva zatezna trostruka izolatorska lanca opisane konstrukcije sa snopom od 2 alučelična vodiča presjeka 240/40 mm² i uz to 3 dinamometra i 1 rastavljačka spojka, kako je prikazano na slici.

Svaki se dinamometar sastojao od vlačnog štapa s glavom sa zavojima, a na njegovoj su cilindričnoj površini bile nalijepljene trake za mjerenje produženja. Ove mjerne trake bile su pomoću mjernih vodova priključene na most za mje-



Konstrukcija trostrukog zateznog lanca za snop vodiča pripremljena za ispitivanje

renje produženja, pomoću kojeg su ustanovljene promjene električnog otpora mjernih traka nastalih uslijed udarne vlačne sile kod prekida izolatorskog lanca. Pomoću oscilografa s petljom vršeno je snimanje vremenskog toka udarnog vlačnog naprezanja dinamometarskih štapova. Djelovanje prekida izolatorskog lanca nadomještava rastavljačka spojka, koja je pokretana ručno povlačenjem užeta. Na oscilogramu se mogla očitati za svako vrijeme pokusa veličina udarnog vlačnog naprezanja. Također je mjereno produženje konstrukcije kod prekida izolatorskog lanca. Ukupno su izvršena 33 pokusa, od kojih je 27 u potpunosti registrirano mjernim instrumentima; 16 pokusa je bilo s prekidom vanjskog lanca, a 11 srednjeg lanca i to naizmjence bez prigušivača ili s ulošcima od mekog odnosno tvrdog olova ili mekog bakra. Ustanovljena je maksimalna udarna sila i vrijeme kada nastaje. Udarni koeficijent je odnos udarne sile (dinamične) koja nastaje prilikom prekida lanca i statičke vlačne sile koja djeluje u lancu prije prekida. Pokusi su pokazali, da je u slučaju pravilne montaže armature osigurana jednolika podjela opterećenja na izolatorske lance i automatsko djelovanje izjednačenja opterećenja kod prekida lanca. Pri prekidu jednog lanca nastupa prolazno udarac nejednake veličine u oba preostala lanca. Preostali vanjski lanac se samo toliko dodatno opterećuje, koliko je to uvjetovano podjelom ukupne vlačne sile na samo 2 lanca (udarni koeficijent 1,5).

Srednji lanac preuzima privremeno udarno naprezanje (udarni koeficijent između 1,85 i 2,45, a ovisi o materijalu prigušivača). Koeficijent 2,45 je srednja vrijednost od 16 pokusa neprigušenih prekida vanjskog lanca, a koeficijent 1,85 je srednja vrijednost kod upotrebe uložaka od tvrdog olova. Tvrdo olovo je prikladnije od mekog, jer se manje deformira, manje je produženje lanca i zato ulazi manje udarne energije u konstrukciju. Udarni koeficijenti za slučaj prekida srednjeg lanca nalaze se unutar vrijednosti koeficijenata za slučaj prekida vanjskog lanca i prema tome nisu mjerodavni za dimenzioniranje dijelova konstrukcije.

Ing. Karlo Fišer

Gromovi i prenapon

Na konferenciji *CIGRE 1960* u Parizu, u grupi 33, razmatrano je djelovanje groma i prenapona. Ovi su problemi i za nas od vrlo velikog značenja, te će se stoga ukratko prikazati u ovom članku.

Posljednjih godina pokazala su američka iskustva s vodovima napona većeg od 300 kV, da je kod visokih stupova učestalost atmosferskih smetnji znatno veća, nego što se pretpostavljalo na osnovu dosadašnjih ispitivanja. Zato je odlučeno, da se preispitaju osnove za proračun učestalosti rada zaštite od groma kod dalekovoda, a to su mjerenja jakosti struje groma i zaštitnog efekta zaštitnih užeta. Kao treći problem razmotrena je zaštita transformatorskih stanica povezanih s dalekovodom s relativno kratkim kabelima.

S magnetskim štapićima mogu se pouzdano mjeriti jakosti struje groma na gromovodima, gromobranima i zaštitnim užetima vodova. Prema američkim ispitivanjima mogu mjerenja na nogama stupova dovesti do znatnih grešaka, jer se dozemni vod ne smije pretpostaviti u težištu kutnog željeza. Stvarne struje mogu biti veće nego se na dosadašnji način proračunalo. Magnetiziranje štapića kod promjene polariteta groma ne može se iskoristiti, jer pri tome mogu nastati prevelike greške.

Prilikom novijih švicarskih ispitivanja utvrđeno je, da je trajanje velikih struja groma općenito između 20 i 100 μsek. Prilikom prvog djelomičnog izbijanja najprije raste polagano čelo strujnog vala, a zatim postepeno u roku od 6 do 8 μ sekunda postaje strmije. Tjemena vrijednost ostaje izvjesno vrijeme približno konstantna. Slijedeća djelomična izbijanja imaju znatno strmiji čeoni val. Kod prvog se udara polagano otvara kanal groma, dok se slijedeća izbijanja odvijaju slično putujućem valu u ioniziranom kanalu. Do istih se spoznaja došlo i fotografskim snimkama. Kod prvog udara ne raste pojava svjetla tako brzo kao kod slijedećih.

O djelovanju zaštitnih užeta vršena su već odavna ispitivanja na modelu i to istosmjernom, izmjeničnom strujom i udarnim naponima pozitivnog i negativnog polariteta i s različitim oblicima elektroda. Rezultati su bili također vrlo različiti. Ubrzo se došlo do spoznaje, da se dobiva najbolja imitacija prirodnog groma s pozitivnim udarnim naponom kod minimalnog preskočnog napona i s normalnom elektrodom na visokonaponskoj strani.

Kod ispitivanja na modelu o zaštitnom djelovanju zaštitnih užeta podudaraju se kod jednostavnog rasporeda rezultati s iskustvima na vodovima, ali često to ne odgovara, naročito ako je model previše smanjen. Za vodove je dovoljno zaštićeno područje prikazati kao kut. Potrebni su praktički statistički eksperimenti, da se odredi stepen sigurnosti voda prema udarcima groma za razne položaje zaštitnog užeta.

U Njemačkoj su provedena sistematska mjerenja s magnetskim štapićima na vodovima napona od 15 do 220 kV, ukupne dužine od 2000 km. Velika vrijednost zaštitnih užeta je očita iz činjenice, da je na vodu bez zaštitnih užeta bio pogođen vodič u 47 % slučajeva udara groma u vod, a kod voda s jednim zaštitnim užetom iznosilo je to svega 5 %. Nije bilo uopće udara u vodič, ako je vod imao dva ili tri zaštitna užeta.

Udari u vodič opaženi su u slučaju ako je $y/x < 1{,}3$, gdje su y i x vertikalna odnosno horizontalna udaljenost između zaštitnog užeta i vodiča, što odgovara kutu od 37°. Iz rezultata se može zaključiti, da na ovaj kut ne utječe napon voda. Na vodu 220 kV opaženi su kod $y/x = 1{,}4$ udari groma pozitivnog polariteta u vodič, iz čega se zaključuje da y/x ne smije biti manji od 1,5 odnosno kut ne smije biti veći od 33°.

Ohio Brass Co. (SAD) objavila je podatke o zaštiti od groma za vodove napona 66 do 287 kV, dužine oko 5000 milja. Posebno su promatrani vodovi s čeličnim i drvenim stupovima. Nisu uzeti u razmatranje vodovi, za koje nije bilo podataka o otporu tla ili gdje je bio vrlo velik. Obrađeni su samo podaci vodova sa uzemljenom nul-točkom. Vodovi su podijeljeni u 4 grupe u zavisnosti od broja udara na 100 milja godišnje i po jednom olujnom danu, vodeći računa o kutu zaštite. Rezultati su bili uglavnom zadovoljavajući za vodove, gdje kut zaštite nije bio veći od 20°. U nekim slučajevima su bili povoljniji vodovi s većim kutem zaštite od vodova s manjim kutem. Vjerojatno je glavni razlog činjenica, da je udarni napon promatranih vodova varirao između 500 i 1900 kV. Veliki dio vodova s kutem od 30° ili većim imao je znatno manji udarni napon od vodova s kutem od 20°, što čini usporedbu vrlo teškom.

Vodovi s drvenim stupovima imali su udarni napon između 1200 i 1600 kV. Nije bilo bitnih razlika između vodova s kutevima od 19° do 39°.

U SAD su provedena novija ispitivanja, da se utvrdi sigurnost vodova s obzirom na atmosferske utjecaje. Za mjerenje čela strujnog vala upotrebljen je »teinograf«, te je ugrađeno 40 komada u vodove 345 kV. Za najavu greške već je ugrađeno 500 uređaja, a osim toga u pokusnom vodu 460 kV ugrađeno je 35 elektronskih oscilografa, kao i fotografski aparati s pomičnim filmom.

U SSSR se smatra, da je za vodove 35 i 110 kV dovoljan kut zaštite od 30° do 45°. Za vodove napona 220 do 500 kV kut zaštite treba da iznosi 15° do 20°, a u zavisnosti od visine stupova.

Na osnovu iskustava iz sedam zemalja načinjen je pregled o rezultatima ispitivanja zaštite dalekovoda napon 225 kV

pomoću zaštitnih užeta. Postoji zavisnost između broja smetnji uslijed atmosferskih utjecaja po 1 km i jednom olujnom danu i kuta zaštite zaštitnog užeta za različite načine gradnje dalekovoda. Vodovi s jednom trojkom su zbog svoje manje visine povoljniji od vodova sa dvije trojke. Za ove je uz kut zaštite od 15⁰ učestalost greške oko 0,02 na 100 km, olujni dan i trojku, a uz kut zaštite od 35⁰ oko 0,05, dok je za kut zaštite od 50⁰ oko 0,08.

Smatra se, da je za usporedbu učestalosti atmosferskih smetnji u različitim zemljama nedovoljna sadašnja osnova broj olujnih dana. Zato je predloženo, da se utvrdi broj udara groma godišnje po kvadratnom kilometru. Postojeća brojila udaraca groma učinjena su neosjetljivijima, da se postigne manje područje mjerenja s polumjerom od oko 15 km. Budući da se u smanjenoj mjeri broje i gromovi između oblaka, u Švedskoj je utvrđeno posebnim promatranjima, da je samo 65 % udara gromova prema zemlji. U godini koja je imala relativno malo oluja ustanovljeno je u južnoj Švedskoj 50 do 60 udaraca groma na 100 km², a na oba baltička otoka samo 10 do 16. Mjerenja ove vrste se provode u različitim zemljama u sve većem opsegu. Postoji već oko 200 000 registracija.

Studijska grupa zadužena za ova pitanja došla je 1959. do slijedećih zaključaka:

1. Budući da nije moguće udesiti ispitivanja na modelima na takav način, da su rezultati u skladu sa statističkim ispitivanjima, postavlja se pitanje, da li je dozvoljeno upotrebiti takav raspored za određivanje zaštitnih karakteristika za kompliciraniju konfiguraciju.

Nije bilo moguće postići suglasnost o tome. Neki su delegati bili mišljenja, da je mehanizam laboratorijske iskre bio toliko različit od prirodnog groma da se uopće ne mogu koristiti vrijednosti dobivene ispitivanjima na modelu. Drugi su bili mišljenja, da se mogu dobiti korisne informacije od propisno izvedenih ispitivanja na modelu.

2. Za dalekovode je kut zaštite jednostavni i efikasni način za karakteristiku zaštitnih svojstava zaštitnog užeta.

3. Ne postoji definitivni stav u pitanju manjega kuta zaštite za vrlo visoke stupove.

4. Unutar vrlo širokih granica za vrijednosti otpora tla može se smatrati, da je površina zemlje ravna s potencijalom jednakim nuli. Stoga je kut zaštite zaštitnog užeta neovisan o vrsti tla.

5. Opširno je diskutirano o numeričkoj vrijednosti sigurnoga kuta zaštite, ali nije donijet zaključak. Prema njemačkim ispitivanjima s magnetskim štapićima kut od 33⁰ je zadovoljavajući i zato će se graditi novi njemački vodovi s kutem zaštite, koji neće biti veći od ove vrijednosti. Drugi delegati izvijestili su o zadovoljavajućoj izvedbi s kutem zaštite od oko 30⁰.

6. Postignuta je općenita suglasnost, da je vjerojatnost direktnog udara u vodič između dva zaštitna užeta tako malena, da kut zaštite za ova užeta može biti povećan za 50 % ili čak i više.

Zaštita od prenapona stanica s uvodnim kabelom nije samo tehnički, nego je i ekonomski problem. Budući da se kod proračuna ne mogu uzeti u obzir sve činjenice i proračun postaje vrlo kompliciran, ispitivanja se sada provode na modelima, što je dokaz da je to najprikladniji i najjednostavniji način. U madžarskom referatu predviđa se, da je zaštita kabelskih uvoda dovoljna pomoću dva iskrišta postavljena na dalekovodu. Svakako je potrebno jedno uzemljeno zaštitno uže iznad voda nedaleko od prijelaza od dalekovoda na kabel.

Slični pokusi s ventilnim odvodnicima obrađeni su u čehoslovačkim referatima.

Prema engleskom mišljenju potrebna su statistička iskustva. Engleska grid-mreža 132 kV ima zaštitno uže i male vrijednosti otpora uzemljenja stupova. Na svim transformatorskim provodnicima su zaštitna iskrišta sa sigurnosnim razmakom od 16 cm. Preskok iskrišta nastupa po prilici kod 30 % udarnog nivoa. U devet godina bilo je oko 500 smetnji uslijed udara groma, a od toga je došlo samo u 7 % slučajeva do preskoka zaštitnih iskrišta na transformatorima, uglavnom na krajnjim stanicama, ali također i na jednostavnijim prolaznim stanicama bez kabelskih uvoda. U 30 stanica napona 132 kV s više vodova i kabela nije u ovih devet godina došlo do preskoka ili oštećenja uslijed groma. Iznimku čine samo udari direktno u stanicu. Zato se smatra, da su iskrišta nedovoljna zaštita. U praksi se upotrebljavaju odvodnici kod transformatora samo na krajevima otcjepa, a kod stanica s više vodova samo iskrišta. Kod transformatora u blok-spoju s generatorima predviđaju se odvodnici samo ako je dužina kabela manja od 200 m ili ako od sabirnica odilazi manje od 4 voda.

Ing. Karlo Fišer

Prijenos energije vrlo visokim naponima

U 42. grupi konferencije *CIGRE 1960* god. u Parizu razmatran je među ostalim i prijenos električne energije vrlo visokim naponom, a kako je ovaj problem i za nas već vrlo aktuelan, ovdje je ukratko prikazan.

Napon od 220 kV afirmirao se potpuno, za razliku od slijedećeg višeg napona, koji u SAD i Kanadi iznosi u pravilu 345 kV, a rijetko 287 kV. Kao slijedeći viši napon predlaže se 500, 690 ili 750 kV. Pri tome bi napon od 500 kV bio nastavak kao slijedeći viši nivo na evropski napon od 380 kV, odnosno na američki od 345 kV. Predložena povišenja nivoa napona razlikuju se za faktor $\sqrt{3}$ do 2 odnosno 2,5. Amerikanci predlažu normiranje napona od 500 kV, a kao slijedeći viši nivo napona 750 kV, a ne 690 kV.

Normiranje napona može se promatrati sa stanovišta fabrikacije ili pogona povezanih mreža u budućnosti. Normiranju sa stanovišta fabrikacije oprečno je gledište poduzeća za elektrifikaciju, prema kojemu za svaki pojedini slučaj prijenosa postoji samo jedan najekonomičniji napon. Ovakav stav uvjetuje normiranje nivoa napona sa suviše stepena. Međutim je dokazano, da je za izvjestan slučaj prijenosa krivulja optimalnog napona vrlo plosnata, a naročito ako se uzme u obzir još i povećanje prijenosne snage u toku vremena.

Pogon povezanih mreža polazi sa pretpostavke, da će jednoga dana svi veliki sistemi vodova morati biti prikladni da se međusobno neposredno spoje. Pogonska iskustva uz isti napon olakšavaju izmjenu iskustava. Prema ovom stanovištu važno je samo konačno stanje i da na kraju bude što manji broj napona, koji nisu normirani.

Ako se polazi od napona koji su danas u upotrebi, onda se dobiva slijedeći red nazivnih napona: 220, 275, 330, 380, 460 i 660 kV, od kojih su posljednja dva napona prijedlog. Ovakvo normiranje bilo bi najjednostavnije rješenje i značilo bi legalizaciju sadašnjeg stanja. Svrsishodno bi bilo utvrditi za budućnost samo tri međunarodna napona: 220, 380 i 660 kV. Pri tome treba imati u vidu, da su sadašnja odstupanja napona od ovog prijedloga od manjeg značaja, nego odstupanja od napona koji se može očekivati da će biti slijedeći stepen za budućih deset ili dvadeset godina.

Prilikom diskusije nije razmatrano toliko normiranje obzirom na fabrikaciju, nego izbor napona za prijenos izvjesne snage na izvjesnu udaljenost, za koji se slučaj odabire najekonomičniji napon. Ovaj su stav zastupale Kanada, Australija i Švedska. Drugi slučaj koji je razmatran je pogon povezanih mreža, kod kojeg nije poželjno normiranje mnogo preblizih nivoa napona. Ovaj način pogona odgovara Evropi i SAD, te postoji mogućnost utvrditi normirane napone. Sve evropske zemlje osim SSSR sporazumne su, da se normira 380 kV, a kao slijedeći stepen 660 kV. SAD predlažu 330 kV

i 460 ili 500 kV, a kao slijedeći stepen 690 ili 750 kV. Opće mišljenje je bilo, da bi trebalo međunarodno normirati barem nivo oko 700 kV.

U švedskom izvještaju prikazani su razni postupci za ispitivanje stabilnosti mreže u pojedinim etapama izgradnje, dani su rezultati i diskutirano je o sredstvima za utjecanje na stabilnost. Na prvom mjestu je serijski kondenzator, koji osim toga služi za poboljšanje podjele snage između vodova napona 400 i 220 kV i jalove snage. Kratkotrajni prekid je jedno od najboljih i najjeftinijih sredstava za poboljšanje dinamičkog stabiliteta. S povećanjem broja zamki u mreži postaje sve manje važan dinamički stabilitet, a statički stabilitet dobiva na značenju.

U američkom izvještaju opisano je 3200 km mreže 345 kV. Veliki broj preskoka uzrokovanih od groma svladan je kratkotrajnim prekidom. Ovo je bilo uspješno u 74 % svih slučajeva grešaka uzrokovanih gromom ili zaleđivanjem. Nekada je vrijeme iskopčanja iznosilo 0,46 sekunda, a sada se smanjilo na oko 0,36 sekunda. Naročite poteškoće uzrokovalo je nastupanje zaleđivanja i vibracije užeta. Zbog izbjegavanja kratkih spojeva uslijed vibracija užeta pomaknut je — kod vertikalnog razmještaja vodiča — srednji vodič za 2,4 m prema vani, a najveći rasponi su ograničeni na 300 do 375 m.

Iz izvještaja SSSR-a se vidi, da se prijelazom od napona 400 kV na 500 kV dobiva prevelika razlika prema 220 kV, te će se u budućnosti uvesti i 330 kV, pa će vjerojatno SSSR i SAD imati iste nivoe napona: 330 i 500 kV.

Pogonska iskustva s vodovima 225 kV iz sedam zemalja pokazuju, da je grom glavni uzrok ispada vodova i da izolacija predstavlja najslabije mjesto u opremi voda. Kratkotrajni prekid (brzo ponovno uključivanje) pokazao se vrlo uspješnim. Svladavanje zemnih spojeva pomoću kratkotrajnog prekida može konkurirati sa upotrebom zaštitnih užeta. Prilikom diskusije o upotrebi zaštitnog užeta vladalo je mišljenje, da to ovisi o povjerenju prema funkciji kratkotrajnog prekida.

U referatu SAD opisan je ispitni vod dužine 7 km za pogonski napon 750 kV koji će prvo vrijeme biti pod naponom od 460 kV, a ima opremu instrumenata za mjerenje korone i nivoa smetnji kao i za druge pokuse.

U kanadskom referatu opisana je pokusna stanica 600 kV sa dva pokusna voda dužine po 750 m s uređajima za mjerenje korone i nivoa smetnji. U snopu su 3 i 4 vodiča.

U referatu SSSR izvještava se o mjerenjima gubitaka korone do napona od 750 kV i daje se formula za proračun gubitaka zbog korone.

Ing. K. Fišer

Prijelaz na napon 380 kV u Poljskoj

U Jugoslaviji je aktuelno pitanje, kad će biti potrebno prijeći na napon 380 kV. *Instytut Energetyki* održao je u Varšavi u veljači 1960. internacionalno zasjedanje i razmatrao, da li je u Poljskoj već sada potrebno prijeći na napon 380 kV. A. Kopystianski je u uvodu svog referata konstatirao, da je u sadašnjem i prijašnjem petogodišnjem planu bila najvažnija izgradnja elektrana, dok će u budućem biti važna izgradnja mreže. Dani su podaci o dometu napajanja različitim naponima. Kod 110 kV radijus napajanja ne treba prekoračiti 100 km (površina napajanja oko 30 000 km²). Ako se za 220 kV pretpostavi kao minimalna snaga transformatorske stanice 200 MVA, a za 380 kV 600 MVA, gustoća konzuma je 6 kW/km² ili 27 MWh/km², a u drugom slučaju 20 kW/km² ili 90 MWh/km² (vrijeme upotrebe T = 4500 sati). Prema statistici iz 1958. bila je u Poljskoj gustoća konzuma manja od 40 MWh/km², osim u jugozapadnom industrijskom području, gdje su bile znatno veće vrijednosti. I uz pretpostavku dvostrukih potreba za slijedećih 10 godina, nije neophodno potreban prijelaz na 380 kV.

Sirovine za proizvodnju električne energije u Poljskoj su kameni i smeđi ugljen, koje se nalaze na jugu, gdje je i najveća potreba za energijom. Zbog toga se pretpostavlja, da će do razdoblja 1970 — 1975. zadovoljiti napon od 220 kV.

Koncentracija snage u velikim elektranama ima ekonomsko opravdanje. Postoji određena zavisnost između veličine agregata prijenosnog napona. Snagama agregata od 25 i 50 MW odgovaraju vodovi 110 kV, a od 100 i 200 MW oni od 220 kV, dok su za 300 i 500 MW potrebni vodovi od 380 kV. Za napon vodova od značaja je i udaljenost. Obzirom na stabilnost pogona sposobnost prijenosa u toliko je manja, što je veća udaljenost. U Poljskoj nema većih udaljenosti od 300 km, pa sposobnost prijenosa kod 220 kV iznosi za jedan vod oko 200 MW, dok je ekonomska snaga manja. Tek za veće udaljenosti i snage ima prednost prijenos sa 380 kV.

Ako ima više paralelnih vodova, veća je pogonska sigurnost osobito tamo, gdje nema rezerva, kao u sjevernoj i istočnoj Poljskoj. Izvoz energije dolazi u obzir prema jugu u ČSR i Madžarsku, a u daljoj budućnosti možda i prema zapadu u Istočnu Njemačku, pri čemu su malene udaljenosti i neće uvjetovati viši napon.

Na troškove prijenosa mnogo utječe cijena opreme, a njezin godišnji udio u postocima može se pretpostaviti u Poljskoj oko 20 %. Već samo zbog toga treba težiti izvedbi s malim troškovima za opremu. Specifični troškovi transformacije u mreži 380 kV oko 30 % su veći nego u mreži 220 kV, pri čemu se pretpostavlja, da snaga stanice 380 kV nije manja od 400 MVA, a stanice 220 kV od 250 MVA. Kod manjih snaga stanica 380 kV bit će usporedba troškova još nepovoljnija. Troškovi prijenosa kod 380 kV niži su za oko 40 % nego kod 220 kV (udaljenost oko 300 km, snaga kod 380 kV najmanje 400 MW, a kod 220 kV — 200 MW). Kod opterećenja voda 380 kV sa samo 200 MW bit će ti troškovi skoro jednaki kao kod 220 kV. Pogonski uvjeti su povoljniji kod 380 kV pri većim udaljenostima, jer je kod 220 kV snaga ograničena stabilitetom. Kod manjih udaljenosti i većeg broja stanica povoljnija je mreža 220 kV Za prijenos sa 380 kV potrebno je opterećenje od najmanje 300 do 400 MW.

Iz gornjeg se zaključuje, da će tek kasnije doći u razmatranje izgradnja pojedinih vodova 380 kV za prijenos snaga većih od 400 MW i za udaljenosti veće od 300 km.

Prof. Jasicki je u svom referatu usporedio prijenosne troškove za vodove 220 i 380 kV, te predlaže odmah izgradnju mreže 380 kV u Poljskoj. Kao primjer razmotrena je povezana mreža s više vrlo ekonomičnih elektrana, koje proizvode znatno više energije nego je potrebno u vlastitoj mreži, te se dio njihove snage prenosi u susjedne mreže. Godišnji prirast osnovnog opterećenja (T = 7000 sati) pretpostavljen je sa 14,8 %, a srednjeg opterećenja (T = 4800 sati) samo sa 12,2 %. Povećanje vršnog opterećenja dalo je vrijednost od 15 %. Referent zaključuje, da snaga koju treba prenijeti na početku iznosi 700 — 900 MW, a da će u periodu od 15 godina pasti na 530 MW. Čini mu se opravdano spajanje mreže za izvoz energije s mrežama 380 kV u susjednim zemljama. U nastavku zaključuje — prema švedskim i njemačkim rezultatima — da su vodovi 380 kV jeftiniji, ako je kod 200 do 300 MW prekoračuna udaljenost od 240 km, odnosno kod 400 MW udaljenost od 190 km, a kod 500 MW udaljenost od 120 km. U odabranom slučaju referent je izračunao za alternativu 380/220 kV uštedu troškova prijenosa od 12,74 milijuna zloti, dok je u cijeni opreme od 1180 milijuna zloti alternativa 380 kV za oko 200 milijuna zloti (oko 14,5 %) jeftinija od alternative 220 kV.

Ing. K. Fišer

Neki faktori koji utječu na potrošnju električne energije

Potrošnja električne energije je jedan od osnovnih pokazatelja životnog standarda neke zemlje. Na tu potrošnju utječu razni faktori, od kojih su neki specifični, a drugi opći. U prvu grupu možemo uvrstiti raspoloživost hidroenergije, stupanj industrijalizacije, klimatske uslove i sl., dok je u drugoj grupi najznačajniji nacionalni dohodak.

Prema podacima Evropske organizacije za ekonomsku suradnju [1], kao i Ujedinjenih Naroda – Ekonomske komisije za Evropu [2], dajemo potrošnju električne energije i nacionalnog dohotka oboje po stanovniku, zemalja OEEC.

Nacionalni dohodak (a) i potrošnja električne energije (b) po stanovniku zemalja OEEC, SAD i Jugoslavije

Država	1938		1950		1957		1959	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
	po stanovniku							
	$	kWh	$	kWh	$	kWh	$	kWh
Austrija	329	419	385	822	596	1064	615	. . .
Belgija	. . .	629	902	985	1067	1391	919	1450
Bugarska	739	309	872	484	952	919	995	960
Francuska	. . .	470	892	801	1176	1309	. . .	1436
Grčka	. . .	27	178	66	277	191	315	234
Irska	398	223	446	308	504	588	. . .	704
Island	500	. . .	938	1396	1224	2610	. . .	2890
Italija	351	357	339	532	437	891	451	977
Luxemburg	989	1399	1136	2226	1207	3722	. . .	4020
Nizozemska	. . .	421	568	682	737	1137	756	1250
Norveška	. . .	3381	. . .	5382	989	7391	1060	8020
Portugal	. . .	61	. . .	116	231	240	. . .	328
Švedska	805	1280	1028	2444	1219	3876	1498	4290
Švicarska	907	1313	1019	2103	1310	2978	1300	3480
Španija	153*	103*	164	184	384	239	. . .	300
Vel. Britanija	850	670	907	1257	1050	1942	. . .	2210
Zap. Njemačka	521	719	528	894	845	1732	. . .	1865
SAD	1380	1155	2122	2582	2405	4228	. . .	4460
Jugoslavija	. . .	. . .	136	141	312	324	407	421

* 1940.

Iz prednjih podataka može se zaključiti, da je godišnji iznos porasta potrošnje električne energije približno dvaput veći od godišnjeg porasta nacionalnog dohotka. Drugim riječima da bi se potrošnja električne energije po stanovniku udvostručila, treba nacionalni dohodak povećati za polovicu.

Stavimo li u odnos vrijednosti iz po dvije kolone prethodne tablice, dobit ćemo interesantan pokazatelj, kWh/$, Ako uzmemo najkompletnije podatke, tj. one iz godine 1957, specifične vrijednosti bit će sljedeće:

	kWh/$		kWh/$
Austrija	1,78	Nizozemska	1,54
Belgija	1,31	Norveška	7,47
Danska	0,96	Portugal	1,05
Francuska	1,11	Švedska	3,18
Grčka	0,69	Švicarska	2,27
Irska	1,17	Španija	0,62
Island	2,13	Vel. Britanija	1,85
Italija	2,04	Zap. Njemačka	2,04
Luxemburg	3,09	SAD	1,76

Jugoslavija 1,04 kWh/$.

Varijacije pokazatelja kWh/$ su vrlo velike, te se kreću od maksimuma 7,47 (Norveška) do 0,62 (Španija) kao minimuma. Znači, da je u Norveškoj 12 puta više kWh u nacionalnom dohotku nego u Grčkoj. Prema tom pregledu Jugoslavija je od promatranih 19 zemalja po:

$/stanov. na 17. mjestu (bolja od Grčke i Portugala),
kWh/stanov. na 16. mjestu (bolja od Grčke, Portugala i Španije),
kWh/$ na 15. mjestu (bolja od Grčke, Portugala Španije i Danske).

Osim nacionalnog dohotka još dva faktora imaju odlučujući utjecaj na nivo potrošnje: raspoloživost hidroenergije, kao i stupanj industrijalizacije.

U pogledu utjecaja raspoloživosti hidroenergije primjećujemo da zemlje s gotovo istim nivoom nacionalnog dohotka imaju potrošnju električne energije znatno manju nego u Norveškoj. Tako je u Norveškoj specifična potrošnja veća nego u

Belgiji	za 5,3 puta
Vel. Britaniji	za 3,8 puta
Švicarskoj	za 2,5 puta
Švedskoj	za 1,9 puta

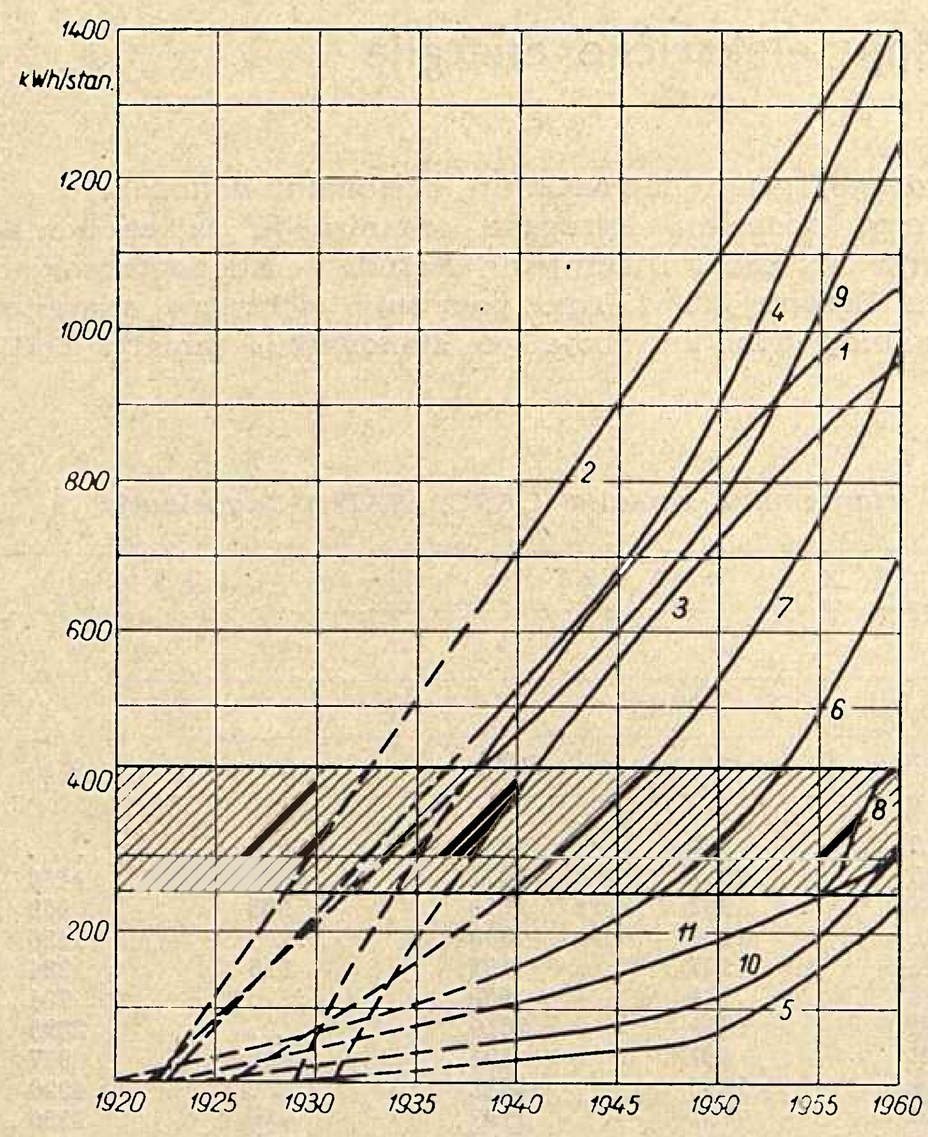
Zaključak donekle iznenađuje, jer se općenito upotrebljavani pokazatelj potrošnje (ili proizvodnje) električne energije po stanovniku ne može uvijek upotrijebiti kao pouzdano mjerilo za prosuđivanje životnog standarda neke zemlje. Isto tako potrošnja u Irskoj iznosi ½ potrošnje u Austriji, odnosno $^2/_3$ od potrošnje u Italiji, kao zemljama s velikim rezervama hidroenergije.

Ni stupanj industrijalizacije se ne smije zanemariti kao važan faktor, koji utječe na potrošnju električne energije. Tako Luxemburg troši oko tri puta više električne energije (po stanovniku) od Francuske, premda je nacionalni dohodak po stanovniku skoro isti. Od svih promatranih zemalja Danska ima relativno najvišu potrošnju, u odnosu na visok nivo njenog nacionalnog dohotka, što se objašnjava pretežno poljoprivrednim karakterom zemlje.

Radi ilustracije prednje tvrdnje navest ćemo specifičnu potrošnju električne energije u 1959. u nekoliko industrijski jakih i nekoliko zaostalih zemalja:

Industrijske zemlje	kWh/stan.	Zaostale zemlje	kWh/stan.
Luxemburg	4020	Bugarska	367
Švedska	4290	Grčka	234
Vel. Britanija	2210	Portugal	328

Na koncu bi bilo interesantno utvrditi vremenski egalitet potrošnje električne energije promatranih država, na



Vremensko izjednačenje specifične potrošnje FNRJ i nekih zemalja OEEC

1 — Austrija	5 — Grčka	9 — Nizozemska
2 — Belgija	6 — Irska	10 — Portugal
3 — Danska	7 — Italija	11 — Španija
4 — Francuska	8 — Jugoslavija	

bazi potrošnje Jugoslavije u određenom razdoblju. Prema podacima o potrošnji električne energije po stanovniku u predočenoj tabeli konstruiran je dijagram. Svrha mu je da se grafički ustanovi potrošnji kojeg vremenskog razdoblja pojedinih zemalja Evrope odgovara potrošnja Jugoslavije za 5-godišnje razdoblje 1955—1959. Crtkani dio krivulja predstavlja ekstrapolaciju za razdoblje, kojeg podacima ne raspolažemo.

Iz dijagrama očitavamo, da navedeno 5-godišnje razdoblje kod Jugoslavije odgovara slijedećim razdobljima pojedinih zemalja:

kod Belgije	1928 — 1933, zaostaje 22 godine,
kod Francuske	1932 — 1936, zaostaje 19 godina,
kod Nizozemske	1931 — 1938, zaostaje 17 godina,
kod Austrije	1934 — 1938, zaostaje 17 godina,
kod Danske	1937 — 1941, zaostaje 14 godina,
kod Italije	1939 — 1946, zaostaje 9 godina,
kod Irske	1947 — 1952, zaostaje 3 godine.

dok Španija, Portugal i Grčka još nisu dostigli Jugoslaviju. Posebno treba naglasiti da u ovom dijagramu nisu ucrtane države sa specifičnom potrošnjom u 1959. većoj od 1500 kWh/stan., jer bi za njih bila potrebna ekstrapolacija za daleko ranije vremensko razdoblje, koja bi radi toga bila potpuno nepouzdana.

Literatura

[1] Evropska organizacija za ekonomsku suradnju, *Desetgodišnji izvještaj komiteta za električnu energiju za Evropu 1948 — 1958* (Prijevod JUGELA, Beograd, 1960.)

[2] *Annual Bulletin of Electric Energy for Europe*, 1960, UN, Geneva 1961

Drago Kostanjšek

Austrijska elektroprivreda u godini 1960.

Godišnja bilanca elektroprivrede Austrije u 1960., objavljena u časopisu Elektrizitätswirtschaft br. 21, novembar 1961, daje slijedeće podatke.

Ukupnu strukturu proizvodnje električne energije Austrije, prema sektoru vlasništva, sačinjavaju: javne elektrane, elektrane industrijskih poduzeća i elektrane Saveznih austrijskih željeznica. U javne elektrane su uključena savezna, zemaljska, komunalna i distributivna poduzeća.

Proizvodnja i međudržavna razmjena električne energije Austrije u posljednje tri godine prikazana je u slijedećoj tablici:

Raspoloživa električna energija u godinama 1958 do 1960.

	Proizvodnja u MWh			Promjena u %	
	1958.	1959.	1960.	1958/59.	1959/60.
Javne elektrane:					
hidroelektrane	9240	9651	10489	+ 4,4	+ 8,6
termoelektrane	1795	2569	2695	+43,1	+ 4,9
Industrijske elektrane*	2020	2069	2292	+ 2,4	+10,6
Savezne željeznice	504	502	489	— 0,4	— 2,6
Ukupna proizvodnja	13559	14791	15965	+ 9,1	+ 7,9
Uvoz	693	545	641	—21,4	+17,6
Izvoz	2057	2478	2544	+20,4	+ 2,7
Raspoloživa energija (uključivo gubici)	12195	12858	14062	+ 5,4	+ 9,4

Porast ukupne proizvodnje električne energije svih austrijskih elektrana u godini 1960. prema 1959. iznosi 7,9 % (odnosno 9,1 % u 1958/59). Ukupna potrošnja povišena je u tom periodu za 9,4 % (5,4 %).

Austrija je tokom 1960. uvezla 641 GWh, a izvezla 2.544 GWh. Uglavnom se međudržavna razmjena odvijala sa Saveznom Republikom Njemačkom. Od ukupne razmjene električne energije uvezeno je iz Njemačke 404 GWh, a izvezeno 2.242 GWh, dok na Jugoslaviju otpada 21 GWh uvoza i 25 GWh izvoza.

Prosječna proizvodnja po stanovniku u godini 1960. dostigla je 1985 kWh/god, prema 1824 kWh/god u 1959, što znači porast od 10,9 %.

Od 13.184 GWh proizvodnje javnih elektrana 10.489 GWh proizvele su hidroelektrane, a 2.695 GWh termoelektrane. Porast prema godini 1959. iznosi 7,9 % (odnosno 11,1 % u 1958/59).

Visoki porast proizvodnje djelomično je prouzrokovan vrlo povoljnim hidrološkim prilikama, koje su u drugoj polovici godine bile iznad prosjeka. S druge strane su međutim austrijske termoelektrane u januaru 1960. zabilježile najvišu dotadašnju proizvodnju od 461 GWh.

Maksimalno opterećenje javnih elektrana nastupilo je 21. decembra 1960. u 17 sati s 1730 MW, u čemu je udjel hidroelektrana bio 65,8 %, a termoelektrana 34,2 %.

Procentualni udjel goriva po vrstama za kaloričnu proizvodnju bio je u godini 1960: kameni ugljen 2,58 %, mrki ugljen 47,02 %, tekuća goriva 7,30 % i plinovita goriva 43,10 %. Kod toga treba napomenuti, da potrošnja kamenog ugljena, koji se pretežno uvozi, i dalje opada. Njegov udjel prema ukupnoj potrošnji goriva termoelektrana pao je od 34,37 % u 1950., na 2,58 u 1960., dok je udjel mrkog ugljena skoro konstantan, te se posljednjih 11 godina kreće u granicama od 45 do 48 %. Kod potrošnje tekućih goriva, koja je u pojedinim godinama bila vrlo različita (1958 — 4,06 %, 1959 — 10,71 % 1960 — 7,30 %), ne može se utvrditi neka određena tendencija. Udjel plinovitih goriva u ukupnoj potrošnji međutim

* Bez davanja u javnu mrežu.

neprekidno raste, te je u 1950. iznosio 14,85 %, a 43,10 % u 1960. Ukupan potrošak za termoproizvodnju iznosio je 734.927 t uslovnog ugljena (7.000 kcal), 0,54 milijuna t ulja za loženje i 476 milijuna Nm³ zemnog i koksnog plina, te plina iz visokih peći.

Potrošnja električne energije u godinama 1958. do 1960.

	Potrošnja					
	1958.		1959.		1960.	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Kućanstvo	1397	14,5	1516	15,0	1697	15,3
Obrt	1073	11,2	1130	11,3	1233	11,2
Poljoprivreda	268	2,8	277	2,7	296	2,7
Industrija	4341	45,8	4686	46,2	5043	45,7
Javne ustanove	269	2,8	280	2,7	304	2,7
Saobraćaj (bez sav. želj.)	196	2,1	205	2,0	220	2,0
Vlastiti potrošak EVU	234	2,4	285	2,8	294	2,7
Gradilišta elektrana	35	0,4	21	0,2	36	0,3
Pumpe za akumulaciju	689	7,0	587	5,8	747	6,7
Gubici prijenosa	977	10,2	1053	10,4	1102	10,0
Ukupno	9479	99,2	10040	99,1	10972	99,3
Dodatni gubici	76	0,8	92	0,9	77	0,7
Potrošnja (javna opskrba)	9555	100,0	10132	100,0	11049	100,0

U izvještajnoj godini povećana je snaga i kapacitet elektrana, i to povećanje instalirane snage hidroelektrana iznosi 23 MW, s ukupnim povećanjem kapaciteta od 135 GWh za normalnu godinu, dok je snaga termoelektrana povećana za 25 MW.

Potrošnja električne energije javne opskrbe (bez industrije sa vlastitim elektranama i bez Saveznih austrijskih željeznica), prema grupama potrošača u posljednje tri godine, prikazana je u prednjoj tablici.

Porast ukupne potrošnje u godini 1960. prema 1959. iznosi 9,1 % (odnosno 6 % u 1958/59).

Najveći udjel u potrošnji ima opet industrija (45,7 %) i pokazuje povišenje od 10,8 % prema godini 1959. Međutim, sa 45,7 % nastavlja se kontinuirano smanjivanje udjela industrije u ukupnoj potrošnji, koje traje od 1955, s iznimkom godine 1959. Najveći porast, i to od 27,2 %, javlja se kod potrošača »pumpe za akumulaciju«, ako se ne uzmu u obzir »gradilišta elektrana«, zbog malih količina potrošene električne energije.

L. W.

Talijanska elektroprivreda

ANIDEL (Associazione Nazionale Imprese Produttrici e Distributrici di Energia Elettrica) je udruženje proizvođača i distributera električne energije u Italiji, koje među ostalim izdaje svake godine dvije interesantne publikacije: Godišnji izvještaj Udruženja i posebnu brošuru o talijanskoj elektroprivredi. Podaci o njihovoj elektroprivredi za nas su od interesa, jer je Italija naš susjed, a u skoroj budućnosti predstoji i povezivanje naše i talijanske mreže najvišeg napona dalekovodom 220 kV Brinje–Trst.

Iz izvještaja za 1959. mogu se razabrati ovi karakteristički podaci: u 1946. dostigle su talijanske elektrane predratnu proizvodnju od oko 20 milijarda kWh. Od onda im je znatno porasla proizvodnja električne energije i postigla je 1959. 50 milijarda kWh.

Gradnja termoelektrana ubrzano se odvijala od 1952, a još brže se razvijala gradnja hidroelektrana. Pri tome se sadržaj akumulacija hidroelektrana naročito povećao od 2200 milijuna kWh akumulirane energije u 1946. na 5600 milijuna kWh u 1959.

U tablici prikazana je ukupna snaga talijanskih elektrana i njena proizvodnja prema vrsti pogonskog sredstva (iznosi su zaokruženi na 100 MW, odnosno 100 GWh).

Vrst elektrane (godine 1959)	Raspoloživa snaga		Efektivna proizvodnja	
	MW	%	GWh	%
Hidroelektrane	10800	71	38408	78
Termoelektrane (goriva)	4100	27	8900	18
Geotermičke elektrane (zemne pare)	300	2	2100	4
Ukupno	15200	100	49400	100

Trajanje upotrebe reducirano na raspoloživu snagu elektrana iznosi za hidroelektrane (mnoge akumulacione elektrane) oko 3500 sati na godinu, za termoelektrane na fosilno gorivo, ulje i plin oko 2000 sati i za geotermičke elektrane 7100 sati. Kvocijent raspoložive snage i stvarno iskorištene snage iznosi za hidroelektrane 1,63, za termoelektrane 1,82 i za geotermičke elektrane 1,19. Ako se trajanje upotrebe reducira na efektivno predanu snagu, a ne na raspoloživu snagu, dobiva se za sve talijanske elektrane oko 6200 sati, što je vrlo velika vrijednost.

Od značaja je, da je u Italiji uspjelo u geotermičkim elektranama (jedinima u Evropi) proizvesti godišnje 2100 GWh električne energije. Velika količina energije od 8900 GWh iz termičkih elektrana proizvedena je samo uz vrlo malo učešće kamenog ugljena iz inozemstva.

Najvažnije pogonsko gorivo talijanskih termoelektrana je danas nafta (43 %), a kao slijedeće je domaći zemni plin (27 %). Prema 1958. opala je upotreba inozemnog ugljena (za 6 %), a porastao je udio zemnog plina, domaćeg i smeđeg ugljena (za 11 %). U 1959. otpalo je samo još oko 26 % termičke proizvodnje na kruta goriva.

Kod proučavanja publikacija *ANIDEL*-a pada u oči veliki udio sjeverne Italije u proizvodnji i potrošnji električne energije i koncentracija vrlo velikih termoelektrana u većim lučkim gradovima direktno na moru ili inače na povoljnom mjestu za dopremu goriva.

Zbog prirodnih uvjeta nalazi se u sjevernoj Italiji 75 % ukupne snage svih hidroelektrana, samo 11 % u srednjoj Italiji, a ostatak u južnoj Italiji i na otocima Siciliji i Sardiniji. Ali i od snaga termoelektrana otpada 51 % na sjevernu Italiju, a samo 27 % na srednju Italiju, u što je uključena i snaga od 300 MW, koja otpada na geotermičke elektrane, koje koriste vodenu paru iz zemlje (Lardarello) kao pogonsko sredstvo (što je 7 % od ukupne snage svih termoelektrana). Na sjevernu Italiju otpada 69 % od cjelokupne proizvodnje i potrošnje. Ako se promatraju pojedini krajevi, dolazi se do zaključka, da je u svim krajevima proizvodnja i potrošnja prilično ujednačena.

U Italiji se čine napori, da se različitim mjerama unaprijede slabije razvijene južne pokrajine i otoci, a naročito Sicilija. Među te mjere spada i izgradnja elektroprivrede. Ako se pretpostavi, da je potrošnja električne energije 1946. iznosila u svakom dijelu Italije 100, onda je potrošnja u 1959. iznosila u sjevernoj Italiji 260, u srednjoj Italiji 460, u južnoj Italiji 410, a u Siciliji 650 i Sardiniji 290, dok je za cijelu Italiju taj indeks 300. Iz ovoga slijedi, da se u periodu između 1946. i 1959. potrošnja električne energije u Italiji tri puta povećala, dok je to povećanje u južnoj Italiji četiri puta, a u Siciliji više od šest puta.

Elektrane su u Italiji pretežno vlasništvo privatnih poduzeća. Unatoč intenzivnoj elektrifikaciji željeznica, koje su u godini 1959. potrošile oko 2080 GWh, svega samo 1,3 % od instalirane snage elektrana pripada željeznici.

Zasada je najveća talijanska termoelektrana »Chivasso«, koja kao pogonsko sredstvo koristi ugljen i naftu, a ukupna joj instalirana snaga iznosi 303 MW. »Tavazzano« je tako-

đer velika elektrana s naftom i zemnim plinom kao pogonskim sredstvom. Snaga joj je 140 MW, a služi kao temeljna elektrana s pogonskim vremenom od 7000 sati godišnje. Nova elektrana »Civitavecchia«, u blizini Rima na Tirenskom moru, snage 150 MW, predviđena je također za pogon od 5000 sati godišnje.

Struktura potrošnje u Italiji godine 1959. vidljiva je iz ove tablice:

Grupe potrošača	Godišnja potrošnja	
	GWh	%
1. Kućanstvo, zanatstvo, poljoprivreda		
a) javna rasvjeta	710	1,7
b) privatna rasvjeta	3460	8,3
c) ostali potrošak kućanstva i zanatstva	4500	10,8
d) poljoprivreda	420	1,0
Ukupno	9090	21,8
2. Industrija (bez stavke 3)	19660	47,2
3. Elektrokemija i elektrometalurgija	9950	23,9
4. Željeznica, gradski saobraćaj i sl.	2950	7,1
Ukupno	41650	100,0

Odatle je vidljivo, da je u Italiji potrošak električne energije u kućanstvu i zanatstvu relativno malen prema potrošku industrije.

Koncentracija potroška elektrokemije i elektrometalurgije je u sjevernoj Italiji, gdje se nalaze i bogati izvori vodnih snaga. I potrošak ostale industrije je najveći u sjevernoj Italiji, dok je potrošak kućanstva i zanatstva, kao i željeznica ravnomjernije podijeljen.

Ukupni dijagram opterećenja čitave Italije pokazuje u zimskim mjesecima izraziti prijepodnevni (najčešće u 10 sat) vršak opterećenja i tek nešto veći večernji vršak oko 18 sati. Najveće opterećenje nastupilo je u 1959. u srijedu mjeseca decembra, u 18 sati i iznosilo je oko 8000 MW. Nakon prijepodnevnog vrška opada opterećenje, a između 12 i 14 sati se smanjuje snaga za 1000–1500 MW. Noćno opterećenje je relativno veliko i iznosi u ljetnim mjesecima između ponoći i 6 sati oko 3800 MW, a u zimskim mjesecima oko 4200 MW. Noćno opterećenje je u pravilu nešto veće od polovine vrška dnevnog opterećenja u radnom danu dotičnog mjeseca. Termoelektrane učestvuju na pokrivanju potroška u zimskim mjesecima sa snagama do oko 2000 MW, a u ljetnim mjesecima sa snagama između 300 i 800 MW. U ovim snagama termoelektrana uključena je i cijelu godinu približno konstantna snaga od 240 MW geotermičkih elektrana. Nedjelje imaju vrlo izjednačen dijagram opterećenja, kojemu vršak u decembru iznosi 5500 MW, a u ostalim mjesecima 4400 do 5100 MW, dok minimalni teret ni u kojem mjesecu ne pada ispod 3500 MW.

Posljednjih godina opaža se tendencija za izgradnjom termoelektrana. Tako će se godine 1964. proizvoditi u Italiji 43 % potrebne električne energije u termoelektranama; u ovome su obuhvaćene i atomske elektrane, koje u to vrijeme još neće imati značajnijeg udjela. U godini 1959. iznosio je udio termoelektrana svega 22%. Od proizvodnje elektrana koje će se pustiti u pogon od kraja 1959. do 1964. otpada samo 32 % na hidroelektrane, dok 48 % na termoelektrane i 20 % na atomske elektrane. Ukupna potreba električne energije u 1964. procijenjena je na 70.000 GWh.

Nastojanja da se uvede jedinstvena tarifa nisu još dovela do uspjeha. Nadležno ministarstvo imenovalo je komisiju, koja još nije uspjela prebroditi mnogobrojne poteškoće pri rješavanju postavljenog zadatka.

Ing. Karlo Fišer

M. Wolf i H. Junge: *Enzyklopädie der Energiewirtschaft. Zweiter Band: Belastungskurven und Dauerlinien in der elektrischen Energiewirtschaft.* Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959

Ovaj svezak drugi je po redu od ukupnog djela enciklopedije, koja obuhvaća još četiri sveska. U njemu se obrađuje područje krivulja opterećenja i linija trajanja u elektroprivredi, na kojima svi stručnjaci svijeta zasnivaju svoja osnovna elektroenergetska i ekonomska razmatranja i analize.

Sadržaj ovog opsežnog sveska, naveden po naslovima poglavlja, je ovaj:

I Pojam krivulje opterećenja i njezino grafičko predočavanje
II Stvarne krivulje djelatnog opterećenja
III Normalizirane krivulje djelatnog opterećenja
IV Odnosi između djelatnih, jalovih i prividnih opterećenja i cos φ
V Stvarne krivulje jalove i prividne snage
VI Izvod približnih odnosa između momentanih vrijednosti djelatne i jalove snage za izradu normaliziranih krivulja jalove i prividne snage
VII Matematski instrumenti i metode za određivanje površine krivulje opterećenja kao i energetskih i radnih sumarnih linija
VIII Pomoćna mehanička i aparativna sredstva za iznalaženje lipnja trajanja i za izradu energetsko-ekonomskih ispitivanja
IX Problemi izjednačenja
X Superpozicija linija trajanja pomoću računa vjerojatnosti, postupak Kuusinena
XI Ostali načini predočavanja opterećenja
XII Analiza krivulja opterećenja
XIII Sinteza krivulja opterećenja
XIV Linije trajanja i učestalosti temperature zraka, topline, vjetra i vode
Dodatak
Nomogrami (za poglavlje III B)
Brojčane tablice za simboličke krivulje

Djelo obuhvaća 560 strana, 473 slike u tekstu i 2 obojene tablice, 88 brojčanih tablica i 3 tablice formula kao i dodatak sa 12 nomograma i 44 brojčane tablice. Osim toga treba podvući da je u svakom poglavlju naveden popis literature, specijalnih djela i članaka, u kojima se obrađuju svestranije i detaljnije odnosni naslovni predmeti, što još više povećava značaj i vrijednost kako teksta, tako i djela samog.
Općenito se može kazati, da ovaj svezak *Enciklopedije energetske privrede* u izvrsnoj opremi dobro poznatih Springerovih izdanja, predstavlja izvanrednu pomoćnu knjigu za proučavanja i analize odnosa i vremenskih stanja u elektroenergetskim sistemima i da je treba preporučiti svakom energetičaru.

J. Jerić

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE RUJAN I LISTOPAD 1961.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru u MWh								Razmjena			Ukupno (7-11)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11. 1960.	139936	6003	1996	18707	163	262	142095	24972	31826	19700	— 7207	211386
12. 1960.	159576	6081	2109	18657	194	296	161879	25034	26007	26109	— 9351	229678
Ukupno 1960.	1177548	234843	18672	234468	1813	3982	1198033	473293	452487	263249	— 93765	2293297
1. 1961.	150449	13391	1722	16509	188	282	152359	30182	31598	26001	— 14653	225487
2. 1961.	105089	20389	1301	16862	180	206	106570	37457	52594	5440	— 1598	200463
3. 1961.	70737	17771	1049	15856	197	222	71983	33849	71635	42452	— 9563	210356
4. 1961.	61363	15624	1041	14625	158	216	62562	30465	73910	38684	— 8439	197182
5. 1961.	58448	15824	1499	15054	175	75	60122	30953	57128	59239	— 7848	199594
6. 1961.	46121	14002	1251	16799	173	72	47545	30873	75602	47506	— 4420	197106
7. 1961.	57453	28403	857	14120	173	—	58483	42523	80076	20306	— 2881	198507
8. 1961.	72029	31357	442	17061	163	—	72634	48418	78747	—2367	139	197571
9. 1961.	78132	39827	244	19676	109	—	78485	59503	66923	—2444	— 1507	200960
10. 1961.	102605	31949	740	22180	133	—	103478	54129	69343	—5730	— 3351	217869
Ukupno 1. — 10. 1961.	802426	228537	10146	168742	1649	1073	814221	398352	657556	229087	— 54121	2045095

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece rujan i listopad 1961.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks [1]			Iskorišćenje % [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	Vinodol-Fužine	79,0	22230	10255	88239	218,1	31,0	73,2	38,0	17,4	—	—
		Gojak	48,0	701	9855	106845	4,7	27,5	51,9	4,9	27,0	—	—
		Ozalj	5,1	395	851	14594	24,6	26,9	71,3	10,0	35,0	—	—
		Kraljevac	62,0	24401	8000	291652	60,7	18,0	77,2	30,0	14,0	—	—
		Peruća	42,0	8222	322	99377	452,0	6,2	1415,4	27,4	1,4	—	—
		Manojlovac	24,0	3499	5143	81814	79,6	43,3	77,8	17,0	30,0	—	—
		Jaruga	5,5	996	1914	28595	191,5	44,1	97,7	25,6	49,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	6791	5763	25281	106,3	1141,1	80,9	55,5	45,6	5220	5210
		Jertovec	39,0	22645	19676	169889	115,7	195,4	112,5	80,6	67,8	4134	4005
		Vlaška	9,5	4615	3610	21363	155,9	219,7	67,4	67,4	51,1	4811	5153
		Rijeka	7,0	4875	2535	10663	216,7	—	92,6	96,7	48,7	5401	5488
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1591	2531	16862	17,1	92,4	32,8	12,6	19,4	....	....
		Sladorana, Županja	3,6	366	2613	3743	21,5	186,6	65,0	14,1	97,6	....	....
		Jug. komb., Borovo	6,0	1958	1991	17835	96,1	92,1	90,1	45,3	44,6	....	....
		Željezara, Sisak	5,5	3639	3674	33949	97,6	180,9	108,2	91,8	89,8	....	....

1 Indeks u ovoj tablici kao i u svima narednima iskazan je u odnosu na god. 1960 = 100
2 Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje vode, a kod termoelektrana iskorišćenje raspoloživog kapaciteta

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece rujan i listopad 1961.

Elementi energetske bilance	Rujan		Listopad		Od početka god.		Indeks 1960 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Rujan	Listopad	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	117959	49,9	134554	51,1	1030963	44,0	111,5	88,4	93,7
Proizvodnja industrijskih elektrana	19920	8,4	22920	8,7	178887	7,6	76,5	105,7	84,5
Proizvodnja lokalnih elektrana	109	0,1	133	0,1	2722	0,1	21,0	33,0	55,8
Ukupna proizvodnja na generatoru	137988	58,4	157607	59,9	1212572	51,7	104,2	90,4	92,0
Nabava el. en. od susjed. zajednica	98067	41,5	103394	39,3	1128458	48,2	93,7	144,0	131,8
Nabava el. en. iz inozemstva	129	0,1	2288	0,8	2626	0,1	—	—	—
Ukupno raspoloživa el. energija	236184	100,0	263289	100,0	2343656	100,0	99,6	107,0	107,8
Vlast. potr. elektrana u sistemu	4023	1,7	3916	1,5	32465	1,4	99,4	154,7	103,6
Vl. potr. industr. i lokal. elektrana	2003	0,9	2305	0,9	18159	0,8	75,4	104,4	83,8
Ukupno raspolož. na pragu elektrana	230158	97,4	257068	97,6	2293032	97,8	99,9	106,5	108,1
(Dobava industr. elek. u sistemu)	(362)	(0,2)	(412)	(0,2)	(6438)	(0,3)	(9,4)	(48,6)	(27,0)
(Prag elektrana u sistemu)	(212494)	(90,0)	(236732)	(89,9)	(2136020)	(91,1)	(101,0)	(106,5)	(109,6)
Gubici prijenosa u sistemu	12171	5,2	13613	5,2	117827	5,0	101,0	112,1	115,0
Gubici razvoda u sistemu	982	0,4	21153	8,0	149573	6,4	25,5	128,3	110,1
Gubici razvoda lokal. elektrana	11	0,0	13	0,0	271	0,0	21,1	32,5	55,5
Ukupna predaja el. energ. potrošačima	216994	91,8	222289	84,4	2025361	86,4	101,2	104,5	107,6
Od toga:									
Predano susjednim zajednicama	33588	14,2	39781	15,1	241817	10,3	79,1	130,1	99,0
Predano inozemstvu	1636	0,7	5639	2,1	56383	2,4	14,0	47,4	73,0
Industrijska vlastita opskrba	17566	7,4	20216	7,7	154651	6,6	89,6	108,3	92,7
Lokalna opskrba	87	0,0	107	0,0	2180	0,1	21,0	33,1	55,8
Potrošači u sistemu	164117	69,5	156546	59,5	1570420	67,0	117,0	103,5	113,0
Struktura potrošnje u sistemu = 100 % / Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	53159	32,4	40113	25,6	370072	23,5	120,7	112,6	115,3
Rasvjeta poslovnih prostorija	4279	2,6	4524	2,9	50463	3,2	112,1	99,5	113,1
Rasvjeta društvenih prostorija	682	0,4	819	0,5	10293	0,6	100,2	94,2	110,4
Motori i aparati	6127	3,7	6028	3,9	62313	4,0	110,3	109,3	116,2
Poljoprivredni motori	863	0,5	843	0,5	7481	0,5	98,9	105,6	99,9
Javna rasvjeta	2589	1,6	2881	1,8	25356	1,6	114,0	116,2	123,7
Preprodavaoci	1117	0,7	1021	0,7	10685	0,7	100,7	90,8	94,0
Ukupna potrošnja na malo	68816	41,9	56229	35,9	536663	34,1	118,0	110,4	114,7
Vodovod	5243	3,2	4800	3,1	43092	2,7	114,8	120,3	102,8
Gradska električna vuča	1819	1,1	1881	1,2	17592	1,2	110,5	111,8	113,6
Ukupna komunalna velepotrošnja	7062	4,3	6681	4,3	61044	3,9	113,8	117,8	105,8
Ugljenokopi	6114	3,7	6436	4,1	65002	4,2	103,2	88,4	96,8
Tvornice cementa	8316	5,1	8412	5,4	82014	5,2	91,7	105,0	106,3
Ostala opća velepotrošnja	41543	25,3	43309	27,6	402088	25,6	121,1	109,8	112,7
kod elektrokemije	(1051)	(0,6)	(833)	(0,5)	(10046)	(0,6)	(771,0)	(95,3)	(187,1)
kod elektrometalurgije	(1447)	(0,9)	(1524)	(1,0)	(16458)	(1,0)	(90,1)	(81,3)	(92,8)
kod ostalih	(39045)	(23,8)	(40952)	(26,1)	(375584)	(24,0)	(120,0)	(111,6)	(112,5)
Ukupna ostala velepotrošnja	55973	34,1	58157	37,1	549104	35,0	113,4	106,2	109,6
Karbid	—	—	3915	2,5	95218	6,1	—	46,9	98,0
Aluminij	14305	8,7	14832	9,5	135641	8,6	117,4	114,4	130,6
Ostala elektrokemija	3226	2,0	2714	1,7	32809	2,1	901,0	101,2	189,6
(Ukupno elektrokemija)	(17531)	(10,7)	(21461)	(13,7)	(263668)	(16,8)	(134,2)	(89,4)	(120,8)
Ferolegure el. metalurgije	7997	4,9	7576	4,9	96810	6,2	95,9	73,4	98,0
Elektrotoplina	3360	2,0	3030	1,9	31117	2,0	120,4	103,0	109,2
Željeznička električna vuča	3245	2,0	3300	2,1	30508	1,9	146,0	134,5	192,0
Melioracije	133	0,1	112	0,1	1506	0,1	117,7	66,6	82,0
Ukupna specijalna velepotrošnja	32266	19,7	35479	22,7	423609	27,0	121,7	89,0	116,6

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1961.

Pokazatelj	Mjesec	FNRJ			Po narodnim 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	9. 1961.	699	308	391	78	40	42	130	113	127	36	84	39	9	0	1
	10. 1961.	728	366	362	102	32	39	138	137	108	35	77	32	6	21	1
Indeks na bazi	9. 1960.	110	81	152	102	121	102	139	62	208	73	141	118	96	84	140
	10. 1960.	104	68	223	73	251	60	155	69	756	36	210	103	68	206	49

Proizvodnja ugljena za mjesece rujan i listopad 1961.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1960 = 100		
		Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi Raša		70740	71100	680990	104,6	109,3	98,5
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	5963	5091	58837	91,9	81,7	91,6
	Rudnik Pregrada	4762	4860	48732	115,3	116,7	107,7
	Ostali	4399	4200	41504	104,3	106,3	106,3
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	4343	13971	147261	92,7	97,5	93,5
	Dalmacija: Rudnik Siverić	9213	9573	95442	86,2	101,1	93,5
	Ostali	820	810	7159	112,3	119,6	109,3
	Ostala područja	4014	3337	39856	152,6	90,5	110,2
	Ukupno mrki	43514	41842	438791	97,1	98,0	97,5
Lignit	Hrvatsko Zagorje: Ivanečko-ladanjski ugljen.	31344	29769	324305	95,1	90,5	98,0
	Konjšćinski ugljenokopi	29131	25092	270680	97,8	89,2	107,2
	Stubički ugljenokopi	11434	10150	97796	86,3	72,3	68,3
	Ostali	1870	2000	20703	84,8	98,2	114,8
	Bilogora—Podravina: Koprivnički ugljenokopi	8392	7926	81831	92,4	88,0	83,1
	Križevački ugljenokopi	2313	2023	32443	47,2	37,7	61,3
	Ostali	7489	6793	72458	92,3	88,9	90,3
	Ostala područja	598	1237	8537	111,4	68,9	103,0
	Ukupno lignit	92571	84990	908753	91,4	84,8	92,3
Ukupno sve vrste ugljena		206825	197932	2028534	96,8	95,2	95,4

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1961.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksara	plinara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	9. 1961.	2076	109	805	1162	583	207	443	814	1,3	27,3	89	1,4
	10. 1961.	2108	111	805	1192	624	198	436	824	1,0	25,8	90	1,5
Indeks na bazi	9. 1960.	104	101	96	111	108	97	104	103	108	99	102	88
	10. 1960.	107	104	98	114	113	95	103	108	100	84	100	94

Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1961.

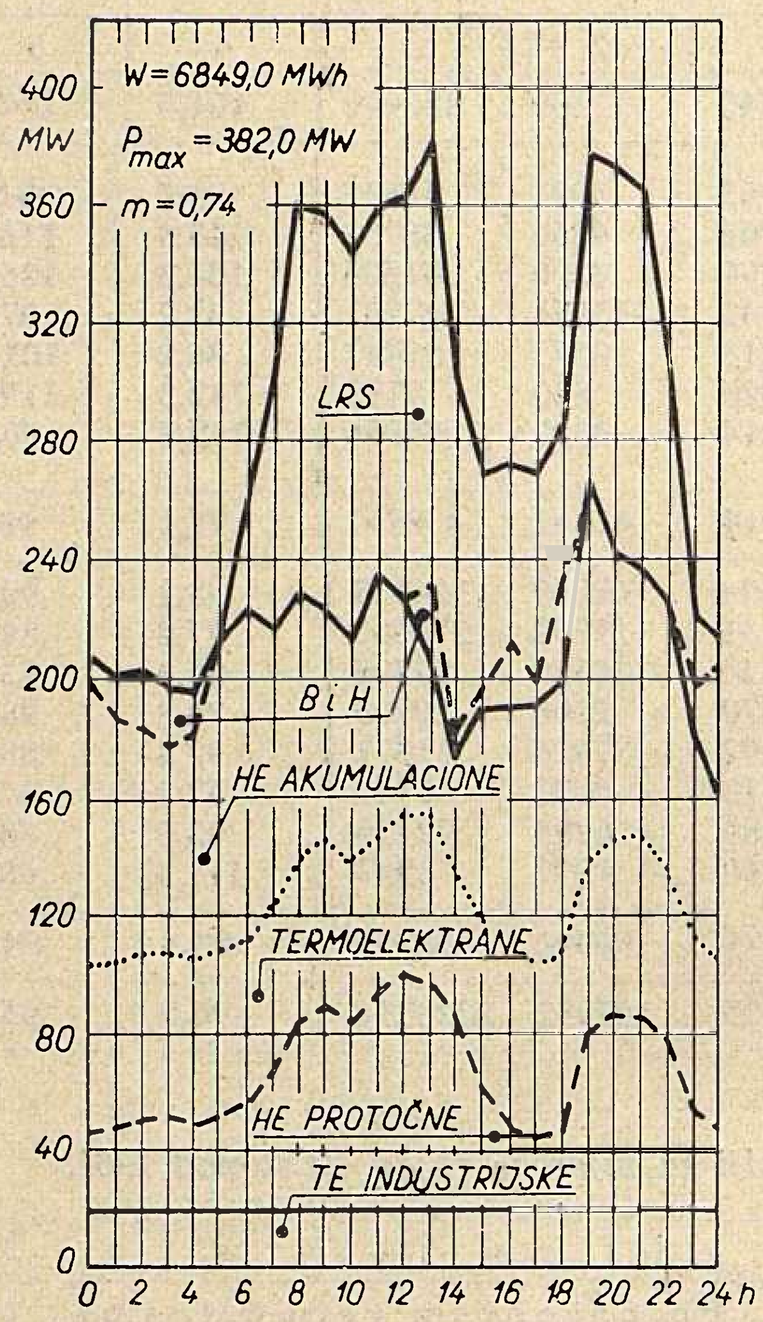
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čad
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	9. 1961.	114903	6352	105054	22165	857	6267	32224	5622	384
	10. 1961.	106076	6244	118737	26467	512	4203	35220	4448	380
Indeks na bazi	9. 1960.	110	155	107	145	209	96	116	118	121
	10. 1960.	115	133	111	112	95	70	115	115	110

Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1961.

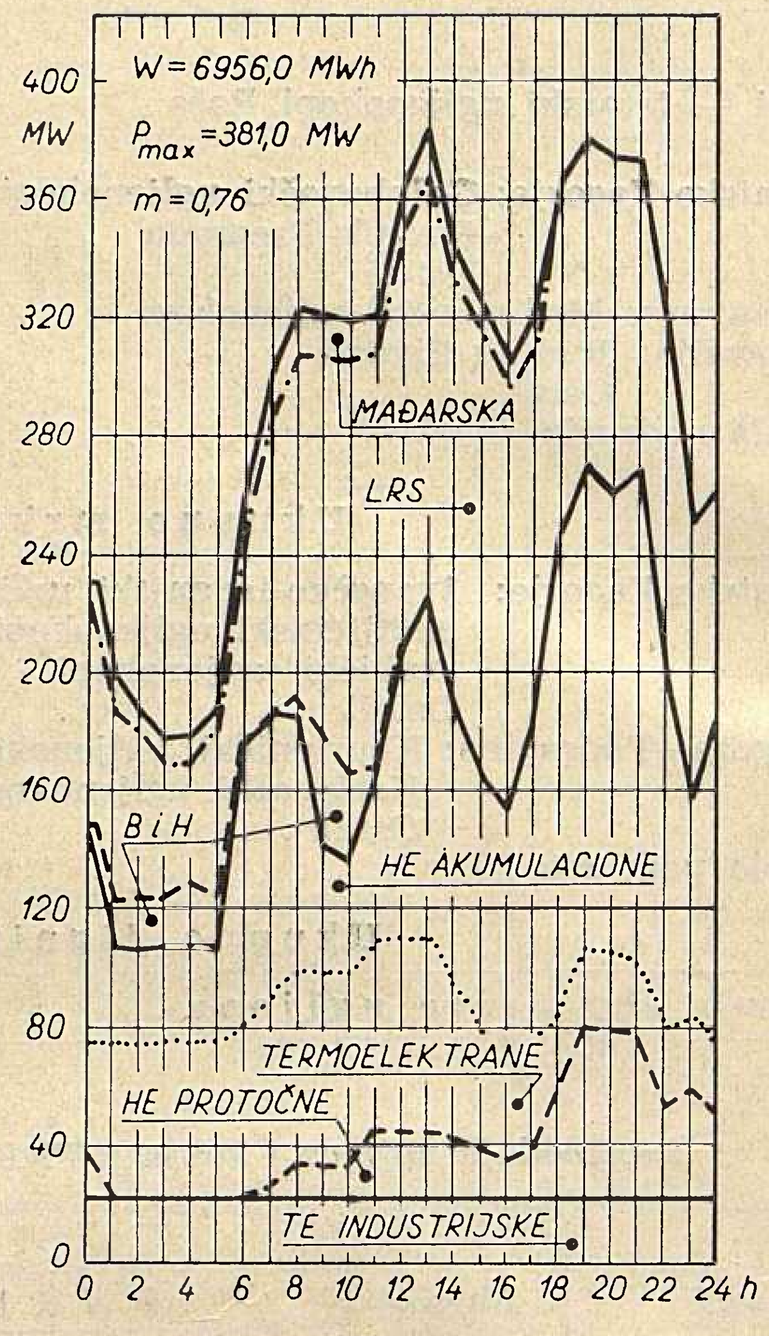
Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
9. 1960.	106	108	103	105	103	110	133	99	105	110
10. 1960.	110	114	112	105	105	108	107	107	107	117
9. 1961.	112	114	112	110	104	122	148	101	110	121
10. 1961.	115	118	119	110	106	115	146	104	111	130

PO IZVORIMA ENERGIJE

SRIJEDA, 20 9. 1961.

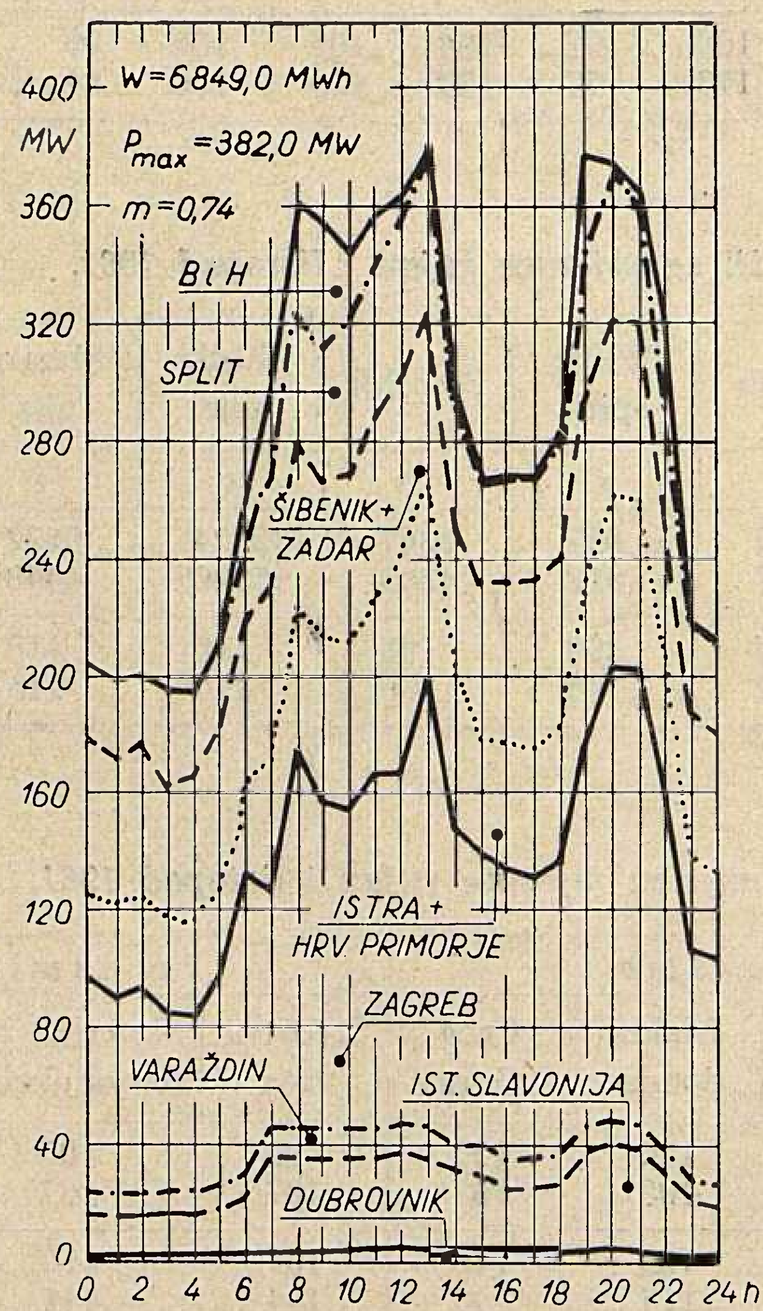


SRIJEDA, 18. 10. 1961.

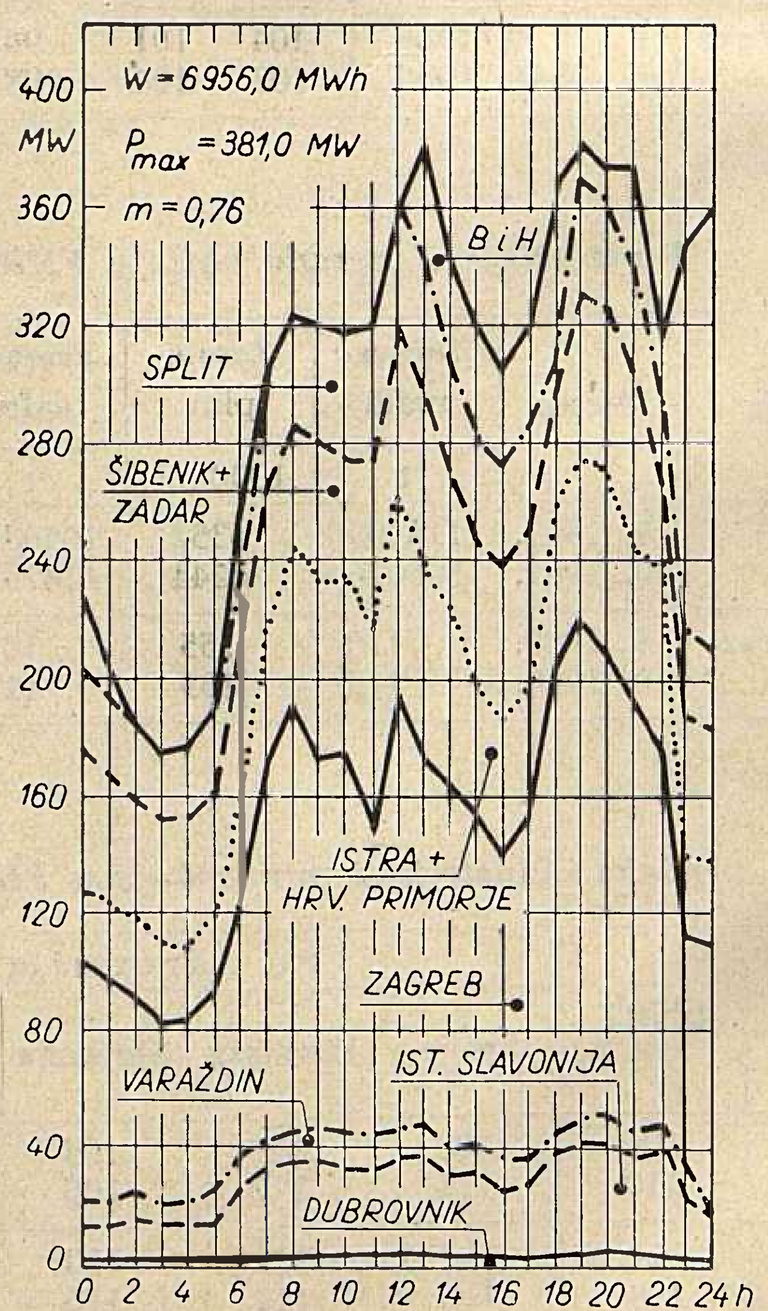


PO KONZUMNIM PODRUČJIMA

SRIJEDA, 20. 9. 1961.



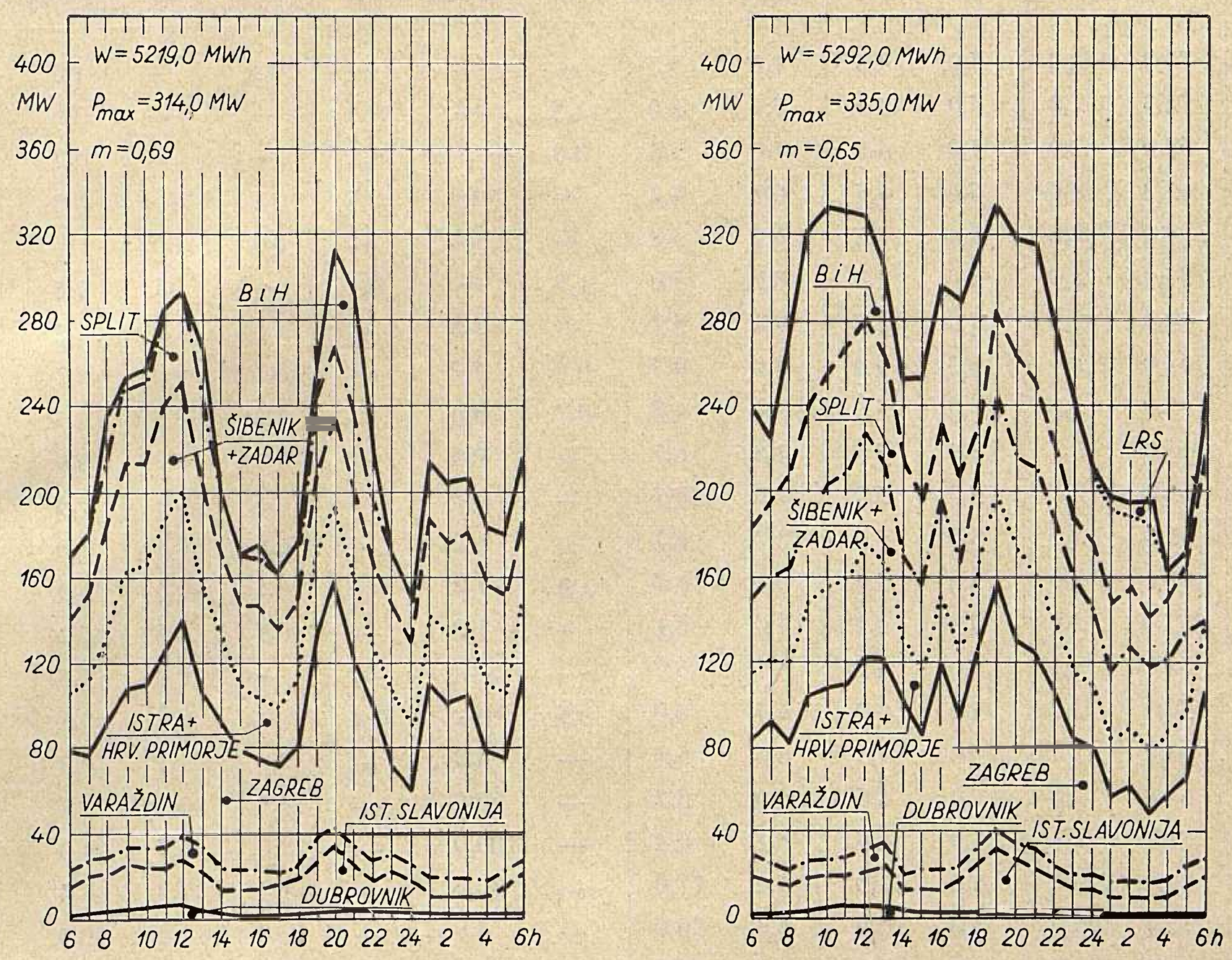
SRIJEDA, 18. 10. 1961.



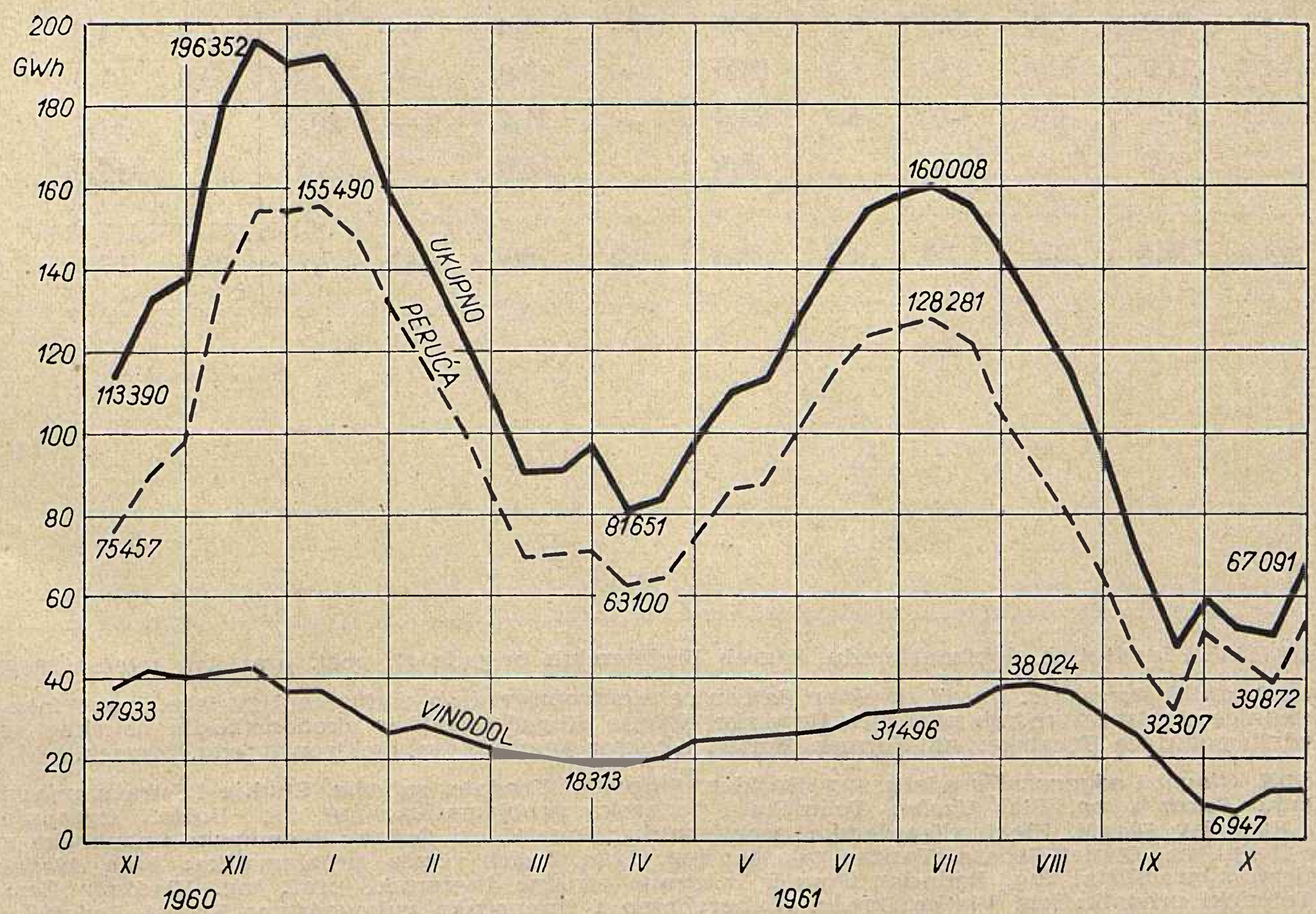
TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 24. 9. i 22. 10. 1961.

AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA

PO KONZUMNIM PODRUČJIMA



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Srednji dnevni protoci vode za mjesece rujan i listopad 1961.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sek		m³/sek		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad
1	76,0	2,0	5,0	4,5	7,3	5,7	—	—	—	0,5	—	1,0	1,0	0,3
2	72,3	2,0	5,0	4,5	6,7	5,0	1,5	—	0,5	—	—	0,6	0,7	0,4
3	68,0	2,0	5,0	4,5	7,0	5,0	0,8	—	0,1	—	—	0,7	0,6	0,4
4	65,3	2,0	5,0	4,5	6,7	5,2	—	0,3	0,5	0,1	—	0,6	0,7	0,4
5	63,0	2,0	5,0	4,5	6,7	5,2	—	1,2	—	0,5	1,5	—	0,6	0,4
6	64,0	2,0	5,0	4,5	6,7	5,0	1,0	—	0,4	—	1,1	0,6	0,5	0,4
7	59,3	2,3	5,0	4,5	8,4	5,7	—	3,2	—	1,6	1,2	2,2	0,6	0,4
8	64,0	2,7	5,0	5,0	6,0	6,7	0,8	4,2	—	6,7	0,9	8,7	0,6	0,7
9	65,0	2,0	5,0	5,0	8,4	6,7	0,7	6,6	—	1,4	0,9	10,3	0,8	1,8
10	46,0	1,7	5,0	5,0	7,8	6,7	—	0,6	—	0,2	1,0	5,9	0,7	2,2
11	65,0	2,0	5,0	5,0	7,0	6,7	—	0,5	—	—	0,7	1,5	0,8	1,5
12	61,0	2,0	5,0	5,0	6,7	6,7	—	1,2	—	0,6	0,4	1,0	0,5	1,0
13	65,6	2,0	5,0	5,0	6,7	6,7	1,8	1,2	0,4	0,6	0,6	1,0	0,6	0,9
14	65,0	2,0	5,0	4,5	7,0	6,1	—	1,2	—	0,5	0,5	0,2	0,6	0,8
15	68,0	2,0	5,0	4,5	6,7	5,7	—	—	—	—	0,9	1,5	0,6	0,5
16	59,0	2,0	5,0	5,0	6,7	6,0	0,5	—	0,2	—	0,6	0,1	0,5	0,5
17	48,0	2,0	5,0	4,5	6,0	5,7	—	4,0	—	2,8	1,1	0,3	0,5	0,8
18	61,0	2,0	5,0	4,5	6,0	5,2	—	70,0	—	37,3	0,7	11,1	0,5	preljev
19	51,7	2,0	5,0	4,5	6,1	8,4	—	100,0	—	79,0	0,5	99,0	0,6	„
20	54,3	124,0	5,0	12,0	6,0	17,0	—	30,0	—	21,4	1,3	66,4	0,6	„
21	32,0	195,0	5,0	18,0	6,0	36,0	—	8,9	—	14,2	1,4	51,5	0,6	„
22	12,0	134,0	5,0	17,0	6,1	46,0	—	5,8	—	7,7	0,6	45,0	0,5	„
23	2,0	105,0	5,0	16,0	5,7	50,0	—	4,2	—	6,0	0,8	34,0	0,5	„
24	2,0	72,0	5,0	17,0	5,7	46,0	—	4,0	—	2,0	—	23,0	0,5	„
25	2,0	84,0	5,0	16,5	5,7	40,0	—	1,8	—	3,3	—	16,0	0,5	„
26	2,0	47,0	5,0	10,5	5,7	33,5	—	1,6	—	3,5	0,6	11,6	0,5	2,0
27	2,0	34,0	5,0	8,5	5,7	26,6	—	3,0	—	2,3	0,7	7,7	0,4	2,0
28	2,0	20,0	5,0	8,0	5,7	25,0	—	0,4	—	0,4	0,9	4,5	0,5	1,8
29	2,0	23,0	5,0	8,0	5,7	23,0	—	7,0	—	5,0	0,8	1,3	0,4	1,7
30	2,0	12,7	5,0	8,0	5,7	23,0	—	31,2	—	20,4	0,7	31,7	0,4	1,7
31		3,0		10,0		28,6		16,0		20,0		117,0		preljev
Mjesečni prosjek	43,4	28,8	5,0	7,7	6,5	16,4	0,2	9,9	0,1	7,7	0,7	17,9	0,6	0,7

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53–822, kućni 341.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Božidar *Filipović. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Miroslav *Balling*, ing. Zdenko *Sakar* i ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja energetskih postrojenja: ing. Radoslav *Planić.* Elektrodispečerska problematika: ing. Milan *Šodan.* Ekonomsko-financijska problematika: Anđelko *Marušić* i dipl. ec. Daniel *Feöcze.* Tarifna pitanja: ing. Ivan *Lučev.* Opća problematika: Ivan *Medvedec.* Vijesti: Josip *Pišpek.* Vijesti s gradilišta: ing. Radoslav *Planić.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Statistika: Krešimir *Lang.* Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*